

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAHÇE BİTKİLERİ YETİŞTİRME VE ISLAHI
ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KİTOSAN ve ESANSİYEL YAĞ KARIŞIMI KATKILI KİTOSAN
KAPLAMANIN MANTARLARDA HASAT SONRASI KALİTE
ÜZERİNE ETKİLERİ**

ALİ AVCI

KOCAELİ 2021

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAHÇE BİTKİLERİ YETİŞTİRME VE ISLAHI
ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KİTOSAN ve ESANSİYEL YAĞ KARIŞIMI KATKILI KİTOSAN
KAPLAMANIN MANTARLARDA HASAT SONRASI KALİTE
ÜZERİNE ETKİLERİ**

ALİ AVCI

Doç.Dr.Mehmet Ufuk KASIM

Danışman, Koceli Üniv.

.....

Dr.Öğr.Üyesi Gülsüm Ebru ÖZER UYAR

Jüri Üyesi, Koceli Üniv.

.....

Doç.Dr. Erdiñ BAL

Jüri Üyesi, Namık Kemal Üniv.

.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 01.07.2021

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Agaricus bisporus L. üretimi ilk olarak 1780'de Paris yakınlarında bulunan taş ocaklarında gerçekleştirilmiştir. 1950'li yıllarından sonra Avrupa ülkelerinde sürekli artan bir endüstri haline gelmiştir. Ülkemizde ise mantar üretimi küçük çapta bir deneme ile 1960'lı yıllarda başlamıştır. Mantarın hasat sonrası yaşam süresi kısa olduğu için, bu dönemde kalite kayıplarının azaltılarak muhafaza süresinin uzatılması önem arz etmektedir. Dolayısı ile hasat sonrası yapılacak olan uygulamalar da oldukça önem kazanmaktadır. Yapmış olduğumuz bu çalışma ile mantarın kalitesinin korunarak, depolama süresinin uzatılmasına yönelik farklı dozlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosan kaplamanın etkileri araştırılmıştır.

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca her zaman ilgi, tecrübe ve desteğini esirgmeden hem akademik eğitimimde hem de hayata dair verdiği tecrübelerle doğru bir yol çizmemde yardımcı olan tez danışmanım sayın Doç. Dr. Mehmet Ufuk KASIM hocama ve bu yolda bir diğer destekçim Prof. Dr. Rezzan KASIM hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmamın önemli kısmını oluşturan laboratuvar çalışmalarında desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım Ziraat Yük. Müh. Vedat YILMAZ ile Peyzaj Mimarı Yağmur OLGAÇ'a ve derslere zamanında katılmamı ve bu alanda başarılı olmam için gerekli motivasyonu sağlayan başta Kocaeli Özel Harekat Şube Müdürü Rıfat DÖLCÜ ve büro amirim Teoman ÇAKMAK nezdinde tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Eğitimin boyunca desteklerini hep hissettiğim annem Emine AVCI'ya, Babam Kudret AVCI'ya, eşim Ayşe AVCI'ya ve Oğlum Göktuğ Kağan AVCI'ya sonsuz minnet duygularımı sunarım.

Haziran - 2021

Ali AVCI

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ii
TABLolar DİZİNİ	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
GİRİŞ	1
1. KAYNAK ÖZETLERİ	6
1.1. Mantar Muhafazası Konusunda Yapılan Çalışmalar	10
1.2. Yenilebilir Kaplamalar İle İlgili Çalışmalar	13
1.3. Kitosan Konusunda Yapılan Çalışmalar	15
1.4. Esansiyel Yağların Kullanımı	18
2. MATERYAL VE YÖNTEM	21
2.1. Materyal	21
2.2. Yöntem	21
2.2.1. Kitosan ve esansiyel yağ uygulamaları	21
2.1.2. Ambalajlama ve depolama	22
2.2.3. Ölçüm ve gözlemler	23
2.2.3.1. Renk ölçümleri	23
2.2.3.2. Ağırlık kaybı	24
2.2.3.3. Tekstür analizi	24
2.2.3.4. Açılma miktarı	25
2.2.3.5. Sap uzaması	26
2.2.3.6. Şapka Çapı	26
2.2.3.7. Görsel puanlama	26
2.3. Deneme Deseni	26
3. BULGULAR	27
3.1. Farklı konsantrasyonda kitosan uygulamasının etkileri	27
3.1.1. Mantar Renk Ölçümleri	27
3.1.1.1. L* değeri	27
3.1.1.2. a* değeri	27
3.1.1.3. b* değeri	28
3.1.1.4. Kahverengilik indeksi (KI)	31
3.1.1.5. Beyazlık İndeksi (BI)	31
3.1.1.6. Delta E(ΔE) Değeri	33
3.1.2. Ağırlık Kaybı	33
3.1.3. Tekstür (Elastikiyet)	35
3.1.4. Açılma miktarı	37
3.1.5. Sap Uzunluğu	37

3.1.6. Şapka çapı	39
3.1.7. Görünüş.....	39
3.2. Farklı konsantrasyonda esansiyel yağ ilave edilmiş kitosan uygulamasının etkileri.....	42
3.2.1. Mantar Renk Ölçümleri	42
3.2.1.1. L* değeri.....	42
3.2.1.2. a* değeri	42
3.2.1.3. b* değeri	44
3.2.1.4. Kahverengileşme İndeksi (KI)	46
3.2.1.5. Beyazlık İndeksi (BI)	46
3.2.1.6. Delta (ΔE) Değeri.....	48
3.2.2. Ağırlık Kaybı	48
3.2.3. Tekstür (Elastikiyet)	50
3.2.4. Açılma miktarı	51
3.2.5. Sap uzunluğu.....	52
3.2.6. Şapka çapı	55
3.2.7. Görünüş.....	55
4. TARTIŞMA	58
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	61
KAYNAKLAR	62
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER	72
ÖZGEÇMİŞ	73

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Farklı olgunluk dönemlerinde <i>Agaricus bisporus</i> mantarlarının morfolojisi. (a) olgun mantar; (b) şapkası kapalı olgunlaşmamış mantar; (c) olgunlaşmamış mantarın dikey kesiti	7
Şekil 1.2.	1978-2013 yılları arasında dünya nüfusu ve mantar üretim miktarı	8
Şekil 1.3.	Hasat sonrası kalite bozulması, etkili faktörler ve koruma süreçleri arasındaki ilişki.	10
Şekil 1.4.	Kitosanın kimyasal yapısı	15
Şekil 2.1.	Kitosan çözeltilisinin hazırlanması ve uygulanması	22
Şekil 2.2.	Mantarların üzerine uygulamaların yapılışı	23
Şekil 2.3.	Kitosan uygulaması yapılmış olan mantarlar	23
Şekil 2.4.	Mantarlarda tekstür ölçümü	25
Şekil 2.5.	Mantarlarda açılma miktarı ölçümü	25
Şekil 2.6.	Mantarlarda görsel puanlama	26
Şekil 3.1.	Farklı dozlarda kitosan uygulanan mantarlarda muhafaza süresince L* değerleri (a) ve L* değeri değişim oranları (b).....	28
Şekil 3.2.	Farklı dozlarda kitosan uygulanan mantarlarda muhafaza süresince a* değerleri (a) ve a* değeri değişim oranları (b)	29
Şekil 3.3.	Farklı dozlarda kitosan uygulanan mantarlarda muhafaza süresince b* değerleri (a) ve b* değeri değişim oranları (b).....	30
Şekil 3.4.	Farklı dozlarda kitosan uygulanan mantarlarda muhafaza süresince kahverengilik indeksi değerleri (a) ve kahverengilik indeksi değişim oranları (b)	32
Şekil 3.5.	Farklı dozlarda kitosan uygulanan mantarlarda muhafaza süresince beyazlık indeksi değerleri (a) ve beyazlık indeksi değişim oranları (b)	33
Şekil 3.6.	Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince Delta E değerindeki değişimler.....	34
Şekil 3.7.	Farklı dozlarda kitosan uygulamasının mantarlarda muhafaza süresince ağırlık kaybı üzerine etkisi	35
Şekil 3.8.	Farklı dozlarda kitosan uygulamasının mantarlarda muhafaza süresince elastikiyet üzerine etkisi	36
Şekil 3.9.	Farklı dozlarda kitosan uygulamasının mantarlarda muhafaza süresince açılma miktarı üzerine etkisi	38
Şekil 3.10.	Farklı dozlarda kitosan uygulamasının mantarlarda muhafaza süresince sap uzunluğu üzerine etkisi	39
Şekil 3.11.	Farklı konsantrasyonlarında kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince şapka çapı (mm) değişimi	40

Şekil 3.12. Farklı dozlarda kitosan uygulamasının mantarlarda muhafaza süresince görünüş puanları üzerine etkisi.....	41
Şekil 3.13. Farklı dozlarda kitosan uygulanan mantarlarda muhafaza süresince L* değerleri (a) ve L* değerindeki değişim oranları (b).....	43
Şekil 3.14. Farklı dozlarda kitosan uygulanan mantarlarda muhafaza süresince a* değerleri (a) ve a* değerlerindeki değişim oranları (b).....	44
Şekil 3.15. Farklı dozlarda kitosan uygulanan mantarlarda muhafaza süresince b* değerleri (a) ve b değerlerindeki değişim oranları (b).....	45
Şekil 3.16. Farklı dozlarda kitosan uygulanan mantarlarda muhafaza süresince kahverengilik indeksi değerleri (a) ve kahverengilik indeksi değişim oranları (b).....	47
Şekil 3.17. Farklı dozlarda kitosan uygulanan mantarlarda muhafaza süresince beyazlık indeksi değerleri (a) ve beyazlık indeksi değişim oranları (b).....	48
Şekil 3.18. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince Delta E değerleri.....	49
Şekil 3.19. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince ağırlık kaybı miktarı (%).....	50
Şekil 3.20. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince elastikiyet değeri (N).....	52
Şekil 3.21. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince açılma miktarı (mm).....	53
Şekil 3.22. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince sap uzunluğu miktarı (mm).....	54
Şekil 3.23. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince şapka çapı (mm).....	56
Şekil 3.24. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince görünüş testi değişimleri.....	57

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1.1. Doğal Kitosan'ın minimum büyüme engelleyici konsantrasyonu.....	16
Tablo 3.1. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince L* değerindeki değişimler (%)	27
Tablo 3.2. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince a* değerindeki değişimler (%).....	28
Tablo 3.3. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince b* değerindeki değişimler (%).....	30
Tablo 3.4. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince kahverengilik indeksi değerindeki değişimler	31
Tablo 3.5. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince beyazlık indeksi değerindeki değişimler.....	32
Tablo 3.6. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince Delta E değerindeki değişimler.....	33
Tablo 3.7. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince ağırlık kaybı miktarı (%).....	35
Tablo 3.8. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince elastikiyet değeri (N)	36
Tablo 3.9. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince açılma miktarı (mm)	37
Tablo 3.10. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince sap uzunluğu miktarı (mm).....	38
Tablo 3.11. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince şapka çapı (mm).....	39
Tablo 3.12. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince görünüş testi değişimleri	41
Tablo 3.13. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince renk L* değerindeki değişimler (%)	42
Tablo 3.14. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince renk a* değerindeki değişimler (%)	43
Tablo 3.15. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince renk b* değerindeki değişimler (%)	45
Tablo 3.16. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince kahverengileşme değerindeki değişimler	46

Tablo 3.17. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince beyazlık değerindeki değişimler	47
Tablo 3.18. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince delta değerleri	49
Tablo 3.19. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince ağırlık kaybı miktarı (%)	50
Tablo 3.20. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince elastikiyet değeri (N)	51
Tablo 3.21. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince açılma miktarı (mm)	52
Tablo 3.22. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince sap uzunluğu miktarı (mm)	54
Tablo 3.23. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince şapka çapı (mm)	55
Tablo 3.24. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince görünüş testi değişimleri	56

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	: Santigrat Derece
ppm	: Milyonda Bir
mm	: Milimetre
N	: Newton
Kg	: Kilogram
mg	: Miligram
L	: Litre

Kisaltmalar

APX	: Askorbat Peroksidaz
CAT	: Katalaz
EY	: Esansiyel Yağ
FDA	: Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi
MDA	: Malondialdehit
NA	: Sodyum Matabisülfid
PET	: Polietilen Teraflat
POD	: Peroksidaz
PPO	: Polifenol Oksidaz
SA	: Salisilik Asit
SOD	: Süperoksit Dismutaz

KİTOSAN ve ESANSİYEL YAĞ KATKILI KİTOSAN KAPLAMANIN MANTARLARDA HASAT SONRASI KALİTE ÜZERİNE ETKİLERİ

ÖZET

Bu çalışmada beyaz şapkalı mantarda (*Agaricus bisporus* L.) hasattan sonra farklı konsantrasyonlarda kitosan ve esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosan kaplamanın kalite ve muhafaza süresine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma iki aşamada yürütülmüştür. Birinci aşamada farklı kitosan dozları kullanılarak en etkin doz belirlemeye çalışılmış, %0,20, %0,40 ve %0,60 konsantrasyonlarında kitosan püskürtme yöntemiyle mantarlara uygulanmıştır. İkinci aşamada ise ilk aşamada elde edilen en etkili konsantrasyona (%0,2) esansiyel yağ karışımı (kekik, çörekotu, nane, adaçayı, lavanta) 500 ppm, 1000 ppm, 2000 ppm dozlarında ilave edilerek denenmiştir. Denemenin birinci aşamasında meydana gelen kahverengileşme nedeni ile ikinci aşamada ticari olarak beyazlatma amacı ile kullanılan sodyum metabisülfid (1000 ppm) deneme konusu olarak ilave edilmiştir. Uygulamaların ardından mantarlar plastik şeffaf sızdırmaz kapların içerisine yerleştirilmiş ve 3±1°C'de sıcaklık ve %85-90 oransal nemde 20 gün süreyle depolanmıştır. Depolama süresince, dört günlük aralıklarla depodan alınan örneklerde renk (L*, a*, b*, kahverengilik indeksi, beyazlık indeksi, delta E), ağırlık kaybı (%), tekstür-elastikiyet (N), açılma miktarı (mm), görünüş puanlaması, sap uzunluğu(mm), şapka çapı (mm) gibi gözlem ve ölçümler yapılmıştır. Birinci aşamanın sonucunda kitosan ile kaplamanın doz arttıkça renkte kahverengileşmeye neden olduğu görülürken, %0,2 dozunun şapka açılmasını ve ağırlık kaybını azalttığı, daha yüksek görsel puanlar aldığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak kitosanın düşük dozlarda kullanımının mantarın hasat sonrası kalitesini korumada etkili olduğu tespit edilmiştir. İkinci aşamanın sonucunda en az kahverengileşme %0,2+Na uygulamasında olduğu belirlenirken, şapka çapı ve açılma miktarının da düşük olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında esansiyel yağ uygulamalarının kalitenin korunmasında etkili olmadığı, doz artımı ile kalitenin bozulmasına neden olduğu belirlenmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda daha düşük dozdaki kitosan kaplamanın içerisine farklı maddelerin karıştırılmasına yönelik çalışmaların planlanması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: *Agaricus bisporus*, Esansiyel Yağ, Hasat Sonrası, Kitosan, Mantar.

THE EFFECTS OF CHITOSAN AND MIXED ESSENTIAL OIL ADDED CHITOSAN ON POSTHARVEST QUALITY OF MUSHROOMS

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the effects of the coating with different concentrations of chitosan and chitosan-essential oils combination on the postharvest quality and storage time of button mushroom (*Agaricus bisporus* L.). The study was carried out in two stages. In the first part, the most effective dose was tried to be determined by using different chitosan doses, and the chitosan was applied to the mushrooms at concentrations of 0.20%, 0.40% and 0.60% by spraying method. In the second part, the most effective concentration (0.2%) obtained in the first part was tested by adding the essential oil mixture (thyme, black cumin, mint, sage, lavender) at doses of 500 ppm, 1000 ppm, and 2000 ppm. Due to the browning that occurred in the first part of the experiment, sodium metabisulfite (1000 ppm), which was used commercially for bleaching, was added as the test subject in the second part. After the applications, the mushrooms were placed in plastic transparent sealed cups and stored at $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ temperature and 85-90% relative humidity for 20 days. During the storage period, in the samples taken from the warehouse at 4-day intervals, color (L^* , a^* , b^* , brown index, whiteness index, ΔE), weight loss (%), texture-elasticity (N), opening amount (mm), appearance scoring, stem length (mm), hat diameter (mm) measurements were made. As a result of the first experiment, it was observed that the coating with chitosan caused browning in the color as the dose increased, while the 0.2% dose reduced the hat opening and weight loss, and obtained higher visual scores. As a result, it has been determined that the use of chitosan in low doses is effective in maintaining the post-harvest quality of the mushroom. As a result of the second experiment, it was determined that the least browning was in 0.2%+Na application, while the cap diameter and opening amount were also low. In addition, it has been determined that essential oil applications are not effective in preserving quality and cause quality deterioration with dose increase. In future studies, it may be recommended to plan studies for mixing different substances into the chitosan coating at lower doses.

Keywords: *Agaricus bisporus* L., Essential Oil, Postharvest, Chitosan, Mushroom.

GİRİŞ

Agaricus bisporus L. %37,8 ile kültürü yapılan mantar türlerinde dünyada ilk sırada yer almaktadır (Erdoğan ve diğ., 2017). Kültür mantarı farklı yetiştirme tekniği ve besin içeriği ile bitkisel ürünlerden ayrılmaktadır. Özellikle %3,09 oranında yüksek protein içeriği ile ön plana çıkmaktadır (USDA 2021). Bu özelliği ile Dünya’da artan nüfusunun protein ihtiyacını karşılamada hayvansal gıdalara bir alternatif olmaktadır. Ayrıca vegan ya da vejeteryan beslenme tarzını benimseyen insanlar için de önemli bir protein kaynağıdır. Protein içerikleri bakımından değerlendirildiğinde, vücudumuz hayvansal proteinleri %30-50 oranında sindirebilirken, mantar proteinlerinde bu oran %70-80 oranındadır. Dolayısıyla sindirilebilir protein miktarları hayvansal proteinlere göre neredeyse eşittir (Günay 2005).

Yüksek besin içeriği ve farklı tüketim yöntemleri bulunan kültür mantarının üretimi oldukça uzun zamandan beri yapılmaktadır. Ticari mantar (*A. bisporus*) üretimi ilk olarak 1780’de Paris yakınlarında bulunan taş ocaklarında gerçekleştirilmiştir (Anonim 2017). 1950’li yıllarından sonra Avrupa ülkelerinde sürekli artan bir endüstri haline gelmiştir. Dünyada bugün farklı mantar türlerinin kültürü yapılmakla beraber, bunlar içerisinde en fazla üretilen tür *A. bisporus*’tur (Owaid ve diğ. 2017). 2019 yılında dünyada yaklaşık 11,9 milyon ton mantar üretilmiştir. Ülkesel bazda önemli üreticiler sırası ile Çin, Japonya, ABD, Polonya ve Hollanda’dır. (FAOSTAT, 2021).

Ülkemizde ise mantar üretimi küçük çapta bir deneme ile 1960’lı yıllarda başlamıştır. Ülkemizde üretimle ilgili yeterli teknolojinin ve bilginin olmaması bunun yanında kültür mantarı üretimine geç başlanması ve ev tipi küçük işletmelerin çokluğu sebebiyle mantar yetiştiriciliği iyi bir gelişme gösterememiştir (Basım ve diğ., 2017). Kültür mantarının tüketimi Türkiye’de kişi başına yıllık 500 g civarında iken, gelişmiş ülkelerde kişi başına tüketim 2,5 kg’dır (Sönmez ve diğ., 2016). Ülkemizde en fazla kültür mantarı üretimi sırasıyla ile Antalya (33.752 ton), Konya (5.612 ton) ve Kocaeli (3.060 ton), Burdur (2.592 ton) illerinde yapılmaktadır (TUİK, 2020). Ayrıca son yıllarda kültür mantarı üretimimiz artmaya başlamış,

Türkiye İstatistik Kurumu'nun verilerine göre kültür mantarı üretimi 2017 yılında 40.874 ton iken, 2020 yılında artarak 55.455 ton olmuştur (TUİK, 2020).

Mantarlar üretim bakımından birçok bitki türünden farklıdır. Çünkü mantar üretimi kontrollü koşullarda ve yıl boyu üretimi yapılabilen bir türdür. Bu nedenle iyi planlamalar yapıldığı takdirde üretimde önemli sorunlar bulunmamaktadır. Ancak yüksek su içeriği (%92,5) (USDA 2021) nedeni ile hasattan sonra hızlı su kaybına uğramaktadır. Mantarların kısa raf ömrü, ekonomik değerini sınırlayan bir dezavantajdır. Hasat sonrası aşamada mantarlar, nem kaybı, renk değişimi, doku değişiklikleri, tat ve beslenme kaybı gibi bir dizi kalite bozulması yaşarlar (Ding ve diğ., 2016). Mantar yüzeyinin hassas olmasından dolayı ve dış kısmında epidermis/kutikula benzeri bir koruyucu tabaka bulunmaması nedeniyle hasat sırasında ve sonrasında diğer ürünlere kıyasla daha fazla özen gösterilmesi gerekmektedir (Zhang ve diğ., 2018). Gerekli hassasiyet gösterilmemesi sonucunda oluşan hasarlar, kalite kayıplarını hızlandırmakta, hastalık oluşumunu tetiklemektedir. Mantarlar muhafaza edilirken gerekli olan nem ve sıcaklık düzeyinin sağlanamaması nedeni ile mantarlarda muhafaza süresi kısalmaktadır (Diamantopoulou ve Philippoussis 2015).

Hasat sonrası dönemde mantarların kalitesi üzerinde çeşitli faktörlerin etkisi vardır. Bu faktörler iki kategoriye ayrılabilir: mantarın kendisiyle ilgili iç faktörler (yani su aktivitesi, solunum hızı ve mikrobiyal aktivite) ve saklama koşulları ile ilgili dış faktörlerdir (saklama sıcaklığı, bağıl nem). İçsel faktörleri değiştirmek oldukça zor ve sınırlı seviyede olduğundan, daha çok dışsal faktörler üzerinde çalışılmaktadır. Bu amaçla hangi kalite özelliğini hangi koruma yöntemi ile geciktirilebileceğini belirlemek önem taşımaktadır. Bu sayede kalite faktörlerinden birini veya birkaçını kontrol ederek, birkaç koruma yöntemi, hasat sonrası kalite bozulmasını etkili bir şekilde azaltabilir ve mantarların raf ömrünü uzatabilir (Zhang ve diğ., 2018).

Termal işlemler (yani kurutma ve soğutma), depolama sıcaklığını ve su aktivitesini kontrol ederek mantar kalitesinde bozulmayı önemli ölçüde geciktirebilen tipik yöntemlerdir (Pei, Yang, ve diğ., 2014). Modifiye atmosfer paketleme (MAP), taze mantarların hasat sonrası kalitesini korumada iyi performans gösteren başka bir yaklaşımdır (Guillaume ve diğ., 2010). Ayrıca ultraviyole radyasyon (Guan ve diğ.,

2013), atımlı elektrik alanı ve ultrases (Dellarosa ve diğ., 2017), antimikrobiyal ajan kullanımı (Pandın ve diğ 2019), kaplama (Hesham, 2007, Nasiri ve diğ., 2017, Zhang ve diğ., 2020)), ozon (Prabha ve diğ., 2015) ve elektrolize su (Aday 2016) uygulamaları mikrobiyal aktiviteleri etkili bir şekilde azaltmakta diğ er kalite parametrelerini de (doku, renk ve kilo kaybı gibi) olumlu yönde etkilemektedir.

Bu uygulamalar tek başına ya da birkaçı beraber kullanılabilir. Taze olarak ürün arzında soğuk zincir ve ambalajlama olmazsa olmazlar arasındadır. Yenilebilir kaplamalarda özellikle ürünün yüzeyinde ambalaja ilave ikinci bir bariyer olarak kullanılmaktadır. Yenilebilir kaplamalar, nem transferini, gaz değişimini veya oksidasyon süreçlerini kontrol etmek için birçok üründe uygulanan çevre dostu bir teknolojidir (Dhall 2013). Birçok yaş meyve ve sebze de kaplama, su kaybını ve dolayısıyla ağırlık kaybını azaltmakta, ürünün yüzeyindeki mikrobiyal gelişmeleri engellemekte, biyokimyasal değişimleri yavaşlatmakta, oksidasyonları geciktirmekte, ürünün renk ve tat kalitesini korumakta, dolayısıyla meyve ve sebzelerin dayanımını artırarak ürünün görsel ve duyu sal özelliklerini iyileştirmektedir. (Al-Juhaimi ve diğ., 2012). Yenilebilir kaplamalar, modifiye atmosfer paketlerde olduğu gibi içsel gaz bileşiminin değiştirilmesinde benzer etki göstermektedir. Ancak yenilebilir filmlerin ve kaplamaların kullanılmasının önemli avantajı, birçok aktif bileşenin kaplama polimerine ilave edilebilmesi ve gıda ile birlikte tüketilebilmesi, böylece güvenliği ve hatta beslenme ve duyu sal niteliklerin artmasıdır (Dhall 2013).

Yenilebilir kaplama malzemeleri çok farklı maddelerden oluşabilir. Bu amaçla kullanılan kaplama malzemeleri polisakkarit bazlı (selüloz, nişasta, sakız, pektin, kitosan, aljinat gibi), protein bazlı (kazein, soya proteini gibi), lipid ve mum bazlı (Carnauba mumu, balmumu, şellak gibi) olabilirler (Prasad ve diğ., 2018). Son yıllarda polisakkarit bazlı bir kaplama malzemesi olarak kitosan kullanımı oldukça artmıştır. Kitosan, selülozdan sonra doğada en bol bulunan ikinci polisakkarit olan kitinin (β -1,4-poli-N-asetil-D-glukozamin) kısmen veya tamamen deasetilasyonu ile elde edilen antimikrobiyal özelliğe sahip bir heteropolisakkarittir. Kitin çoğunlukla deniz yosunları, tek hücreliler, eklem bacaklılar, mantarlar, bakteriler, böcekler ve bazı bitkilerde bulunmakta olup en çok yengeç, karides, istakoz ve kerevit gibi türlerde bulunmaktadır (Kuzgun ve İnanlı ,2013). Kitosan, farklı oran ve sayıda 2-

amino-2-deoksi- β -D-glukopiranoz ve 2-asetamido-2- deoksi- β -D-glukopiranoz moleküllerinin β -(1,4) bağı ile bağlanması sonucu oluşan düz zincirli bir kopolimerdir (Arrebola, 2015, Yıldırım ve diğ., 2016). Kitosan araştırmacılar tarafından son 60 yıldır ilginç bir üretim materyali olması sebebiyle incelenmektedir. Kitosanın kitine göre çok fazla avantajı olması sebebiyle başta ziraat, gıda, kozmetik, tıp, tekstil ve kağıt gibi farklı endüstri alanlarında kullanılmaktadır (Kuzgun ve İnanlı, 2013).

Kitosanın etkisi patojenik mikroorganizmaların kontrol altına alınmasının yanı sıra, bitkinin savunma mekanizmasının harekete geçirilmesi gibi çift yönlü olup, etkisinin bitki-patojen interaksiyonunda güvenilir, toksik olmayan bir materyal olduğu gösterilmiştir (Finidokht ve diğ., 2013). Hasat sonrasında etkili olan fungusları kontrol etmek için kullanılan kimyasallara karşı alternatif olarak kullanılan kitosan ve benzeri biyoaktif maddelere olan ilgi bu soruna çözüm getirmek için kullanımı ve araştırmalar daha fazla ilgi görmektedir. Hasat sonrasında çürümelere neden olarak ürün kaybında etkili olan *Botrytis cinerea* , *Fusarium oxysporum* , *Rhizoctonia solani* gibi mantarlar üzerinde etkili olduğu belirtilmektedir (Rabea ve diğ., 2003).

Asetik asit ile hazırlanan kitosan film, yüksek gerilme mukavemetini ve düşük uzama oranına sahiptir (Adila ve diğ., 2013, Kerch ve Korkhov, 2011). Kitosan aynı zamanda mükemmel bir film oluşturucu malzemedir (Domard ve Domard 2001). Kitosan filmleri, gazlara (CO₂ ve O₂) karşı seçici bir geçirgenliğe sahiptir. Ancak oldukça yüksek su buharı geçirgenliğine sahip olması da önemli dezavantajdır (Elsabee ve Abdou 2013). Bu nedenle, kitosan bazlı kaplamaları geliştirmek için bazı katkıların ilave edilmesi ümitverici sonuçlar vermiştir. Bu kaplamalara doğal lipidler, yağ asidi mumları (Morillon ve diğ., 2002, Rhim 2004) ve kil (Xu ve diğ., 2006) gibi maddelerin ilavesi kaplama özelliklerini artırmaktadır. Kitosan bazlı filmlerin ve kaplamaların bariyer ve mekanik özelliklerini geliştirmede biberiye, ayçiçek, lavanta, zeytin ve sazan yağları başarılı sonuçlar vermiştir (Kerch 2015). Bununla beraber kekik (Hosseini ve diğ. 2013, Peng ve Li 2014), biberiye (Abdollahi ve diğ. 2012), limon (Perdones ve diğ., 2012), tarçın (Ojagh ve diğ., 2010, Peng ve Li 2014) okaliptüs (Hafsa ve diğ., 2016) gibi esansiyel yağlarında başarılı sonuçlar verdiği bildirilmektedir.

Yapılan çalışmaların ışığında, kitosanın mekanik, bariyer ve antimikrobiyal özelliklerini geliştirmek amacı ile kitosana farklı katkıların ilave edildiği görülmektedir. Bu çalışmada, hasat sonrası dönemde oldukça hassas bir ürün olan beyaz şapkalı mantarda (*Agaricus bisporus*) hasat sonrası kalitenin korunmasında kitosan ve kitosan-esansiyel yağ karışımı (Kekik, rek otu, Nane, Adaçayı ve Lavanta) kombinasyonunun etkilerini belirlemek amaçlanmıştır.

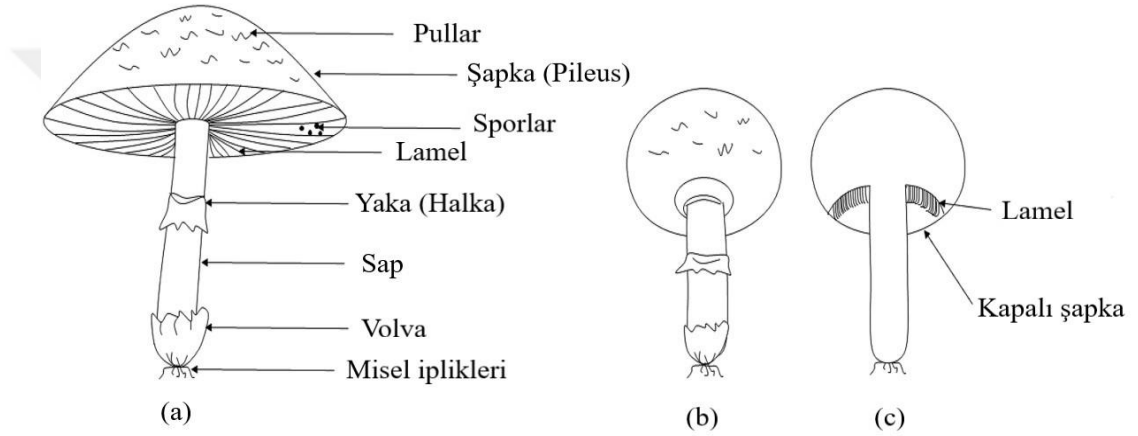


1. KAYNAK ÖZETLERİ

Canlıların geleneksel olarak sınıflandırılmasında en temel ayırım hayvanlar ve bitkiler şeklinde olmuştur. Hayvanlar hareketli ve besinlerini dışarıda temin ederken, bitkiler ise stabil besin hammaddelerini topraktan alan veya bazı durumlarda diğer bitkilerden almaktadır. Bu iki alem, bitkiler ve hayvanlar alemi yakın zamana kadar bilimsel sınıflandırmaya hâkim olmuştur. İlk başta mantarlar, hareketsiz ve besinlerini alt tabakadan aldıkları için bitkiler aleminde kabul edilmiştir (Şekil 1.1). Ancak on dokuzuncu yüzyılda, yeşil bitkilerin en temel özelliklerinin, ışıktan enerji kullanan fototroflar ve organik bileşenlerini atmosferik karbondioksitten sentezleyen ototroflar oldukları anlaşıldı. Öte yandan hayvanlar, organik maddelerden enerji elde eden kemotroflardır ve kendi organik bileşenlerinin sentezi için karbon kaynağı olarak aynı malzemeleri kullanan heterotroflardır. Bu temel metabolik kriterlere göre, mantarların, hareketsiz olmalarına rağmen bitkilerden çok hayvanlara benzedikleri açıktır. 1945-1960 döneminde elektron mikroskobundan kullanımı ile hücre yapısına ait bilgilerin artması canlıların sınıflandırılmasında yeni yaklaşımların oluşmasını sağlamıştır. En temel düzeyde iki tür organizma olduğu ortaya çıktı: hayvanlar ve bitkiler değil, gerçek çekirdeği olanlar ökaryotlar ve olmayanlar prokaryotlar. Hücresel organizasyondaki farklılıklar, hücresel organizmaların prokaryotlara ve ökaryotlara çok erken bir evrimsel ayrışmasına işaret edecek kadar derindir. Mantarlar, hücresel organizasyonlarında açıkça ökaryotlardır. Mantarlar şu anda beş ökaryotik (gerçek çekirdeği olan hücrelere sahip canlılar) alemden biri olarak tanınmaktadır, diğerleri Animalia (hayvanlar), Plantae (bitkiler), Chromista (kabaca algelere karşılık gelir ve aynı zamanda Stramenopila olarak da bilinir) ve çok çeşitli temelde fagotrofik tek hücreli organizmalar içeren Protozoa'dır (Carlile ve diğ., 2001). Dünya çapında baskın mantar türü olan *Agaricus bisporus*'un (beyaz veya düğme mantarı, kahverengi mantar veya portobello) (Kalac, 2016). botanik sınıflandırılması aşağıda verilmiştir:

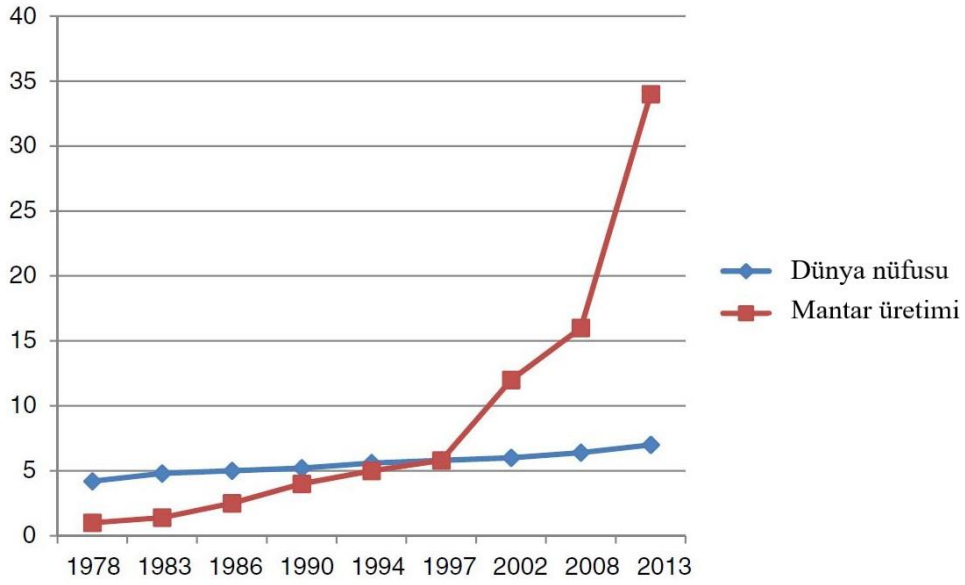
Agaricus bisporus L. Dünyada önemli bir mantar olmakla beraber, *Pleurotus* (özellikle *P. ostreatus*, istiridyemantarı), *Lentinula edodes* (shiitake) ve *Flammulina*

Alem: Fungi
Şube: Basidiomycota
Altşube: Agaricomycotina (Hymenomycotina)
Sınıf: Agaricomycetes
Altsınıf: Agaricomycetidae
Order: Agaricales
Familya: Agaricaceae
Cins: *Agaricus*
Tür: *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Pilát (URL-1, URL-2)



Şekil 1.1. Farklı olgunluk dönemlerinde *Agaricus bisporus* mantarlarının morfolojisi. (a) olgun mantar; (b) şapkası kapalı olgunlaşmamış mantar; (c) olgunlaşmamış mantarın dikey kesiti (Zhang ve diğ., 2018).

velutipes (altın iğne mantarı, enokitake) üretimi yapılan önemli türlerdir (Kalac, 2016). Mikolojik isimlendirme kurallarına göre tanımlanan yaklaşık 14.000 mantar türü, Dünya'da bulunan tahmini tür sayısının yaklaşık %10'unu temsil etmektedir. 2000'den fazla türün tüketim için güvenlidir ve yaklaşık 700 türün önemli farmakolojik özelliklere sahip olduğu bilinmektedir (Wasser, 2002). Dünyada üretilen mantarların %54'ü kültürü yapılan yenilebilir mantarlar iken, %38'i tıbbi amaçlı, %8'i de doğadan toplanan mantarlardır Dünya mantar üretimi sürekli artış eğilimindedir. Özellikle 1997'den sonra çok hızlı artmıştır (Royse ve diğ., 2017). (Şekil 1.2.). Bu artıştaki temel nedenlerin başında beslenme özellikleri ve sağlık açısından oldukça önemli bir gıda olduğunun bilinirliğinin artması gelmektedir (Kalac 2016).



Şekil 1.2. 1978-2013 yılları arasında dünya nüfusu ve mantar üretim miktarı (Royse ve diğ., 2017).

Kültür mantarı (*A.bisporus*), dünyada olduğu gibi ülkemizde de en iyi bilinen ve en fazla üretilen mantar türüdür. Mantarların kısa raf ömrü, ekonomik değerini sınırlayan bir dezavantajdır. Hasat sonrası aşamada mantarlar, nem kaybı, renk değişimi, dokusal bozulmalar, kötü tat ve besin kaybı gibi bir dizi kalite bozulması yaşarlar (Ding ve diğ., 2016). Hasattan sonra mantardan su kaybından kaynaklanan pörsüme ve ağırlık kaybı en önemli kalite kayıplarının başında gelmektedir. Hasat edilen ürün taze ağırlığının %5-10'unu kaybettiğinde ürün pazarlanabilirliğini önemli ölçüde kaybeder (Singh ve diğ., 2010). Genellikle mantarda, fiziksel veya mikrobiyal saldırılardan ve su kaybından koruyacak kütikula tabakası bulunmadığından, normal nakliye ve pazarlama koşullarında, ortam sıcaklığında raf ömürleri 1-3 gündür (Mahajan ve diğ., 2008). 3°C'de Modifiye atmosferde (% 2-5 O₂ ve % 3-8 CO₂) sekiz gün (De la Plaza ve diğ., 1995) ve 2°C'de kontrollü atmosferde (%5 O₂ ve %10 CO₂) maksimum 14 gün (Burton ve Maher 1991) muhafaza edilebilmektedir. Sıcaklığın düşürülmesi ve atmosfer bileşiminin solunumu yavaşlatacak şekilde azaltılması su kaybını ve tüm diğer metabolik olayları yavaşlatmaktadır.

Mantarlarda bir diğer kalite kaybı olan esmerleşme, hasattan sonra önemli bir biyokimyasal olaydır. Özellikle beyaz türlerde kahverengileşme, pazarlanabilirliğin ve tüketici kabul edilebilirliğinin belirlenmesinde daha büyük önem taşır. Enzimatik esmerleşme oranını belirleyen en önemli faktörler, aktif polifenol oksidaz (PPO) ve

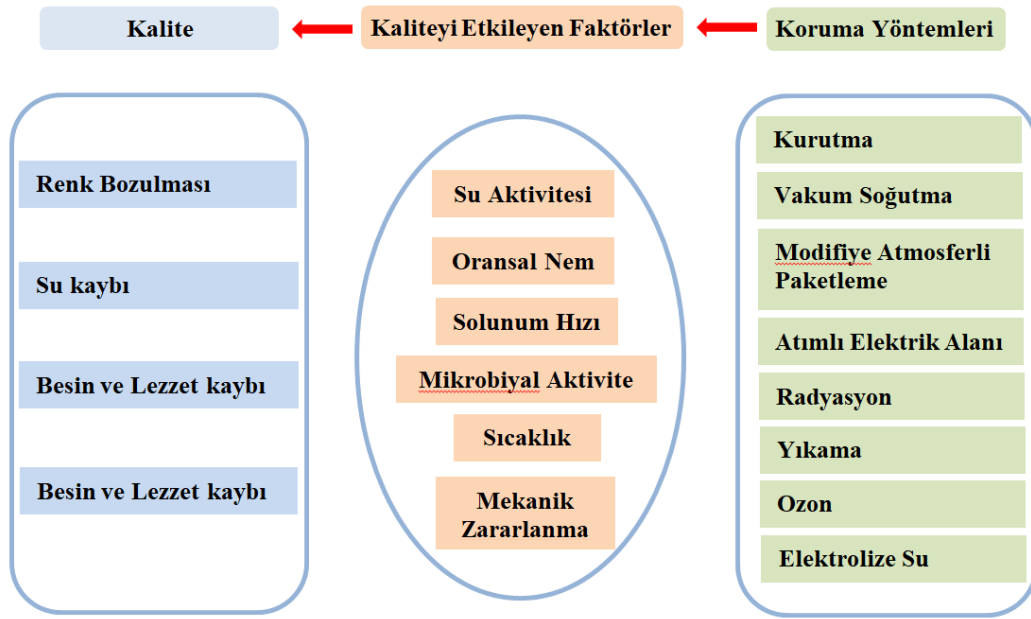
mevcut fenolik bileşiklerin konsantrasyonları, pH, sıcaklık, su aktivitesi ve dokunun oksijen mevcudiyetidir (Martinez ve Whitaker 1995).

Taze mantarlar %85-%95 oranında yüksek nem içeriğine sahiptir (Kumar ve diğ., 2013). Böylesine yüksek bir nem seviyesi, mikrobiyal büyüme için idealdir, bu nedenle, mikroorganizmaların kontaminasyonunu en aza indirmek için mantarların düşük sıcaklıklarda depolanması gerekir.

Kaliteli bir depolama için başlangıç materyali, yani üretilen mantarın kalitesinin yüksek olması ve hasat zamanının iyi tespit edilmesi gerekmektedir. Mantarların hasat sonrası kalitesi, özellikle şapka açma yüzdesi, geç hasat zamanlarında daha yüksektir. Hasat zamanının gecikmesi hasattan sonra çapkaların açılmasını hızlandırmakta ve açılma oranını artırmaktadır. Diğer bir ifadeyle, büyük boyutlu mantarlar daha erken açılmaktadır (Braaksma ve diğ.,1999). Uygun hasat boyutu hasat sonrası dönemin daha başarılı olmasını sağlamaktadır.

Hasat sonrası dönemde mantarların kalitesi üzerinde çeşitli faktörlerin etkisi vardır. Bu faktörler iki kategoriye ayrılabilir: mantarın kendisiyle ilgili iç faktörler (yani su aktivitesi, solunum hızı ve mikrobiyal aktivite) ve saklama koşulları ile ilgili dış faktörler (saklama sıcaklığı, bağıl nem). Bu faktörlerden hangi kalite özelliklerinin etkilendiğini ve *A. bisporus*'un kalitesini korumak için bu faktörleri kontrol etmek için koruma yöntemlerinin nasıl kullanılabileceği şekil 1.3'te gösterilmektedir (Zhang ve diğ., 2018).Mantarlarda hasat sonrası kalitesi korumada bazı yöntemler kullanılmaktadır.

Termal işlemler (yani kurutma ve soğutma), depolama sıcaklığını ve su aktivitesini kontrol ederek mantar kalitesinin bozulmasını önemli ölçüde geciktirebilen tipik yöntemlerdir (Pei ve diğ., 2014). Modifiye atmosfer paketlenme (MAP), taze mantarların hasat sonrası kalitesini korumada iyi performans gösteren başka bir yaklaşımdır (Guillaume ve diğ., 2010). Ayrıca ışınlama (Guan ve diğ., 2013), darbeleri elektrik alanı (Dellarosa ve diğ., 2017), antimikrobiyal ajanlarla yıkama (Guan ve diğ., 2013), kaplama (Eissa, 2007, Nasiri ve diğ., 2017), ozon (Prabha ve diğ., 2015), hipobarik muhafaza (Kibar ve Kibar 2015) ve elektrolize su arıtmaları (Aday, 2016) mikrobiyal aktiviteleri etkili bir şekilde etkisiz hale getirebilir ve doku, renk ve ağırlık kaybı gibi fiziksel özellikleri etkileyebilir.



Şekil 1.3. Hasat sonrası kalite bozulması, etkili faktörler ve koruma süreçleri arasındaki ilişki.

1.1.Mantar Muhafazası Konusunda Yapılan Çalışmalar

Mantarlarda yapılan çalışmalarda, su kaybına karşı hassasiyetinden dolayı, modifiye atmosferli paketlemenin genellikle kullanılmakta olduğu, buna ilave uygulamalarla kalite ve muhafaza süresinin uzatılmaya çalışıldığı görülmektedir. Ayrıca su kaybı ile beraber tüm metabolik olayların geciktirilmesi bakımından düşük sıcaklık da olmazsa olmazlardır. Nitekim Mohapatra ve diğ. (2010), dört farklı sıcaklıkta (3,5; 5; 10 ve 15°C) mantarlardaki renk ve dokusal sertliği incelemişler. Depolama sıcaklığının, doku ve renk bozulmasını kontrol etmede önemli bir rol oynadığını, düşük depo sıcaklığının kahverengileşme derecesini ve dokusal sertlik kayıpları azalttığını belirlemişlerdir.

Çavuşoğlu (2018), *A.bisporus* mantarında depolama öncesi iki farklı ambalajlama yöntemine (MAP ve streçleme) ilave olarak metil jasmonat (0 (saf su), 0.5 mM ve 1 mM) çözeltisine iki dakika süreyle daldırmıştır. 4°C’de 20 gün boyunca başarılı bir şekilde depolanan mantarlarda, ağırlık kaybı ve ambalaj içi gaz bileşenlerinden oksijen ve karbondioksit miktarı bakımından MAP uygulamasının öne çıktığı görülmüş; titre edilebilir asitlik, renk değişimi (L^* , kroma ve hue değerleri), solunum ve etilen açısından ise streç film uygulaması daha başarılı bulunmuştur. Metil

jasmonat uygulamalarının *A. bisporus* mantar türü üzerinde belirgin bir etkisi saptanmamıştır.

Yine farklı MAP uygulamalarının (açıkta, streç ve polietilen ambalaj) ve farklı konsantrasyonlardaki sitokinin (0, 5, 10, 15 ppm Nitrozyne) solüsyonlarına daldırmanın etkisinin incelendiği bir çalışmada polietilen ve streçle kaplamanın kalite parametrelerini koruma bakımından etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tüm sitokinin uygulamaları, özellikle 5 ve 10 ppm, açıkta ve MAP uygulamalarında ağırlık ve renk kaybının korunmasında başarılı bulunmuştur (Çavuşoğlu ve Gökçenay 2018).

Mantarlarda kalitenin korunması ve görsel sorunların giderilmesi amacı ile depolama ya da ambalajlama öncesi kimyasal uygulamaları da yapılmaktadır. Khan ve diğ., (2014), üç farklı kimyasal önışlemin etkisini incelemişlerdir. Bu uygulamalar; T₁ (kontrol, su), T₂ (1 mmol L⁻¹ Na₂EDTA + 10 mmol L⁻¹ CaCl₂) ve T₃ (1 mmol L⁻¹ Na₂EDTA + %2,5 CaCl₂ + %0,5 sitrik asid + %2,5 sorbitol)'dür. T₃ ile muamele edilmiş mantarlarda sıklık ve renk özelliğinin korunduğu ve daha az ağırlık kaybına sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca T₁ ve T₂ örneklerine kıyasla T₃'te daha düşük H₂O₂ seviyesi, düşük malondialdehit içeriği (MDA), daha yüksek çözünebilir protein içeriği ve daha yüksek antioksidan enzim (süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX), peroksidaz (POD) gibi) aktivitesi belirlenmiştir. Sonuç olarak T₃ uygulamasının beyaz şapkalı mantarların korunmasında yararlı olabileceği önerilmiştir.

Yine beyaz şapkalı mantarda yüksek basınçlı argon, ultrason ve bunların kombinasyonunun, 4°C'de dokuz günlük muhafaza süresince etkileri incelenmiştir. Argon uygulanan mantarlarda daha düşük ağırlık kaybı ve solunum oranını tespit edilirken, ultrason uygulanan mantarlarda ise daha düşük polifenol oksidaz aktivitesi görülmüştür. Ayrıca üç uygulamada da rengin korunması kontrole göre daha başarılı olmuştur. Kısacası mantarların fiziko-kimyasal özellikleri tüm uygulamalarda kontrolden önemli ölçüde farklı bulunmuştur ($p<0.05$)(Lagnika ve diğ., 2013).

Lin ve diğ. (2017) *A. bisporus*'ta ambalaj içi yüksek CO₂'in etkisini incelemişler, mantarları ambalajlama aşamasında ambalaj içerisine %95-%100 CO₂ uygulamışlar ve 0, 12, 24 ve 48 saat sonra film dört köşesinden delerek ambalajları

havalandırmışlardır. 12 saatlik CO₂ uygulamasının, kahverengileşme indeksinin (BI) azaltılmasında önemli bir etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, yüksek CO₂ uygulamaları MDA içeriğini önemli ölçüde engellerken, CAT ve POD aktiviteleri ile mantarının antioksidan yeteneğini artırdığı tespit edilmiştir.

Yine mantardaki önemli kalite kayıplarının başında gelen esmerleşmeyi engellemede 4-metoksi sinnamik asitin (100 µmol L⁻¹) etkisi incelenmiştir. Uygulamanın ardından mantarlar 20±1°C sıcaklık ve %85±5 bağıl nemde saklanmıştır. *A. bisporus*'un fizyolojik indeksleri, reaktif oksijen metabolizması ve ince yapısı araştırılmıştır. Deneme sonucunda, 4-metoksi sinnamik asit uygulanan mantarlarda ağırlık kaybı, şapka açılma oranı, esmerleşme derecesi, nispi sızıntı oranı, MDA içeriği ve süperoksit anyon oluşum oranının azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca solunumu yavaşlattığı, CAT ve APX aktivitelerini artırdığı, endojen antioksidanların (AsA ve GSH) içeriğini koruduğu gözlemlenirken; dokularda kararmaya neden olan PPO ve POD'un fenolik substratlarla teması gecikmiştir (Hu ve diğ., 2015).

Kahverengileşme üzerinde farklı dozlarda kısa süreli (20°C'de 60 sn) salisilik asite (SA) (0, 50, 250, 500 ve 1000 µM) daldırma uygulamasının 21 gün boyunca 4°C'de depolanan mantarlardaki etkisi incelenmiştir. Mantarlarda elektrolit sızıntısı ve H₂O₂ birikimi ile ilişkili reaktif madde (tiyobarbitürik asit) içeriğindeki artış kahverengileşmeyle paralel gelişmektedir. 250 µM SA uygulaması, kahverengileşmeyi ve bununla beraber elektrolit sızıntısındaki, tiyobarbitürik asit ve H₂O₂ birikimindeki artışları geciktirmiştir. SA ile muamele edilen mantarlarda, daha düşük PPO aktivitesi ile bağlantılı olarak, önemli ölçüde yüksek fenilalanin amonyak liyaz (PAL) enzim aktivitesi belirlenmiştir. Ayrıca SA uygulanan mantarlar, antioksidan enzimlerin (SOD, CAT) ve APX) aktivitelerinin daha yüksek olmasına neden olmuştur. Bu sonuçlar, 250 µM'de salisilik asit uygulamasının, mantarlarda hasat sonrası kahverengileşmesinin hafifletilmesi için yararlı bir teknoloji olarak kullanılabileceğini göstermektedir (Dokhanieh ve Aghdam 2016).

Ding ve diğ., (2016), brassinolid (BL) uygulamasının beyaz şapkalı mantarlarda kahverengileşmeyi önlediğini ve dolayısıyla mantarın ticari değerini koruma potansiyeline sahip olabileceğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada hasattan sonra mantarlar 0, 1 veya 3 µM BL içeren üç solüsyondan birine beş dakika daldırılmış ve

16 gün 4°C'de karanlıkta saklanmıştır. BL uygulaması, esmerleşme gelişimini sınırlamış, toplam fenolik içeriği ve polifenol oksidaz aktivitesini azaltmıştır. Ayrıca BL uygulaması ağırlık kaybını yavaşlatırken, elektrolit sızıntısını engellemiş ve malondialdehit içeriğini de korumuştur.

1.2.Yenilebilir Kaplamalar İle İlgili Çalışmalar

Günümüzde, sentetik ambalaj malzemelerinin bozunmamasından dolayı, biyolojik olarak parçalanabilir yenilebilir kaplamalar yapmak için doğal kaynaklara yönelik çalışmalara ilgi artmaktadır (Salehi, 2020). Bu amaçla kolay açılabilen, ağır olmayan, çevreyi kirletmeyen, biyoplastik, yenilebilir kaplama ve ambalaj materyalleri üretimine yönelik çalışmalar oldukça artmıştır (Okcu ve diğ., 2018). Bu çalışmaların önemli bir kısmı yenilebilir kaplamaların fizyolojik etkileri konusunda iken, bir kısmı da sentetik malzemelere alternatif olabilecek özelliklerinin geliştirilmesi konusundadır. Bu nedenle yenilebilir ambalajlarda yüksek mekanik mukavemet, hafiflik, yumuşaklık, su direnci ve şeffaflık gibi özelliklerini iyileştirilmeye çalışılmaktadır (Salehi, 2020).

Mirshakari ve diğ. (2019) farklı konsantrasyonlarda aloevera jelinin(% 0, 25, 50 veya 75) depolama sırasında (4°C'de 15 gün süreyle) mantarda kahverengileşme üzerine etkilerini araştırmışlardır. Mantarlara depolanmadan önce aloe vera jeli uygulaması ağırlık kaybını ve yüzey esmerleşme seviyelerini düşürmüştür; SOD aktivitesini, toplam fenolik içeriği ve 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil temizleme aktivitesini artırmıştır. Sonuç olarak, aloe vera jeli ile ön işleminin, soğuk muhafaza sırasında mantarlarda esmerleşmeyi azalttığı ve optimum dozun %50 Aloe vera jeli olduğunu belirlenmiştir.

Kaplamalarda karbonhidratların kullanımı oldukça yaygındır. Niazmand ve diğ. (2009) yaptıkları çalışmada üç farklı karbonhidrat (metoksi pektin, ticari nişasta (% 3) ve karboksi metil selüloz (% 0,17))ile yapılan kaplamanın kalite üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışma ile 4°C'de 14 günlük depolama süresince mantarlarda nem içeriği, sertlik, renk ve şeker miktarı üzerinde kaplama uygulamalarının önemli etkisi belirlenmiştir.

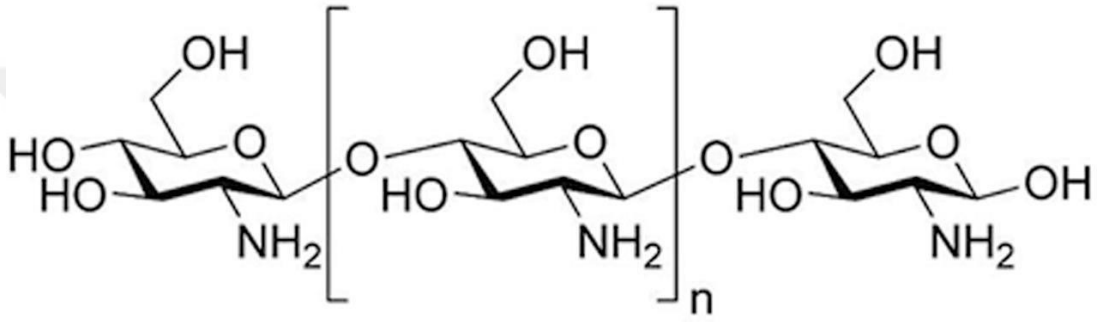
Kaplamalarda kullanılan diğerk bir karbonhidrat da aljinattır. Nussinovitch ve Kampf (1993) % 1 aljinat ile kaplamanın L renk değerini korumada etkili olduğunu bulmuşlar, 4°C'de depolanan mantarlar oda sıcaklığında saklanana göre rengin korunması daha başarılı olmuştur. Ayrıca aljinat, ağırlık kaybı ve kalite kayıplarını geciktirmiştir. Yine Jiang (2013) mantarlarda üç farklı aljinat dozunu (%1, %2 ve %3) kullanmış ve ilave olarak ürünleri yüksek oksijenli (%100) kavanozlarda (4°C'de 16 gün) saklamıştır. Bu çalışmada %2 alginat uygulaması kontrol ve diğerk uygulamalara göre; sıklığı korumuş, kahverengileşmeyi geciktirmiş, açılma oranını düşürmüştür. Ayrıca çözüner kuru madde oranındaki, toplam şeker ve askorbik asitteki değişiklikleri geciktirmiş, PPO ve POD aktivitesini inhibe etmiştir. Yüksek oksijenle modifiye edilmiş atmosfer altında aljinat kaplamanın beyaz şapkalı mantarlarda kalitenin korunmasında etkili olduğu ve hasat sonrası ömrünü 16 güne çıkarma potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir.

Farklı konsantrasyonlarda asidik yıkama (asetik, askorbik, sitrik ve malik asitler) ve ardından arap zankı (GA), karboksimetil selüloz ve emülsifiye arap zankı (EGA) ile kaplamanın etkileri incelenmiştir. Kaplanmamış mantarların ağırlık kaybı önemli ölçüde kaplanmış olanlardan daha büyük bulunmuş ve minimum kayıp EGA kaplama ile elde edilmiştir. EGA kaplı mantarların sertliğindeki kayıp %21 (minimum kayıp) iken, kaplanmamış mantarların kayıp değeri %39 (maksimum kayıp) olmuştur. L renk değeri GA ile kaplanmış mantarlarda diğerklerine göre daha yüksek bulunmuştur. Genel olarak, % 1 sitrik veya malik asit ile yıkama ve ardından EGA ile kaplama, ağırlık kaybı ve mantarların sertliğinde minimum düşüşle sonuçlanmıştır (Sedaghat ve Zahedi 2012).

Son yıllarda kaplama ve ambalajlamada kullanılan nanomalzemeler, üstün özelliklerinden dolayı başarılı sonuçlar vermiştir. Criado ve diğ. (2021), doğal bir nanomateryal kaynağını (selüloz nanokristal) gellan zankı (*Sphingomonas elodea* bakterisi tarafından üretilen suda çözüner bir polisakkarit) bazlı bir kaplamaya ilave ederek mantar kaplama malzemesi olarak kullanmışlardır. Sonuçlarda, tüm kaplamaların toplam renk değişimini, solunum hızını, O₂ tüketimini ve CO₂ salınımını azalttığı belirlenmiştir.

1.3.Kitosan Konusunda Yapılan Çalışmalar

Selülozdan sonra doğada en bol bulunan ikinci polisakkarit olan kitosan, toksik olmayan, biyolojik olarak parçalanabilen, biyolojik işlevli ve biyoyumlu bir maddedir (Şekil 1.4) (Jianglian ve Shaoying 2013). Kitosan, meyve ve sebzelerin çürümesini etkili bir şekilde kontrol edebilen güçlü antimikrobiyal ve antifungal aktivitelere sahiptir (Aider 2010). Ayrıca meyve ve sebze de kolaylıkla kaplama oluşturabildiği gibi, solunum hızını, karbondioksit ve oksijen geçirgenliğini azaltmaktadır (Elsabee ve Abdou 2013)



Şekil 1.4. Kitosanın kimyasal yapısı

Kitosanın bazı fungus türlerine karşı fungisidal etkili olduğu gösterilmiştir (Tablo 1.1). Spesifik hedef organizmalar için bildirilen minimum inhibitör konsantrasyonu %0,0018 ile %1,0 arasında değişmekte olup; büyüme ortamının pH'sı, kitosanın polimerizasyon derecesi, lipid ve protein gibi maddelerin varlığı veya yokluğu gibi çok sayıda faktörden etkilenir (Rabea ve diğ., 2003).

Üç farklı konsantrasyonda (0,5; 1, 2 g /100 mL) kitosan kaplamanın yeni hasat edilmiş mantarın 4°C'de muhafazası üzerine etkilerini inceleyen bir çalışmada; enzim aktivitesi, renk, kimyasal kalite özellikleri incelenmiştir. Kitosan kaplanan mantarlarda renk değişiminde azalmalar görülmüş, kitosan kaplama polifenoloksidaz, katalaz, peroksidaz, laktaz enzim aktivitelerini azaltmıştır. Ayrıca selülaz, toplam amilaz enzim aktivitelerini de ciddi oranda düşürmüştür. Kitosan kaplanan mantarlarda mikrobiyolojik gelişimi kontrole kıyasla önemli ölçüde engellenmiştir. Sonuç olarak kitosan kaplamanın raf ömrünü uzatmada ve mantarların kalitesini korumada etkili olduğu belirlenmiştir (Hesham, 2007).

Tablo 1.1. Doğal kitosanın minimum büyüme engelleyici konsantrasyonu

Fungus	Konsantrasyonu (ppm)
<i>Botrytis cinerea</i>	10
<i>Fusarium oxysporum</i>	100
<i>Drechstera sorokiana</i>	10
<i>Micronectriella nivalis</i>	10
<i>Piricularia oryzae</i>	5000
<i>Rhizoctonia solani</i>	1000
<i>Trichophyton equinum</i>	2500

Kitosanın mantarlar üzerinde uygulandığı bir başka araştırmada ise kitosan, glikoz, kitosan-glikoz kompleksinin shiitake (*Lentinus edodes*) mantarına uygulanarak $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 16 gün süresince depolanmış ve hasat sonrası kalitesi ile mikrobiyal durumu gözlemlenmiştir. Denemenin sonucunda kaplama yapılmamış ve aynı koşullarda muhafaza edilmiş kontrol mantarına oranla kitosan-glikoz kaplama yapılan mantarların doku sıkılığını koruduğu, solunum hızının artışı önlediği, mikroorganizma (mayalar ve küfler) sayılarının düştüğü, duyu kalitenin korunduğu gözlemlenmiştir. Bunun yanında kitosan-glikoz kaplaması askorbik asit ve çözünür kuru madde kaybını geciktirmiştir. Denemenin sonucunda kitosan-glikoz kaplamanın mantar kalitesini koruduğu ve hasat sonrası muhafaza süresini uzattığı görülmüştür (Jiang ve diğ., 2012).

Kitosan kaplamanın, hasat sonrası meyve ve sebzenin korunmasında birçok avantajı olmasına rağmen, tek kitosan kaplaması bazen meyvelerin çürümesine yol açan mikroorganizmaların sınırlı da olsa inhibisyonunu izin verebilmektedir. Ayrıca gaz (karbondioksit ve oksijen) geçirgenliği konusunda da zayıf kalmaktadır (Kumar, 2000). Kitosan kaplamayı etkili bir şekilde uygulamak için diğer maddelerle birleştirilmektedir. Ayrıca, tek kitosan kaplama genellikle kısa ısıtma, kısa gaz fümigasyonu, modifiye atmosfer paketleme ve benzeri gibi fiziksel yöntemlerle birleştirilerek uygulanması başarı seviyesini artırmaktadır (Sañudo ve diğ., 2009; Shao ve diğ., 2012).

Agaricus bisporus mantarında altı farklı uygulamanın (Saf su (kontrol), %0,3 CaCl₂, %2 CaCl₂, %1 sitrik asit içinde %0,1 kitosan, %1 sitrik asit %0,5 kitosan ve %0,5 asetik asit içinde %0,1 kitosan) 2°C'de saklama sırasında kalite üzerine etkileri incelenmiştir. Sonuçlar, CaCl₂ ve sitrik asit içinde kitosan çözeltisi uygulanan mantarların kalitelerinde önemli bir bozulma olmadan 2°C'de 14 güne kadar saklanabileceğini göstermiştir. Buna karşın, asetik asit içinde kitosan çözeltisi ile kaplama, mantarın dört güne kadar saklanmasına izin vermiştir.

Kitosanın etkilerini geliştirmek amacı ile başka kimyasalların bağlanması (aşılması) işlemi de son yıllarda kullanılmaktadır. Bu konuda Protokatekuik asit (Liu ve diğ., 2016) hidroksibenzoik asit (Liu ve diğ., 2017) ve gallik asit (Liu ve diğ., 2019) aşılması ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Liu ve diğ. (2019), *A. bisporus*'ta gallik asit aşılmalı kitosan kaplama ile ticari olarak kullanılan polietilen (PE) film ile paketlenmiş mantarların bir çalışmada karşılaştırmışlardır. Kitosan-gallik asit kaplaması PE filme göre, önemli ölçüde daha düşük solunum hızı, kahverengileşme derecesi, malondialdehit içeriği, elektrolit sızıntı oranı, süperoksit anyon üretim hızı ve hidrojen peroksit içeriği oluşumu sağlamıştır. Ayrıca Kitosan-gallik asit kaplanmış mantarlarda en yüksek SOD ve CAT aktivitesi elde edilirken, en yüksek toplam fenolik içerik ve en düşük polifenol oksidaz aktivitesi belirlenmiştir.

Protokatekuik asit aşılı kitosan çözeltisi *Pleurotus eryngii* mantarının hasat sonrası depolamasında kullanılan kaplama materyali olarak kullanılabilirliğinin araştırıldığı bir başka çalışmada, protokatekuik asit aşılı kitosan çözeltisinin antioksidan kapasitesinin daha fazla olduğunu belirlenmiştir. 15 günlük muhafaza neticesinde protokatekuik asit aşılı kitosan kaplamanın yapıldığı mantarlarda en iyi fiziksel görünüm sağlanmıştır. Tüm denemedeki mantarlar arasında en yüksek sertlik, en düşük ağırlık kaybı, en az esmerleşme derecesi, en düşük solunum hızı, en az süperoksit anyon üretim hızı ve elektrolit sızıntı miktarı protokatekuik asit aşılı kitosan kaplama yapılan mantarlarda elde edilmiştir. Bunun yanı sıra daha yüksek antioksidan enzim aktivitesi ve daha düşük polifenol oksidaz aktivitesi belirlenmiştir (Liu ve diğ., 2016).

Başka bir çalışmada, kitosanın yapısını iyileştirmek amacı ile silika dioksit ve titanyum nanopartikülleri ilave edilmiş, kontrol olarak suyun kullanıldığı araştırmada

mantarlar kaplandıktan sonra 4°C'de 12 gün depolanmıştır. Silika-kitosan film, mantarların solunum hızını güçlü şekilde geciktirmiş ve içeriden dışarıya karbondioksit geçişini de engellemiştir. Titanyum-kitosan film en düşük O₂ üretim oranını (mitokondriyal solunum) ve tiyobarbitürik asit reaktif madde üretimini sağlamıştır. Kısacası, kaplama filmlerinde titanyum veya silika gibi kitosan kombinasyonu ile kullanılan nano malzemeler, hücre bozulmasını, oksidasyon süreçlerini doğrudan azaltabilir. Böylece hasat sonrası ürün kayıplarında da azalabilir (Sami ve diğ., 2021a)

A. bisporus mantarları, raf ömrünü uzatmak, kaliteyi ve oksidasyon faaliyetlerini korumak için kitosan, kitosan+nano-silika, ve kitosan+nano-silika+nisin içerikli filmlerle kaplanmıştır. Sonuçlar, nisin, nano-silika ve kitosan kaplama filmlerinin kombinasyonunun mantarlarda kalite ve oksidasyon aktiviteleri üzerinde yararlı etkileri olduğunu, daha uzun bir saklama ömrü sağlamada etkili olduğunu göstermiştir (Sami ve diğ., 2021b)

1.4. Esansiyel Yağların Kullanımı

Esansiyel yağlar (EY), geniş bir biyolojik aktivite yelpazesine sahip aromatik bitkilerin ikincil metabolitleridir (Abd-Elsalam ve Khokhlov, 2015). Şimdiye kadar, EY'lar gıda, ilaç ve kozmetik gibi birçok ürün için katkı maddesi olarak geliştirilmiştir. EY'lar bitkilerin ikincil metabolitleri olduklarından, genellikle güvenli ürünler olarak kabul edilirler. FDA'ya (Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi) (USDA, 2014) göre, EY'lar genellikle güvenli (GRAS) olarak kabul edilir ve sentetik katkı maddelerinin potansiyel bir ikamesi olarak kullanılabilir (Ju ve diğerleri, 2018; Atarés ve Chiralt, 2016; Ruiz-Navajas ve diğ., 2013).

Bununla birlikte, EO'lar genellikle güçlü bir lipofilik ve esansiyel maddeye sahiptir ve suda neredeyse çözünmezdir. Genel olarak yapılarındaki bileşenler alkaloidler, flavanoidler, izoflavonlar, monoterenler, fenolik asitler, karotenoidler vb. şeklinde sınıflandırılabilir (Bakkali ve diğ., 2018; Seow ve diğ., 2014). Kararsızlık ve lipofilik özellikleri nedeniyle, şu anda bilinen 3000 çeşit EY'dan sadece 300 çeşit EY kullanılmaktadır (Dima ve Dima, 2015).

EY katkılı yenilebilir kaplamalar, mikroorganizmaların büyüdüğü ve çoğaldığı gıda alanlarında antimikrobiyal aktiviteleri nedeni ile gıdalarda kullanımına elverişlidir. Bu nedenle, EY-yenilebilir kaplamalar, gıda kalitesini korumada etkili ve yenilikçi bir yöntem olarak kabul edilir (Ju ve diğ., 2019)

Kitosan kaplamaya esansiyel yağların dahil edilmesi *in vitro* ortamda esansiyel yağ eklenmiş kitosan kaplamaların antioksidan, antibakteriyel ve antifungal etkinliğini yeterli miktarda yükseltmiştir. Bunun yanında esansiyel yağ içeren kaplama materyalleri ve filmlerin hasat sonrasında oluşan bakteri ve mantar oluşumu açısından esansiyel yağ içermeyen kaplama materyalleri ve filmlere oranla daha fazla etkili olduğu gözlemlenmiştir (Yuan ve diğ., 2016).

Zhang ve diğ., (2013), lavanta esansiyel yağı (%0, 0,5% %1,0, 1,5) içeren kitosan bazlı filmlerin mekanik özelliklerinin geliştirilerek ve su buharı geçirgenliğinin azaldığını tespit etmişlerdir. Yine benzer bir çalışmada kitosan filminin fiziksel ve mekanik özelliklerinin yanı sıra antimikrobiyal ve antioksidan davranışını iyileştirmek amacıyla Montmorillonit nanokil ve biberiye esansiyel yağı ilave edilmiş ve sonuç olarak elde edilen filmin gerilme mukavemeti ve uzaması önemli ölçüde iyileştirilmiştir (Abdollahi ve diğ., 2012).

Hasat sonrası kalite ve raf ömrü üzerine yapılan bir araştırmada kekik yağı katkılı kitosan ile kaplanmış *Lentinus edodes* mantarları $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 16 gün boyunca depolanmıştır. Kontrol mantarlarına oranla kekik yağı katkılı kitosan ile yapılan kaplamanın doku sıkılığını koruduğu, küf, maya ve *Pseudomonas* oluşumunu azalttığı, solunum hızındaki artışı engellediği görülmüştür. Ayrıca bu uygulama mantarların fenolik madde içeriği ve flavonoid seviyelerinin daha yüksek olmasını sağlamıştır. Sonuç olarak, kekik yağı katkılı kitosan içerikli kaplamanın *Lentinus edodes* (shiitake) mantarının kalitesini korumada ve hasat sonrası muhafaza süresini uzatmada umut verici olduğu bildirilmiştir. (Jiang ve diğ., 2012).

Farklı konsantrasyonlarda (%0,025, %0,05 ve %0,1) sinnalaldehit EY katkılı aljinat kaplamanın 16 günlük muhafaza süresince beyaz şapkali mantarların (*A. bisporus*) kalite özellikleri ve raf ömrü üzerindeki etkisi incelenmiştir. Kaplamaya sinnalaldehit EY ilavesi mantarlarda solunum hızının, ağırlık kaybının, PPO aktivitesinin *Pseudomonas* sayımlarının azaltılmasını ve mantarların sertlik, renk,

toplam polifenol ve antioksidan kapasitesinin kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde iyileştirilmesini sağlamıştır (Louis ve diğ., 2021)

100, 500 ve 1000 ppm *Zataria multiflora* Boiss (ZEY) içeren kitre sakızı (KS) kaplamanın etkisi *Agaricus bisporus*'ta kahverengileşme ve hasat sonrası kalitesi üzerinde etkisi sodyum metabisülfite (SM) (kimyasal korumaya) kıyasla depoama süresince değerlendirilmiştir. ZEY içeren KS (KSZEY) ile kaplama, doku sıklığını %93,47 korurken; kontrole kıyasla mikrobiyal (maya ve küflerde) azalma sağlamıştır. Ek olarak, TGZEO kahverengileşme indeksini %52,23 oranında azaltırken, fenolik bileşiklerin %86,0 ve askorbik asidi %72,8 oranında artırmıştır. KSZEY uygulaması, tek başına KS veya SM uygulamalarından daha etkili bulunmuştur (Nasiri ve diğ., 2017).

100, 500 ve 1000 ppm *Satureja khuzistanica* esansiyel yağı (SEY) ile birleştirilen KS kaplamasının 4±1°C'de 16 gün muhafaza edilen mantarlardaki (*A. bisporus*) etkisi incelenmiştir. Sonuçlar, KS içeren SEY (KSSEY) ile yapılan muamelenin, kaplanmamış örneklerle kıyasla %92,4 oranında doku sıklığını koruduğunu; mayalar, küfler ve *Pseudomonas* gibi mikroorganizma sayılarını azalttığını göstermiştir. Ayrıca, KSSEY kaplaması uygulanan mantarlarda kahverengileşme indeksi %57,1 oranında azalmış, kontrolden önemli ölçüde daha yüksek toplam fenolik (%85,6) ve askorbik asit (%71,8) sonucu elde edilmiş ve tek başına KS kaplamadan daha başarılı bulunmuştur. Duyusal kalitenin korunmasında KSSEY daha etkili bulunmuştur (Nasiri ve diğ., 2018).

Yine benzer bir çalışmada Nasiri ve diğ., (2018) ve Nasiri ve diğ., (2017)'nin yaptıkları çalışmanın bir kombinasyonu değerlendirilmiştir. Farklı konsantrasyonlarda SEY ve ZEY (100, 500 ve 1000 mg/L) EY ve SM (1000 mg/L) içeren KS ile kaplamanın *A.bisporus* üzerine etkisi incelenmiştir. KZ ve KS uygulanan mantarlarda solunum hızı ve şapka açılma hızını yavaşlamış; SÇKM artışı da yavaşlamıştır. Ayrıca, KZ ve KS mantarlarda, PPO ve POD aktivitelerini inhibe ederek ve PAL aktivitesini artırarak enzimatik esmerleşmeyi engellemiştir. Ek olarak, KZ5 ve KS5 (500 mg/L EY içeren) kaplamaların etkisi, saklama boyunca beyaz şapkalı mantarlarının genel kalitesini koruduğu duyusal değerlendirmeler ile doğrulanmıştır (Nasiri ve diğ., 2019).

2.MATERYAL VE YÖNTEM

2.1.Materyal

Bu çalışmada kullanılan beyaz şapkallı mantar (*A. bisporus* L.) Kocaeli İlindeki Müpa Tarım ve Gıda San. A.Ş.'den denemenin kurulacağı gün sabah hasat edilerek 30 dk içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Araştırma Kocaeli Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait Hasat Sonrası Fizyoloji Laboratuvarında ve soğuk hava depolarında yürütülmüştür.

Hasat edildikten sonra laboratuvar ortamına getirilen mantarlardan denemeye uygun olanlar seçilmiş ve sap uzunlukları eşit olacak şekilde kesilmiştir. Daha sonra uygulamalara geçilmiştir.

Denemede beş farklı esansiyel yağ kullanılmıştır. Bunlar; kekik (*Thymus vulgaris* L.), çörek otu (*Nigella sativa* L.), nane (*Mentha piperita* L.), adaçayı (*Salvia officinalis* L.), lavanta (*Lavandula stoechas* L.) esansiyel yağlarıdır. Kullanılan esansiyel yağlar Arpaş Arifoğlu Pazarlama Dağıtım Ve Ticaret A.Ş.'den temin edilmiştir.

2.2.Yöntem

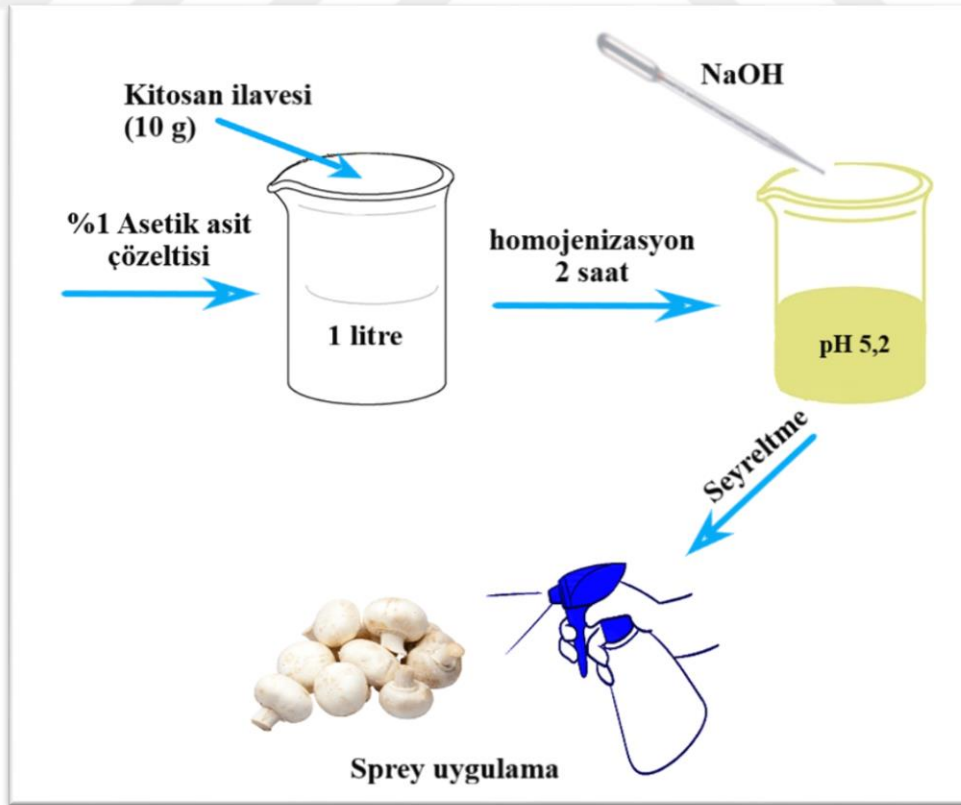
2.2.1. Kitosan ve esansiyel yağ uygulamaları

Çalışma iki ayrı aşamada yürütülmüştür. Birinci aşamada farklı kitosan dozları kullanılarak en etkin doz belirlemeye çalışılmıştır. Bu amaçla % 1 olacak şekilde konsantrasyonunda stok kitosan çözeltisi hazırlanmış, bundan seyreltme yapılarak %0,60; %0,40 ve %0,20 konsantrasyonlarında çözeltiler hazırlanmıştır. Kitosan stok çözeltisi hazırlanmasında %1 asetik asit çözeltisi kullanılmıştır (Şekil 2.1). Kitosan çözeltisinin son pH'sı 5 ve 1 N NaOH ile 5,2'ye ayarlanmıştır (Jiang ve Li 2001). Hazırlanan kitosan çözeltileri 250 mL kapasiteli el püskürtecine alınmış, homojen dağılım için iki dakika süreyle çalkalanmış ve mantarlara sprey halinde uygulanmıştır (Şekil 2.2 ve 2.3).

Araştırmanın ikinci aşamasında ise birinci aşamada belirlenen en iyi kitosan çözeltisini (%0,20) içerisine 500 ppm, 1000 ppm ve 2000 ppm esansiyel yağ karışımı kullanılmıştır. Bu amaçla harılanan çözelti beş adet 250 mL kapasiteli püskürtücüye alınmış, homojen dağılım için iki dakika süreyle çalkalanmış ve mantarlara sprey halinde uygulanmıştır. Esansiyel yağ eşit hacimde karıştırılmış, vortex yardımıyla homojen hale getirilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında kontrol olarak %0,20 kitosan çözeltisi ile mantar üreticilerinin yaygın olarak kullandıkları sodyum metabisülfid (1000 ppm) (Brennan ve diğ., 1999) %0,20'lik kitosan çözeltisine ilave edilmiştir.

2.1.2. Ambalajlama ve depolama

Uygulamalar yapıldıktan sonra oda sıcaklığında bekletilerek kurutulan mantarlar her birinde üç adet olacak şekilde plastik şeffaf sızdırmaz kap (PET: Polietilen teraflat) içerisine yerleştirilerek paketlenmiştir. Ambalajlanan mantarlar daha sonra $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de sıcaklık ve %85-90 oransal nem içeren depoya yerleştirilmiştir. Mantarlar bu şartlarda 20 gün süre ile saklanmıştır.



Şekil 2.1. Kitosan çözeltisinin hazırlanması ve uygulanması



Şekil 2.2. Mantarların üzerine uygulamaların yapılması



Şekil 2.3. Kitosan uygulaması yapılmış olan mantarlar

2.2.3. Ölçüm ve gözlemler

Mantarlarda başlangıç aşamasında ve dört gün arayla aşağıda belirtilen ölçüm ve gözlemler yapılmıştır. Renk ve ağırlık kaybı ölçümleri depolama sırasında aynı örneklerde yapılmıştır.

2.2.3.1. Renk ölçümleri

Mantarın kabuk yüzeyinde meydana gelen renk değişiminin belirlenmesinde Minolta CR 400 Chroma portatif renk ölçer (Minolta Co., Osaka, Japan) kullanılmıştır. Cihazda ışık kaynağı olarak D65 aydınlatması kullanılmış olup, ölçüm başlangıcında cihaz beyaz standart kalibrasyon plakası ($L^*=97,52$; $a^*=-5,06$; $b^*=3,57$) ile kalibre edilmiştir (McGuire, 1992; Lancaster ve diğ., 1997). Sonuçlar L^* , a^* , b^* cinsinden

ölçülerek, kahverengileşme indeksi (KI), ΔE değeri ve beyazlık indeksi (BI) aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır (2.1 ve 2.2). Ölçümler her bir mantarda üç farklı noktadan olmak üzere bir tekerrür için dokuz kez yapılmıştır. Ölçülen renk değerlerinden, başlangıca göre değişim oranları (%) olarak hesaplanmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{(L_0 - L^*)^2 + (a_0 - a^*)^2 + (b_0 - b^*)^2} \quad (2.1)$$

$$KI = \frac{100(x - 0,31)}{0,17} \quad (2.2)$$

Buradaki x değerinin hesaplanmasında aşağıdaki formüller kullanılmaktadır.

$$x = \frac{(a^* + 1,75 L^*)}{(5,645 L^* + a^* - 0,012 b^*)} \quad (2.3)$$

$$BI = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}} \quad (2.4)$$

2.2.3.2. Ağırlık kaybı

Araştırmada ağırlık kayıplarının ölçülmesi için her uygulamada üç paket örnek ayrılmış ve depolama süresince bu örnekler kullanılmıştır. Ağırlık kaybı ölçümleri deneme başlangıcında ve her analiz döneminde yapılmış ve ağırlık kayıpları başlangıç değerine oranlanmak suretiyle, aşağıdaki formüle (2.5) göre hesaplanarak, (%) olarak ifade edilmiştir.

$$AK = (A - B) \times 100 / A \quad (2.5)$$

AK: Ağırlık kaybı (%)

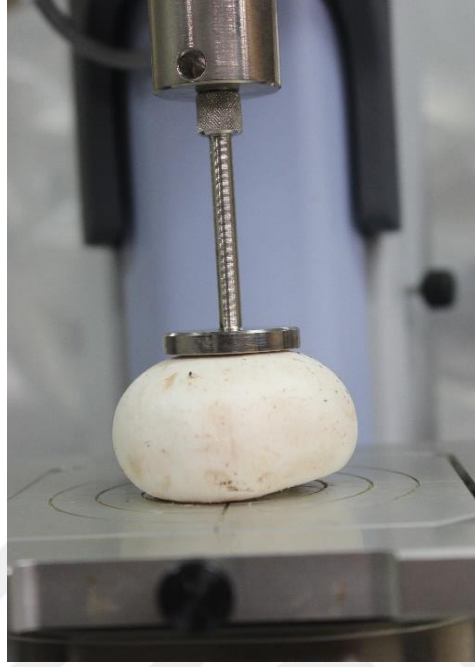
A: Başlangıç mantar ağırlığı (g)

B: Analiz dönemindeki mantar ağırlığı (g)

2.2.3.3. Tekstür analizi

Her bir tekerrürden alınan üç mantar, ölçüm öncesi sap şapka seviyesinden kesilmiş ve tam ortalanarak Shimadzu EZ-LX marka tekstür analiz cihazına takılı 50 mm

plate probe ile 10 mm elastikiyet direnci Newton (N) biriminden ölçülmüştür Şekil (2.4).



Şekil 2.4 Mantarlarda tekstür ölçümü

2.2.3.4. Açılma miktarı

Sap ve şapka arasında meydana gelen açılma mesafe kumpas ile mm olarak ölçülmüştür.



Şekil 2.5 Mantarlarda açılma miktarı ölçümü

2.2.3.5. Sap uzaması

Deneme kurulmadan önce mantarların sap uzunlukları eşit olacak şekilde kesilmiştir. Depolama süresinde meydana gelen sap uzamaları kumpas yardımıyla mm olarak ölçülmüştür.

2.2.3.6. Şapka Çapı

Her analiz döneminde kumpas yardımı ile mantarların şapkası iki farklı noktadan ölçülerek ortalaması alınmış, veriler milimetre (mm) olarak kaydedilmiştir.

2.2.3.7. Görsel puanlama

Görsel puanlama beş kişilik jüri tarafından değerlendirilmiştir. Şekil (2.6) da olduğu gibi açılarak puanlama yapılmıştır. Skalada 5 ile 1 (5: mükemmel, 1: çok kötü) arasındaki puanlama skalası ile yapılmıştır. Sklada kullanılan puanlar ise; 1: çok kötü, 2: kötü, 3: orta, 4: iyi ve 5: mükemmel'i ifade etmektedir.



Şekil 2.6 Mantarlarda görsel puanlama

2.3. Deneme Deseni

Deneme tesadüf parselleri deneme desenmine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. İçerisinde üç mantar bulunan ambalaj tekerrür olarak kullanılmıştır. Deneme sonuçları SPSS 16 paket programı aracılığıyla varyans analizine tabi tutulmuş, aralarında önemli farklılıklar olan ortalamalar Duncan testi ile karşılaştırılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Farklı konsantrasyonda kitosan uygulamasının etkileri

3.1.1. Mantar Renk Ölçümleri

3.1.1.1. L* değeri

Depolama sürecinde mantarda L* değerindeki değişimler incelendiğinde muhafaza süresince azaldığı belirlenmiştir (Şekil 3.1). Muhafaza sonunda ortalama %12,54 oranında L* değerinde azalma olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.1). Depolama süresinde ölçülen en düşük L* değeri ise 4. günde 4,15 olarak ölçülmüştür. Uygulamalar arasında meydana gelen farklılıklar incelendiğinde en yüksek renk L* değerindeki değişim %0,60 kitosan uygulamasında %8,16 olarak tespit edilmiştir. Bunu %0,40 kitosan izlerken en düşük L* değeri değişimi ortalama %6,08 ile kontrol mantarlarında belirlenmiştir.

Tablo 3.1. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince L* değerindeki değişimler (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.**
	0	4	8	12	16	20	
Kontrol	0,00	-1,35	-5,45	-7,55	-10,49	-11,63	-6,08 c
Su	0,00	-2,46	-5,42	-8,82	-10,14	-13,14	-6,66 bc
%0,20 Kitosan	0,00	-4,99	-6,36	-6,40	-9,78	-10,82	-6,39 c
%0,40 Kitosan	0,00	-5,23	-7,58	-9,29	-9,12	-13,68	-7,48 ab
%0,60 Kitosan	0,00	-6,71	-8,08	-9,18	-11,59	-13,41	-8,16 a
Muh. Sür. Ort.*	0,00 f	-4,15 e	-6,58 d	-8,25 c	-10,22 b	-12,54 a	

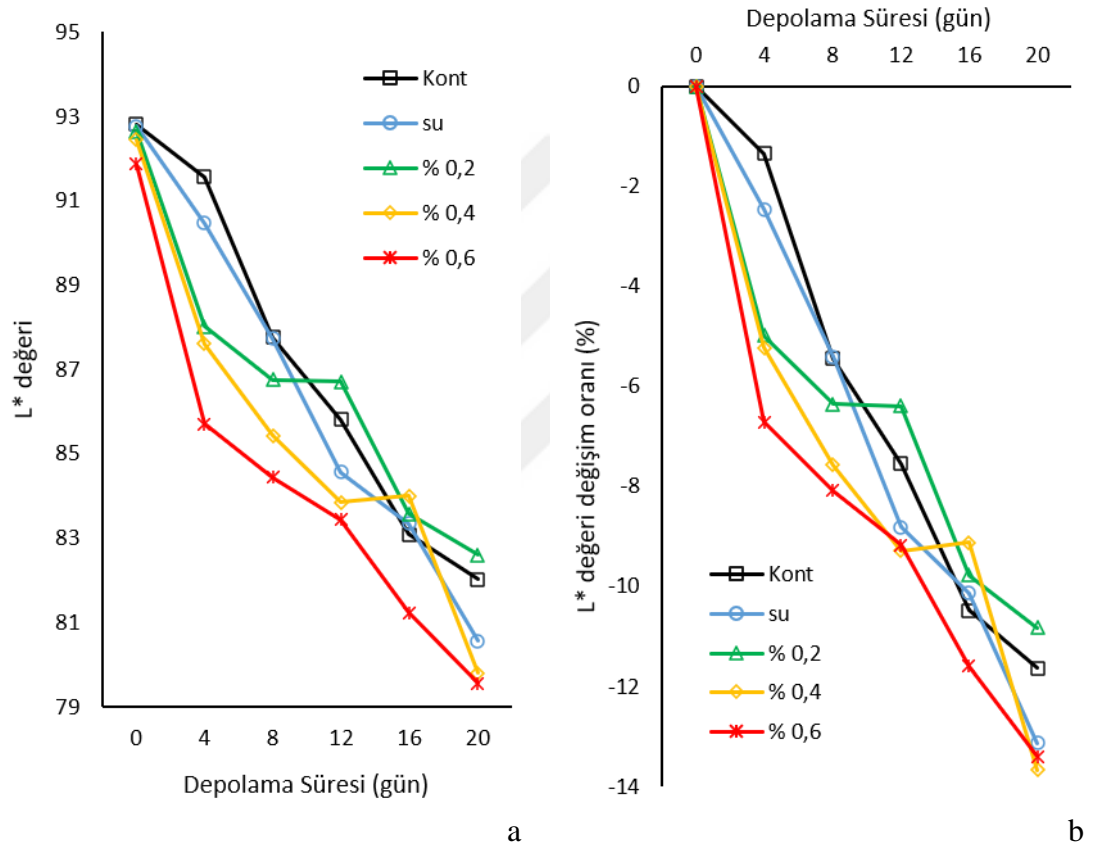
*Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (Kontrol, Su, %0,20 Kitosan, %0,40 Kitosan ve %0,60 Kitosan) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

3.1.1.2. a* değeri

Mantarda hasat sonrası farklı kitosan kaplama uygulamalarının a* değeri üzerine etkileri Tablo 3.2 ve Şekil 3.2’de verilmiştir. Mantarlarda a* değeri bakımından çok

düşük ölçüm değerleri elde edilmiştir. Başlangıçta 0 seviyesinde olan a^* değeri yavaşta olsa artmış ve 20. gün sonunda ortalama 3,02 seviyesine ulaşmıştır. Değerler küçük olduğundan değişim oranlarında önemli derecede yüksek değerler hesaplanmış, 4. günde önemli bir sıçrama olmuş ve diğer analiz dönemlerinde de artış devam etmiştir. 20. günde bu değer %910,24 oranında artmıştır. Uygulamalar arasında en düşük a^* değişim oranı su uygulamasında (ortalama %273,25), en yüksek ise %0,20 kitosan uygulamasında (ortalama %640,06) belirlenmiştir.



Şekil 3.1. Farklı dozlarda kitosan uygulanan mantarlarda muhafaza süresince L^* değerleri (a) ve L^* değeri değişim oranları (b)

3.1.1.3. b^* değeri

Farklı dozlarda uygulanan kitosan kaplamanın mantar depolanması üzerine olan etkileri Tablo 3.3 ve Şekil 3.3'da verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde depolama süresince b^* değerinde düzenli bir artış olduğu gözlenmiştir. Artış oranlarına bakıldığında 20.günde ortalama %116,30 bir artış belirlenmiştir. Uygulamalar arasında ise en fazla değişim %0,4, %0,6 ve su uygulamalarında (sırası ile %78,94, %76,44 ve %74,73) belirlenirken, En düşük değişim oranı ise Kontrol (%67,12) ve

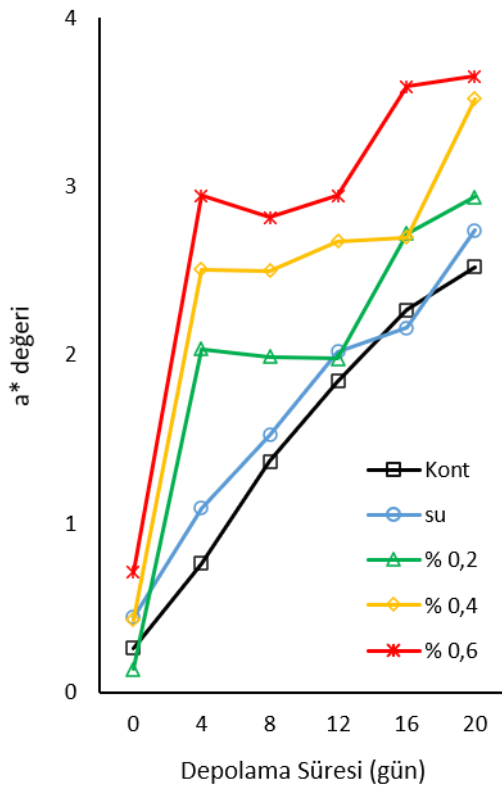
%20 kitosan (%69,21) uygulamalarında tespit edilmiştir. Hem uygulamalar arasında hem de muhafaza süreleri arasında $p < 0,05$ düzeyinde önemli farklılık belirlenmiştir (Tablo 3.3).

Tablo 3.2. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince a* değerindeki değişimler (%)

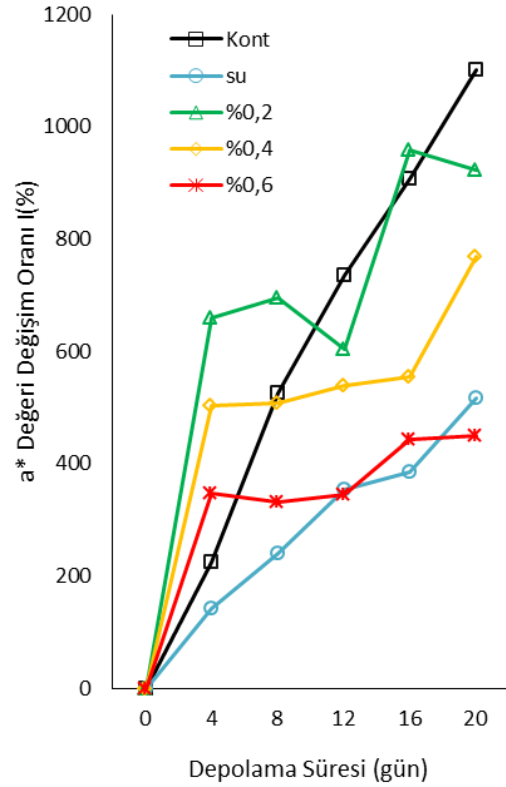
Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort. **
	0	4	8	12	16	20	
Kontrol	0,00	225,13	525,83	734,82	906,88	1100,93	582,27 a
Su	0,00	142,79	240,17	354,04	385,78	516,70	273,25 c
%0,20 Kitosan	0,00	660,16	694,79	603,88	958,42	923,13	640,06 a
%0,40 Kitosan	0,00	502,05	507,28	539,20	554,77	767,70	478,50 ab
%0,60 Kitosan	0,00	346,43	331,63	343,88	443,33	449,51	319,13 bc
Muh.Sür.Ort.*	0,00 d	504,34 c	558,88 bc	627,32 bc	793,00 ab	910,24 a	

*Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (Kontrol, Su, %0,20 Kitosan, %0,40 Kitosan ve %0,60 Kitosan) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.



a



b

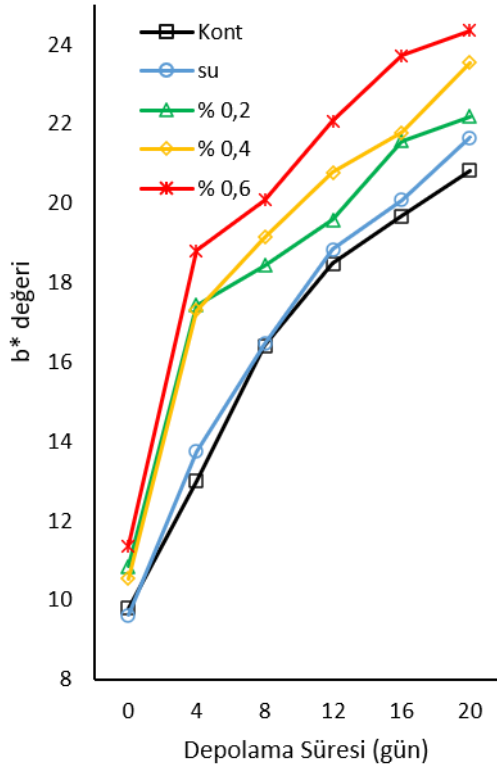
Şekil 3.2. Farklı dozlarda kitosan uygulanan mantarlarda muhafaza süresince a* değerleri (a) ve a* değeri değişim oranları (b)

Tablo 3.3. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince b* değerindeki değişimler (%)

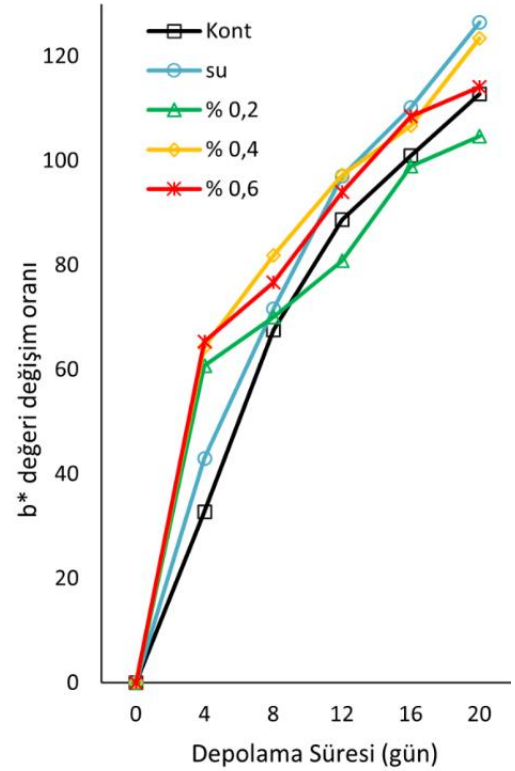
Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.**
	0	4	8	12	16	20	
Kontrol	0,00	32,72	67,55	88,70	101,01	112,74	67,12 c
Su	0,00	42,96	71,61	97,07	110,22	126,50	74,73 ab
%0,20 Kitosan	0,00	60,72	70,09	80,84	98,90	104,70	69,21 bc
%0,40 Kitosan	0,00	64,28	81,88	97,30	106,74	123,44	78,94 a
%0,60 Kitosan	0,00	65,34	76,65	94,03	108,50	114,11	76,44 ab
Muh. Sür. Ort.*	0,00 f	53,20 e	73,56 d	91,59 c	105,08 b	116,30 a	

* Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (Kontrol, Su, %0,20 Kitosan, %0,40 Kitosan ve %0,60 Kitosan) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.



a



b

Şekil 3.3. Farklı dozlarda kitosan uygulanan mantarlarda muhafaza süresince b* değerleri (a) ve b* değeri değişim oranları (b)

3.1.1.4. Kahverengilik indeksi (KI)

Mantarlarda muhafazanın ilk dönemlerinden itibaren kahverengileşme indeksi değerlerinde önemli artışlar tespit edilmiştir (Tablo 3.4 ve Şekil 3.4). Başlangıçta ortalama 12,02 olarak ölçülen KI değeri 20. günde ortalama 34,86'ya yükselmiştir. Değişim oranlarına bakıldığında 4.günde en yüksek kahverengileşme artışı (%75,59 oranında) olduğu görülmüş, daha sonra düzenli artarak 20.günde %190,87 seviyesine ulaşmıştır. Uygulamalar arasında da kitosan dozundaki artış ile beraber KI değerinin arttığı görülmüştür. En düşük KI değerleri kontrol, %0,2 kitosan ve su uygulamalarında (sırası ile %99,86, %107,22 ve %109,61) elde edilmiştir. Analiz sonuçları istatistiki olarak incelendiğinde $p < 0,05$ düzeyinde oluşan farklılıkların önemli olduğu görülmüştür (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince kahverengilik indeksi değerindeki değişimler

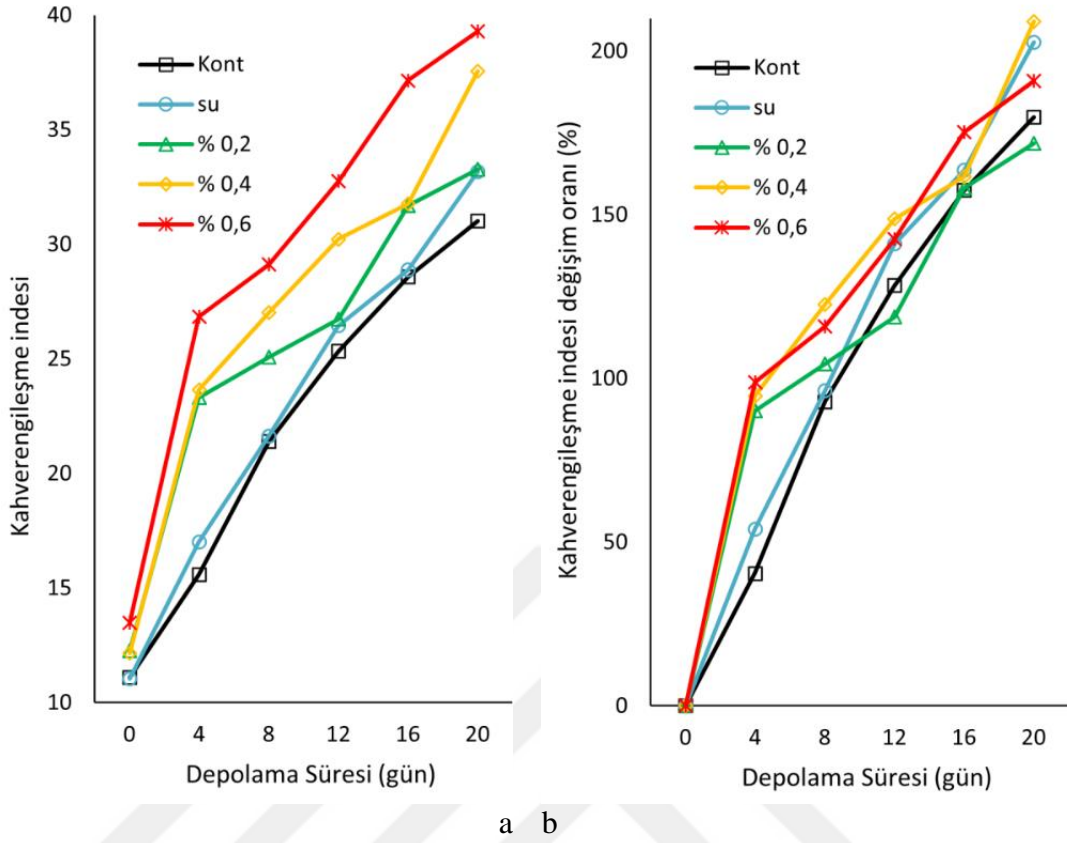
Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.**
	0	4	8	12	16	20	
Kontrol	0,00	40,46	92,93	128,43	157,47	179,88	99,86 c
Su	0,00	53,99	96,28	141,13	163,64	202,64	109,61 bc
%0,20 Kitosan	0,00	90,04	104,49	118,75	158,16	171,89	107,22 c
%0,40 Kitosan	0,00	94,63	122,63	148,84	161,64	209,08	122,80 a
%0,60 Kitosan	0,00	98,82	115,96	142,55	175,21	190,86	120,56 ab
Muh. Sür. Ort. *	0,00 f	75,59 e	106,46 d	135,94 c	163,22 b	190,87 a	

* Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (Kontrol, Su, %0,20 Kitosan, %0,40 Kitosan ve %0,60 Kitosan) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

3.1.1.5. Beyazlık İndeksi (BI)

Muhafaza süresince mantarlarda BI ile KI değerlerinin ters orantılı olduğu görülmüştür (Tablo 3.5 ve Şekil 3.5). Başlangıç ortalama değeri 87,17 olan BI değeri depolama sonunda 70,30'a kadar düşmüştür (Şekil 3.5a). Muhafaza süresinde %19,32 oranında azalmış ve bu kayıp %5 hata sınırlarında önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında da en düşük BI değişimi oranı kontrol uygulamasında (%9,93), en yüksek değişim de %0,60 kitosan uygulamasında (%13,51) ölçülmüştür.



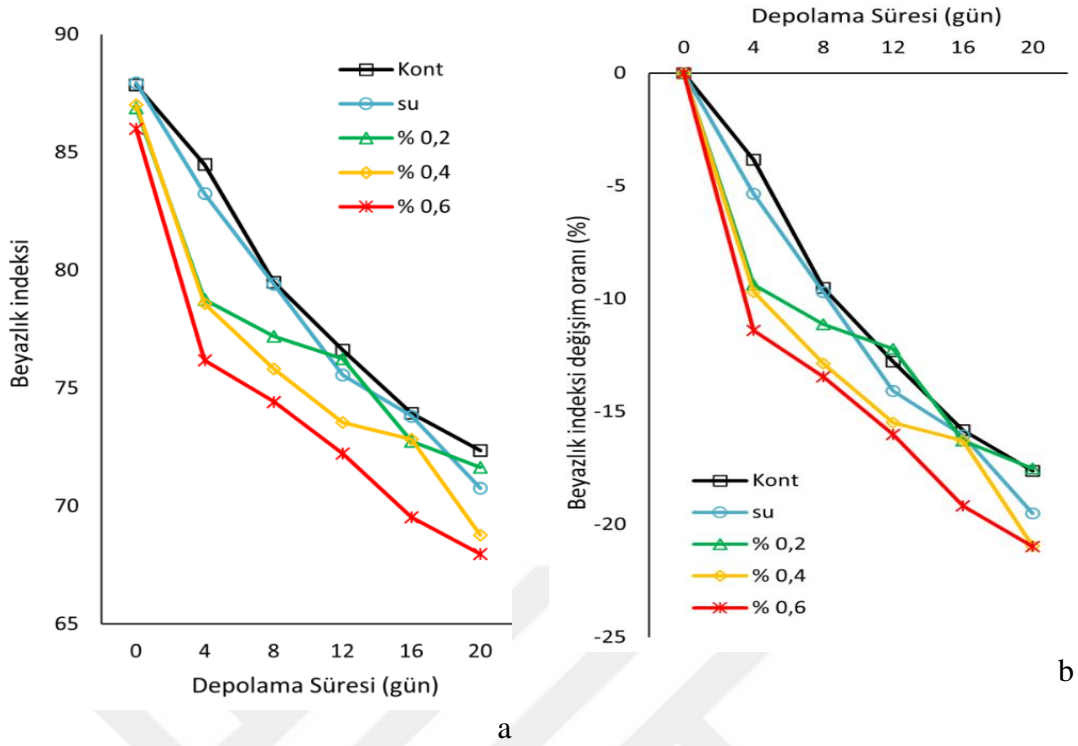
Şekil 3.4. Farklı dozlarda kitosan uygulanan mantarlarda muhafaza süresince kahverengilik indeksi değerleri (a) ve kahverengilik indeksi değişim oranları (b)

Tablo 3.5. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince beyazlık indeksi değerindeki değişimler

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.**
	0	4	8	12	16	20	
Kontrol	0,00	-3,84	-9,53	-12,78	-15,83	-17,62	-9,93 a
Su	0,00	-5,35	-9,70	-14,08	-16,06	-19,52	-10,79 ab
%0,20 Kitosan	0,00	-9,37	-11,14	-12,23	-16,28	-17,52	-11,09 b
%0,40 Kitosan	0,00	-9,70	-12,87	-15,49	-16,30	-20,96	-12,55 c
%0,60 Kitosan	0,00	-11,41	-13,46	-16,01	-19,17	-20,98	-13,51 c
Muh. Sür. Ort.*	0,00 a	-7,93 b	-11,34 c	-14,12 d	-16,73 e	-19,32 f	

* Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (Kontrol, Su, %0,20 Kitosan, %0,40 Kitosan ve %0,60 Kitosan) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.



Şekil 3.5. Farklı dozlarda kitosan uygulanan mantarlarda muhafaza süresince beyazlık indeksi değerleri (a) ve beyazlık indeksi değişim oranları (b)

3.1.1.6. Delta E(ΔE) Değeri

Farklı dozlarda uygulanan kitosan kaplamanın mantar muhafazası sırasında toplam renk değişimi (ΔE değeri) üzerine olan etkileri Tablo 3.6 ve Şekil 3.6’da verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde uygulamalar arasında en yüksek ΔE değeri ortalamasının 11,69 ile %0,60 kitosan uygulamasında en düşük ise 8,81 ile kontrol uygulamasında olduğu görülmüştür. Depolama süresinin ΔE değeri üzerindeki etkisine bakıldığında düzenli olarak artarak 20. günde 16,97’e ulaşmıştır. Araştırma verilerinin istatistiki olarak incelendiğinde ise $p < 0,05$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

3.1.2. Ağırlık Kaybı

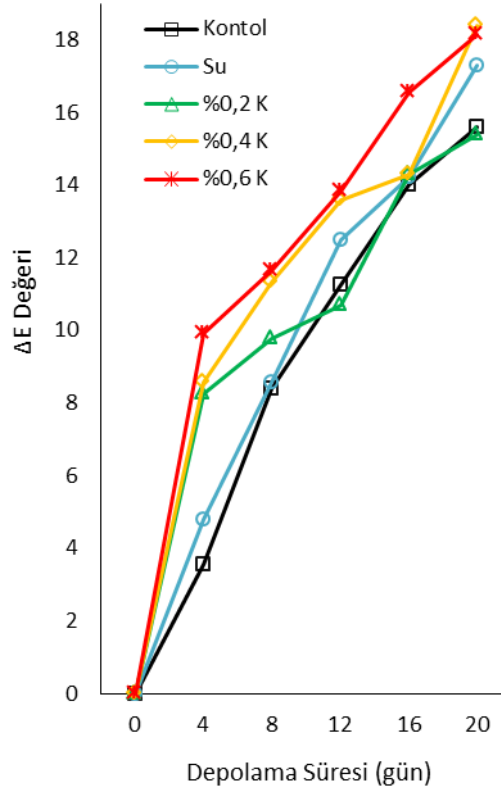
Farklı kitosan kaplama uygulamalarında mantarlarda muhafaza sonunda ortalama %6,03 oranının ağırlık kaybı gerçekleşmiştir (Tablo 3.7 ve Şekil 3.7). Uygulamalar arasında en düşük ağırlık kaybı su ve %0,2 kitosan uygulamasında (sırası ile ortalama %2,54 ve %2,60) elde edilirken, en yüksek kayıp ise %0,4 kitosan uygulamasında (%3,24) belirlenmiştir. Uygulama ve zaman arasında oluşan farklılık istatistiki olarak $p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 3,7).

Tablo 3.6. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince Delta E değerindeki değişimler

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.**
	0	4	8	12	16	20	
Kontrol	0,00	3,57	8,41	11,27	14,02	15,60	8,81 b
Su	0,00	4,79	8,58	12,48	14,21	17,31	9,56 b
%0,20 Kitosan	0,00	8,24	9,78	10,70	14,28	15,39	9,75 b
%0,40 Kitosan	0,00	8,58	11,32	13,59	14,28	18,41	11,03 a
%0,60 Kitosan	0,00	9,92	11,66	13,83	16,57	18,16	11,69 a
Muh. Sür. Ort.*	0,00 f	7,02 e	9,95 d	12,37 c	14,67 b	16,97 a	

* Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (Kontrol, Su, %0,20 Kitosan, %0,40 Kitosan ve %0,60 Kitosan) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.



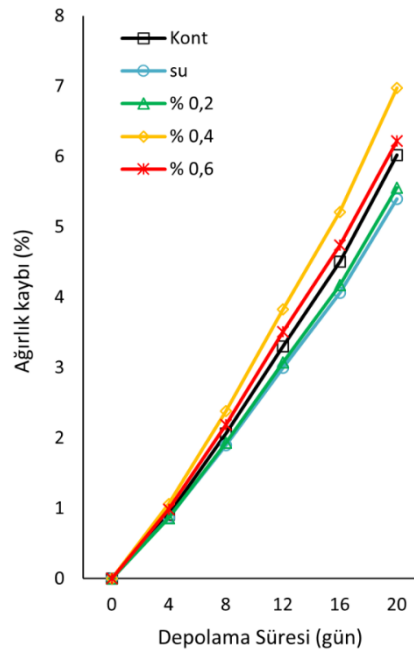
Şekil 3.6. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince Delta E değerindeki değişimler

Tablo 3.7. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince ağırlık kaybı miktarı (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.**
	0	4	8	12	16	20	
Kontrol	0,00	0,91	2,07	3,30	4,51	6,02	2,80 b
Su	0,00	0,87	1,90	2,99	4,07	5,40	2,54 c
%0,20 Kitosan	0,00	0,86	1,93	3,07	4,17	5,56	2,60 c
%0,40 Kitosan	0,00	1,06	2,38	3,83	5,21	6,97	3,24 a
%0,60 Kitosan	0,00	0,99	2,19	3,51	4,74	6,22	2,94 b
Muh. Sür. Ort.*	0,00 f	0,94 e	2,09 d	3,34 c	4,54 b	6,03 a	

* Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (Kontrol, Su, %0,20 Kitosan, %0,40 Kitosan ve %0,60 Kitosan) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.



Şekil 3.7. Farklı dozlarda kitosan uygulamasının mantarlarda muhafaza süresince ağırlık kaybı üzerine etkisi

3.1.3. Tekstür (Elastikiyet)

Mantarlar hasat sonrası 8. güne kadar sıklıklarını önemli ölçüde korumuşlardır (Tablo 3.8 ve Şekil 3.8). Başlangıçta 131,95 N olan elastikiyet değeri, 8.günde ortalama 127,23 N olarak hesaplanmıştır. Ancak 12.günde hızlı bir düşüş ile 86,70 N'a gerilemiştir. Uygulamalar arasında oluşan farklılık ise $p < 0,05$ düzeyinde

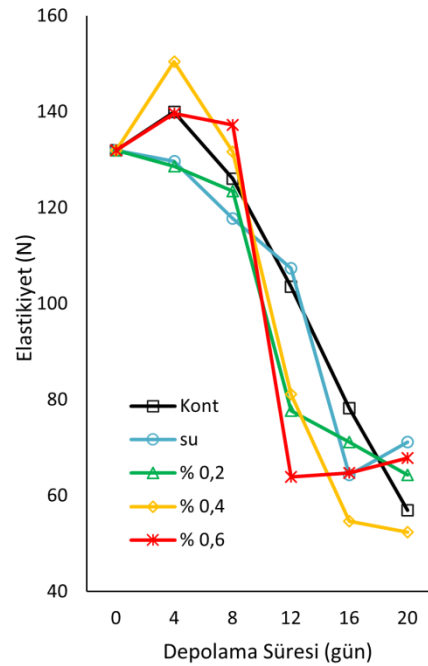
önemsiz bulunmuş olup oluşan farklılık tesadüfidir. Muhafaza süresinde en yüksek elastikiyet değeri ise depolamanın 4. gününde 137,67 N ölçülmüştür. Depolamanın 20. gününde ise 65,36 N olarak ölçülmüştür.

Tablo 3.8. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince elastikiyet değeri (N)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.**
	0	4	8	12	16	20	
Kontrol	131,95	139,90	126,07	103,50	78,18	56,94	106,09 a
Su	131,95	129,72	117,75	107,35	64,36	55,38	103,71 a
%0,20 Kitosan	131,95	128,64	123,47	77,67	71,18	70,05	99,53 a
%0,40 Kitosan	131,95	150,44	131,65	81,14	54,68	71,12	100,37 a
%0,60 Kitosan	131,95	139,63	137,23	63,89	64,70	73,30	100,87 a
Muh. Sür. Ort.*	131,95 a	137,67 a	127,23 a	86,70 b	66,62 c	62,51 c	

* Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (Kontrol, Su, %0,20 Kitosan, %0,40 Kitosan ve %0,60 Kitosan) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.



Şekil 3.8. Farklı dozlarda kitosan uygulamasının mantarlarda muhafaza süresince elastikiyet üzerine etkisi

3.1.4. Açılma miktarı

Mantarlarda önemli bir hasat sonrası kalite kaybı olan açılma üzerine farklı dozlardaki kitosanın etkisi Tablo 3.9 ve Şekil 3.9'de verilmiştir. Veriler incelendiğinde uygulamalar arasında en yüksek açılma oranı 3,15 mm ile su uygulamasında tespit edilirken bu uygulamayı 3,01 mm ile %0,60 kitosan uygulaması izlenmiştir. Muhafaza süresinin açılmaya olan etkisi incelendiğinde ise depolamanın 4.gününde hiçbir uygulamada açılma meydana gelmemiş, ancak ilerleyen dönemde düzenli olarak artışı görülmüştür. Nitekim 8.günde ortalama 2,31 mm olan açılma miktarı 20.günde ise 5,14 mm'ye yükselmiştir. İstatistiki değerlendirme sonucunda depolama süresi ve uygulamalar arasında $p < 0,05$ sınırları içerisinde önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.9).

Tablo 3.9. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince açılma miktarı (mm)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.**
	0	4	8	12	16	20	
Kontrol	0,00	0,00	1,90	4,44	4,76	5,04	2,69 ab
Su	0,00	0,00	3,37	4,33	5,32	5,90	3,15 a
%0,20 Kitosan	0,00	0,00	1,24	4,01	3,91	4,00	2,19 b
%0,40 Kitosan	0,00	0,00	2,40	3,70	4,40	5,56	2,68 ab
%0,60 Kitosan	0,00	0,00	2,63	5,43	4,96	5,18	3,03 a
Muh. Sür. Ort.*	0,00 d	0,00 d	2,31 c	4,38 b	4,67 ab	5,14 a	

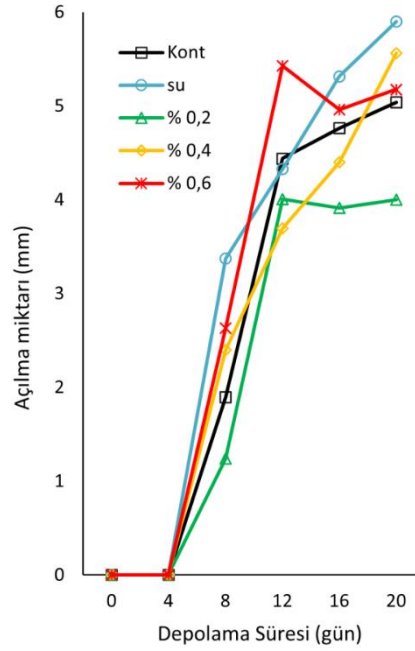
* Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (Kontrol, Su, %0,20 Kitosan, %0,40 Kitosan ve %0,60 Kitosan) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

3.1.5. Sap Uzunluğu

Hasat sonrası uygulanan kitosanın mantarda sap uzamasına olan etkisi Tablo 3.10 ve Şekil 3.10'da verilmiştir. Tablo ve şekilde de görüldüğü gibi sap uzamasının depolama başlangıcında hızlı olduğu, ilerleyen dönemde uzaması yavaşladığı belirlenmiştir. Başlangıçta 13,18 mm olarak ölçülen sap uzunluğu 4.günde 20,39 mm'ye 8.günde ise 22,41 mm'ye çıkmıştır. Depolama sonunda ise bu değer 23,68 mm olarak tespit edilmiştir. Kitosan uygulamalarının sap uzunluğuna etkisi incelendiğinde ise ortalama olarak %0,60 kitosan uygulamasında 23,00 mm ile en

yüksek sap uzunluğu ölçülürken su uygulamasında ise 20,18 mm ile en düşük sap uzunluğu ölçülmüştür. Uygulamalar arasında oluşan farklılık istatistiki olarak incelendiğinde $p < 0,05$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Muhafaza süresi boyunca ölçülen sap uzunlukları istatistiki olarak $p < 0,05$ önem düzeyinde incelendiğinde oluşan farklılıklar önemli bulunmuştur.



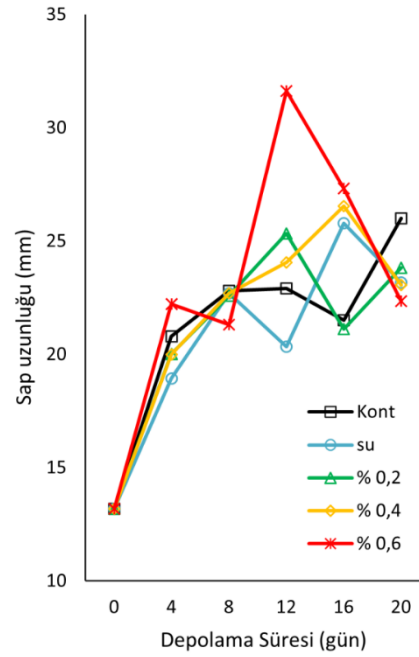
Şekil 3.9. Farklı dozlarda kitosan uygulamasının mantarlarda muhafaza süresince açılma miktarı üzerine etkisi

Tablo 3.10. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince sap uzunluğu miktarı (mm)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.**
	0	4	8	12	16	20	
Kontrol	13,18	20,79	22,80	22,91	21,50	26,01	21,20 ab
Su	13,18	18,93	22,69	20,33	25,79	26,70	20,68 b
%0,20 Kitosan	13,18	20,02	22,59	25,33	21,13	24,59	21,01 ab
%0,40 Kitosan	13,18	20,00	22,69	24,05	26,55	23,17	21,59 ab
%0,60 Kitosan	13,18	22,22	21,31	31,63	27,31	21,94	23,00 a
Muh. Sür. Ort.*	13,18 c	20,39 b	22,41 ab	24,85 a	24,46 a	23,68 a	

* Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (Kontrol, Su, %0,20 Kitosan, %0,40 Kitosan ve %0,60 Kitosan) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.



Şekil 3.10. Farklı dozlarda kitosan uygulamasının mantarlarda muhafaza süresince sap uzunluğu üzerine etkisi

3.1.6. Şapka çapı

Mantarda hasat sonrası farklı kitosan kaplama şapka çapında önemli bir farklılık oluşturmamıştır (Tablo 3.11). Uygulama ortalamaları 49,68 mm ile 50,09 mm arasında değişmiştir. Muhafaza süresince mantar çaplarının büyümeye bağlı olarak arttığı, hasat döneminde 48,83 mm olan ortalama şapka çapının 20.gün sonunda 52,20 mm olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.11). Muhafaza süresi ortalamaları arasında meydana gelen farklılıklarda %5 hata seviyesinde önemli bulunmuştur.

3.1.7. Görünüş

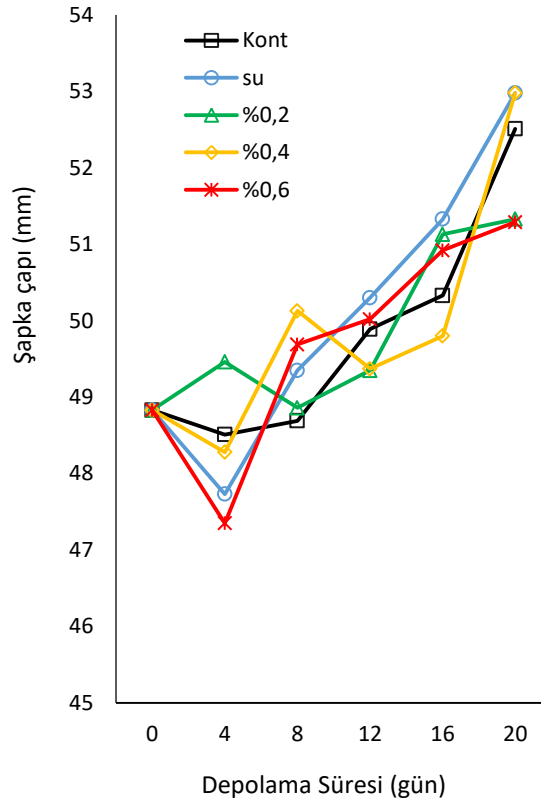
Muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte mantarlarda görünüş puanlarının düştüğü görülmektedir (Tablo 3.12 ve Şekil 3.12). Muhafaza süresince 16.günde 2,80 ve 20.günde ise 1,43'e düşmüştür. Kitosan uygulamalarının dozunun artması görünüş puanlarını olumsuz etkilemiştir. Uygulamalar arasında en yüksek görünüş puanı %0,2 Kitosan uygulamasında (3,72) tespit edilmiştir. Uygulamalar arasındaki farkta istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Tablo 3.11. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince şapka çapı (mm)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.**
	0	4	8	12	16	20	
Kontrol	48,83	48,51	48,69	49,89	50,33	52,51	49,79 a
Su	48,83	47,73	49,35	50,30	51,33	52,09	50,09 a
%0,20 Kitosan	48,83	49,46	48,86	49,35	51,13	51,85	49,83 a
%0,40 Kitosan	48,83	48,28	50,13	49,37	49,81	52,98	49,90 a
%0,60 Kitosan	48,83	47,35	49,69	50,02	50,92	52,67	49,68 a
Muh. Sür. Ort.*	48,83 bc	48,27 c	49,34 bc	49,79 abc	50,07 ab	52,2 a	

* Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (Kontrol, Su, %0,20 Kitosan, %0,40 Kitosan ve %0,60 Kitosan) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.



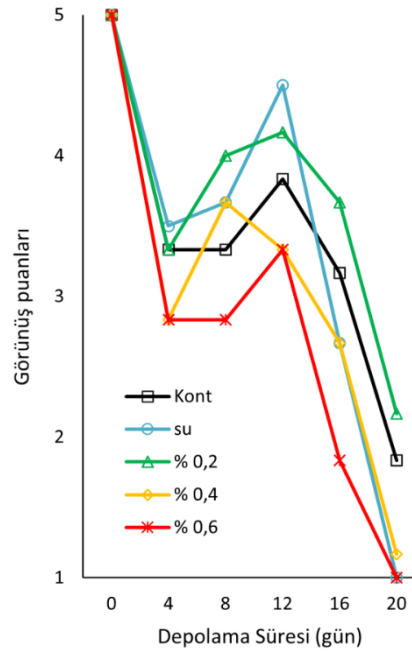
Şekil 3.11. Farklı konsantrasyonlarında kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince şapka çapı (mm) değişimi

Tablo 3.12. Farklı konsantrasyonlarda kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince görünüş testi değişimleri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.**
	0	4	8	12	16	20	
Kontrol	5,00	3,33	3,33	3,83	3,17	1,83	3,42 ab
Su	5,00	3,50	3,67	4,50	2,67	1,00	3,39 ab
%0,20 Kitosan	5,00	3,33	4,00	4,17	3,67	2,17	3,72 a
%0,40 Kitosan	5,00	2,83	3,67	3,33	2,67	1,17	3,11 bc
%0,60 Kitosan	5,00	2,83	2,83	3,33	1,83	1,00	2,81 c
Muh. Sür. Ort.*	5,00 a	3,17 cd	3,50 bc	3,83 b	2,80 d	1,43 e	

* Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (Kontrol, Su, %0,20 Kitosan, %0,40 Kitosan ve %0,60 Kitosan) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.



Şekil 3.12. Farklı dozlarda kitosan uygulamasının mantarlarda muhafaza süresince görünüş puanları üzerine etkisi

3.2. Farklı konsantrasyonda esansiyel yağ ilave edilmiş kitosan uygulamasının etkileri

3.2.1. Mantar Renk Ölçümleri

3.2.1.1. L* değeri

%0,2 Kitosan bazlı kaplama malzemesinin içerisine ilave edilen üç farklı konsantrasyonda esansiyel yağ karışımı, L* değerinin azalmasını hızlandırmıştır (Tablo 3.13 Şekil 3.13). Uygulamalar arasında en yüksek değişim oranı 1000 ve 2000 ppm uygulamalarında (sırası ile %10,51 ve %10,47), en düşüğü ise %5,22 ile %0,2 kitosan uygulamasında elde edilmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 3.13). Muhafaza süresince değişime baktığımızda, en önemli değişim 4.günde (%10,52 düşüş) meydana gelmiştir.

Tablo 3.13. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince renk L* değerindeki değişimler (%)

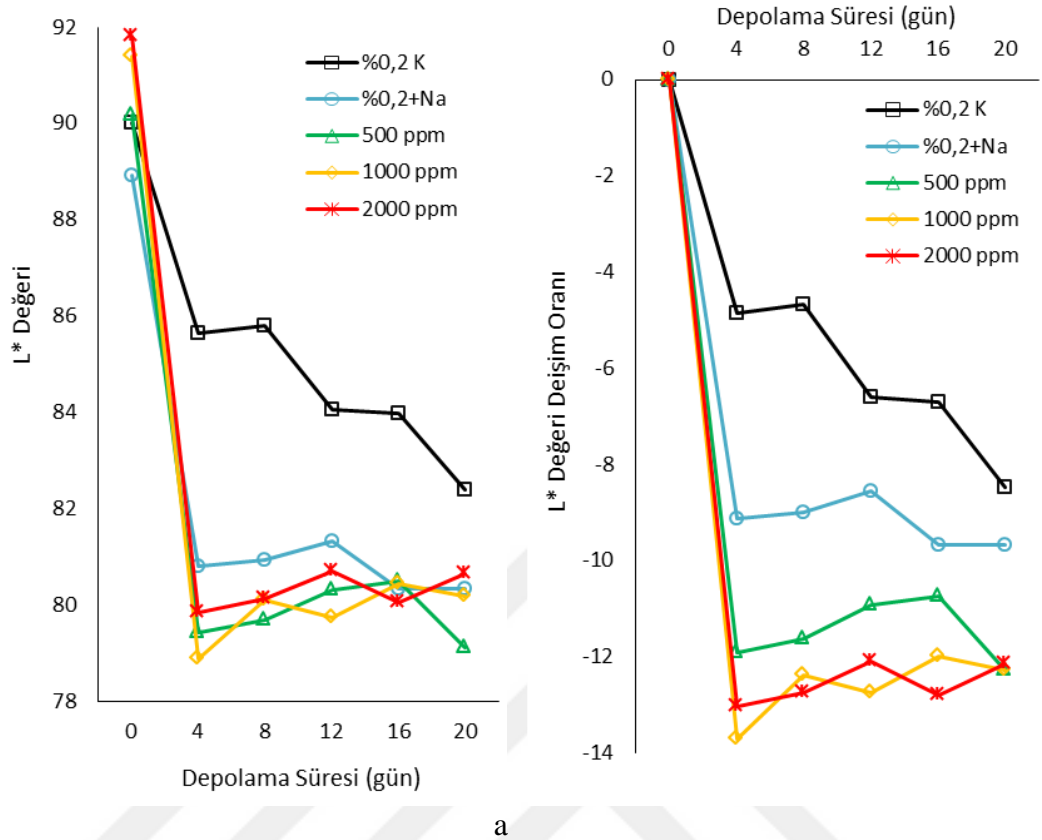
Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.**
	0	4	8	12	16	20	
%0,20 Kitosan	0,00	-4,86	-4,67	-6,60	-6,71	-8,46	-5,22 d
%0,20 +Na	0,00	-9,12	-8,98	-8,54	-9,67	-9,66	-7,66 c
500 ppm	0,00	-11,91	-11,62	-10,93	-10,74	-12,26	-9,58 b
1000 ppm	0,00	-13,70	-12,37	-12,74	-11,99	-12,28	-10,51 a
2000 ppm	0,00	-13,03	-12,73	-12,08	-12,80	-12,14	-10,47 a
Muh. Sür. Ort.*	0,00 c	-10,52 ab	-10,07 b	-10,18 b	-10,38 ab	-10,96 a	

* Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (%0,20 Kitosan, %0,20+Na, 500 ppm, 1000 ppm ve 2000 ppm) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

3.2.1.2. a* değeri

Esansiyel yağ katkılı kitosan kaplama uygulamalarının mantarlarda a* değeri üzerine olan etkileri Tablo 3.14 Şekil 3.14'de verilmiştir. Depolama süresinin a* değerinin değişimine bakıldığında tüm uygulamalarda az ya da çok arttığı, 4.günde bu artışın oldukça fazla olduğu görülmektedir. Değişim oranlarındaki durumda ise, 4. günde %647,09 oranında artarken, başlangıç ile diğer analiz dönemleri (4., 8., 12., 16., ve 20. günler) arasındaki farklılık önemli iken bu zamanların kendi aralarında önemli



Şekil 3.13. Farklı dozlarda kitosan uygulanan mantarlarda muhafaza süresince L* değerleri (a) ve L* değerindeki değişim oranları (b)

Tablo 3.14. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince renk a* değerindeki değişimler (%)

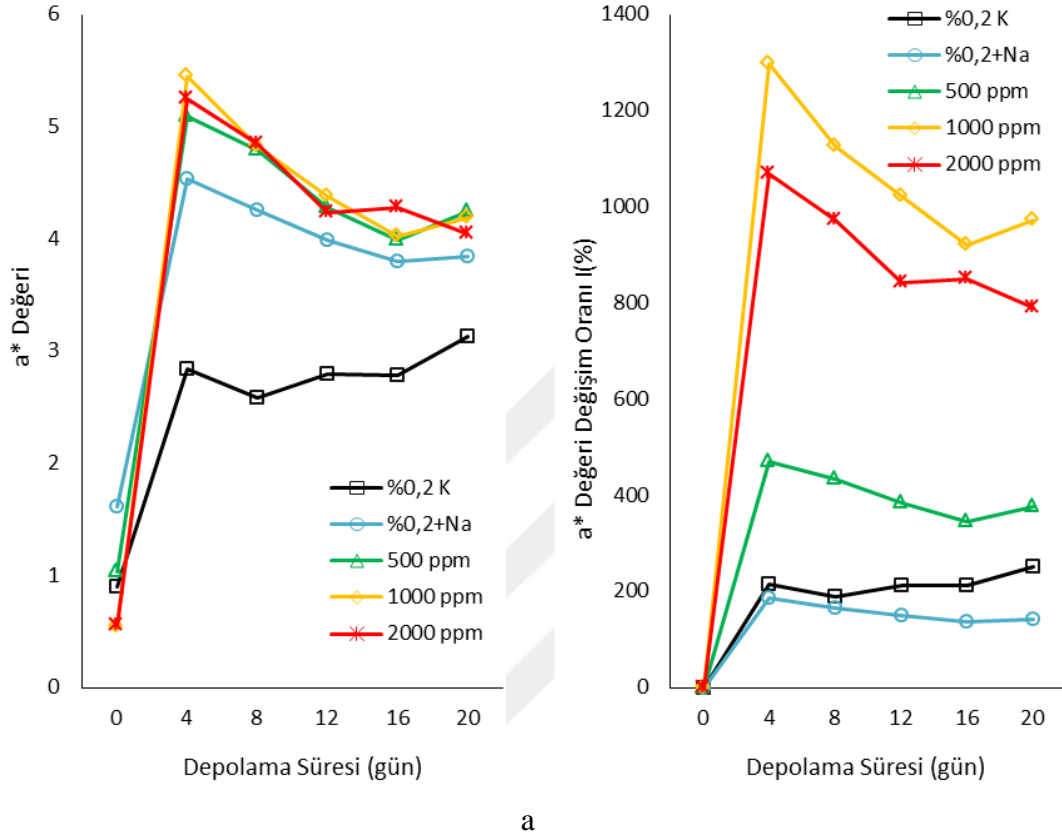
Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.**
	0	4	8	12	16	20	
%0,20 Kitosan	0,00	215,54	187,48	212,18	211,38	250,62	179,53 a
%0,20 +Na	0,00	185,88	166,05	149,18	137,14	141,02	129,88 a
500 ppm	0,00	469,21	433,77	384,60	345,64	376,25	334,91 a
1000 ppm	0,00	1296,52	1125,73	1022,27	919,68	972,64	889,47 b
2000 ppm	0,00	1068,31	973,30	842,44	849,09	790,19	753,89 b
Muh. Sür. Ort.*	0,00 b	647,09 a	577,26 a	522,13 a	492,59 a	506,14 a	

* Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (%0,20 Kitosan, %0,20+Na, 500 ppm, 1000 ppm ve 2000 ppm) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

bir fark göstermediği belirlenmiştir. Uygulamaların a* değeri üzerindeki etkisine bakıldığında en düşük ortalama değişim oran %0,2+Na uygulamasında tespit

edilirken, en yüksek değişim oranı ise 1000 ppm (%889,47) ve 2000 ppm (%753,89) uygulamalarında belirlenmiştir. 1000 ppm ve 2000 ppm uygulaması ile diğer uygulamalar arasındaki fark $p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.



Şekil 3.14. Farklı dozlarda kitosan uygulanan mantarlarda muhafaza süresince a* değerleri (a) ve a* değerlerindeki değişim oranları (b)

3.2.1.3. b* değeri

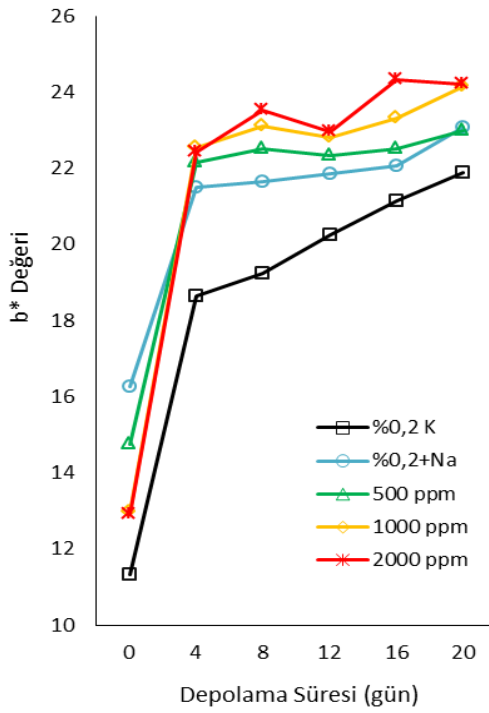
Mantarlarda b* değeri üzerine kitosan+esansiyel yağ karışımı uygulamalarının etkileri Tablo 3.15 Şekil 3.15’de verilmektedir. Uygulamalar arasında en düşük b* değeri değişim oranı %29,43 ile %0,2+Na uygulamasında belirlenirken en yüksek oran ise 2000 ppm uygulamasında -68,61 olarak tespit edilmiştir. b* değerinde %0,2 kitosan, 1000 ppm ve 2000 ppm aynı istatistiksel grupta yerelmiştir. Depolama süresince de muhafazanın ilerlemesiyle birlikte b* değeri değişim oranları düzenli olarak artmış ve 20.gün sonunda ortalama %73,13 seviyesine yükselmiştir. Muhafaza süresince oluşan farklar da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Tablo 3.15. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince renk b* değerindeki değişimler (%)

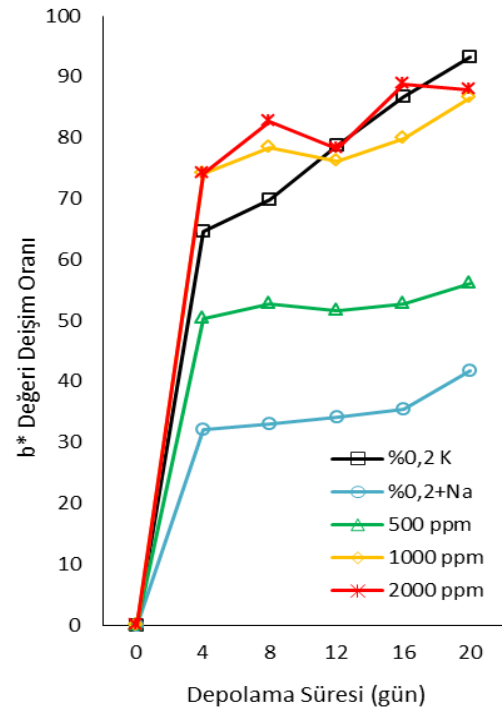
Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.**
	0	4	8	12	16	20	
%0,20 Kitosan	0,00	64,69	69,86	78,86	86,82	93,36	65,60 c
%0,20 +Na	0,00	32,05	33,01	34,25	35,52	41,77	29,43 a
500 ppm	0,00	50,25	52,70	51,58	52,76	56,05	43,89 b
1000 ppm	0,00	74,12	78,33	76,21	79,99	86,58	65,87 c
2000 ppm	0,00	74,10	82,63	78,19	88,82	87,90	68,61 c
Muh. Sür. Ort.*	0,00 a	59,04 b	63,31 ab	63,82 ab	68,78 cd	73,13 d	

* Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (%0,20 Kitosan, %0,20+Na, 500 ppm, 1000 ppm ve 2000 ppm) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.



a



b

Şekil 3.15. Farklı dozlarda kitosan uygulanan mantarlarda muhafaza süresince b* değerleri (a) ve b değerindeki değişim oranları (b)

3.2.1.4. Kahverengileşme İndeksi (KI)

Yürüttüğümüz çalışmada depolama süresince KI'nde ortalama %125,33 oranında bir artış meydana gelmiştir (Tablo 3.16 ve Şekil 3.16). KI'nin %87,6'sı ilk dört günde gerçekleşmiştir. Muhafaza süresince meydana gelen farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En düşük KI değişim oranı %0,2+Na uygulamasında tespit edilirken bunu 500 ppm takip etmiştir. %0,2 kitosan, 1000 ppm ve 2000 ppm uygulamalarında KI değişim oranı oldukça yüksek çıkmış ve bu uygulamalar ile diğer uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Tablo 3.16. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince kahverengileşme değerindeki değişimler

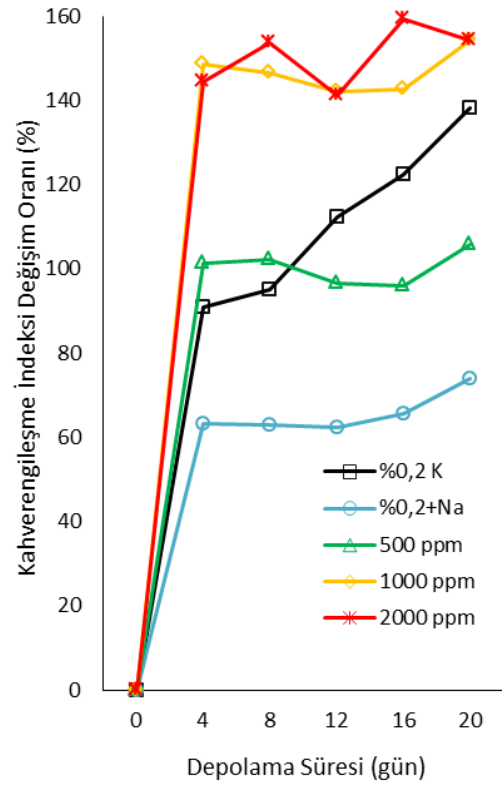
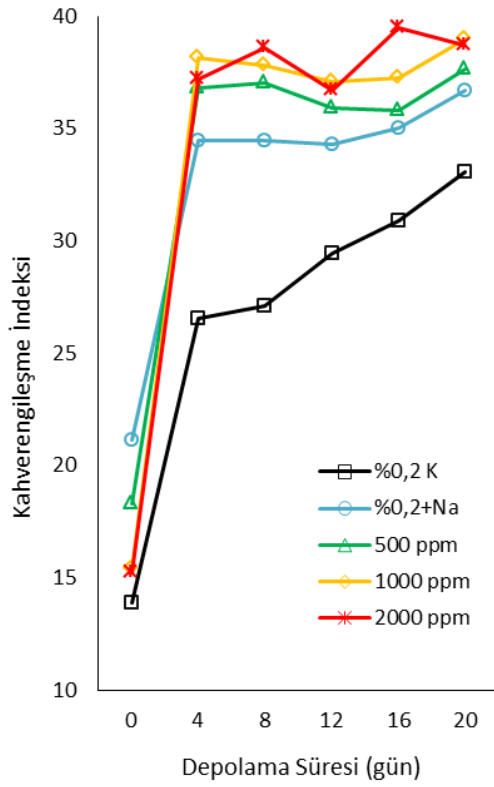
Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.**
	0	4	8	12	16	20	
%0,20 Kitosan	0,00	90,99	95,21	112,26	122,53	138,29	93,21 c
%0,20 +Na	0,00	63,33	63,05	62,45	65,68	73,91	54,74 a
500 ppm	0,00	101,31	102,34	96,53	96,03	105,92	83,69 b
1000 ppm	0,00	148,67	146,45	142,02	142,72	154,29	122,36 c
2000 ppm	0,00	144,64	153,61	141,17	159,34	154,23	125,50 c
Muh. Sür. Ort.*	0,00 a	109,79 b	112,13 bc	110,89 bc	117,26 bc	125,33 c	

* Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (%0,20 Kitosan, %0,20+Na, 500 ppm, 1000 ppm ve 2000 ppm) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

3.2.1.5. Beyazlık İndeksi (BI)

Esansiyel yağ ve kitosan kaplama uygulamalarının mantarda BI üzerine olan etkileri Tablo 3.17 ve Şekil 3.17'de verilmiştir. Depolama sürecince en yüksek ortalama BI değişimi 20. günde %16,67 oranında azalma şeklinde olmuştur. Yine diğer renk verilerinde olduğu gibi BI'nde de ilk dört günde en fazla düşüş meydana gelmiştir. Uygulamalar arasında da en az değişim %0,2 Kitosan (%10,40) ve %0,20+Na (%10,18) uygulamalarında belirlenirken, bunu 500 ppm takip etmiştir. Tablo 3.17'de de görülebileceği gibi hem uygulamalar arasında hemde muhafaza süreleri arasında $p < 0,05$ düzeyinde önemli farklılıklar vardır.



a

b

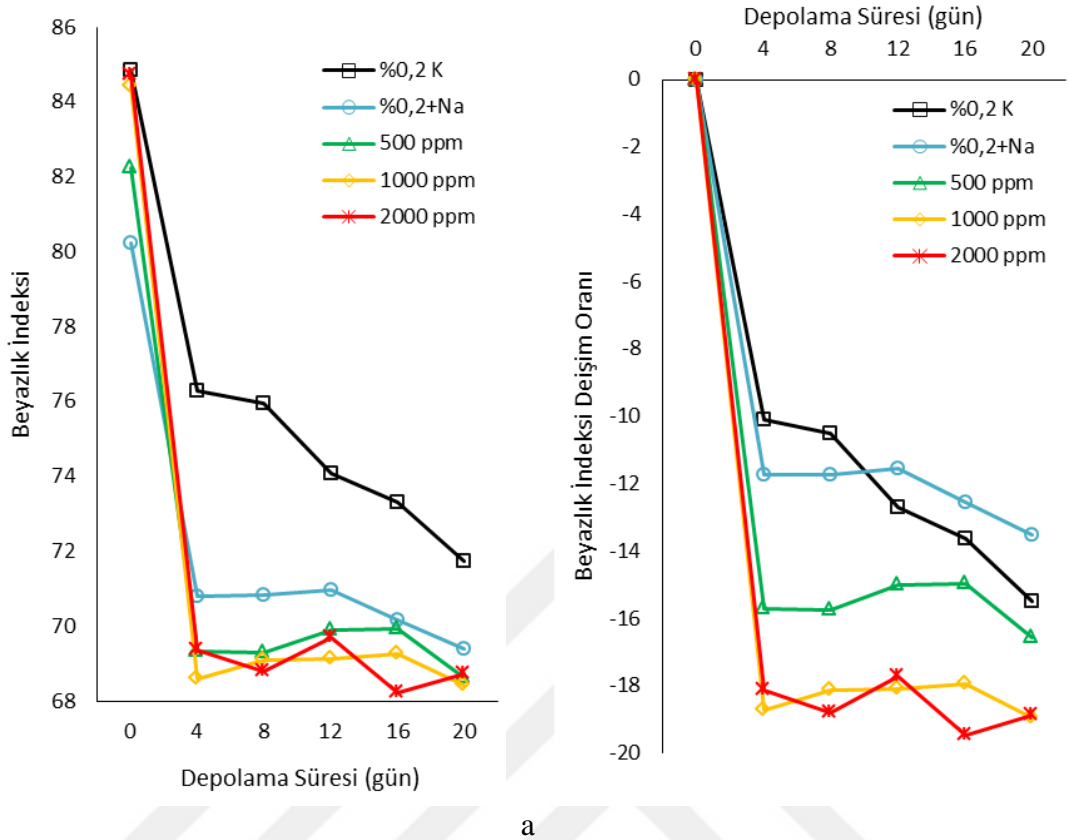
Şekil 3.16. Farklı dozlarda kitosan uygulanan mantarlarda muhafaza süresince kahverengilik indeksi değerleri (a) ve kahverengilik indeksi değişim oranları (b)

Tablo 3.17. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince beyazlık değerindeki değişimler

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.**
	0	4	8	12	16	20	
%0,20 Kitosan	0,00	-10,11	-10,49	-12,71	-13,61	-15,48	-10,40 a
%0,20 +Na	0,00	-11,74	-11,73	-11,54	-12,56	-13,50	-10,18 a
500ppm	0,00	-15,69	-15,74	-14,99	-14,96	-16,56	-12,99 b
1000ppm	0,00	-18,73	-18,14	-18,07	-17,94	-18,93	-15,30 c
2000ppm	0,00	-18,11	-18,78	-17,71	-19,45	-18,86	-15,49 c
Muh. Sür. Ort.*	0,00 a	-14,88 b	-14,98 b	-15,01 b	-15,70 c	-16,67 d	

* Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (%0,20 Kitosan, %0,20+Na, 500 ppm, 1000 ppm ve 2000 ppm) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.



Şekil 3.17. Farklı dozlarda kitosan uygulanan mantarlarda muhafaza süresince beyazlık indeksi değerleri (a) ve beyazlık indeksi değişim oranları (b)

3.2.1.6. Delta (ΔE) Değeri

Esansiyel yağ katkılı kitosan kaplama uygulamalarının mantarda toplam renk değişimi olarak bilinen Delta (ΔE) değeri üzerine olan etkileri Tablo 3.18 Şekil 3.18'de gösterilmiştir. Araştırma sonuçları incelendiğinde muhafaza süresinin artması ile birlikte ΔE değerinin arttığı görülmektedir. Depolama süresince artar bu değer 20. günde 14,25 olarak tespit edilmiştir. Uygulamalar arasında en düşük ΔE değeri %0,20 +Na ve %0,2 kitosan uygulamalarında tespit edilirken bunları 500 ppm takip etmiştir. En yüksek ortalama ΔE değeri ise 1000 ppm ve 2000 ppm uygulamasında gerçekleşmiştir. Analiz sonuçları istatistiki olarak değerlendirildiğinde ise $p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 3.18).

3.2.2. Ağırlık Kaybı

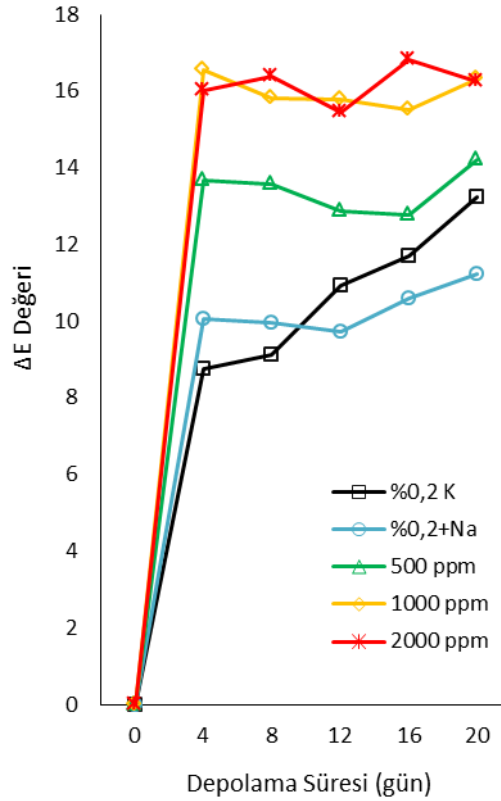
Mantarlarda muhafaza süresince düzenli olarak bir ağırlık kaybı meydana gelmiştir (Tablo 3.19 ve Şekil 3.19). Tablo incelendiğinde uygulamalar arasında en yüksek

Tablo 3.18. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince delta değerleri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.**
	0	4	8	12	16	20	
%0,20 Kitosan	0,00	8,77	9,13	10,93	11,71	13,25	8,97 c
%0,20 +Na	0,00	10,08	9,98	9,73	10,61	11,22	8,60 c
500 ppm	0,00	13,67	13,58	12,87	12,77	14,20	11,18 b
1000 ppm	0,00	16,56	15,81	15,78	15,52	16,31	13,33 a
2000 ppm	0,00	16,03	16,39	15,44	16,84	16,27	13,49 a
Muh. Sür. Ort.*	0,00 c	13,02 b	12,98 b	12,95 b	13,49 ab	14,25 a	

* Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (%0,20 Kitosan, %0,20+Na, 500 ppm, 1000 ppm ve 2000 ppm) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.



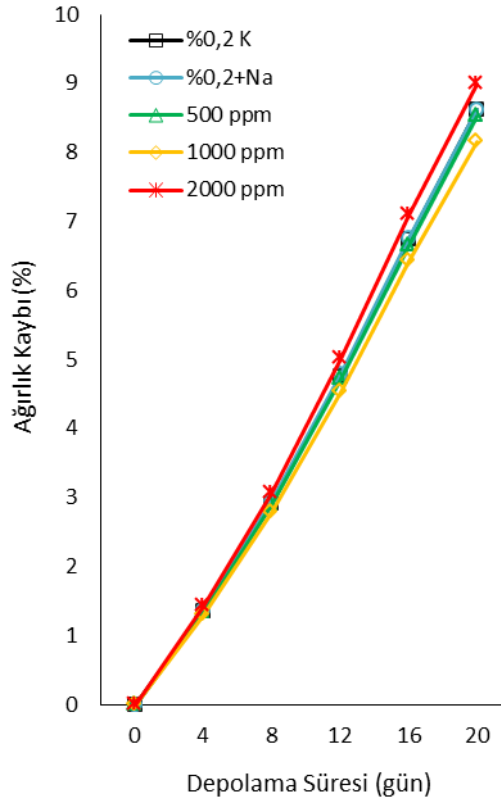
Şekil 3.18. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince Delta E değerleri

Tablo 3.19. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince ağırlık kaybı miktarı (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.**
	0	4	8	12	16	20	
%0,20 Kitosan	0,00	1,35	2,92	4,75	6,74	8,62	4,06 bc
%0,20 +Na	0,00	1,37	2,96	4,80	6,77	8,63	4,09 ab
500 ppm	0,00	1,34	2,89	4,72	6,66	8,52	4,02 bc
1000 ppm	0,00	1,29	2,79	4,54	6,42	8,16	3,87 c
2000 ppm	0,00	1,43	3,07	5,01	7,09	9,00	4,27 a
Muh. Sür. Ort.*	0,00 f	1,36 e	2,93 d	4,76 c	6,74 b	8,59 a	

* Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (%0,20 Kitosan, %0,20+Na, 500 ppm, 1000 ppm ve 2000 ppm) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.



Şekil 3.19. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince ağırlık kaybı miktarı (%)

ağırlık kaybının ortalama %4,27 ile 2000 ppm’de olduğu görülürken en düşük ağırlık kaybının ise ortalama %3,87 değeriyle 1000 ppm uygulamasında tespit edilmiştir. 20.

günde 2000 ppm uygulamasında ağırlık kaybı %9,0'a ulaşmıştır. Sonuçlar istatistiki olarak incelendiğinde ise uygulamalar arasında ve muhafaza sürelerinde oluşan farklılığın $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

3.2.3. Tekstür (Elastikiyet)

Esansiyel yağ katkılı kitosan kaplama malzemesinin mantarlarda hasat sonrası elastikiyet üzerine etkileri Tablo 3.20 ve Şekil 3.20'de verilmektedir. Yapılan uygulamaların mantar tekstürüne olan etkilerine bakıldığında uygulamaların elastikiyet ölçüm değerlerinin birbirine yakın olduğu görülürken, en yüksek elastikiyet değerinin 99,25 N ile 2000 ppm uygulamasında ölçülürken en düşük değer ise 91,33 N ile 1000 ppm uygulamasında ölçülmüştür. Uygulamaların sonuçları istatistiki olarak incelendiğinde ise tesadüf olduğu görülmüştür. Zamana bağlı olarak yapılan analizler incelendiğinde ise en yüksek elastikiyet değerinin dördüncü günde 114,16 N olarak ölçülürken en düşük ortalama değerinin ise yirminci günde 70,31 N olduğu görülmektedir. Sonuçlar istatistiki olarak incelendiğinde ise $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür.

Tablo 3.20. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince elastikiyet değeri (N)

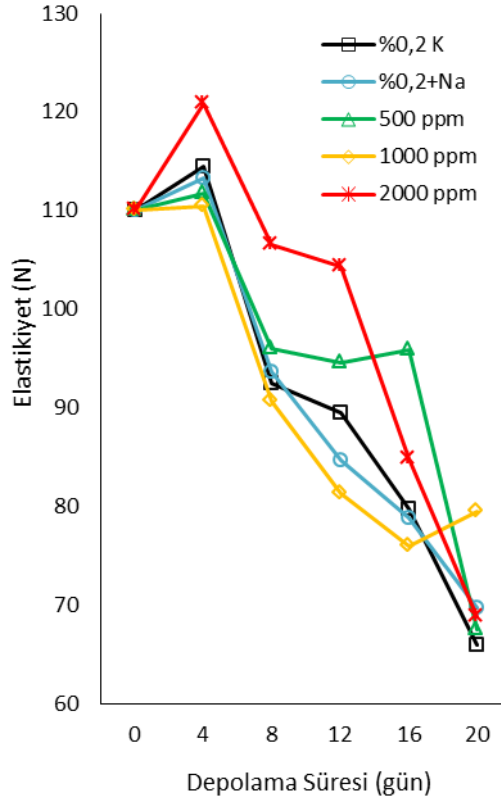
Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.**
	0	4	8	12	16	20	
%0,20 Kitosan	110,02	114,44	92,56	89,45	79,73	65,89	92,01 a
%0,20 +Na	110,02	113,32	93,69	84,70	78,84	69,68	91,71 a
500 ppm	110,02	111,81	95,97	94,61	95,89	67,56	95,98 a
1000 ppm	110,02	110,41	90,67	81,30	76,01	79,54	91,33 a
2000 ppm	110,02	120,81	106,62	104,34	84,83	68,87	99,25 a
Muh. Sür. Ort.*	110,02 a	114,16 a	95,90 b	90,88 bc	83,06 c	70,31 d	

* Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (%0,20 Kitosan, %0,20+Na, 500 ppm, 1000 ppm ve 2000 ppm) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

3.2.4. Açılma miktarı

Esansiyel yağ katkılı kitosan kaplama malzemesinin mantarlarda hasat sonrası açılma miktarı üzerine etkileri Tablo 3.21 ve Şekil 3.21'de verilmiştir. Muhafaza süresince



Şekil 3.20. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince elastikiyet değeri (N)

farklı dönemlerde yapılan analizler incelendiğinde uygulamalar arasında en yüksek açılma miktarı ortalama 3,34 mm ile 2000 ppm uygulamasında görülürken en düşük açılma miktarı ise ortalama 1,81 mm değeriyle %0,2+Na uygulamasında olduğu görülmektedir. Farklı depolama sürelerinde yapılan analizlerin ortalamasına bakıldığında ise muhafazanın ilerlemesi ile birlikte açılma ortalamalarının da arttığı görülmektedir. En yüksek açılma ortalamasının yirminci günde 4,73 mm olduğu görülürken en düşük değerin ise 1,62 ile dördüncü günde olduğu görülmektedir. Sonuçları istatistiki olarak incelendiğinde ise $p < 0,05$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür.

3.2.5. Sap uzunluğu

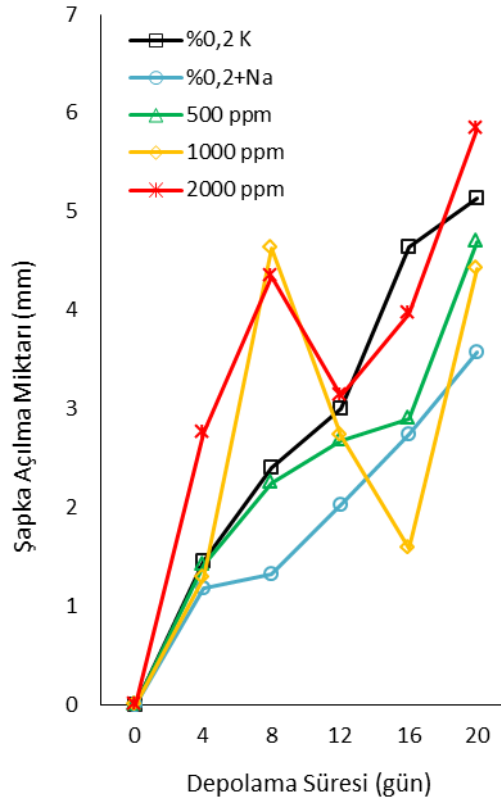
Depolama süresince mantarlarda saplarda az da olsa bir uzama meydana gelmiştir (Tablo 3.22 ve Şekil 3.22). Uygulamaların sap uzamasına olan etkisi tabloda incelendiğinde istatistiksel olarak önemli bir fark elde edilmemiş, farklılıkların

Tablo 3.21. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince açılma miktarı (mm)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.**
	0	4	8	12	16	20	
%0,20 Kitosan	0,00	1,45	2,41	3,00	4,64	5,14	2,77 b
%0,20 +Na	0,00	1,18	1,32	2,03	2,74	3,58	1,81 c
500 ppm	0,00	1,41	2,25	2,68	2,90	4,69	2,32 b
1000 ppm	0,00	1,29	4,63	2,73	1,59	4,42	2,44 b
2000 ppm	0,00	2,75	4,34	3,13	3,97	5,84	3,34 a
Muh. Sür. Ort.*	0,00 d	1,62 c	2,99 b	2,71 b	3,17 b	4,73 a	

* Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (%0,20 Kitosan, %0,20+Na, 500 ppm, 1000 ppm ve 2000 ppm) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.



Şekil 3.21. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince açılma miktarı (mm)

tesadüften kaynaklandığı belirlenmiştir. Depolama süresince farklı günlerde yapılan analiz verileri incelendiğinde ise en fazla sap uzamasının 16. günde 25,71 mm

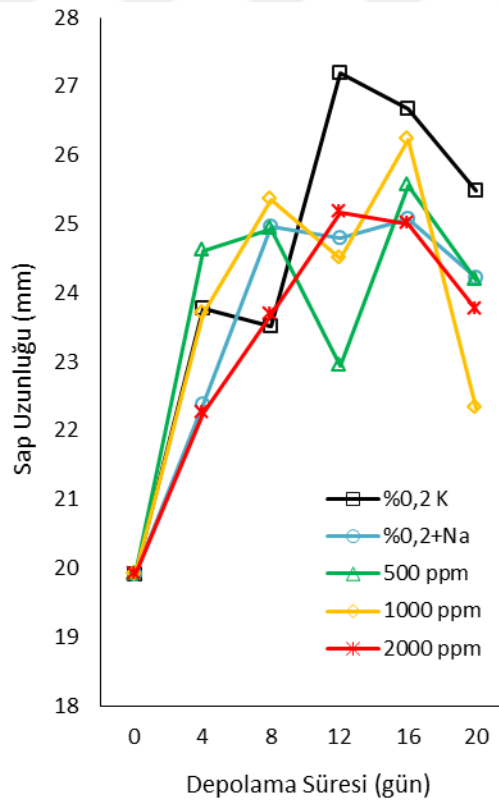
olduğu görülürken en az sap uzaması ise 4. günde 23,35 mm ortalama değerinin olduğu görülmektedir. Sonuçlar istatistiki olarak incelendiğinde $p < 0,05$ düzeyinde oluşan farklılığın önemli olduğu görülmüştür.

Tablo 3.22. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince sap uzunluğu miktarı (mm)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.**
	0	4	8	12	16	20	
%0,20 Kitosan	19,91	23,77	23,52	27,20	26,68	25,48	24,43 a
%0,20 +Na	19,91	22,39	24,97	24,80	25,08	24,23	23,56 a
500 ppm	19,91	24,61	24,93	22,94	25,56	24,18	23,69 a
1000 ppm	19,91	23,71	25,35	24,51	26,23	22,33	23,67 a
2000 ppm	19,91	22,25	23,68	25,17	25,01	23,76	23,30 a
Muh. Sür. Ort.*	19,91 c	23,35 b	24,49 ab	24,92 ab	25,71 a	24,00 ab	

* Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (%0,20 Kitosan, %0,20+Na, 500 ppm, 1000 ppm ve 2000 ppm) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.



Şekil 3.22. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince sap uzunluğu miktarı (mm)

3.2.6. Şapka çapı

Esansiyel yağ+kitosan kaplama uygulamalarının mantarlarda şapka çapına etkisi Tablo 3.23 ve Şekil 3.23’de gösterilmektedir. Depolama süresince uygulamaların şapka çapı değişimi üzerine etkisine bakıldığında en büyük, şapka çapı değeri en büyük uygulama %0,2 kitosan (51,35 mm) ve 2000 ppm uygulamasında (51,21 mm) belirlenirken, en küçük şapka çapı değeri 48,97 mm ile %0,2+Na uygulamasında tespit edilmiştir. Muhafaza başlangıcında mantarların ortalama şapka çapı 48,53 mm iken depolamanın son gününde bu değer 51,48 mm’ye yükselmiştir. Tablo 3.23’te de görüldüğü gibi hem uygulama ortalamaları hem de analiz dönemleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Tablo 3.23. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince şapka çapı (mm)

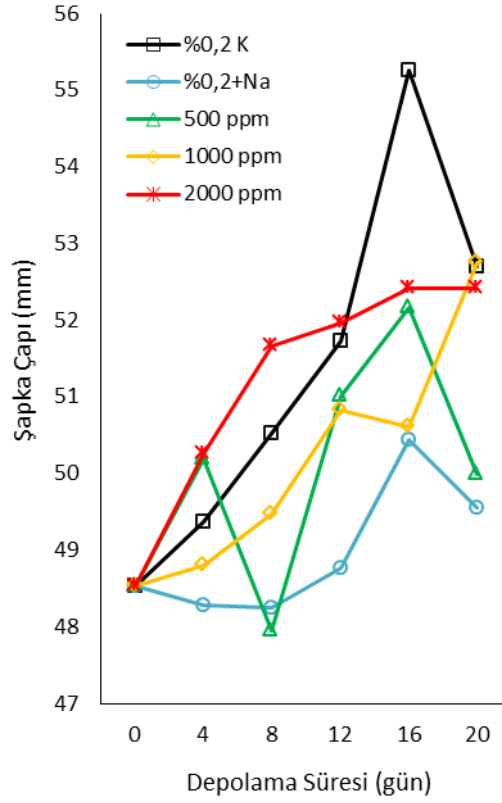
Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.**
	0	4	8	12	16	20	
%0,20 Kitosan	48,53	49,38	50,52	51,73	55,27	52,70	51,35 a
%0,20 +Na	48,53	48,29	48,25	48,77	50,45	49,56	48,97 b
500 ppm	48,53	50,20	47,95	51,01	52,17	49,99	49,97 ab
1000 ppm	48,53	48,80	49,48	50,82	50,61	52,75	50,17 ab
2000 ppm	48,53	50,26	51,66	51,97	52,41	52,42	51,21 a
Muh. Sür. Ort.*	48,53 c	49,39 bc	49,57 bc	50,86 ab	52,18 a	51,48 a	

* Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (%0,20 Kitosan, %0,20+Na, 500 ppm, 1000 ppm ve 2000 ppm) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

3.2.7. Görünüş

Esansiyel yağ katkılı kitosan kaplama malzemesinin mantarlarda hasat sonrası görsel kalite üzerine etkileri Tablo 3.24 ve Şekil 3.24’de verilmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek puan, %0,2 Kitosan uygulamasında (4,24), en düşük puan ise 500 ppm uygulamasında (2,93) tespit edilmiştir. Uygulama ortalamaları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 3.24). Başlangıçta 5 olan görsel puanlar, düzenli olarak azalarak 20.günde 2,97’e düşmüştür. Bu değerler arasında da önemli farklılık belirlenmiştir ($p<0,05$).



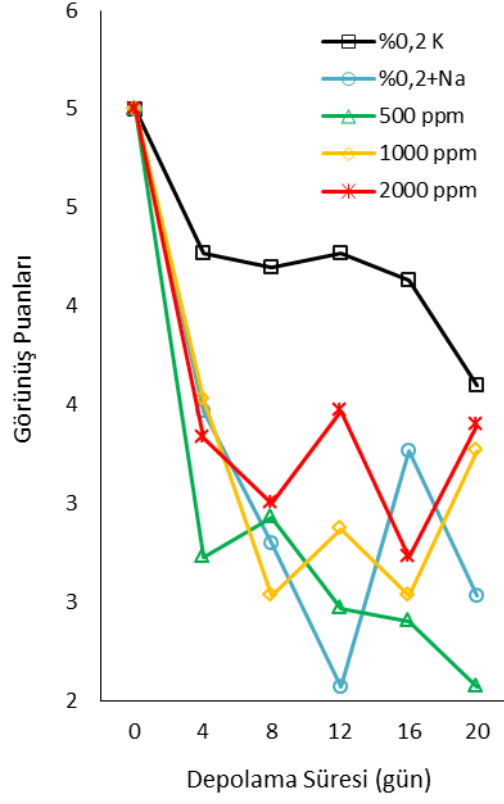
Şekil 3.23. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince şapka çapı (mm)

Tablo 3.24. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince görünüş testi değişimleri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.**
	0	4	8	12	16	20	
%0,20 Kitosan	5,00	4,27	4,20	4,27	4,13	3,60	4,24 a
%0,20 +Na	5,00	3,47	2,80	2,07	3,27	2,53	3,19 bc
500 ppm	5,00	2,73	2,93	2,47	2,40	2,07	2,93 c
1000 ppm	5,00	3,53	2,53	2,87	2,53	3,27	3,29 bc
2000 ppm	5,00	3,33	3,00	3,47	2,73	3,40	3,49 b
Muh. Sür. Ort.*	5,00 a	3,47 b	3,09 bc	3,03 c	3,01 c	2,97 c	

* Muhafaza süresince analiz dönemlerinde (0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde) farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.

** Farklı harfleri içeren uygulama (%0,20 Kitosan, %0,20+Na, 500 ppm, 1000 ppm ve 2000 ppm) ortalamaları arasında %5 hata sınırları içinde önemli farklılık vardır.



Şekil 3.24. Farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan mantarlarda muhafaza süresince görünüş testi değişimleri

4.TARTIŞMA

Mantarın diğler bahçe bitkileri ürünleri ile karşılaştırıldığında doku ve hücresel açıdan oldukça önemli farklılıkları bulunmaktadır. Özellikle hassas bir dış yüzeye sahip olması, epidermis/kutikula benzeri bir koruyucu katmana sahip olmaması hasat sonrası kalite kayıplarının oldukça hızlı olmasına neden olmaktadır (Zhang ve diğ., 2018, Mahajan ve diğ., 2008). Bu nedenle yüzey kısmının desteklenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Ticari olarak da etkinliğini ispatlayan MAP yada polimerik ambalajlar bu amaçla yaygın olarak kullanılmaktadır (Çavuşoğlu 2018, Çavuşoğlu ve Gökçenay 2018, Lin ve diğ., 2017). Bu ambalajlar, başta su kaybı ve solunumu azaltması olmak üzere, metabolik kayıpları önemli ölçüde azaltmaktadır. Ancak yine de 5°C’de depolama süresi maksimum 10-16 güne kadar uzatılabilmektedir (Oz ve diğ., 2015). İyi ambalaj ve depolama koşullarında başta kahverengileşme ve pörsüme olmak üzere birçok kalite kaybı gerçekleşmekte, sonuç olarak tüketiciler tarafından tercih edilebilirliği azalmaktadır (Martinez ve Whitaker 1995). Ayrıca Ülkemizde bilgisiz ve bilinçsiz mantar toplanmasından kaynaklanan hatalar sonucu mantar zehirlenmeleri haberleri ile görsel kalitesi düşük mantarlar birleştğinde iç piyasadaki mantar tüketimi daha da olumsuz etkilenmektedir (Pekşen ve Kaplan 2017). Bu nedenle son yıllarda ambalaj ve soğuk muhafazaya ilave olarak yüzey kaplama uygulamalarının kullanımına yönelik çalışmalar hız kazanmıştır (Eissa, 2007, Nasiri ve diğ., 2017).

Yürüttüğümüz çalışmada, beyaz şapkalı mantarda (*A.bisporus*) geleneksel ve ticari olarak kullanılan soğuk muhafaza ve polimerik ambalajlamaya ilave olarak, kitosan kaplama ile esansiyel yağ katkılı kitosan kaplamaların mantarların hasat sonrası kalite üzerine etkileri incelenmiştir.

Mantarlardaki, özellikle beyaz şapkalı mantarlardaki en önemli kalite parametresi renktir. Bu mantarlarda beyaz renk hasattan sonra kahverengiye dönmektedir. (Ding ve diğ., 2016). Özellikler dokulardaki fenolik bileşikler, oksijen varlığı altında PPO ve POD gibi enzimlerin aktivitesi sonucunda kahverenkli melanine dönüşür (Hu ve

diğ., 2015, Dokhanieh ve Aghdam 2016, Jiang, 2013). MAP ambalaj içerisinde düşük O₂ varlığı kahverengileşmeyi yavaşlatmaktadır (Oz ve diğ., 2015). Düşük O₂ varlığı yanısıra ekstrem yüksek O₂ varlığı da kahverengileşmeyi geciktirmektedir. Jiang (2013)'ın yaptığı çalışmada %100 oksijenli ortamda aljinat ile kaplanmış mantarlarda kahverengileşme geciktirilmiş, PPO, POD aktivitesi inhibe edilmiştir. Düşük sıcaklıkta depolama da kahverengileşmeyi geciktirmede etkilidir (Mohapatra ve diğ., 2010). Kaplama çalışmalarındaki hedeflerden birisi ürün iç atmosferi ile dış atmosfer arasındaki gaz geçişinin sınırlandırılarak iç atmosferi değiştirmektir. Kitosan kaplamada üründe değiştirilmiş bir iç atmosfer oluşturmak amacı ile yaptığımız çalışmada renk ölçümlerinde artan konsantrasyonların hem L* değerini hem de beyaz indeksi değerlerini azaltmış, kahverengilik indeksi değerlerini artırmıştır. Uygulamalardan %0,2 kitosan uygulaması kontrol ve su uygulamasına yakın sonuçlar vermiştir. Esansiyel yağ kitosan kombinasyonunda ise 500 ppm esansiyel yağ katkısı kahverengileşmeyi %0,2 kitosana göre kısmen geciktirmiştir. Hesham, (2007), farklı dozlardaki (0,5; 1, 2 g /100 mL) kitosan kaplamanın renk değişimini geciktirdiğini bildirmiştir. Bizim çalışmamızda ise kitosanın renk korumada etkinliği olmadığı gibi doz artışı ile birlikte kahverengileşmenin arttığı gözlenmiştir. Kumar (2000), kitosanın tek başına kullanımının gaz (karbondioksit ve oksijen) geçirgenliği konusunda zayıf kaldığını, diğer bir ifade ile doku içerisindeki oksijenin seviyesini düşürmede etkili olmadığını bildirmektedir. Bu durumda enzim aktivitelerini engellemek yerine hızlandırmış olabileceği düşünülmüştür. Nitekim Sañudo ve diğ., (2009) ile Shao ve diğ., (2012)'de kitosanın etkinliğini artırmak için diğer uygulamalarla birleştirilmesini önermişlerdir. Gerek L* değeri (92,81-79,11) ve gerekse kahverengileşme indeksi değerleri (11,10-38,69) Oz ve diğ., (2015)'nin sonuçları ile benzerdir.

Mantarların yüzey yapısı ve hızlı metabolizmasına bağlı olarak su kaybı, dolayısıyla da yüksek ağırlık kaybı göstermektedir (Singh ve diğ., 2010). Kitosan seviyesinin artması, su kaybını artırmıştır. Ancak %0,2 kitosan uygulaması sınırlı seviyede de olsa ağırlık kaybını azaltmıştır. Esansiyel yağ uygulamaları ağırlık kaybı üzerinde önemli değişiklikler oluşturmamış, hatta 2000 ppm esansiyel yağ ilavesi ağırlık kaybını önemli derecede yükseltmiştir. Kitosan ve EYK dozunun artması ile ağırlık kaybının artmasının nedeninin, mantar yüzey yapısını tahrip ederek dokulardan su

çıkışını kolaylaştırmış olabileceği tahmin edilmektedir. Burada kullanılan kitosanın pH'sı 5,2 olarak ayarlanması yerine daha yüksek pH kullanılması gelecek çalışmalarda planlanmalıdır. Bu pH seviyeleri mantar için uygun olmayabilir. Yürüttüğümüz çalışmanın birinci kısmında maksimum %6,97, ikinci kısmında ise maksimum %9,0 ağırlık kaybı meydana gelmiştir. İki deneme arasında bu seviyede bir farklılığın olması, üretim sistemindeki bir farklılık ya da farklı flaşların etkisinden kaynaklanmış olabilir. Oz ve diğ., (2015)'nin yaptıkları çalışmada maksimum %4 seviyesinde ağırlık kaybı meydana gelmiştir. Buradaki farklılık da kullanılan ambalaj malzemesinin geçirgenliğine bağlı olabilir. Taghizadeh ve diğ., (2010) farklı ambalaj malzemelerinde ağırlık kaybını önemli derecede etkilediğini bildirmişlerdir.

Su kaybı ve büyümeye bağlı olarak mantar dokularında gevşeme meydana gelmektedir. Bu bağlamda sertlik ve elastikiyet azalmaktadır. Yapısı ve şeklinden dolayı mantarlarda sertlik ölçmek yerine elastikiyet (esneme direnci) yada kesme direnci ölçmek daha anlamlı olmaktadır. Çalışmamızda elastikiyet değerlerinde depolama süresince önemli seviyede azalma meydana gelmiş, ancak uygulamalar arasında önemli fark tespit edilmemiştir.

Açılma miktarı bakımından düşük kitosan uygulaması (%0,2) diğer uygulamalara göre daha başarılı olmuş, uçucu yağ uygulamalarının bu bakımdan etkisi olmamıştır. Açılma miktarı ile ağırlık kaybı arasında doğru orantılı ilişki vardır (Jiang ve diğ., 2011). Yürüttüğümüz çalışmada da bu ilişki delilenmiştir. En düşük ağırlık kaybı olan %0,2 kitosan uygulamasında en düşük açılma seviyesi belirlenmiştir. Açılma miktarının, sap uzunluğunun ve şapka çapının kitosan dozu arttıkça arttığı görülmektedir. Bu durum su uygulananlarda da belirlenmiştir. Bu durumun iki nedeni olabilir. Birincisi su hücrelerin genişlemesini ve bölünmesini teşvik ediyor olabilir. İkincisi ise bir karbonhidrat olan kitosanın mantar hücreleri tarafından kullanılabilmesi şeklinde olabilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı konsantrasyonlarda kitosan kullanımının esansiyel yağ karışımı ile birleştirilmesinin beyaz şapkalı mantarlarda hasat sonrası kaliteyi koruması üzerindeki etkilerini incelediğimiz çalışmada, kitosan literatürde önerilen dozlarda kullanıldığında mantarda kahverengileşmeyi engellemede çok etkili olmamıştır. En düşük doz olan %0,2 konsantrasyonunda esansiyel yağ ilavesi de önemli bir fark oluşturmamıştır. Bu çalışmamız sonucunda gelecek araştırmalarda aşağıdaki konuların araştırılması uygun olabilir.

1. Bu çalışmada kullanılan 5,2 pH seviyesinin düşük olabileceği düşünülmüş, bu nedenle, farklı pH içerikli kitosan ile kaplamaya yönelik çalışmalar,
2. Daha düşük kitosan konsantrasyonları kullanımına yönelik çalışmalar,
3. Kitosanın gaz geçirgenlik özelliğini geliştirmeye yönelik katkıların ilavesine yönelik çalışmalar planlanabilir.

KAYNAKLAR

Abd-Elsalam, K. A., & Khokhlov, A. R.. Eugenol oil nanoemulsion: antifungal activity against *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* and phytotoxicity on cottonseeds, *Applied Nanoscience*, 2015, **5**(2), 255-265.

Abdollahi, M., Rezaei, M., & Farzi, G. A novel active bionanocomposite film incorporating rosemary essential oil and nanoclay into chitosan, *Journal of Food Engineering*, 2012, **111**(2), 343-350.

Aday, M. S. Application of electrolyzed water for improving postharvest quality of mushroom, *LWT-Food Science and Technology*, 2016, **68**, 44-51.

Adila, S. N., Suyatma, N. E., Firlieyanti, A. S., & Bujang, A., Antimicrobial and physical properties of chitosan film as affected by solvent types and glycerol as plasticizer, *In Advanced Materials Research*, 2013, **748**, 155-159.

Aider M, Chitosan application for active bio-based films production and potential in the food industry: Review, *Food Sci Technol-LEB*, 2010, **43**, 837-842.

Al-Juhaimi, F., Ghafoor, K., & Babiker, E. E. Effect of gum arabic edible coating on weight loss, firmness and sensory characteristics of cucumber (*Cucumis sativus* L.) fruit during storage. *Pak. J. Bot*, 2012, **44**(4), 1439-1444.

Anonim, Basic Procedures for Agaricus Mushroom Growing. Penn State College of Agricultural Sciences Research, Extension, and Resident Education Programs, <https://extension.psu.edu/basic-procedures-for-agaricus-mushroom-growing>, 2017. Erişim Tarihi: 21/04/2021.

Arrebola E., Advances in Postharvest Diseases Management in Fruits ,*In: Postharvest Biology and Technology of Horticultural Crops*, 2015, 7, 244-282

Atarés, L., & Chiralt, A. Essential oils as additives in biodegradable films and coatings for active food packaging, *Trends in food science & technology*, 2016, **48**, 51 -62.

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. Biological effects of essential oils—a review, *Food and chemical toxicology*, 2008, **46**(2), 446-475.

Basım, E., Öztürk, N., & Basım, H. , Yemeklik Kültür Mantarında (*Agaricus bisporus* (J. Lge) Imbach) Yaygın Görülen Mikrobiyal Hastalıklar, *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 2017, **21**(1): 112-125

Braaksma, A., Schaap, D. J., & Schipper, C. M. A. Time of harvest determines the postharvest quality of the common mushroom *Agaricus bisporus*, *Postharvest Biology and technology*, 1999,**16**(2), 195-198.

Brennan, M., Le Port, G., Pulvirenti, A., & Gormley, R. ,The effect of sodium metabisulphite on the whiteness and keeping quality of sliced mushrooms, *LWT-Food Science and Technology*, 1999,**32**(7), 460-463.

Burton, K. S., & Maher, M. J. Modified atmosphere packaging of mushrooms-review and recent developments, *Mushroom Science*, 1991 ,**13**(2), 683-688.

Carlile, M. J., Watkinson, S. C., & Gooday, G. W. ,The fungi,*Academic Press*, 2001, 588 p.

Criado, P., Frascini, C., Shankar, S., Salmieri, S., & Lacroix, M. ,Influence of cellulose nanocrystals gellan gum-based coating on color and respiration rate of *Agaricus bisporus* mushrooms, *Journal of Food Science*, 2021, **86**(2), 420-425.

Çavuşoğlu, Ş. Modifiye atmosfer ve Metil jasmonat uygulamalarının *Agaricus bisporus*'ün hasat sonrası kalite ve muhafaza ömrüne etkileri, *Mantar Dergisi*, 2018,**9**(2), 206-218.

Çavuşoğlu, Ş., & Gökçenay, G. Farklı dozlarda uygulanan sitokininin beyaz şapkallı mantarın (*Agaricus bisporus*) muhafazası üzerine etkisi, *Mantar dergisi*, 2018, **9**(1), 80-91.

De la Plaza, J. L., Alique, R., Zamorano, J. P., Calvo, M. L., & Navarro, M. J. ,Effect of the high permeability to O₂ on the quality changes and shelf-life of fresh mushrooms stored under modified atmosphere packaging. *Mushroom Science*, 1995,**14**(2), 709-716.

Dellarosa, N., Frontuto, D., Laghi, L., Dalla Rosa, M., & Lyng, J. G. The impact of pulsed electric fields and ultrasound on water distribution and loss in mushrooms stalks.,*Food chemistry*, 2017,**236**, 94-100.

Dhall, R. K. ,Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 2013, **53**(5), 435-450.

Diamantopoulou, P., & Philippoussis, A. Cultivated mushrooms: preservation and processing, *Handbook of vegetable preservation and processing*, 2015, 495-525.

Dima, C., & Dima, S. ,Essential oils in foods: extraction, stabilization, and toxicity. *Current Opinion in Food Science*, 2015,**5**, 29-35.

Ding, Y., Zhu, Z., Zhao, J., Nie, Y., Zhang, Y., Sheng, J., ... & Tang, X. ,Effects of postharvest brassinolide treatment on the metabolism of white button mushroom

(*Agaricus bisporus*) in relation to development of browning during storage. *Food and Bioprocess Technology*, 2016, **9**(8), 1327-1334.

Erdoğan, F., Paksoy, M., Seymen, M., & Türkmen, Ö. The Effects of Different Temperature Applications on Yield and Karpofor Propertie of Mushrooms (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.) *Manas J Agr Vet Life Sci*, 2018, **8** (2), 70-77

Dokhanieh, A. Y., & Aghdam, M. S. Postharvest browning alleviation of *Agaricus bisporus* using salicylic acid treatment, *Scientia Horticulturae*, 2016, **207**, 146-151.

Domard, A., & Domard, M. ,Chitosan: structure-properties relationship and biomedical applications ,*Polymeric biomaterials*, 2001, **2**, 187-212.

Elsabee, M. Z., & Abdou, E. S. ,Chitosan based edible films and coatings: A review, *Materials Science and Engineering* ,2013, **33**(4), 1819-1841.

Elsabee MZ, Abdou ES , Chitosan based edible films and coatings: A review, *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl* 2013, **33**, 1819-1841.

Eissa, H. A. ,Effect of chitosan coating on shelf life and quality of fresh-cut mushroom, *Journal of Food Quality*, 2007, **30**(5), 623-645.

Faostat, Food and Agriculture Organization of the United Nation, Faostat. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> 2021. (Ziyaret tarihi:28.04.2021)

Fei Liu, X., Lin Guan, Y., Zhi Yang, D., Li, Z., & De Yao, K. Antibacterial action of chitosan and carboxymethylated chitosan, *Journal of applied polymer science*, 2001, **79**(7), 1324-1335.)

Finidokht S.R., Asghari M.R., Shirzad H., Effect Of Chitosan And Calcium Chloride To Reduce Postharvest Rot And Different Quality Attributes Onshah Mashhad Sweetcherry, *Journal of Horticulture Science (Agricultural Sciences and Technology)*, 2013, **26**(4):378-384 .

Gökçenay G., Çavuşoğlu Ş., Farklı Dozlarda Uygulanan Sitokininin Beyaz Şapkalı Mantarın (*Agaricus bisporus*) Muhafazası Üzerine Etkisi, *Mantar Dergisi/The Journal of Fungus*, **2018**, **9**(1):80-91.

Guan, W., Fan, X., & Yan, R. Effect of combination of ultraviolet light and hydrogen peroxide on inactivation of *Escherichia coli* O157: H7, native microbial loads, and quality of button mushrooms, *Food Control*, 2013, **34**(2), 554-559.

Guillaume, C., Schwab, I., Gastaldi, E., & Gontard, N. Biobased packaging for improving preservation of fresh common mushrooms (*Agaricus bisporus* L.), *Innovative food science & emerging technologies*, 2010, **11**(4), 690-696.

Günay, A., Mantar Yetiştiriciliği, *İlke Yayıncılık*, 2005,469 s.

Hafsa, J., ali Smach, M., Khedher, M. R. B., Charfeddine, B., Limem, K., Majdoub, H., & Rouatbi, S. Physical, antioxidant and antimicrobial properties of chitosan films containing Eucalyptus globulus essential oil. *LWT-Food Science and Technology*, . 2016,**68**, 356-364.

Hesham A. A. Eissa, Effect Of Chitosan Coating On Shelf-Life and Quality Of Fresh-Cut Mushroom , *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2008, **58**(1): 95-105.

Hesham A.A. Eissa, Effect Of Chitosan Coating On Shelf Life and Quality Of Fresh-Cut Mushroom, *Journal of Food Quality* ,2007, **30**,623–645.

Hosseini, S. F., Zandi, M., Rezaei, M., & Farahmandghavi, F. ,Two-step method for encapsulation of oregano essential oil in chitosan nanoparticles: preparation, characterization and in vitro release study, *Carbohydrate polymers*, 2013, **95**(1), 50-56.

Hu, Y. H., Chen, C. M., Xu, L., Cui, Y., Yu, X. Y., Gao, H. J., ... & Chen, Q. X. Postharvest application of 4-methoxy cinnamic acid for extending the shelf life of mushroom (*Agaricus bisporus*), *Postharvest Biology and Technology*, 2015,**104**, 33-41.

Jiang, T. ,Effect of alginate coating on physicochemical and sensory qualities of button mushrooms (*Agaricus bisporus*) under a high oxygen modified atmosphere, *Postharvest biology and technology*, 2013,**76**, 91-97.

Jiang, T., Zheng, X., Li, J., Jing, G., Cai, L., & Ying, T. ,Integrated application of nitric oxide and modified atmosphere packaging to improve quality retention of button mushroom (*Agaricus bisporus*), *Food Chemistry*, 2011, **126**(4), 1693-1699.

Jiang, Y., & Li, Y. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of longan fruit, *Food Chemistry*, 2001,**73**(2), 139-143.

Jiang, T., Feng, L., & Zheng, X. ,Effect of chitosan coating enriched with thyme oil on postharvest quality and shelf life of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*),*Journal of agricultural and food chemistry*, 2012, **60**(1), 188-196.

Jianglian, D., & Shaoying, Z. ,Application of chitosan based coating in fruit and vegetable preservation: a review, *J. Food Process. Technol*, 2013,**4**(5), 227.

Ju, J., Xu, X., Xie, Y., Guo, Y., Cheng, Y., Qian, H., & Yao, W. Inhibitory effects of cinnamon and clove essential oils on mold growth on baked foods, *Food chemistry*, 2018, **240**, 850-855.

Ju, J., Xie, Y., Guo, Y., Cheng, Y., Qian, H., & Yao, W. Application of edible coating with essential oil in food preservation, *Critical reviews in food science and nutrition*, 2019,**59**(15), 2467-2480.

Kalac, P. ,Edible mushrooms: chemical composition and nutritional value, *Academic Press*. 2016,207p.

Kerch, G. ,Chitosan films and coatings prevent losses of fresh fruit nutritional quality: A review, *Trends in Food Science & Technology*, 2015, **46**(2), 159-166.

Kerch, G., Korkhov, V. ,Effect of storage time and temperature on structure, mechanical and barrier properties of chitosan-based films,*European Food Research and Technology*, 2011, **232**(1), 17-22.

Khan, Z. U., Aisikaer, G., Khan, R. U., Bu, J., Jiang, Z., Ni, Z., & Ying, T. Effects of composite chemical pretreatment on maintaining quality in button mushrooms (*Agaricus bisporus*) during postharvest storage, *Postharvest Biology and Technology*, 2014 ,95, 36-41.

Kibar, H., Kibar, B. ,Mantar Muhafazasında Hipobarik Depolama Tekniği, *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 2015,**1**(2), 117-125.

Kumar, A., Singh, M., & Singh, G. ,Effect of different pretreatments on the quality of mushrooms during solar drying, *Journal of food science and technology*, 2013, **50**(1), 165-170.

Kumar, M. N. R. A review of chitin and chitosan applications. *Reactive and functional polymers*, 2000,**46**(1), 1-27.

Kuzgun ,N.K., İnanlı A.G., Kitosan Üretimi ve Özellikleri İle Kitosanın Kullanım Alanları , *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 2013, **6** (2), 16-21.

Lagnika, C., Zhang, M., & Mothibe, K. J. Effects of ultrasound and high pressure argon on physico-chemical properties of white mushrooms (*Agaricus bisporus*) during postharvest storage, *Postharvest biology and technology*, 2013,**82**, 87-94.

Lin, Q., Lu, Y., Zhang, J., Liu, W., Guan, W., & Wang, Z. ,Effects of high CO₂ in-package treatment on flavor, quality and antioxidant activity of button mushroom (*Agaricus bisporus*) during postharvest storage, *Postharvest Biology and Technology*, 2017,**123**, 112-118.

Liu, J., Liu, S., Zhang, X., Kan, J., & Jin, C. ,Effect of gallic acid grafted chitosan film packaging on the postharvest quality of white button mushroom (*Agaricus bisporus*), *Postharvest Biology and Technology*, 2019,**147**, 39-47.

Liu, J., Liu, S., Chen, Y., Zhang, L., Kan, J., & Jin, C. Physical, mechanical and antioxidant properties of chitosan films grafted with different hydroxybenzoic acids, *Food Hydrocolloids*, 2017, **71**, 176-186.

Liu, J., Meng, C. G., Wang, X. C., Chen, Y., Kan, J., & Jin, C. H. Effect of protocatechuic acid-grafted-chitosan coating on the postharvest quality of *Pleurotus eryngii*, *Journal of agricultural and food chemistry*, 2016, **64**(38), 7225-7233.

Louis, E., Villalobos-Carvajal, R., Reyes-Parra, J., Jara-Quijada, E., Ruiz, C., Andrades, P., ... & Beldarraín-Iznaga, T. Preservation of mushrooms (*Agaricus bisporus*) by an alginate-based-coating containing a cinnamaldehyde essential oil nanoemulsion, *Food Packaging and Shelf Life*, 2021, **28**, 100662.

Mahajan PV, Oliveira FAR and Macedo I, Effect of temperature and humidity on the transpiration rate of the whole mushrooms, *J Food Eng* , 2008, **84**, 281– 288.

Martinez, M. V., & Whitaker, J. R., The biochemistry and control of enzymatic browning, *Trends in Food Science and Technology*, 1995, **6**(6), 195-200.

Mirshekari, A., Madani, B., & Golding, J. B., Aloe vera gel treatment delays postharvest browning of white button mushroom (*Agaricus bisporus*), *Journal of Food Measurement and Characterization*, 2019, **13**(2), 1250-1256.

Mohapatra, D., Bira, Z. M., Kerry, J. P., Frías, J. M., & Rodrigues, F. A. , Postharvest hardness and color evolution of white button mushrooms (*Agaricus bisporus*), *Journal of food science*, 2010, **75**(3), E146-E152.

Morillon, V., Debeaufort, F., Blond, G., Capelle, M., & Voilley, A., Factors affecting the moisture permeability of lipid-based edible films: a review. Critical reviews in food science and nutrition, 2002, **42**(1), 67-89.

Nasiri, M., Barzegar, M., Sahari, M. A., & Niakousari, M., Tragacanth gum containing *Zataria multiflora* Boiss. essential oil as a natural preservative for storage of button mushrooms (*Agaricus bisporus*), *Food Hydrocolloids*, 2017, **72**, 202-209.

Nasiri, M., Barzegar, M., Sahari, M. A., & Niakousari, M. , Application of Tragacanth gum impregnated with *Satureja khuzistanica* essential oil as a natural coating for enhancement of postharvest quality and shelf life of button mushroom (*Agaricus bisporus*). *International journal of biological macromolecules*, 2018, **106**, 218 226.

Nasiri, M., Barzegar, M., Sahari, M. A., & Niakousari, M. , Efficiency of Tragacanth gum coating enriched with two different essential oils for deceleration of enzymatic browning and senescence of button mushroom (*Agaricus bisporus*), *Food science & nutrition*, 2019, **7**(4), 1520-1528.

Niazmand, A., Ghodusi, H. B., Shahidi, F., & Niazmand, R. ,Effects of three polysaccharide coatings on physicochemical and organoleptic properties of mushroom (*Agaricus bisporus*), *American-Eurasian Journal Agricultural & Environmental Science*, 2009,**5**, 740-744.

Nussinovitch, A., & Kampf, N. ,Shelf-life extension and conserved texture of alginate-coated mushrooms (*Agaricus bisporus*). *LWT-Food Science and Technology*, 1993,**26**(5), 469-475.

Okçu Z., Yavuz Y., Kerse S., Edible Film and Coating Applications in Fruits and Vegetables, *Alinteri J. of Agr. Sci.*, 2018,**33**(2): 221-226.

Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H., & Hosseini, S. M. H. ,Development and evaluation of a novel biodegradable film made from chitosan and cinnamon essential oil with low affinity toward water, *Food Chemistry*, 2010, **122**(1), 161-166.

Owaid, M. N., Barish, A., & Shariati, M. A. ,Cultivation of *Agaricus bisporus* (button mushroom) and its usages in the biosynthesis of nanoparticles, *Open Agriculture*, 2017, **2**(1), 537-543.

Ömür Dündar, Hatice Demircioğlu, Okan Özkaya, Burcu Dündar, Kültür Mantarlarının Muhafazası ve Kalite Özellikleri Üzerine Yapılan Araştırmalar, *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2016,**4**(3): 150-154.

Oz, A. T., Ulukanli, Z., Bozok, F., & Baktemur, G. The postharvest quality, sensory and shelf life of a *Garicus bisporus* in active map, *Journal of Food Processing and Preservation*, 2015,**39**(1), 100-106.

Pandin, C., Darsonval, M., Mayeur, C., Le Coq, D., Aymerich, S., & Briandet, R. Biofilm formation and synthesis of antimicrobial compounds by the biocontrol agent *Bacillus velezensis* QST713 in an *Agaricus bisporus* compost micromodel, *Applied and environmental microbiology*, 2019,**85**(12), e00327.

Pei, F., Yang, W. J., Shi, Y., Sun, Y., Mariga, A. M., Zhao, L. Y., ... & Hu, Q. H. ,Comparison of freeze-drying with three different combinations of drying methods and their influence on colour, texture, microstructure and nutrient retention of button mushroom (*Agaricus bisporus*) slices, *Food and bioprocess technology*, 2014,**7**(3), 702-710.

Pekşen, A., & Kaplan, M., Ordu ilinin ekonomik öneme sahip yenilebilen doğa mantarları, *Akademik Ziraat Dergisi*, 2017, **6**, 335-342.

Peng, Y., & Li, Y. ,Combined effects of two kinds of essential oils on physical, mechanical and structural properties of chitosan films, *Food Hydrocolloids*, 2014, **36**, 287-293.

Perdones, A., Sánchez-González, L., Chiralt, A., & Vargas, M., Effect of chitosan–lemon essential oil coatings on storage-keeping quality of strawberry, *Postharvest biology and technology*, 2012, **70**, 32-41.

Prabha, V., Barma, R.D., Singh, R., & Madan, A. Ozone technology in food processing: a review, *Trends in Biosciences*, 2015, **8**(16), 4031-4047.

Prakasha A., Revathy R., Paramasivamc N., Vadivela V., Essential oil based nanoemulsions to improve the microbial quality of minimally processed fruits and vegetables: A review , *Food Research International* , 2018, **111**, 509–523.

Prasad, K., Guarav, A. K., Preethi, P., & Neha, P., Edible coating technology for extending market life of horticultural produce, *Acta Scientific Agriculture*, 2018, **2**(5), 55-64.

Rabea E.I., Badawy M.E.T., Stevens C.V., Smaghe G., Steurbaut, W. , Chitosan As Antimicrobial Agent: Applications and Mode of Action, *Biomacromolecules*, 2003 **4**(6), 1457-1465.

Rhim, J. W. Increase in water vapor barrier property of biopolymer-based edible films and coatings by compositing with lipid materials, *Food Science and Biotechnology*, 2004, **13**(4), 528-535.

Royse, D. J., Baars, J., & Tan, Q., Current overview of mushroom production in the world. Zied, D. C., & Pardo-Giménez, A. (Eds.). Edible and medicinal mushrooms: *Technology and applications*, 2017, 5-13.

Ruiz-Navajas, Y., Viuda-Martos, M., Sendra, E., Perez-Alvarez, J. A., & Fernández López, J. In vitro antibacterial and antioxidant properties of chitosan edible films incorporated with *Thymus moroderi* or *Thymus piperella* essential oils, *Food Control*, 2013, **30**(2), 386-392.

Salehi, F. Edible coating of fruits and vegetables using natural gums: a review ,*International Journal of Fruit Science*, 2020, **20** (2), S570-S589.

Sami, R., Elhakem, A., Alharbi, M., Benajiba, N., Almatrafi, M., Abdelazez, A., & Helal, M. Evaluation of antioxidant activities, oxidation enzymes, and quality of nano-coated button mushrooms (*Agaricus bisporus*) during storage. *Coatings*, 2021a, **11**(2), 149.

Sami, R., Elhakem, A., Alharbi, M., Benajiba, N., Fikry, M., & Helal, M. The combined effect of coating treatments to nisin, nano-silica, and chitosan on oxidation processes of stored button mushrooms at 4 C. *Scientific Reports*, 2021b, **11**(1), 1- 9.

Sañudo MB, Siller-Cepeda J, Muy-Rangel D, Heredia JB ,Extending the shelf life of bananas with 1-methylcyclopropene and a chitosan-based edible coating, *J Sci Food Agr*,2009, **89**, 2343-2349.

Sedaghat, N., & Zahedi, Y. Application of edible coating and acidic washing for extending the storage life of mushrooms (*Agaricus bisporus*), *Food science and technology international*, 2012,**18**(6), 523-530.

Seow, Y. X., Yeo, C. R., Chung, H. L., & Yuk, H. G. ,Plant essential oils as active antimicrobial agents. *Critical reviews in food science and nutrition*, 2014,**54**(5), 625-644.

Shao XF, Tu K, Tu S, Tu J ,A Combination of Heat Treatment and Chitosan Coating Delays Ripening and Reduces Decay in “Gala” Apple Fruit. *J Food Quality* ,2012, **35**, 83-92.

Singh, P., Langowski, H. C., Wani, A. A., & Saengerlaub, S. ,Recent advances in extending the shelf life of fresh *Agaricus* mushrooms: a review, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2010,**90**(9), 1393-1402.

Sönmez S., Üras D.S., Demir E., Antalya Korkuteli Yöresinde Üretilen Kültür Mantarlarının (*Agaricus bisporus*) Beslenme Durumlarının Belirlenmesi, *Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi* 2016,**31**(3):215-219.

Taghizadeh, M., Gowen, A., Ward, P., & O'Donnell, C. P.,Use of hyperspectral imaging for evaluation of the shelf-life of fresh white button mushrooms (*Agaricus bisporus*) stored in different packaging films, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2010,**11**(3), 423-431.

TÜİK 2020. Mantar Üretimi <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> adresinden alınmıştır.(Ziyaret tarihi:21.05.2021)

URL-1. Center for Invasive Species and Ecosystem Health. [4https://www.invasive.org/browse/subinfo.cfm?sub=17103](https://www.invasive.org/browse/subinfo.cfm?sub=17103). Erişim Tarihi: 21/04/2021.

URL-2. The CABI Bioscience Database of Fungal Names (Funindex) (Index Fungorum) <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>. Erişim Tarihi: 21/04/2021.

USDA 2021. U.S. Department Of Agriculture, Agricultural Research Service. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/1103362/nutrients>.

Wasser, S.P., 2002. Medicinal mushroom as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 60, 258–274.

Xue-Mei Wang , Ji Zhang Li-Hua Wu, Yan-Li Zhao , Tao Li , Jie-Qing Li , Yuan-Zhong Wang ,Hong-Gao Liu.,A mini-review of chemical composition and nutritional value of edible wild-grown mushroom from China ,*Food Chemistry*, 2014,**151** , 279–285.

Xu, Y., Ren, X., & Hanna, M. A. Chitosan/clay nanocomposite film preparation and characterization, *Journal of applied polymer science*, 2006,**99**(4), 1684-1691.

Yıldırım, Z., Öncül, N., & Yıldırım, M., Kitosan ve antimikrobiyal özellikleri. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2016,**5**(1), 19-36.

Yu, S., Xu, X., Feng, J., Liu, M., & Hu, K., Chitosan and chitosan coating nanoparticles for the treatment of brain disease. *International journal of pharmaceutics*, 2019, **560**, 282-293.

Yuan G, Chen X., Li D., Chitosan films and coatings containing essential oils: The antioxidant and antimicrobial activity, and application in food systems, *Food Research International*, 2016, **89**, 117–128

Zhang, K., Pu, Y. Y., & Sun, D. W. Recent advances in quality preservation of postharvest mushrooms (*Agaricus bisporus*): A review. *Trends in Food Science & Technology*, 2018, **78**, 72-82.

Zhang, L., Liu, Z., Sun, Y., Wang, X., & Li, L. Combined antioxidant and sensory effects of active chitosan/zein film containing α -tocopherol on *Agaricus bisporus*. *Food Packaging and Shelf Life*, 2020, **24**, 100470.

Zhang, Z. H., Qin, Y. Y., Fan, J., Zhao, T. R., & Cheng, C. S., Physical properties and antibacterial activity of a chitosan film incorporated with lavender essential oil. In *Advanced Materials Research* 2013, **706**, 197-200.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Avcı A., Kasım M.U., Kasım R., Farklı Konsantrasyonlarda Kitosan Kaplamanın Beyaz Şapkalı Mantarda Hasat Sonrası Kalite Üzerine Etkileri, *Munzur 3. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi*, Tunceli, Türkiye, 27-28 Şubat 2021.



ÖZGEÇMİŞ

İlk, orta ve lise eğitimini Manisa'da tamamladı. 2008 yılında Celal BAYAR Üniversitesi Tarımsal Kooperatifçilik Bölümünü kazandı. 2010 yılında önlisans eğitimini tamamladı. Aynı yıl Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümünü kazandı. 2014 yılında lisans eğitimini tamamladı. 2018 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Yetiştirme ve Islahı Ana Bilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı.

