



T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
ORTAK DOKTORA PROGRAMI



MODİFİYE ATMOSFER PAKETLEME İŞLEMİNİN YÖRESEL OLARAK TÜKETİLEN KUNKOR MANTARI (*Pleurotus eryngii* var. *ferulae*) ve TUNCELİ SARIMSAĞI (*Allium tuncelianum*)’nın KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Hatice Pınar YÜKSEL

DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Doç. Dr. Alper GÜVEN
İKİNCİ DANIŞMAN
Prof. Dr. Halis Gürbüz KOTANCILAR

TUNCELİ- 2022

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
ORTAK DOKTORA PROGRAMI

**MODİFİYE ATMOSFER PAKETLEME İŞLEMİNİN YÖRESEL OLARAK TÜKETİLEN
KUNKOR MANTARI (*Pleurotus eryngii* var. *ferulae*) ve TUNCELİ SARIMSAĞI (*Allium
tuncelianum*)’nın KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

Hatice Pınar YÜKSEL
(181201022011)

DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Doç. Dr. Alper GÜVEN
İKİNCİ DANIŞMAN
Prof. Dr. Halis Gürbüz KOTANCILAR
TUNCELİ-2022

**T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
ORTAK DOKTORA PROGRAMI**

**MODİFİYE ATMOSFER PAKETLEME İŞLEMİNİN YÖRESEL OLARAK TÜKETİLEN
KUNKOR MANTARI (*Pleurotus eryngii* var. *ferulae*) ve TUNCELİ SARIMSAĞI (*Allium
tuncelianum*)’nın KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

**Hatice Pınar YÜKSEL
DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 16/09/2022 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

İmza
Prof.Dr.Fulya BENZER
(Munzur Üniversitesi)

BAŞKAN

İmza
Doç.Dr.Alper GÜVEN
(Munzur Üniversitesi)

DANIŞMAN

İmza
Doç.Dr.Gülderen KURT KAYA
(Munzur Üniversitesi)

ÜYE

İmza
Doç. Dr. Abdullah DİKİCİ
(Uşak Üniversitesi)

ÜYE

İmza
Dr. Öğr. Üyesi Esmâ Nur GEÇER
(Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi)

ÜYE

Bu tez, Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Murat KORUNUR
Enstitü Müdürü

Bu çalışma, Munzur Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: DRMUB019-02

NOT: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı “Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu”ndaki hükümlere tabidir.

16/09/2022

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

İmza

Hatice Pınar YÜKSEL

İmza

Doç. Dr. Alper GÜVEN

TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimim süresindeki her türlü katkısı, tez sürecindeki destekleri ve değerlendirmeleri için danışmanım Doç. Dr. Alper GÜVEN'e teşekkür ederim. Değerli yorum ve önerileriyle tezime katkıda bulunan jüri üyelerim Prof. Dr. Fulya BENZER, Doç. Dr. Gülderen KURT KAYA, Doç. Dr. Abdullah DİKİCİ, Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Burcu ATALAY ve Dr. Öğr. Üyesi Esmâ Nur GEÇER'e teşekkürlerimi sunarım.

Doktora çalışmam boyunca desteklerini hep hissettiğim, yardımlarını hiç esirgemeyen değerli dostlarım Doç. Dr. Mutlu ÇEVİK, Doç. Dr. Serdal SABANCI ve Arş. Gör. Ali GÖKSU'ya teşekkür ederim. Tez yazım sürecinde desteklerini esirgemeyen sevgili arkadaşlarım Doç. Dr. Osman SERDAR ve Dr. Işıl AKTAĞ'a teşekkür ederim. Laboratuvar çalışmaları sırasındaki yardımları için Dr. Emrah KARAKAVUK ve Dr. Zeynep EROĞLU'na teşekkür ederim.

“Modifiye Atmosfer Paketleme İşleminin Yöresel Olarak Tüketilen Kunkor Mantarı (*Pleurotus eryngii* var. *ferulae*) ve Tunceli Sarımsağı (*Allium Tuncelianum*)’nın Kalite Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi” isimli tez çalışmamı maddi olarak destekleyen Munzur Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederim.

Yaşamım boyunca her an yanımda olan, sevgilerini ve desteklerini her zaman hissettiğim değerli ailem; annem Zehra YÜKSEL, babam Şahin YÜKSEL ve kardeşim Dr. Damla YÜKSEL BALIM'a teşekkürü bir borç bilirim.

Hatice Pınar YÜKSEL
TUNCELİ-2022

İÇİNDEKİLER

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	III
TEŞEKKÜR.....	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VII
TABLOLAR LİSTESİ.....	VIII
RESİMLER LİSTESİ.....	IX
SEMBOLLER LİSTESİ.....	X
KISALTMALAR LİSTESİ	XI
ÖZET.....	XII
ABSTRACT	XIV
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Minimum İşlenmiş Gıdalar.....	2
1.1.1. Minimum işlenmiş gıdaların kalitesi ve güvenliği.....	4
1.1.2. Minimum işlenmiş gıdaların paketlenmesi.....	6
1.2. Modifiye Atmosferde Paketleme	7
1.2.1. Modifiye atmosfer paketlenmede kullanılan gazlar	8
1.3. Mantar	11
1.4. Sarımsak	17
2. MATERYAL VE METOT	23
2.1. Materyal.....	23
2.1.1. Çalışmada kullanılan örnekler	23
2.1.2. Çalışmada kullanılan ambalaj malzemesi.....	23
2.1.3. Çalışmada kullanılan kimyasal maddeler	23
2.2. Metot	24
2.2.1. Örneklerin hazırlanması ve paketlenme	24
2.2.2. Ağırlık kaybı	26
2.2.3. Su aktivitesi.....	26
2.2.4. Toplam kuru madde tayini.....	27
2.2.5. Toplam kül tayini	28
2.2.6. Tekstür profil analizi	28
2.2.7. Titrasyon asitliği.....	29
2.2.8. pH tayini	30
2.2.9. Renk analizi	30
2.2.10. Ekstraktların eldesi	30
2.2.11. Toplam fenolik madde tayini	30
2.2.12. Fenolik bileşik kompozisyonu tayini	31
2.2.13. Mikrobiyolojik analizler	35
2.2.14. İstatistik.....	35
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	36
3.1. Kunkor Mantarı (<i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>ferulae</i>).....	36
3.1.1. Ağırlık kaybı	36
3.1.2. Su aktivitesi.....	38
3.1.3. Toplam kuru madde miktarı	40
3.1.4. Toplam kül miktarı.....	43
3.1.5. Tekstür profil analizi sonuçları	45
3.1.6. Titrasyon asitliği.....	49
3.1.7. pH.....	50
3.1.8. Renk analizi sonuçları	52
3.1.9. Toplam fenolik madde miktarı.....	57

3.1.10. Fenolik bileşik kompozisyonu	60
3.1.11. Mikrobiyolojik analiz sonuçları	65
3.2. Tunceli Sarımsağı (<i>Allium tuncelianum</i>).....	70
3.2.1. Ağırlık kaybı	70
3.2.2. Su aktivitesi.....	72
3.2.3. Toplam kuru madde miktarı	73
3.2.4. Toplam kül miktarı.....	75
3.2.5. Tekstür profil analizi sonuçları	77
3.2.6. Titrasyon asitliği.....	80
3.2.7. pH	82
3.2.8. Renk analizi sonuçları	83
3.2.9. Toplam fenolik madde miktarı.....	87
3.2.10. Fenolik bileşik kompozisyonu	90
3.2.11. Mikrobiyolojik analiz sonuçları	95
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	99
5. KAYNAKLAR	101
ÖZGEÇMİŞ	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Gallik asit standart eğrisi	31
Şekil 2.2. 280 nm'de tespit edilen fenolik madde standart kromatogramları	32
Şekil 2.3. 320 nm'de tespit edilen fenolik madde standart kromatogramları	32
Şekil 2.4. 360 nm'de tespit edilen fenolik madde standart kromatogramları	33
Şekil 2.5. Fenolik bileşik standart eğrileri	34
Şekil 3.1. <i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>ferulae</i> örneklerine ait ağırlık kaybı (%) değerlerinin zamana bağlı değişimi	36
Şekil 3.2. <i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>ferulae</i> örneklerine ait su aktivitesi değerlerinin zamana bağlı değişimi	39
Şekil 3.3. <i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>ferulae</i> örneklerine ait toplam kuru madde miktarlarının zamana bağlı değişimi	41
Şekil 3.4. <i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>ferulae</i> örneklerine ait % kül miktarlarının zamana bağlı değişimi	44
Şekil 3.5. <i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>ferulae</i> örneklerine ait pH değerlerinin zamana bağlı değişimi	51
Şekil 3.6. <i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>ferulae</i> örneklerine ait toplam fenolik madde miktarlarının zamana bağlı değişimi	58
Şekil 3.7 <i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>ferulae</i> örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları	68
Şekil 3.8. <i>Allium tuncelianum</i> örneklerine ait ağırlık kaybı (%) değerlerinin zamana bağlı değişimi	70
Şekil 3.9. <i>Allium tuncelianum</i> örneklerine ait su aktivitesi değerlerinin zamana bağlı değişimi	73
Şekil 3.10. <i>Allium tuncelianum</i> örneklerine ait toplam kuru madde miktarlarının zamana bağlı değişimi	74
Şekil 3.11. <i>Allium tuncelianum</i> örneklerine ait % kül miktarlarının zamana bağlı değişimi	76
Şekil 3.12. <i>Allium tuncelianum</i> örneklerine ait pH değerlerinin zamana bağlı değişimi ...	83
Şekil 3.13. <i>Allium tuncelianum</i> örneklerine ait toplam fenolik madde miktarlarının zamana bağlı değişimi	88
Şekil 3.14. <i>Allium tuncelianum</i> örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları	97

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Çalışmada kullanılan gaz karışımları ve oranları	25
Tablo 2.2. Mantar örneklerinin tekstür profili analiz test koşulları	29
Tablo 2.3. Sarımsak örneklerinin tekstür profili analiz test koşulları	29
Tablo 2.4. Fenolik bileşik kompozisyonu için HPLC cihaz programı	32
Tablo 3.1. <i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>ferulae</i> örneklerine ait su aktivitesi değerleri	38
Tablo 3.2. <i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>ferulae</i> örneklerine ait kuru madde miktarları	41
Tablo 3.3. <i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>ferulae</i> örneklerine ait kül miktarları	43
Tablo 3.4. <i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>ferulae</i> örneklerine ait tekstür profil analiz değerleri	46
Tablo 3.5. <i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>ferulae</i> örneklerine ait titrasyon asitliği değerleri (%)	49
Tablo 3.6. <i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>ferulae</i> örneklerine ait pH değerleri	50
Tablo 3.7. <i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>ferulae</i> örneklerine ait renk değerleri	54
Tablo 3.8. <i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>ferulae</i> örneklerine ait fenolik madde miktarları (mgGAE/kg yaş ağırlık)	57
Tablo 3.9. <i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>ferulae</i> örneklerinin fenolik bileşik kompozisyonu (mg/kg)	61
Tablo 3.10. <i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>ferulae</i> örneklerine ait toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı	66
Tablo 3.11. <i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>ferulae</i> örneklerine ait toplam psikrofilik aerobik bakteri sayısı	66
Tablo 3.12. <i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>ferulae</i> örneklerine ait toplam küf maya sayısı	67
Tablo 3.13. <i>Allium tuncelianum</i> örneklerine ait su aktivitesi değerleri	72
Tablo 3.14. <i>Allium tuncelianum</i> örneklerine ait kuru madde miktarları (%)	74
Tablo 3.15. <i>Allium tuncelianum</i> örneklerine ait kül miktarları (%)	76
Tablo 3.16. <i>Allium tuncelianum</i> örneklerine ait tekstür profil analiz değerleri	78
Tablo 3.17. <i>Allium tuncelianum</i> örneklerine ait titrasyon asitliği değerleri (%)	81
Tablo 3.18. <i>Allium tuncelianum</i> örneklerine ait pH değerleri	82
Tablo 3.19. <i>Allium tuncelianum</i> örneklerine ait renk değerleri	85
Tablo 3.20. <i>Allium tuncelianum</i> örneklerine ait fenolik madde miktarları (mgGAE/kg yaş ağırlık)	88
Tablo 3.21. <i>Allium tuncelianum</i> örneklerinin fenolik bileşik kompozisyonu (mg/kg)	91
Tablo 3.22. <i>Allium tuncelianum</i> örneklerine ait mezofilik aerobik bakteri sayısı (log kob/g)	95
Tablo 3.23. <i>Allium tuncelianum</i> örneklerine ait psikrofilik aerobik bakteri sayısı (log kob/g)	96
Tablo 3.24. <i>Allium tuncelianum</i> örneklerine ait küf maya sayısı (log kob/g)	96

RESİMLER LİSTESİ

Resim 2.1 Boyutlarına göre ayrılmış Tunceli sarımsakları	24
Resim 2.2. Modifiye atmosfer paketlenme cihazı	25
Resim 2.3 Su aktivitesi ölçüm cihazı	27
Resim 2.4 Kuru madde tayin cihazı	27
Resim 2.5 Tekstür profil analiz cihazı	28



SEMBOLLER LİSTESİ

°C	:Santigrat Derece
aw	:Su Aktivitesi
g	:Gram
KM	:Kuru Madde Miktarı
L	:Litre
nm	:Nanometre
p	:İstatistiksel Önem Değeri
µg	:Mikrogram
µL	:Mikrolitre



KISALTMALAR LİSTESİ

DNA	:Deoksiribonükleik Asit
EFSA	:Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi
FAO	:Gıda ve Tarım Örgütü
IFPA	:Uluslararası Taze Kesilmiş Ürün Derneği
MAP	:Modifiye Atmosferde Paketleme
PA	:Poliamid
PE	:Yüksek Yoğunluklu Polietilen
PET	:Polietilen Tereftalat
PP	:Polipropilen
PVC	:Polivinilklor
RH	:Düşük Bağlı Nem
USDA	:Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı
WHO	:Dünya Sağlık Örgütü
PCA	:Plate Count Agar
DRBC	:Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar
GAE	:Gallik Asit Eşdeğeri

ÖZET

Günümüzde insanlar sağlıklı gıda tüketmek ve bu gıdalara kolaylıkla ulaşabilmek istemektedirler. Minimum işlenmiş gıdalar ise sağlıklı ve besin değeri yüksek gıda grubunun başında gelmektedir. Modifiye atmosfer paketlenme minimum işlenmiş gıdaların raf ömrünü uzatmak ve gıda güvenliğini sağlamak için kullanılan bir gıda muhafa yöntemidir. Bu çalışma, buzdolabı koşullarında kunkor mantarı ve Tunceli sarımsağının gıda kalitesini ve gıda güvenliğini koruyabilmek için modifiye atmosfer paketlenmenin uygulanabilirliğini araştırmak için yapılmıştır.

Yapılan bu tez çalışmasında 2019 yılında Tunceli-Ovacık bölgesinden temin edilen *Pleurotus* familyasına ait olan kunkor mantarı (*Pleurotus eryngii* var. *ferulae*) ve *Alliaceae* familyasına ait olan Tunceli sarımsağı (*Allium tuncelianum*) örnekleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan örnekler %5 O₂ - %5 CO₂, %3 O₂ - %8 CO₂ ve %3 O₂ - %5 CO₂ içeren gaz karışımları ile üç farklı koşulda modifiye atmosfer paketlenme yapılmıştır. MAP yapılan örnekler ve paketlenme yapılmayan kontrol örnekleri; mantar için 4 °C’de 12 gün, sarımsak için 4 °C’de 12 hafta depolanmıştır. Depolanan mantar ve sarımsak örneklerinde depolamaya bağlı kalite değişimleri incelenmiştir.

Depolama boyunca çalışmada kullanılan örneklerde; ağırlık kaybı, tekstür profil analizi, titrasyon asitliği, pH, su aktivitesi, toplam kuru madde miktarı, toplam kül miktarı, renk ve toplam fenolik madde miktarı belirlenmiştir. Ayrıca örneklerin fenolik profilleri belirlenmiş ve mikrobiyolojik analizler de yapılmıştır.

Çalışmanın başlangıcında taze mantarların su aktivitesi değeri 0,96, kuru madde içeriği %11,90, kül miktarı %1,51, titrasyon asitliği %0,28, pH değeri 6,35 ve toplam fenolik asit miktarı 541,83 mgGAE/kg yaş ağırlık olarak tespit edilmiştir. Renk değerleri ise L*, a* ve b* için sırasıyla 93,66, -0,39 ve 10,77 olarak belirlenmiştir. Tekstür analizi sonucu elde edilen değerler ise sertlik için 2222,22 g, elastikiyet 0,92, sakızimsılık 1646,13, çiğnenebilirlik 1441,83 şeklindedir. Depolamanın sonunda ağırlık kaybı %1,63 ile en fazla %5 O₂-%5 CO₂ içeren gaz ile paketlenen örneklerde görülmüştür.

Mikrobiyolojik analizler sonucunda mantar örneklerinin başlangıç yükleri mezofilik aerobik bakteri sayısı, psikrofilik aerobik bakteri sayısı ve küf-maya sayısı için sırasıyla 6,40 log kob/g, 6,25 log kob/g ve 4,68 log kob/g olarak bulunmuştur. Depolamanın sonunda modifiye atmosfer paketlenme yapılan örneklerde en düşük toplam mezofilik ve psikrofilik aerobik bakteri, maya ve küf sayısı %3 O₂-%8 CO₂ ile paketlenen örneklerde tespit edilmiştir.

Yapılan bu tez çalışmasında %3 O₂-%5 CO₂ ile paketlenen mantar örneklerinin depolama sonunda başlangıç kalite özelliklerini, diğer gazlarla paketlenen örneklerle göre daha iyi koruduğu belirlenmiştir. Buna rağmen, depolamanın sonunda mantarların meyve eti sertliğinin modifiye atmosfer ile paketlenen bütün gruplarda (%5 O₂ - %5 CO₂, %3 O₂ - %8 CO₂, %3 O₂ - %5 CO₂) azaldığı gözlenmiştir. Mantar örneklerinde tespit edilebilen fenolik bileşiklerden kateşinin 180,22 mg/kg ile en yüksek miktara sahip olduğu kaydedilmiştir.

Çalışmada kullanılan taze sarımsak örneklerinin su aktivitesi değeri 0,93, kuru madde içeriği %44,45, kül miktarı %1,25, titrasyon asitliği %0,28, pH değeri 7,21 ve fenolik asit miktarı 327,84 mgGAE/kg olarak tespit edilmiştir. Renk değerleri ise L*, a* ve b* için sırasıyla 77,98, -2,11 ve 12,58 olarak belirlenmiştir. Tekstür analizi sonucu elde edilen değerler ise sertlik için 4483,35 g, elastikiyet 0,73, sakızimsılık 0,66, çiğnenebilirlik 2254,33 şeklindedir. Depolamanın sonunda en fazla ağırlık kaybı %8,08 değeri ile %5 O₂-%5 CO₂ içeren gaz ile paketlenen örneklerde görülmüştür. Sarımsak örneklerinde tespit edilebilen en yüksek fenolik bileşikler 13,08 mg/kg ile kateşin ve 10,42 mg/kg ile vanilin olmuştur.

Mikrobiyolojik analizler sonucunda sarımsak örneklerinin başlangıç yükleri mezofilik aerobik bakteri sayısı, psikrofilik aerobik bakteri sayısı ve küf-maya sayısı için sırasıyla 2,371 log kob/g, 2,35 log kob/g ve <2 log kob/g olarak bulunmuştur. Depolamanın sonunda modifiye atmosfer paketlenen örneklerde en düşük toplam mezofilik ve psikrofilik aerobik bakteri sayısı %3 O₂-%5 CO₂ ile paketlenen örneklerde tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışma sonucunda kunkor mantarı örnekleri için paketlenme için kullanılan tüm gaz karışımlarında maksimum depolama süresi 9 gün olarak belirlenmiştir. Tunceli sarımsağı örnekleri için ise en uygun paketlenme koşulu %5 O₂ - %5 CO₂ içeren gaz karışımı ve en uygun depolama süresi 6 hafta olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Pleurotus eryngii* var. *ferulae*, *Allium tuncelianum*, Modifiye atmosfer paketlenme, Minimum işlenmiş gıda, Gıda kalitesi

ABSTRACT

Determination of the effect of modified atmosphere packaging process on quality characteristics of locally consumed *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* and *Allium tuncelianum*

Recently, the desire to consume healthy food and to reach these foods easily has been increasing. Minimally processed foods are at the forefront of the healthy and nutritious food group. Modified atmosphere packaging is a food preservation method used to extend the shelf life of minimally processed foods and ensure food safety. This study was conducted to investigate the feasibility of modified atmospheric packaging in order to preserve the food quality and food safety of kunkor mushroom and Tunceli garlic under refrigerator conditions.

In this thesis, samples of kunkor mushroom (*Pleurotus eryngii* var. *ferulae*) belonging to the Pleurotus family and Tunceli garlic (*Allium tuncelianum*) belonging to the Alliaceae family obtained from the Tunceli-Ovacık region in 2019 were used. Modified atmosphere packaging (MAP) was applied to the samples used in the study with gas mixtures containing 5% O₂ - 5% CO₂, 3% O₂ - 8% CO₂ and 3% O₂ - 5% CO₂. The samples under the MAP conditions and unpackaged samples used as control were stored at 4 °C for 12 days and 12 weeks for mushroom and garlic samples, respectively. Storage-related quality changes in mushroom and garlic samples were investigated.

During the storage, weight loss, texture profile analysis, titration acidity, pH, water activity, total dry matter amount, total ash amount, color and total phenolic content in the samples were monitored. In addition, the phenolic profiles and microbial quality of the samples were determined.

At the beginning of the present study, the water activity, the dry matter content, ash content, the titration acidity, the pH, and phenolic acid content of fresh mushrooms were found as 0.96, 11.90%, 1.51%, 0.28%, 6.35, and 541.83 mg GAE/kg, respectively. In addition, the color values were determined as 93.66, -0.39 and 10.77 for L*, a* and b*, respectively. The textural parameters were calculated as 2222.22 g for hardness, 0.92 for elasticity, 1646.13 for gumminess, 1441.83 for chewiness. At the end of the storage, the highest weight loss was determined as 1.63% in the samples packaged with the gas containing 5% O₂-5% CO₂.

According to the results of microbiological analysis of mushroom samples, the initial loads of the molds and yeast, mesophilic aerobic and psychrophilic aerobic bacteria were found as 4.68 log cfu/g, 6.40 log cfu/g, and 6.25 log cfu/g and 4.68 log cfu/g, respectively. At the end of the storage MA, the lowest total number of mesophilic and psychrophilic aerobic bacteria, yeast and molds were determined in the samples packaged with 3% O₂-8% CO₂.

The mushroom samples packaged with 3% O₂-5% CO₂ preserved their initial quality properties better than the other samples packed with other different gas concentrations. However, at the end of storage with MAP, it was observed that the flesh firmness of the mushrooms decreased in all groups (%5 O₂ - %5 CO₂, %3 O₂ - %8 CO₂, %3 O₂ - %5 CO₂). Among the phenolic compounds in the mushroom samples, catechin was recorded to have the highest amount at 180.22 mg/kg.

The water activity, dry matter, ash, titration acidity, pH, and phenolic acid content of the fresh garlic samples were found as 0.93, 44.45%, 1.25%, 0.28%, 7.21, and 327.84 mgGAE/kg, respectively. Color values were determined as 77.98, -2.11 and 12.58 for L*, a* and b*, respectively. The results obtained from the texture profile analysis showed that

the hardness, elasticity, gumminess, and chewiness values of the garlic samples were calculated as 4483.35 g, 0.73, 0.66, and 2254.33, respectively. At the end of the storage, the highest weight loss with a value of 8.08% was observed in the samples packaged with the MAP condition containing 5% O₂-5% CO₂. In addition, the higher quantities of phenolic compounds detected in garlic samples were recorded for catechin as 13.08 mg/kg and vanillin at 10.42 mg/kg.

In addition, the initial loads of total mesophilic and psychrophilic aerobic bacteria, mold and yeast were found as 2.37 log cfu/g, 2.35 log cfu/g, and < 2.0 log cfu/g, respectively. At the end of storage, the lowest total mesophilic and psychrophilic aerobic bacteria was found in the garlic samples packaged with %3 O₂-%5 CO₂.

In conclusion, the maximum storage period for all gas mixtures used for packaging of kunkor mushroom samples was determined as 9 days. On the other hand, the most suitable packaging condition was determined as the gas mixture containing 5% O₂ - 5% CO₂ and the most appropriate storage period was 6 weeks for Tunceli garlic samples.

Key Words: *Pleurotus eryngii* var. *ferulae*, *Allium tuncelianum*, Modified atmosphere packaging, Minimally processed food

1. GİRİŞ

Son yıllarda sağlıklı beslenmeye yönelik toplum bilincinin gelişmesiyle; tüketiciler, gıdaların tazeliği ve sağlıklı olmasının önemine daha fazla dikkat etmeye başlamışlardır (Corbo ve ark., 2015). Besin değeri, lezzet, koku, doku ve tat gibi duyuşal özellikler tüketicilerin taze gıdaya olan ilgisini arttırmıştır. Taze meyve ve sebzeler, taze gıdaya en uygun gıda örnekleridir (Bansal ve ark., 2015).

İnsan sağlığını korumanın ve iyileştirmenin en etkili yollarından biri meyve ve sebze tüketimidir (Saini ve ark., 2017; Abdul Khalil ve ark., 2018). Taze meyve ve sebzeler, metabolizmanın doğru şekilde çalışmasını düzenlemek için gerekli olan ve insan vücudu tarafından sentezlenemeyen vitaminler (A, C vs.) ile potasyum gibi bazı mineraller açısından zengindir. Bu mikro besinlerin vücuda eser miktarda alınması yararlıyken, eksiklikleri de insanlarda çeşitli hastalıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Mahajan ve ark., 2014; Abdul Khalil ve ark., 2018).

Meyve ve sebzelerin yapısında bulunan biyoaktif fitokimyasalların, kronik hastalıkların toplumdaki düşük insidansı üzerinde etkili olduğu belirtilmektedir. Günlük yaşantıda meyve ve sebze tüketiminin artırılmasının; inme, tip 2 diyabet, demans, osteoporoz, astım, romatoid artrit, hipertansiyon, koroner kalp, kronik obstrüktif akciğer ve bazı göz hastalıkları gibi farklı sağlık sorunlarının gelişme riskini azalttığına dair önemli kanıtlar bulunmaktadır (Saini ve ark., 2017). Dünyada giderek yaygınlaşan obeziteye yönelik mevcut eğilimi azaltmanın başarılı bir yolunun da meyve ve sebze tüketimi olduğu düşünülmektedir (Abdul Khalil ve ark., 2018).

Çocukların sağlıklı büyümesi ve gelişmesi için gerekli olan çeşitli antioksidanların (C vitamini, E vitamini ve β -karoten) ve temel besinlerin başlıca kaynağı meyve ve sebzelerdir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) ve Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA), kanser ve yaşlanma riskini azaltmak için meyve ve sebze tüketiminin artırılmasını tavsiye etmektedir (Corbo ve ark., 2015). USDA diyet kılavuzu; günde üç ile beş porsiyon arasında sebze tüketilmesini önermekte olup, günlük 400 g meyve ve sebze alımını tavsiye etmektedir (Lock ve ark., 2005).

İnsan beslenmesinin önemli bir bölümünü oluşturan meyve ve sebzeler; solunum sürecinde, oksijen (O_2) kullanmaya ve karbondioksit (CO_2) üretmeye devam ederler. Solunum sırasında, meyve ve sebzelerde bulunan karbonhidratlar, organik asitler, proteinler

ve yağlar dahil diğer substratlar metabolize edilmektedir. Metabolize edilen bu substratlar, meyve veya sebze bitkiden ayrıldıktan sonra yenilenemezler. Bu yüzden zaman içinde taze meyve ve sebzelerin kalitelerinde, besin değerlerinde, ağırlıklarında, lezzetlerinde ve renklerinde kayıplar meydana gelmektedir. Bu durum sebebi ile Gıda ve Tarım Örgütü tarafından, her yıl dünyada üretilen gıdaların 1/3'ünün israf edildiği veya gıdalarda kütle kaybı olduğu bildirilmiştir (Ishangulyyev ve ark., 2019). Bu oran kaloriye dönüştürüldüğünde oluşan küresel kayıplar, üretilen tüm gıdaların yaklaşık %24'üne karşılık gelmektedir. Bu nedenle, depolama süresi boyunca ürün kalitesini korumak için, iyi hasat sonrası uygulamaların kullanılması gerekmektedir. Taze meyve ve sebzeler, insan yaşamı için gerekli olan zorunlu besinleri içerdikleri ve ülkelere ticari olarak gelir sağladıkları için, bu gıdaların kayıplarının ve atıklarının azaltılması önem arz etmektedir (Mahajan ve ark., 2014).

1.1. Minimum İşlenmiş Gıdalar

Minimum işlenmiş gıdalar, fiziksel olarak değişime uğramış (kesme, doğrama, dilimle vb.) yüksek besin içeriklerine sahip tüketilmeye hazır gıdalardır. Bu fiziksel işlemlerin yanı sıra, gıda üretimi sırasında uygulanan pastörizasyon, sterilizasyon, soğutma, dondurma, vakumlama ve paketlenme gibi işlemler de minimum süreç olarak kabul edilmektedir. Bu adımlarla işlenen gıdalar; renk, doku ve besin kalitesi gibi özelliklerini geleneksel yöntemler kullanılarak işlenen gıdalara göre daha iyi korumaktadır (Aykın-Dinçer ve Erbaş, 2019).

Minimum işlenmiş gıdalar, kısmi veya minimum koruma uygulamaları ile güvenli olarak muhafaza edilebilmektedirler. Bu gıdaların kalitesinde olumsuz yöndeki değişiklikler daha az görülmektedir. Bu nedenle, taze kesilmiş meyve ve sebze endüstrisi, tüketicilerin ihtiyaçlarını karşılamak için minimum düzeyde işlenmiş ürün çeşitliliği üzerinde sürekli çalışmaktadır. Minimum işleme, depolama veya raf ömrü boyunca gıdaların kalite özellikleri üzerinde minimum etkiye neden olmaktadır (Bansal ve ark., 2015).

Gıdaları kimyasal ve mikrobiyolojik olarak güvenli hale getirmek, gıda ürünlerinin arzu edilen lezzetini, rengini ve dokusunu korumak ve tüketicilere kolaylık sağlamak, minimum işlemenin temel amaçlarıdır. Minimum işlenmiş gıdalarda genel olarak amaç; yemekleri kolay ve hızlı bir şekilde hazırlamaktır. Bunun yanında bu yöntemi kullanmanın avantajları ise şu şekilde sıralanabilir;

- İşleme yöntemlerinin şiddeti düşüktür,
- Ürünlerin kalitesini taze ya da tazeye yakın kalitede korumayı sağlar,
- Ürünlerin besin değerini taze ürüne yakın değerde korur,
- Ürünlerin raf ömrünü uzatır.

Minimum işlenmiş gıdaların üretimi ve tüketimi son yıllarda popülerlik kazanmaktadır. Günümüzün modern toplumunda, yoğun yaşam tarzı, yemeklerin satın alınması, işlenmesi ve hazırlanması için fazla zaman bırakmamaktadır. Bireylerin zamanlarının kısıtlı olması ve yiyecek hazırlamada zamandan tasarruf etmek için tüketiciler minimum düzeyde işlenmiş gıdalar talep etmektedirler (Corbo ve ark., 2015; Saini ve ark., 2017). Bu kapsamda yeni ve doğal ürünlere duyulan istek ve tüketicinin yaşam tarzındaki değişim nedeniyle taze kesilmiş meyve ve sebzeler tüketiciler tarafından beğeniyle karşılanmaktadır.

Uluslararası Taze Kesilmiş Ürün Derneği (IFPA), taze kesilmiş ürünleri şu şekilde tanımlamıştır: “tüketicilere hala tazeliğini koruyan, yüksek besin içeriğine sahip, kullanımı kolay, kesilip, soyulup ve yıkandıktan sonra kullanıma hazır ürün haline getirilmiş paketlenmiş ürünlerdir” (Oliveira ve ark., 2015).

Taze kesilmiş ürün pazarı, son yıllarda büyük ölçüde güvenli, besleyici, taze, sağlıklı, kullanışlı ve katkı maddesiz gıdalara yönelik tüketici talebinin canlandığı çarpıcı bir büyümeye tanık olmuştur. Tüketiciler genellikle; kolaylık, tazelik, beslenme, güvenlik ve farklı yemek deneyimleri için taze kesilmiş ürünleri satın almayı tercih etmektedirler. Bu niteliklere yönelik tüketici talebi, taze kesilmiş endüstride önemli ölçüde yeniliğe ve çeşitliliğe yol açmıştır. Tüketicie bir dizi seçeneği tek bir pakette sunmanın yanı sıra, taze kesilmiş ürünler, tüketicinin yalnızca gerekli miktarda taze ürünü temin etmesine izin vererek ev koşullarında israfı azaltırken, satın alınan ürünün kalitesini de kolayca değerlendirme fırsatı vermektedir (James ve ark., 2011).

Tüketicilerin kullanıma hazır gıdalara yönelik tercihlerinin artması nedeniyle taze meyve sebze endüstrisinin ekonomik önemi giderek daha da artmaktadır. Küresel olarak, meyve ve sebze işleme, gıda işleme endüstrilerinin büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Gelişmiş pazarlara ve ileri teknolojilere sahip gelişmiş ülkelerde taze kesilmiş veya minimum düzeyde işlenmiş meyve ve sebzeler için fırsatlar mevcuttur. Bu ülkelerde minimum düzeyde işlenmiş çok sayıda meyve ve sebze ticari ölçekte başarıyla satılmaktadır. İşleme, ürün geliştirme ve yeni ambalaj tasarımlarındaki yenilikler, bu ürünlerin satışlarındaki artışı daha da kolaylaştırmıştır. Bununla birlikte, gelişmemiş ve gelişmekte

olan ülkelerin çoğunda, minimum işlenmiş veya taze kesilmiş meyve ve sebze pazarı hala yeni oluşma aşamasındadır. Önümüzdeki yıllarda bu pazar segmentinde hem değeri hem de hacmi açısından büyük bir genişleme beklenmektedir (Yousuf ve ark., 2018).

Avrupa'da minimum işlenmiş meyve ve sebze pazarının payı son otuz yıldır artış göstermektedir. Ayrıca, ABD'de paketlenmiş salatalar ve taze kesilmiş meyve-sebzeler marketlerde en hızlı satılan ürünler arasında yer almaktadır. Asya'da ise taze ürün pazarı perakende pazarında satılan tüm ürünlerin büyük bir bölümünü elinde bulundurmaktadır (FAO, 2010).

1.1.1. Minimum işlenmiş gıdaların kalitesi ve güvenliği

Son yıllarda, taze kesilmiş meyve ve sebzelerin tüketiminde büyük bir artış gözlenmiştir. Genellikle, tüketiciler taze kesilmiş meyve ve sebzelerin kalitesini satın alma sırasında görünüm ve tazelik temelinde değerlendirmektedirler. Minimum işlenmiş ürünlerin kalite özellikleri ürünlerin tüketici tarafından kabulünde ve pazarlanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle duyuşal çekicilik, tazelik ve organoleptik özellikler için önemli bir faktördür. Bu kalite özellikleri şekil, renk, lezzet ve sertlik, tokluk, sululuk, çıtırlık gibi tekstürel kaliteyi içermektedir (Bansal ve ark., 2015). Fakat taze kesilmiş ürünlerin kalitesini ve raf ömrünü sınırlayan çok sayıda faktör bulunmaktadır. Taze kesilmiş ürünlerin kalitesi hem dahili faktörlerden (morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal savunma mekanizmaları, meyve türü, genotip gibi) hem de çevresel durumları temsil eden dış faktörlerden (depolama sıcaklığı, nem, kimyasal işlemler gibi) etkilenebilmektedir. Bununla birlikte, taze kesilmiş meyve ve sebze işleme teknolojileri (yıkama, soyma, kurutma dilimleme ve kesme) ürünün taze görünümünün azalmasına sebep olabilmektedir (Abdul Khalil ve ark., 2018; Gao ve ark., 2018).

Uygulanan mekanik işlemler, gıdaların fiziksel bütünlüğünü değiştirerek hammaddeye göre bozulmaya daha açık hale getirmektedir. Bu operasyonlar, minimum düzeyde işlenmiş tarım ürünlerinin bozulmasını hızlandırmakta ve biyokimyasal değişikliklere yol açmaktadır. Örneğin, solunum hızındaki artış oksidasyon süreçlerini hızlandırmaktadır. Ayrıca, minimum işleme; hücre zarlarının bozulmasına, enzimatik esmerleşmeye ve doku kaybına neden olmakta, böylece ürün kalitesinin bozulmasına yol açmaktadır (Rojas-Graü ve Martín-Belloso, 2008; Corbo ve ark., 2015; Abdul Khalil ve ark., 2018). Ürünlerin hasadı ve işlenmesi sırasında meydana gelebilecek fiziksel

yaralanmayı en aza indirmek; patojen mikroorganizmaların kontaminasyonunu, penetrasyonunu ve büyüme olasılığını azaltmaktadır. Çünkü, kesme, soyma ve dilimleme gibi işlemler yüzey hücrelerinin tahribine yol açarak mikroorganizmaların, taze kesilmiş ürünlerin yüzeyinin altına nüfuz etmesine imkan yaratmaktadır. Mikroorganizmaların penetrasyonunun derinliği bu uygulamaların şiddetinden etkilenmektedir (Auty ve ark., 2005).

Minimum işlenecek meyve ve sebzelerin başlangıç mikrobiyal yüklerinin düşük olması oldukça önemlidir. Meyveler ve sebzeler yapılarında bulunan enzimlerden, içerdikleri pektinden ve su aktivitesi değerlerinin yüksek olmasından dolayı mikrobiyal bozulmaya meyillidirler (Gonzalez-Aguilar ve ark., 2011). Bu nedenle, kaliteyi korumak için hasat, işleme, paketlenme ve depolama işlemleri dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp. gibi mikroorganizmaların meyve ve sebzelere verebileceği büyük zararlardan endişe duyulmaktadır. Bu sebeple, ürünlerin kalitesini etkileyen sınıflandırma, sıralama, yıkama, soyma, doğrama ve parçalama için standart gereklilikler izlenmelidir. Kolay bozulan/çürüyen ürünlerde bulunan başlıca enzimler olan polifenol oksidaz, poligalakturonaz, lipoksijenaz, oksidasyon işleminin başlatılmasında önemli rol oynamaktadır. Ayrıca, bu enzimler doğranmış veya dilimlenmiş meyve ve sebzelerde kesilmiş yüzeylerde oluşan bozulmalardan da sorumludurlar (Bansal ve ark., 2015). pH değeri 6'dan yüksek olan gıdalarda, kesik yüzeyler havaya maruz kaldığında bakteri, maya ve küflerin gelişme ihtimali artmaktadır (Robert ve William, 2016). Minimum işlenmiş meyve ve sebzelerin ısıl işlem görmelerine izin verilmemeli ve depolamaları 4 °C ile 7 °C arasında yapılmalıdır (FAO,2010).

Taze kesilmiş meyve ve sebzelerin görünümü, tadı, rengi ve dokusu tüketiciler için en çekici özelliklerdir. Taze kesilmiş ürünler; pratik olmaları, farklı porsiyonlarda bulunmaları, tüketilmeden önce daha az emek harcanarak hazırlanmaları, besin değerlerini ve aromalarını korumaları nedenleriyle tüketiciler tarafından tercih edilmektedir (Barrett ve ark., 2010)

Ürün tipine bağlı olarak değişiklik göstermekle birlikte, taze kesilmiş meyve ve sebzeler bir dizi minimum işleme tabi tutulurlar. Dış yapraklar gibi istenmeyen parçaların uzaklaştırılması, toprak ve diğer kalıntıları uzaklaştırmak için ön yıkama, soyma ve/veya uygun şekilde dilimleme, anti-mikrobiyal daldırma, klor kalıntısını gidermek için tatlı suda yeniden yıkama ve son olarak uygun gaz bariyeri özelliklerine sahip malzemeler içinde

paketleme bu işlemlerden bazılarıdır (Gonzalez-Aguilar ve ark., 2011; Fernández-León ve ark., 2018).

Ayırma; kabul edilebilir ve kabul edilemez ürünlerin ayrılması için uygulanan ilk işlemdir. Fizyolojik olarak kusurlu ürünleri ayırmak için yapılmaktadır. Ayrıca mikroorganizmaların gelişmesini ve diğer enfekte edici ajanların kontaminasyonunu önlemek için, ayırma aşamasında aşırı olgunlaşmış veya kontamine olan ürünler atılmalıdır (Siddiqui ve ark., 2011).

Soyma; elma ve turunçgiller gibi meyveler; havuç ve soğan gibi sebzeler için kullanılan yaygın işlemlerden biridir. Soyma için kullanılan yöntemler, nihai ürünlerin kalite parametrelerini doğrudan etkilemektedir (Cantos ve ark., 2001). Soyma genellikle elle veya aşındırıcı soyucularla yapılmaktadır. Elle soyma, yüksek kaliteli ürün sağlamakla beraber genellikle pahalı işçiliğe yol açmaktadır. Bununla birlikte, aşındırıcı soyucular da kaliteli ürünler üretmek için kullanılır, ancak yüzeyde yaralanmaya neden olarak taze ürünlere zarar verme eğilimindedir.

Kesme; gıdaların tohum ve sap gibi istenmeyen kısımlarının daha sonraki uygulamalardan önce uzaklaştırılması işlemidir. Kesme aletleri iyi koşullarda temizlenmeli ve saklanmalıdır (Bansal ve ark., 2015). Patojenlerin, dilimleyici, öğütücü gibi işleme ekipmanlarına penetre olup biyofilm oluşturduktan sonra ekipmanlardan kimyasal ve antimikrobiyal uygulamalarla uzaklaştırılmaları zorlu bir süreçtir (Roy ve ark., 2018).

Yıkama; taze kesilmiş gıdaların musluk suyu ile yıkanması, toprak ve diğer kalıntıları, yüzey mikroflorasının bir kısmını ve mikroorganizmaların büyümesini desteklemeye yardımcı olan ve dilimleme sırasında salınan hücre içeriğini ortamdaki uzaklaştırmaktadır. Bununla birlikte, suyla yıkamanın taze ürünlerdeki mikroorganizmalar üzerindeki etkisinin çok az olduğu ve yıkama suyunun endüstride yeniden kullanılması nedeniyle gıda ürünlerinin ve gıda hazırlama yüzeylerinin çapraz kontaminasyonuna neden olabildiği bilinmektedir. Meyve ve sebzelerin çok şiddetli yıkanmaması ve yıkama suyunda dezenfektan kullanılması önemlidir (O'Beirne 2018).

1.1.2. Minimum işlenmiş gıdaların paketlenmesi

Piyasada birçok paketleme teknolojisi bulunmasına rağmen, minimum işlenmiş gıdaların, taze ürünlere yakın veya benzer özellikler gösterdiği düşünüldüğünden, özel olarak paketlenmeye ihtiyaçları vardır. Geleneksel paketleme yöntemlerinden olan metal

kutular, cam şişeler ve esnek ambalajların çoğu, pasif bariyerler olarak adlandırılırlar ve genel olarak ürün ile çevre arasında fiziksel bariyer oluştururlar. Pasif paketleme, ürüne maksimum koruma sağlamak ile beraber paket içinde meydana gelebilecek değişikliklere cevap veremez. Bu nedenle minimum işlenmiş ürünler için kullanımları sınırlıdır (Bansal ve ark., 2015).

Taze kesilmiş meyve sebzeler kolayca bozulabilen gıda ürünleridir. Ambalaj, taze kesilmiş tarım ürünlerinin raf ömrünü korumak ve uzatmak için kullanılan önemli bir araçtır. Taze meyve ve sebzelerin ambalajlanması için geleneksel olarak petrol bazlı filmler kullanılmaktadır. Paketlenmiş ürünlerin raf ömrünü uzatmak için uygun paketleme zorunludur. Geleneksel olarak, biyolojik işlemlerle parçalanamayan plastikler, kolay işlenebilirlikleri, daha düşük fiyatları, kimyasal ve mekanik strese karşı yüksek dirençli olmaları nedeniyle ambalaj sanayinde daha çok tercih edilmektedir (Abdul Khalil ve ark., 2018).

Vakum paketleme, modifiye atmosferde paketleme (MAP), aktif paketleme yöntemleri, yenilebilir kaplamalar ve mikrodalga paketleme gibi paketleme yöntemleri, minimum işlenmiş gıdaların paketlenmesinde kullanılabilir (Hussein ve ark., 2015; Regier, 2020)

1.2. Modifiye Atmosferde Paketleme

Taze kesilmiş ürünlerin metabolizmaları hala aktif olması nedeniyle, ürünü çevreleyen atmosferin bileşimini değiştirebilirler. Örneğin, O₂, CO₂, su buharı ve kaliteye katkıda bulunan ve/veya ürün fizyolojisini etkileyen diğer uçucu bileşiklerin konsantrasyonlarını etkileyebilirler. Taze kesilmiş ürünleri paketlemek için çeşitli polimerler ve gaz karışımları mevcuttur. Bu ürünlerin raf ömrünü uzatmaya yönelik olarak kullanılan başlıca yaklaşımlardan biri modifiye atmosferde paketleme (MAP) yöntemidir (Rojas-Graü ve Martín-Belloso, 2008 ; Opara ve ark., 2019)

Yüzyılı aşkın süredir, dünya atmosferinden farklı gaz ortamlarında yiyeceklerin depolanmasıyla, bazı gıdaların raf ömürlerinin normalde gözlemlenenenden daha fazla uzatılabileceği bilinmektedir (Masniyom, 2011). Taze ve taze kesilmiş gıdaların kalitesini korumak ve raf ömrünü uzatmak için modern gıda endüstrisinde yaklaşık 90 yıldır MAP uygulanmaktadır. Bu yöntem ilk olarak, 12. yüzyılın başlarında kuzu etinin Avustralya'dan İngiltere'ye taşınması sırasında kullanılmıştır. Daha sonra, 1927'de elmaların düşük O₂ ve

yüksek CO₂ konsantrasyon koşulları altında depolanmasıyla raf ömürlerinin uzadığı gözlenmiştir, bu MAP'ın bildirilen ilk uygulaması olarak kabul edilmektedir (Lencki, 2005; Zhang ve ark., 2015).

1960'lı yıllardan başlayarak, küçük ölçekli işletme ve restoranlarda gıdayı çevreleyen gaz ortamını değiştirmek için ambalaj malzemeleri de kullanılmaya başlanmıştır (Brody 1995). Modifiye atmosferde paketlenme olarak bilinen bu teknoloji, o zamandan beri önemli ölçüde ilerlemiştir ve günümüzde çok çeşitli gıda ürünlerini paketlenmek için kullanılmaktadır (Han, 2012).

Son zamanlarda MAP, taze ve taze kesilmiş ürünlerin paketlenmesi için uygulanan en uygun ve pratik teknolojilerden biridir (Cortellino ve ark., 2015). MAP ile, paket içerisindeki normal gaz atmosferi (hacimce fraksiyonlar: %20,9 O₂, %78 N₂, ve % 0,03 CO₂), istenilen farklı bir gaz bileşimi ile değiştirilmektedir. Yapılan bu düzenleme, ürünlerin raf ömrünün uzamasına, gıda güvenliğinin sağlanmasına ve gıda kayıplarının önlenmesine yardımcı olmaktadır (Sandhya, 2010). Ayrıca bu yöntem; yüksek ürün kalitesi, atıklarda azalma, yapay koruyuculara olan gereksinimde azalma ve artan dağıtım olanakları gibi ek avantajlar sunar. MAP, duyu ve mikrobiyolojik kaliteyi korumak için genellikle soğuk depolama ile birlikte kullanılır. Belirtilen tüm bu nedenlerin sonucunda, minimum işlenmiş gıdaların raf ömrünün uzatılması için MAP uygun bir çözümdür (González-Buesa ve ark., 2009; Wani ve ark., 2015).

1.2.1. Modifiye atmosfer paketlenmede kullanılan gazlar

Gıda ürünlerinin çeşitliliği, her ürünün ihtiyaçlarını karşılamak için özel MAP sistemlerini gerektirmektedir. Paketin içindeki optimum gaz atmosferi; gıdanın bileşimine ve gıdada bulunabilecek mikrobiyal flora ile ilgili olarak değişmektedir. Her bir gazın, gıda kalitesi ve raf ömrü üzerindeki etkisini anlamak önemlidir (Lencki, 2005; Bansal ve ark., 2015).

Taze meyve ve sebzelerin modifiye atmosferde paketlenmesinde büyük ilerleme kaydedilmiştir. Oksijen, aerobik mikroorganizmaların büyümesi için bir ön koşul olduğundan onu karbondioksit gibi gazlarla değiştirmek, organizmaların büyümesini engelleyebilir. Bu yöntemde her ürün için optimum gaz bileşimlerinin kullanılması gerekmektedir (Bansal ve ark., 2015).

Oksidasyon, genellikle gıda kalitesi üzerinde olumsuz etkisi olan bir reaksiyondur. Özellikle, lipid oksidasyonu acılaşmaya neden olmaktadır. Bu nedenle yüksek yağ içeriğine sahip gıdalar (örneğin, fındık, atıştırmalık yiyecekler, peynir ve yağlı balıklar) ortamdan mümkün olduğunca fazla oksijen uzaklaştırılarak paketlenmektedir. Ancak önemli miktarda yağ içeren kırmızı et ise etin parlak kırmızı rengini sağlayan miyoglobini korumak için genellikle yüksek O₂ seviyelerinde paketlenmektedir. Taze et, düşük O₂ koşulları altında da paketlenabilir. Fakat etin bu koşullar altında göze hoş görünmeyen mavi görünümü nedeniyle bu teknoloji endüstriyel ambalajla sınırlandırılmıştır. O₂ seviyeleri pişmiş etin rengini güçlü bir şekilde etkilemez, bu nedenle bu ürünler düşük O₂ koşulları altında paketlenabilir (Thippareddi ve ark., 2007).

Bazı araştırmacılar, yüksek O₂ atmosferlerinin (≥ 70 kPa) kullanımının, bakteri, maya ve küflerin büyümesini inhibe etmek için etkili bir yöntem olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bunun aksine, yüksek O₂ seviyelerine maruz kalma; hammaddeye, olgunluk durumuna, O₂ konsantrasyonuna, depolamanın süresi ve sıcaklığına, CO₂ ve etilen konsantrasyonlarına bağlı olarak; solunumu, fermentatif metabolitlerin üretimini, enzimatik esmerleşmeyi ve genel duyusal kalite kaybını uyarabilir, azaltabilir veya hiçbir etki oluşturmayabilir (Rojas-Graü ve Martín-Belloso, 2008).

Hasat sonrası taze meyve ve sebzeler solunum yapmaya devam ederler ve bu nedenle paketlenmiş ürünlerin oksijen kaynağına ihtiyacı vardır (Flores-López ve ark., 2016). Aksi takdirde, anaerobik solunum etanol ve asetaldehit gibi istenmeyen bileşiklerin oluşumuna yol açacaktır. Bununla birlikte, MAP ile O₂ konsantrasyonları subatmosferik seviyelerin altına düşürülür, ancak anaerobik solunumu indükleyecek seviyelerin üzerinde tutulmalıdır. Böylece aerobik solunum hızı önemli ölçüde azaltılabilir ve raf ömrünün uzaması sağlanabilir (Lencki, 2005). Aerobik mikroorganizmaların büyümesini önlemek için CO₂ konsantrasyonun $\geq 20\%$ 'den fazla olması gerekmektedir. Fakat paketin içindeki aşırı CO₂ seviyesi; sızma kaybına, tat bozulmasına ve ambalajın çökmesine neden olabilmektedir (Bansal ve ark., 2015). Orta ve yüksek CO₂ konsantrasyonları (10-20 kPa) ile birleştirilmiş düşük O₂ seviyeleri (1-8 kPa), taze kesilmiş ürünlerin raf ömrünü uzatmak, solunum ve etilen üretimini azaltmak, inhibe etmek veya enzimatik reaksiyonları geciktirmek, fizyolojik bozuklukları en aza indirmek ve ürünü kalite kayıplarından korumak için önerilmektedir. Bununla birlikte, aşırı düşük O₂ seviyesi veya paket üst boşluğunda aşırı miktarda CO₂, anaerobik solunumu indüklediği, fermantasyon süreçlerine ve daha sonra istenmeyen metabolitlerin üretilmesine yol açtığı için genellikle taze kesilmiş ürünlerin raf ömrüne zarar vermektedir (Rojas-Graü ve Martín-Belloso, 2008).

Antimikrobiyal özelliği nedeniyle birçok sistemde yer alan CO₂'nin, antimikrobiyal etkisini açıklamak için çeşitli mekanizmalar önerilmiştir. Gıdaların tamponlama kapasitesine bağlı olarak, CO₂'nin gıda içerisinde çözünmesi, sulu fazın pH'sını azaltarak bazı mikroorganizmaların gelişimini zorlaştırabilir, ayrıca mikrobiyal hücrelere nüfuz ederek hücre zarının işlevini de bozabilir. CO₂ hidrasyonu ve iyonizasyonundan üretilen bikarbonat iyonunun da bazı önemli hücresel metabolik enzimleri inhibe ettiği bilinmektedir. Bununla birlikte, CO₂'nin çoğu durumda meyve ve sebzelerin aerobik solunumu üzerinde sadece orta derecede engelleyici bir etkisi olduğu görülmektedir (Singh ve ark., 2012).

Solunum yapmayan gıdalar için %100 CO₂ kullanılmasının yerine, CO₂ genellikle daha ucuz olan azot (N₂) ile karıştırılarak kullanılmaktadır. Gıdaların hem sulu hem de yağ fazlarında büyük miktarlarda CO₂ çözünebilir. Bu çözünme ambalaj içerisinde basınç kaybına ve ambalajın çökmesine, bu da ürün sıkışmasına yol açabilir. Bu olay CO₂ / N₂ karışımları kullanılarak engellenebilir. Paketin içinde yüksek CO₂ konsantrasyonun bulunduğu durumlarda azot gazının işlevi, paketin içindeki CO₂'nin emiliminden kaynaklanan paket çökmesini önlemektir. İnert bir gaz olan N₂, oksidasyonun ve lezzet

kaybının önlenmesine yardımcı olur. Mikrobiyal bozulmaya daha az duyarlı olan su aktivitesi düşük gıdalarda saf azot gazı tipik olarak kullanılmaktadır. Patates cipsi gibi kırılğan yiyeceklerde, azot gazı dolu MAP, ürünü yastıklamak için kullanılabilir. Pişmiş et gibi daha az kırılğan yiyecekler için ise, basit vakumlu paketlenme ile optimum atmosfer yaratılabilir (Lencki, 2005; Bansal ve ark., 2015).

1.3. Mantar

Geleneksel olarak hem değerli bir gıda hem de tıbbi kaynak olarak kullanılan mantarlar, dengeli bir besin bileşimi sunarlar (Rodríguez-Seoane ve ark., 2019). Geçmişleri insanlık tarihi kadar eski olan mantarların, Dünya üzerinde 140.000 türünün olduğu tahmin edilse de, bunların sadece %10 kadarı bilinmektedir (Shonekan ve ark., 2018). Mantarlar sadece benzersiz bir tada ve dokuya sahip olmakla kalmayıp; diyet lifi, kitin, β -glukanlar ve mannanlar, yüksek kaliteli proteinler, steroller, fenolik bileşikler, terpenler, Cu, Se ve Mo gibi mineraller, özellikle vitamin B kompleksi, D vitamini ve tokoferol içerirler (Gantner ve ark., 2017; Rodríguez-Seoane ve ark., 2019). Düşük yağ içeriğine sahip olan mantarlarda doymamış yağ asitleri, doymuş yağ asitlerinden daha baskındır. Mantarlar potasyum, kalsiyum, fosfor ve magnezyum açısından zengindir. Bu nedenle, hem sulu ekstraktlarından hem de lipit fraksiyonlarında geri kazanılan bileşikler, nutrasötikler ve kozmesötiklerin formülasyonunda fonksiyonel bileşenler olarak kullanılabilirler (Rodríguez-Seoane ve ark., 2019). Yenilebilir mantarlar, yüksek besin değeri olan gıdalar olarak kabul edilirler ve bazıları terapötiktir; ayrıca zayıf karbonhidrat kaynakları olduğundan diyabetik bozukluğu olan kişilerin diyetlerine dahil edilebilirler (Mihalcea ve ark., 2016).

Pleurotus, ticari olarak yetiştirilen, yenilebilir mantar türleri arasındadır. Dünya çapında büyük talep görmektedir ve yüksek besin değeri ve tıbbi özelliklerinden dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır. *Pleurotus eryngii* kuru madde bazında %51-75 karbonhidrat, %16 -18 protein, %6-7 kül ve %1-3 seviyelerinde lipit içermektedir. Başlıca yağ asitlerini; palmitik asit, oleik asit, stearik asit ve linoleik asit oluşturmaktadır. Ana polisakkaritleri β -glukanlardır ve K, P, Mg, Ca, Fe, Zn ana minerallerini oluşturmaktadır. Fenolik ve flavonoidler arasında gallik asit, protokatekuik asit, p-hidroksibenzoik asit, p marik asit, sirinik asit, vanillik asit, epikateşin, rutin ve kateşin tanımlanmıştır. *P.eryngii*'den ekstrakte edilen polisakkaritler, antitümör aktivite, antioksidan aktivite, bifidojenik ve hepatoprotektif etki gibi çeşitli farmakolojik etkiler sergilemektedir. Aynı

zamanda bu polisakkaritler; hiperlipidemiye hafifletmek, oksidatif stresi önlemek, hepatik ve kardiyak doku yaralanmalarını azaltmak için aktif olan murin melanoma hücrelerinin inhibitörleri olan immün modulatorleri olarak rol oynamaktadırlar (Rodríguez-Seoane ve ark., 2019)

Geniş mantar çeşitleri içerisinde 25'ten az tür gıda olarak kabul edilir ve bunlardan çok azı ticari öneme sahiptir. Son derece bozulabilir ürün olan mantarlar yapılarında %32,7 ham protein, %2,4 ham yağ ve %47,7 toplam karbonhidrat içermektedirler. Mantarların bozulma süreçleri hasattan hemen sonra başlamaktadır (Kotwaliwale ve ark., 2007).

Mantarların; yüksek solunum oranlarına sahip olmaları, kahverengileşme eğilimlerinin yüksek olması, su kaybının engellenmesi veya mikrobiyal saldırılara karşı kendilerini korumak için hiçbir bariyer tabakalarının olmamasından (kütikül tabakası bulunmaması) dolayı ömürleri oldukça kısadır (Simón ve ark., 2005). İnce ve gözenekli epidermal yapıları nedeniyle, mantarların solunum hızı diğer sebzelere ve meyvelere kıyasla nispeten daha yüksektir (20 °C' de 200-500 mg / kgs). Mantarların mikrobiyal gelişime ve enzimatik esmerleşmeye duyarlılığı; yüksek solunum oranları ve yüksek nem içeriğinden kaynaklanmaktadır (Joshi ve ark., 2018). Mantarlar yüksek oranda sızıntı ve solunum yapan taze ürünlerdir. Çevredeki nem seviyelerine duyarlıdır; düşük bağıl nem (RH), aşırı ağırlık ve sertlik kaybına neden olurken; çok yüksek RH, mantar yüzeyinde su buharı yoğunlaşmasını destekler, bu da mikrobiyal büyümeyi ve renk değişikliğini hızlandırır. Bu yüzden, mantarların hasat sonrası yaşamları bu süreçlerin sonucu olarak kısalmaktadır (Rux ve ark., 2015). Yüksek nem içeriği (%85-%95) ve yüksek terleme seviyeleri nedeniyle, mantarların hasat sonrası raf ömürleri yaklaşık 3-4 gündür. Mantarlar birkaç gün içinde aşırı olgunlaşma, esmerleşme, su kaybı ve mikrobiyal etki nedeniyle ticari değerlerini kaybederler. Hem bütün hem de dilimlenmiş mantarların yüksek kalitesini sürdürmek amacı ile depolama sırasında sıcaklığın yaklaşık 1-4 °C' de tutulması çok önemlidir (Gantner ve ark., 2017; Zhang ve ark., 2018). Düşük sıcaklık; solunum, büyüme, esmerleşme, dehidrasyon ve mikrobiyal aktivite gibi bitki dokularındaki biyolojik süreçleri yavaşlatmaktadır (Villaescusa ve Gil, 2003).

Hasat sonrası mantarların kalitesine etki eden faktörler; mantarın kendisiyle ilgili iç faktörler (su aktivitesi, solunum hızı ve mikrobiyal aktivite) ve saklama koşulları (depolama sıcaklığı, bağıl nem) ilgili dış faktörler olarak iki kategoriye ayrılmıştır. Bu kalite faktörlerinden birini veya bazılarını kontrol ederek, çeşitli koruma yöntemleri hasat sonrası kalite bozulmasını etkili bir şekilde azaltabilir ve mantarların raf ömrünü uzatabilir. Termal işlemler (yani kurutma ve soğutma), depolama sıcaklığı ve su aktivitesinin kontrolü mantar

kalitesinde bozulmayı önemli ölçüde geciktirebilen klasik yöntemlerdir (Zhang ve ark., 2018). Taze mantarların hasat sonrası kalitesini sürdürmede iyi performans gösteren başka bir yaklaşım da MAP'tır. Bu yöntem taze mantarların korunması için etkili, basit ve ekonomik bir paketlenme tekniği olarak kabul edilmektedir (Belay ve ark., 2016).

Mantarların raf ömrünün kısa olması, ekonomik değerlerini sınırlayan bir dezavantajdır. Hasat sonrası dönemde mantarların nem içeriği kademeli olarak azalmakta ve sürekli ağırlık kaybı oluşmaktadır. Hasat sonrası mantarların rengi, su kaybı ve enzim aktiviteleri nedeniyle esmerleşme eğilimi göstermektedir, bu da tüketicilerin satın alma davranışını etkilemektedir (Ding ve ark., 2016).

Mantarın kalite özellikleri; fiziksel görünümü, renk, tazelik, mikrobiyal büyüme ve ağırlık kaybı ile belirlenmektedir. Kalite gelişimi ağırlıklı olarak sıcaklık ve bağıl nem gibi saklama koşullarından etkilenmektedir (Kim ve ark., 2006; Ghasemi-Varnamkhasti ve ark., 2018; Joshi ve ark., 2018).

Düşük sıcaklıkta depolama ile birlikte mantarların modifiye atmosferde paketlenmesi; ürünün raf ömrünün uzamasını sağlarken, olumsuz yöndeki kalite değişikliklerini geciktirir. CO₂ oranının %12'den büyük olması kahverengileşmeye bağlı olarak kalite bozulmasına ve O₂ konsantrasyonunun %1'den küçük olması anaerobik solunumdan dolayı istenmeyen aroma üretimi ve mikrobiyal kontaminasyona yakınlıkla sonuçlanır. Mantarların raf ömrünün uzatılması için bildirilen optimum koşullar, 2 °C'de depolanmış %2,5-5 CO₂ ve %5-10 O₂'dir. Mikro delikli filmlerin kullanımının, ambalaj içinde CO₂ birikmesini ve O₂'nin tükenmesini ve yoğuşmayı önlediği yaygın olarak bildirilmiştir (Joshi ve ark., 2018).

Mantarların ambalajlanması için kullanılan malzemeler de depolama sıcaklığı kadar önemlidir. Bu malzemeler gazlara ve su buharına karşı belirli bir geçirgenliğe sahip olmalıdır. Suyun difüzyonu; kullanılan polimerin tipine, kalınlığına, yapısına, basınç farkına ve deliklere bağlıdır (Gantner ve ark., 2017).

MAP gaz bileşiminin, ürünün solunum hızından ve ambalaj filminin gaz geçirgenliğinden etkilendiği iyi bilinmektedir. Bununla birlikte, paket içi gaz bileşiminin yanı sıra, MAP sistemlerinde yoğuşma ve / veya küf ve bakteri gelişimini önlemek için paket içi bağıl nemi kontrol etmek de önemlidir (Rux ve ark., 2015).

Taze kullanıma hazır ürünler için artan tüketici talebi nedeniyle, dilimlenmiş mantar üretimi de artmaktadır. Dilimleme, solunum hızında bir artışa neden olduğu ve dehidrasyon, kızarma ve mikrobiyal büyümeye duyarlı daha geniş bir yüzey alanı yarattığı için bozulma

sorunlarını artırmaktadır. Dilimlenmiş mantarlara olan talebin artmasına rağmen, kalite, raf ömrü veya güvenliği hakkında çok az bilgi mevcuttur (Simón ve ark., 2005).

Dilimlenmiş mantarlar genellikle plastik filmlerle sarılmış tepsilerde pazarlanır ve soğutma sıcaklıkları altında saklanır. Soğutma sıcaklığı ve bağıl nem, mantarların kalitesini korumaktan sorumlu ana faktörlerdir. Paketlerin nem içeriğine, mantarın dehidrasyonuna solunum aktivitesine, filmin gazlara geçirgenliğine, ürün miktarına, bu miktar ile film yüzey alanı arasındaki orana ve saklama sıcaklığına bağlı olarak paketin içinde modifiye edilmiş bir atmosfer yaratılır (González-Fandos ve ark., 2006).

Mantarları paketlemek için farklı filmler kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan ticari ambalajlar delikli ve deliksiz polivinilklorürdür (PVC). Deliksiz PVC filmler kullanılarak, özellikle oda sıcaklığında (18-20 °C) son derece düşük oksijen seviyeleri elde edilebilir ve *Clostridium botulinum*'un büyümesi için elverişli anaerobik atmosfer ortaya çıkabilir. Ambalaj teknolojisindeki son gelişmeler, geçirgenliği önceden seçilebilen yeni filmlerin üretilmesine yol açmıştır (P-Plus mikro delikli filmler); bunlar dilimlenmiş mantarların paketlenmesi için uygun olarak görülmektedir (Barry-Ryan ve ark., 2000; Mangaraj ve ark., 2009).

Bütün mantarların depolanması için, %2,5-5 CO₂ ve %10 O₂ içeren ortamlar uygun olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, %5 CO₂'ye kadar olan atmosferler fitotoksiktir ve mantarların hem iç hem de dış kararmasını arttırmaktadır. Mantar gelişimi, %5'in üzerindeki CO₂ konsantrasyonları tarafından engellenir. %5 O₂ içeren düşük CO₂ seviyeleri de (%2-6) inhibe edici etkiye sahiptir. Bununla birlikte, %2'nin altındaki O₂ seviyeleri, mantarlarda anaerobik solunumun yanı sıra etanol ve asetaldehit birikimi ve hoş olmayan kokuların üretimi ile ilişkilendirilmiştir; ayrıca düşük O₂'nin anaerobik patojenlerin potansiyel büyümesini teşvik ettiği yönünde görüşler vardır (Simón ve ark., 2005).

Mantar ambalajlanmasını daha da geliştirmek için, ambalajın içindeki bağıl nem, üründen kaynaklanan nem kaybı minimize edilerek kontrol edilebilir. Taze ağırlığın %3-6'sının kaybı, genellikle çoğu ürün türü ve mantarlar için kalitenin belirgin bir şekilde bozulmasına neden olmaktadır. Taze ürünlerde kabul edilebilir ağırlık kaybı yaklaşık olarak %2'dir. Mantarların yüksek terleme oranı ile birlikte yaygın olarak kullanılan filmlerin su iletim hızının düşük olması, ambalaj atmosferinin hızlı doygunluğuna neden olur. Bu koşullar, bakteriyel leke olarak bilinen mantar yüzeyinin kahverengileşmesi veya sararmasından sorumlu olan *Pseudomonas tolasii*'nin büyümesine neden olabilir. Sorbitol, sodyum klorür, propilen glikol ve polivinil alkol gibi nem emicilerin kullanımının

mantarların renginin daha iyi korunmasını sağladığı bilinmektedir. *Pleurotus* mantarlarını depolamak için önerilen gaz bileşimi hakkında çok az bilgi yayınlanmıştır. *Pleurotus* mantarlarının depolanması için en verimli MA bileşimi, Popa ve ark., (1999) tarafından 14 gün boyunca 4 °C'de 1 kPa O₂-5 kPa CO₂, Henze, (1989) tarafından ise 10 gün boyunca 1°C'de 1 kPa O₂- 30 kPa CO₂ olarak belirlenmiştir (Villaescusa ve Gil, 2003). *Pleurotus* mantarlarını depolamak için yapılan çalışmalar az olsa da, *Agaricus bisporus* mantarlarının depolama özellikleri hakkında daha çok şey bilinmektedir. Sveine ve ark., (1967), mantarların raf ömrünü uzatmak için %0,1 O₂ ve %5 CO₂'nin optimum koşullar olduğunu bildirmişlerdir. Düşük O₂ oranı, solunum hızını azaltarak şapka gelişimini ertelemiş, aerobik bozulmayı ve ağırlık kaybını azaltmıştır. Ayrıca, düşük O₂, tirozinaz aktivitesini azaltarak enzimatik esmerleşmeyi de azaltmaktadır. Fakat düşük O₂ konsantrasyonu birçok avantaja sahip olsa da, O₂ oranının %2'den az olmasının *Clostridium botulinum* gibi önemli ölçüde anaerobik mikroorganizmaların gelişmesine olanak sağladığı bilinmektedir. Bazı yazarlar *A. bisporus* mantarları için anaerobik koşullar yaratmadan 6 kPa'lık O₂ altında ambalajlamanın optimum koşulları yarattığını bildirmişlerdir. Briones ve ark., (1992)'de, minimum 1-2 kPa'lık O₂ konsantrasyonunda fermentasyon meydana gelmesede, Burton ve ark., (1987) O₂ konsantrasyonunun 3-4 kPa aralığının altına düşmemesi gerektiğini bulmuşlardır. Mantar paketi içinde aşırı CO₂ (12 kPa) birikmesi mantarın şapkasının açılmasını önleyebilir, ancak ciddi kararına ile sonuçlanır. Briones ve ark (1992), 5-10 kPa O₂ ve 2,5-5 kPa CO₂ içeren ortamların, mantarların modifiye atmosfer paketlenmesi için uygun olduğunu belirlemişlerdir (Villaescusa ve Gil, 2003). Roy ve ark., (1995), modifiye atmosferde mantarları paketlemek için uygun O₂ ve CO₂ konsantrasyonlarını belirlemek üzere yaptıkları çalışmada %6 O₂'nin şapka gelişimini azaltmada etkili olduğunu gözlemlemişlerdir (Kim ve ark., 2006).

Ambalajlarda oluşan nem, modifiye atmosferde mikrobiyal büyümeyi etkilemektedir. Araştırmacılar, oksijen azaltımının ve karbondioksit konsantrasyonundaki bir artışın solunum hızında ve raf ömrünün uzamasında bir azalmaya yol açtığını bildirmişlerdir (Gantner ve ark., 2017). Burton ve ark., (1987), O₂ konsantrasyonu arttığında ve CO₂ konsantrasyonu azaldığında tüm mantarlarda *Pseudomonas tolaasii*'nin neden olduğu hastalık semptomlarında bir artış olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, Briones ve ark. (1992), oksijensiz koşullar altında mezofillerde bir azalma olduğunu ve kontrollü atmosferlerin *Pseudomonas fluoresan* üzerinde hafif bir etkisi olduğunu gözlemlemişlerdir. *Pseudomonas* mantarlarda en çok bulunan bakteri cinsidir. *P. tolaasii* ve *P. reaktans*,

bakteriyel lekeden sorumlu ana türdür ve renk bozulmaları üzerinde kısmi bir etkiye sahip oldukları tahmin edilmektedir. (Simón ve ark., 2005).

Villaescusa ve Gil, (2003); tarafından yapılan çalışmada mikrodelikli PP, LDPE ve PVC ambalajlarda 15 kPa O₂-5 kPa CO₂ gaz karışımı kullanılarak paketlenen *Pleurotus* cinsi mantarlar için depolama süresi 4 °C'de 7 günden fazla olduğunda kalite özelliklerinde keskin düşüşlerin olduğu belirtilmiştir.

Simón ve ark., (2005), farklı ambalaj filmleri kullanılarak oluşturulan modifiye atmosferlerin dilimlenmiş kültür mantarlarının (*Agaricus bisporus* L.) kalitesine etkisini araştırmışlardır. 4 °C'de 12 güne kadar depolanan örneklerde %2,5 CO₂ ve %10-20 O₂ içeren modifiye atmosfer ortamının aerobik bakterilerin büyümesini engellediğini ve mantar dilimlerinin görünümünü iyileştirdiğini belirtmişlerdir.

Liu ve ark., (2010), %100'e kadar yüksek oksijen atmosferinin, kültür mantarlarının kabul edilebilir rengini korumak için uygun bir depolama yöntemi olduğunu bildirmişlerdir. Xiao ve ark., (2011), *Pleurotus* cinsinin pazarlama sırasında ortam sıcaklığında raf ömrü 1 - 3 gün olan, oldukça çabuk bozulan bir mantar olduğunu belirtmişlerdir. Liu ve Wang (2012), %80 O₂'nin, mantarların membran geçirgenliği ve lipit peroksidasyonundaki artışı yavaşlatarak esmerleşmeyi önleyebileceğini belirtmiştir. Simón ve ark., (2005), *A. bisporus*'u, delikli ve deliksiz PVC filmlerde sarılmış ambalajlar kullanılarak 13 gün depoladığında, mantarlar %4 ve %5,7 ağırlık kaybına uğrarken; %15 CO₂ ve <%0,1 O₂ içeren ortamda paketlenildiğinde oluşan ağırlık kaybı %0,5-2 oranında olmuştur. Ayrıca, %5 O₂ ve %5 CO₂ içeren MAP'ta dehidratasyon süreci gecikmiş, solunum hızı yavaşlamış ve duyu kalite korunmuştur (Ventura-Aguilar ve ark., 2017).

Li ve ark., (2014) hasat sonrası shiitake mantarlarının depolanmasında farklı başlangıç O₂ konsantrasyonlarına sahip aktif modifiye atmosfer paketleme işlemi uygulamışlardır. %3 O₂-%5 CO₂ içeren ambalajların paketlemeden hemen sonra anaerobik fermentasyona ve depolama sırasında yüksek etanol birikimine neden olduğunu bildirmişlerdir. Başlangıçta %50 ve %100 O₂ kullanımının ise etanol üretimini engellediğini belirtmişlerdir. 10 °C'de 7 günlük depolamanın sonunda tüm paketlerin shiitake mantarlarının görünümünü koruduğunu gözlemlemişlerdir.

Djekic ve ark., (2017), modifiye atmosferde paketledikleri *Agaricus bisporus* Portobello'yu 22 gün boyunca 4 °C'de depolamışlardır. Raf ömrünün incelenmesinde kalite fonksiyon yayılımının uygulamasını analiz etmeyi planlayan bu çalışmada mantarları yüksek nitrojen (%100 N₂), düşük karbon dioksit (%30 CO₂/%70 N₂), ve düşük oksijen (%30

O₂/ 70 N₂) kullanarak üç farklı modifiye atmosfer altında paketlemişlerdir. Renk değişimleri açısından, toplam renk farkı ve esmerleşme indeksi yüksek nitrojen için en büyük düşük oksijen için en küçük aralığı göstermiştir. En yüksek kalite bozulma seviyesi düşük karbondioksit ve yüksek nitrojen paketleme için gözlenirken, en düşük bozulma seviyesi havada paketlenen mantarlarda gözlenmiştir. Yapılan bu çalışmada en iyi kalite puanını düşük oksijen altında paketlenen mantarlar almıştır.

1.4. Sarımsak

Türkiye; Avrupa-Sibiry, Akdeniz ve İran-Turan fitocoğrafik bölgelerindeki konumu nedeniyle bitki türleri açısından çok zengindir. Türkiye, yaklaşık %32,56'sı endemik olan 12054 bitki türüne sahiptir (Babacan ve ark., 2018). *Allium* cinsine ait bitkiler bunlar arasında özel bir yere sahiptir. *Allium* cinsi, kuzey yarımkürenin ılıman bölgelerinde yetişen ve 164'ü Türkiye florasında bulunan 65 tanesi endemik olan çok yıllık ve iki yıllık 700 soğanlı türü içermektedir (Aasim, 2015; Babacan ve ark., 2018). Bu cinsin tartışmalı taksonomisi revize edilmiştir ve muhtemelen revize edilmeye devam edilecektir. *Allium* cinsi Liliaceae, Amaryllidaceae ve yakın zamanda Alliaceae ailesi altında sınıflandırılmıştır (İpek ve ark., 2008). Sarımsak (*Allium sativum*), soğan (*Allium cepa*), pırasa (*Allium ampeloprasum* var. *porrum*), frenk soğanı (*Allium schoenoprasum*) ve arpacık soğan (*Allium ascalonicum*) en çok kullanılan ve incelenen yenilebilir *Allium* türlerdir (Putnik ve ark., 2019).

Filogenetik analizlere göre *Allium tuncelianum* sarımsağın Tunceli bölgesinde yetişen endemik bir türüdür. Fritsch ve Friesen, (2002) yaptıkları taksonomik araştırmalarında; sarımsak türlerinin yabani atalarının Güney Orta Asya'dan Akdeniz'e kadar olan bölgede yetişmesi gerektiğini öne sürmüşlerdir. Mathew, (1996) *A.tuncelianum*'un *A.sativum* L.'nin vahşi atası olabileceğini; her ikisinin de yaprak ve soğan kokusu gibi genel karakterleri paylaştığını ifade etmiştir (Karakaya ve ark., 2019).

Allium tuncelianum'un bitki yapısı, sarımsağı (*Allium sativum* L.) andırmaktadır ve hafif sarımsak kokusu ve tadına sahiptir. İki tür arasındaki bu benzerlikler nedeniyle, *A.tuncelianum* yerel olarak "Ovacık sarımsağı" veya "Tunceli sarımsağı" olarak adlandırılmıştır (Babacan ve ark., 2018). *Allium tuncelianum* sarımsaktan farklı olarak genellikle tek bir karanfil içeren bir beyaz ampulden oluşur. Tunceli sarımsağı, çok dişli olmayan tek dişli krem beyaz renge sahip ampul şekline benzeyen ve beyaz çiçeğinde siyah

tohumcukları olan bir bitkidir. Tunceli sarımsağı, üreme için kullanılabilecek verimli siyah tohumlar taşır. Ampuller eşeysiz olarak çoğalır, ancak çoğalmaları nispeten yavaştır. Tohum, yeterince çoğalmasından 2-3 yıl sonra olgun bitkiler üretebilme kapasitesine erişir (Kizil ve ark., 2014). *A.tuncelianum*, *A. sativum*'un yakın bir akrabası olarak görülmesine rağmen, aralarındaki filogenetik veya genetik ilişkiler henüz tam olarak bilinmemektedir (Karakaya ve ark., 2019). *A. tuncelianum*, Türk Bitkileri Kırmızı Kitabında hassas bitki türleri arasında yer almaktadır (Babacan ve ark., 2018).

A. tuncelianum, 1100-1200 m yükseklikte yetişen ve Munzur Dağları'nı çevreleyen platoya endemik olan bir sarımsak türüdür (Aasim, 2015). Metamorfik tortulu volkanik ve kayalık yöünden zengin topraklarda, doğal ortamında diğer bitkilerle rekabet ederek büyümektedir. Bölgenin iklimi, Köppen iklim sınıflandırmasına göre soğuk ılıman karasal iklim / Akdeniz karasal ikliminden büyük ölçüde etkilenmektedir. Bölgenin toprakları, pH 7.0 ve % 1-2 organik madde içeren killi tınlı, kumlu killi tınlı ve killidir (Kizil ve Khawar, 2017).

Tunceli sarımsağı, Türkiye'nin Tunceli ilinde ve çevresinde dişli sarımsak yerine yaygın olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de yaklaşık olarak her yıl 15-25 metrik ton Tunceli sarımsağı evde kullanım ve tıbbi amaç için doğadan toplanmaktadır (Kizil ve ark., 2014; Aasim, 2015). *A.tuncelianum*'un yabani popülasyonları, komşu türler arasındaki rekabet, arazi erozyonu ve insanlar tarafından orantısız toplanma (tıbbi amaçlı veya tüketim için) nedeniyle yok olma riski altındadır. Evlerin ve otoyolların inşası, ormanların kesilmesi, yabani alanlarda tarım faaliyetleri vb. gibi artan insan faaliyetleri, *A.tuncelianum*'un hızlı veya fark edilmeyen habitat tahribatı ile sonuçlanmıştır (Kizil ve Khawar, 2017). *Allium tuncelianum*, yerel halk tarafından sınırsız hasat nedeniyle nesli tükenmekte olan bir türdür. Nesli tükenmekte olan türlerin toplanması Türkiye'de “Tehlikedeki Türlerin Uluslararası Ticareti Sözleşmesi” kapsamında yasaklanmıştır (Karaaslan ve ark., 2019).

Modern sarımsağın atası kabul edilen *Allium tuncelianum* özellikle Tunceli ve çevresinde yemek pişirmek için dişli sarımsaklara alternatif olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. 1 veya 2 dişe sahip olan bu sarımsak 18-20 °C'de uzun süre saklanabilmektedir. Ayrıca yabani *Allium* türlerinin Türk mutfağında olduğu kadar sağlık alanında da özel bir yeri vardır (Kosar ve ark., 2006).

Çeşitli *Allium* türlerinin insan sağlığına koruyucu etkileri ve popüleritesi üzerine çeşitli çalışmalar bildirilmiştir. Örneğin, son çalışmalar, meme kanseri riskinin azalması ve insidansı arasında, özellikle sarımsak ve pırasa gibi bazı *Allium* türlerinin tüketimi ile bir

ilişki olduğunu göstermiştir. *Allium* türleri ayrıca vücudun bağışıklık sistemini uyarır, kandaki kolesterol ve şeker seviyesini düşürür. Kanı seyreltir ve kan dolaşımını iyileştirir, böylece kalp krizi riskini azaltır (Aasim, 2015; Putnik ve ark., 2019). Sarımsak tüketiminin tartışmasız sağlık yararlarına rağmen, kanaması olan hastalar arasında sarımsak tüketilmesi (antiplatelet özelliklerinden dolayı) önerilmez. Ayrıca, sarımsak ve soğanda bulunan organosülfür bileşiklerinin bazıları Caco-2 hücrelerindeki DNA parçalanması ile birlikte çok yüksek konsantrasyonlarda in vitro genotoksisite etki gösterdiğinden, *Allium*'un tüm organosülfür bileşikleri tıbbi değildir. Ayrıca aşırı sarımsak tüketiminin diğer yan etkileri arasında alerjik reaksiyonlar ve hoş olmayan vücut kokuları da bulunur (Chope ve ark., 2011).

Sarımsağın yaklaşık %40'ı kuru ağırlıktır, ana kompleks karbonhidrat fruktandır ve az miktarda serbest şeker içermektedir. Sarımsak aroması, kokusuz öncü allinin (s-alil sistein sülfoksit), allinaz enzimi tarafından dönüştürüldüğünde oluşan organo sülfür bileşiklerinden kaynaklanmaktadır. Bu reaksiyonla oluşturulan ana bileşik, bir tiyosülfinat olan allisin, taze sarımsağın karakteristik kokusundan ve lezzetinden sorumlu bileşiktir (Cantwell ve ark., 2003).

Allinin yanında, *Allium* türlerinde bulunan diğer organo sülfürlü bileşikler: methiin (sarımsak, soğan, pırasa ve arpacık), propiin (arpacık) ve izoalliinin (soğan ve arpacık) dir. Her bir *Allium* türünün tanımlanması, bu dört öncünün farklı oranlarına bağlıdır. *Allium* türlerindeki organo sülfürlü bileşiklerin biyo yararlanımının karmaşıklığı, yapılarından, enzimatik değişikliklerden ve işlemenin etkisinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, *Allium* türlerinin yapısı ve biyoaktivitesi arasında basit bir ilişki kurmak zordur (Chope ve ark., 2011; Tocmo ve ark., 2015).

Sarımsak dişleri hem suda çözünür besinleri (vitaminler, enzimler, amino asitler ve şekerler) hem de yağda çözünen counterparts (örn. organo sülfürlü bileşikleri) içermektedir. Çiğ sarımsak %59 nem, %33 karbonhidrat, %6 protein, %2 diyet lifi ve %0,5 lipit içerir. Hasarsız sarımsakların diğer bileşenleri; pektin, prostaglandinler, adenosin, lektinler, vitaminler (B₁, B₂, B₆, C ve E), glikolipidler, yağ asitleri, fosfolipitler, biyotin, nikotinik ve esansiyel amino asitlerdir. Sarımsak, tıbbi organik sülfürlü bileşenlerin yaklaşık %2,3'ünü içerirken, allisin *Allium* cinsinin spesifik temsilcisi olarak kabul edilir (Koca ve Tasci, 2016).

Allium türleri yüksek miktarda flavonoidler, steroidal saponinler, fitosteroller, organosülfür bileşikleri ve biyolojik olarak aktif diğer bileşikleri içerirler. *Allium*'daki fonksiyonel etkilerin ve karakteristik aromanın çoğu, bitki dokusu hasar gördüğünde oluşan

abiyotik stresörlere karşı savunma amaçlı biyosentezlenen ikincil fitokimyasal metabolitler (örn., Tiyosülfat) olan organosülfür bileşikleri ile ilişkilidir (Putnik ve ark., 2019).

Diğer tüm sarımsak türleri gibi, Tunceli sarımsağı da bitki hücreleri biyotik veya abiyotik yollarla hasar görene kadar kokusuzdur. Ampullerin fiziksel hasara uğraması, güçlü kokulu ve biyolojik olarak aktif organik sülfür bileşiği, allisin (tiyo-2-propen-1-sülfinik asit S-alil ester) gelişimine sebep olur. Allisinin; anti-pıhtılaştırıcı, anti-hipertansif, anti-mikrobiyal, anti-biyotik, anti-parazitik, antimikotik, anti-viral, anti-tümör, anti-oksidan ve anti-aging aktivitelerine sahip olduğu bildirilmiştir. Allisinin ayrıca ağır metalleri detoksifiye ettiği, hipolipidemik, antikarsinojenik ve anti-mutajenik olduğu bilinmektedir. Bu kokulu bileşikler ayrıca bitkileri yırtıcılara, parazitlere ve hastalıklara karşı savunmaya hizmet eder (Khawar, 2015).

Sarımsak, düşük bağıl nem (<%75) altında ortam sıcaklıklarında 1-2 ay kalite özelliklerini koruyarak depolanabilir. Bununla birlikte, bu koşullar altında, dişler sonunda su kaybı nedeniyle yumuşayacak, süngerimsi bir yapıya dönüşecek ve büzüşecektir. Sarımsağı uzun süre iyi kalitede saklamak için, düşük bağıl nem (% 60-70) ile -1°C – 0°C sıcaklıklarda muhafaza etmek gerekmektedir (Cantwell ve ark., 2003).

Pişırmeye hazır sebzeler, modern toplumun yoğun yaşam tarzı nedeniyle popülerlik kazanmaktadır. Taze sarımsak bol miktarda vitamin, protein ve vücut için gerekli diğer bileşiklere sahiptir ve sağlık dengesini korumak için tüketimi gereklidir. Sarımsak (*Allium sativum* L.), dünya çapında bir çok yemeğin popüler bir bileşenidir ve çoğu yemekte tadı ve sağlığı iyileştirmek için kullanılmaktadır (Sothornvit ve Tangworakit, 2015; Singh ve ark., 2019).

Modern toplumda, soyulmuş sarımsak dişleri hem perakende hem de gıda hizmeti pazarlarındaki sarımsak ampullerinin yerini almıştır. Soyulmuş sarımsak, minimum işlenmiş gıda piyasası içerisinde işlem hacmi artan bir üründür. Tüketime hazır sarımsaklar, tazeliklerini önemli ölçüde koruyarak, kullanım kolaylığını artırmak için gıda pazarlarının ihtiyacını karşılayacak şekilde minimum işlenirler. Bununla birlikte, soyulmuş sarımsak dişleri, taşıma işlemleri sırasında oluşabilecek mekanik hasar nedeniyle, ampullerden daha hassastır ve daha kolay bozulmaya meyillidirler (Akan ve ark., 2019; Singh ve ark., 2019).

Minimum işlenmiş sarımsakların depolama boyunca tazelik özelliklerini korumaları tüketicilerin beklentileri arasındadır. Hasat ve soyma işleminden sonra sarımsaklar, artan solunum ve terleme oranlarına daha duyarlı hale gelirler. Tüketime hazır sarımsak dişleri, enzimatik/enzimatik olmayan esmerleşme, filizlenme, nem kaybı, mikrobiyal bozulma ve

yüzey renk değişikliği nedeniyle daha kısa raf ömrüne sahip olurlar. Ayrıca tüketime hazır sarımsağın keskin lezzetinin bozulması piyasa değerinin düşmesine önemli bir etkindir (Sothornvit ve Tangworakit, 2015; Singh ve ark., 2019). Sarımsağın çeşidi, soyma işlemi, saklama süresi, saklama koşulları, kullanım ve ticari dağıtım koşulları minimum işlenmiş sarımsağın raf ömrünü belirleyen ana faktörlerdir (Cantwell ve ark., 2003; Akan ve ark., 2019).

Paketleme teknolojisi, taze ürünlerin kalitesini artırmanın etkili bir yoludur. MAP, ambalaj atmosferi içindeki O₂ ve CO₂ seviyelerini değiştirmek için kullanılan bir tekniktir ve genellikle taze ürünlerin raf ömrünü uzatmak için kullanılır (Sothornvit ve Tangworakit, 2015). Bununla birlikte, yüksek nem koşulları ve paket içindeki yoğunlaşmalar, MAP teknolojisinin olumsuz etkileri arasında sayılabilir (Akan ve ark., 2019).

MAP teknolojisinde ambalaj malzemeleri olarak düşük ve yüksek yoğunluklu polietilen (PE), polipropilen (PP), polivinil klorür (PVC), polietilen tereftalat (PET) ve poliamid (PA) gibi farklı gaz geçirgenliklerine sahip filmler yaygın olarak kullanılmaktadır (Mangaraj ve ark., 2009). Günümüzde, farklı gaz ve su buharı geçirgenliklerine sahip farklı polimerlerin (PE ve PA) bir kombinasyonu bu teknolojiye sıklıkla kullanılmaktadır. Polimerlerin en büyük avantajlarından biri, pakete belirli bir gaz geçirgenliği, sertliği ve şeffaflığı sağlamak için iki veya üç farklı polimerle birleştirilebilmeleridir (Tajeddin ve ark., 2018).

Soares ve ark., (2002) tarafından yapılan çalışmada minimum işlenmiş sarımsaklar PVC ve LDPE kullanılarak paketlenmiştir. 14 gün boyunca 25 °C’de depolanan örneklerin ağırlık kaybı, renk değişimi, paket içi gaz bileşimi ve görünen kalite özellikleri incelenmiştir. Yapılan bu çalışmada en iyi sonuç örneklerin dört kat sarı olarak oluşturulan PVC film ile elde edilmiştir. LDPE ile sarı olarak elde edilen paketlerde ise yüksek paket içi nemi fungal gelişimi destekleyerek sarımsakların kalitesini hızla düşürmüştür.

Nei ve ark., (2007) yaptıkları çalışmada depolama sıcaklığı ve gaz kompozisyonunun sarımsak dişleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. %3 O₂’nin sarımsak dişlerinin solunum oranını azalttığını ve çimlenmesini etkili bir şekilde engellediğini belirtmişlerdir.

Li ve ark., (2012), “Laba” sarımsağını 7 gün boyunca farklı (0 °C, 20 °C, 37 °C) sıcaklıklarda PP film torbalarda vakum ambalajda paketleyerek depolamışlardır. Depolamanın toplam asit, allisin, mavi ve sarı pigment içeriği üzerine etkisini incelemişlerdir. Bu çalışma “Laba” sarımsağını 0 °C’de 70 µm kalınlığında PP torbalarda saklamanın “Laba” sarımsağının kalitesini korumada en etkili yöntem olduğunu göstermiştir.

Madhav ve ark., (2016) yaptıkları çalışmada minimum işlenmiş Hindistan’a özel iki sarımsak çeşidini [Yamuna Safed (G-1) ve Yamuna Safed-4 (G-323)] modifiye atmosferde paketlenerek depolama süresince kalite kriterlerini değerlendirmişlerdir. Oksijen (%1, %2, %3) ve karbondioksitin (%5, %10, %15) 9 farklı kombinasyonu kullanılarak yapılan paketlenmede ürünler 10 °C ve %75-85 RH'de 28 gün boyunca depolanmıştır. Farklı gaz kompozisyonları arasında, ürünlerin tekstürünün, renginin, toplam antioksidan ve toplam fenolik içeriğinin korunmasında kullanılan sarımsak çeşidine bakılmaksızın, en etkili gaz kompozisyonu %1-2 O₂ ve %5 CO₂ olarak belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada örneklerin toplam fenolik içerikleri (G-1) ve (G-323) için sırasıyla 141.3 -142.1 mg GAE/100 g olarak bulunmuştur.

Modifiye atmosfer paketlenme (MAP), çeşitli gıdaların raf ömrünü uzatmak için etkili bir muhafaza yöntemidir. Bu çalışma, buzdolabı koşullarında kunkor mantarı ve Tunceli sarımsağının gıda kalitesini ve güvenliğini koruyabilmek için MAP uygulanabilirliğini araştırmak için yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

2.1.1. Çalışmada kullanılan örnekler

Hammadde olarak kullanılan kunkor mantarı (*Pleurotus eryngii* var. *ferulae*) Tunceli ilinin Ovacık ilçesinden 2019 yılında temin edilmiştir. Toplandığı gün satıcıdan alınan ürünler paketleninceye kadar +4 °C’de depolanmıştır.

Hammadde olarak kullanılan Tunceli sarımsağı (*Allium tuncelianum*) Tunceli ilinin Ovacık ilçesinden 2019 yılında temin edilmiştir. Satıcıdan alınan ürünler paketleninceye kadar oda sıcaklığında karanlık ortamda depolanmıştır.

2.1.2. Çalışmada kullanılan ambalaj malzemesi

Ambalaj malzemesi olarak kullanılan kaplar polietilentereftalat (PET) ve polietilenden (PE) üretilmiştir ve boyutları 135x90x30 mm’dir. Paketleri kapatmak için ise polipropilenden (PP) üretilen ambalaj malzemesi kullanılmıştır. PP malzemenin oksijen transfer oranı (OTR) cc/m²gün <4, su transfer oranı (30 °C- %90 RH) g/m²gün <15’dir.

2.1.3. Çalışmada kullanılan kimyasal maddeler

Bu çalışmada kullanılan etanol (≥ 96) BRK kimya, methanol (ultragradient grade) Carlo Erba; asetik asit (glasiyel) sodyum hidroksit, sodyum karbonat, gallik asit, fenolik bileşenlerin standartları ve folin ciocalteu’s fenol reaktifi Sigma-Aldrich & Fluka’dan satın alınmıştır. Mikrobiyolojik analizler için kullanılan pepton BD Difco, Plate Count Agar (PCA) Merck, Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol (DRBC) Agar LAB M markalarından temin edilmiştir.

2.2. Metot

2.2.1. Örneklerin hazırlanması ve paketlenme

Tunceli – Ovacık ilçesinde yerel bir satıcıdan temin edilen kunkor mantarları paketlenmeden önce fırça yardımı ile kaba kirlerinden arındırılmıştır. Temizlenen kunkor mantarları dilimleyici ile yaklaşık $5,5 \pm 0,5$ mm kalınlığında kesilerek homojen olarak karıştırılmıştır. Her pakette yaklaşık 40 gr olacak şekilde tartılan dilimlenmiş mantarlar farklı gaz kompozisyonları altında ambalajlanmıştır. Modifiye atmosfer ile paketlenmiş örnekler ve kontrol grubu (paketlenmemiş) örnekleri $+4$ °C'de 12 gün boyunca depolanmıştır.

Tunceli – Ovacık ilçesinde yerel bir satıcıdan temin edilen Tunceli sarımsakları soyulmadan önce boyutlandırılmıştır (Resim 2.1). Baş kısımları kesildikten sonra kabukları soyulan 22 ± 4 mm çapa sahip sarımsaklar homojen olarak karıştırılmıştır. Her pakette yaklaşık olarak 100 g olacak şekilde tartılan sarımsaklar farklı gaz kompozisyonları altında ambalajlanmıştır. Modifiye atmosfer ile paketlenmiş örnekler ve kontrol grubu (paketlenmemiş) örnekleri $+4$ °C'de 12 hafta boyunca depolanmıştır.



Resim 2.1. Boyutlarına göre ayrılmış Tunceli sarımsakları

Bu çalışma kapsamında dört farklı deney grubu oluşturulmuştur. Kontrol grubu olarak adlandırılan birinci grupta kunkor mantarı ve Tunceli sarımsağı örnekleri paketlenmemiştir. Diğer gruplar ise kunkor mantarı ve Tunceli sarımsağı örneklerinin farklı

oranlarda O₂, CO₂ ve N₂ gazını içeren karışımlar ile paketlenmesi ile elde edilmiştir. Tablo 2.1’de oluşturulan gruplar ve içerdikleri gaz oranları verilmiştir.

Tablo 2.1. Çalışmada kullanılan gaz karışımları ve oranları

Kontrol grubu	Paketlenmemiş örnekler
A Grubu	%3 O ₂ -%5 CO ₂ -%92 N ₂
B Grubu	%3 O ₂ -%8 CO ₂ -%89 N ₂
C Grubu	%5 O ₂ -%5 CO ₂ -%90 N ₂

Paketleme işlemi Lipovak marka KV-500 model 75cm x 85cm x 105cm boyutlarındaki paslanmaz çelik 304 dış gövdeye sahip modifiye atmosfer paketleme cihazı kullanılarak yapılmıştır (Resim 2.2). Paketleme işlemi sırasında 10 saniye vakum uygulanarak atmosferik hava paketlerden uzaklaştırılmış, daha sonra paket içlerine 11 saniye boyunca %3 O₂-%5 CO₂ (A Grubu), %3 O₂-%8 CO₂ (B Grubu) ve %5 O₂-%5 CO₂ (C Grubu) gaz karışımları verilerek modifiye atmosfer altında paketleme yapılmıştır.



Resim 2.2. Modifiye atmosfer paketleme cihazı

2.2.2. Ağırlık kaybı

Depolamanın başlangıcında tartılarak paketlenen ürünlerin ağırlıkları depolama boyunca her analiz döneminde (mantar için 3 günde bir; sarımsak için 3 haftada bir) duyarlılığı 0.01g olan terazi ile (AND FX-3000İ, A&D Company, Tokyo-Japonya) tartılarak ölçülmüş olup % ağırlık kaybı aşağıda yazılan formüle göre belirlenmiştir (Lagnika ve ark., 2014).

$$\text{Ağırlık kaybı (\%)} = \left(\frac{A1-A2}{A1} \right) * 100$$

A1: Başlangıç ağırlığı; A2: Son ağırlık

2.2.3. Su aktivitesi

Su aktivitesi (aw) değeri belirlenecek örnekler homojen hale getirilerek su aktivitesi numune kaplarına koyulmuştur. Novasina Labmaster (İsviçre) markalı su aktivitesi tayin cihazının kullanıldığı analizde okumalar oda sıcaklığında yapılmıştır (Resim 2.3). Cihazda görünen değer sabit hale geldikten sonra okunan su aktivitesi değeri kaydedilmiştir (Aguirre 2008).

Cihazın çalışma prensibinde dirençli sensörler, nemdeki değişikliği ölçerek bunu higroskopik ortamın elektriksel empedansındaki bir değişikliğe dönüştürür. Tipik olarak, neme karşı direncin değişimi ters bir üstel ilişkiyi takip eder ve neredeyse 1 KΩ ile 100 MΩ arasında değişir. Prensip olarak, su buharının adsorpsiyonu üzerine molekülleri iyonik

fonksiyonel hidroksil gruplarına ayrışır ve bu, filmin elektriksel iletkenliğinde bir artışa neden olur.



Resim 2.3. Su aktivitesi ölçüm cihazı

2.2.4. Toplam kuru madde tayini

Örneklerin toplam kuru madde miktarı, nem tayin cihazı (Radwag-MA-110R, Polonya) kullanılarak belirlenmiştir (Resim 2.4). Örneklerin toplam kuru madde miktarı %KM olarak ifade edilmiştir.



Resim 2.4. Kuru madde tayin cihazı

2.2.5. Toplam kül tayini

Örneklerin içerdiği toplam kül miktarını belirlemek için 600°C’de yakılarak sabit tartıma getirilmiş ve darası alınmış porselen krozeler kullanılmıştır. Bu krozelerin içerisine 2’şer g örnek ve %95’lik etil alkol ilave edilip örnekler kömür haline gelene kadar yakılmıştır. Daha sonra bu örnekler kül fırınında 550°C’de (Nüve Fırınace, MF11,Türkiye) beyaz kül elde edilinceye kadar yakılmıştır. Yakılan krozeler desikatörde soğutularak tartılmıştır. Yakma işlemi öncesi ve sonrasında tartımlar arası fark alınarak % kül miktarları belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2010).

2.2.6. Tekstür profil analizi

Çalışmada kullanılan örneklerin tekstür profil analizleri (TPA) TA-XT Plus (Birleşik Krallık) tekstür analiz cihazı ile yapılmıştır (Resim 2.5).



Resim 2.5. Tekstür profil analiz cihazı

Çalışmada kullanılan mantar örneklerinin tekstür profilini belirlemek için P/36R başlık kullanılmış olup, örnekler 5x10x10 mm olarak boyutlandırılmıştır. Test koşulları ise Tablo 2.2.'de verildiği gibidir (Ghasemi-Varnamkhasti ve ark., 2018).

Tablo 2.2. Mantar örneklerinin tekstür profili analiz test koşulları

Ön Test Hızı (Pre-test speed)	10 mm/s
Test Hızı (Test speed)	2 mm/s
Son Test Hızı (Post-test speed)	10 mm/s
Gerginlik (Strain)	%30
Süre (Time)	2 s
Tetik Tipi (Triger type)	Otomatik
Tetik Kuvveti (Triger force)	5 g

TPA analizi için He ve ark., (2019) çalışmasındaki yöntem küçük değişiklikler yapılarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan sarımsak örneklerinin tekstür profilini belirlemek için P/36R başlık kullanılmış olup, örnekler 10x10x10 mm olarak boyutlandırılmıştır. Test koşulları ise Tablo 2.3. de verildiği gibidir.

Tablo 2.3. Sarımsak örneklerinin tekstür profili analiz test koşulları

Ön Test Hızı (Pre-test speed)	1 mm/s
Test Hızı (Test speed)	5 mm/s
Son Test Hızı (Post-test speed)	1 mm/s
Mesafe (Distance)	5 s
Süre (Time)	2 s
Tetik Tipi (Triger type)	Otomatik
Tetik Kuvveti (Triger force)	5 g

2.2.7. Titrasyon asitliği

Çalışmada kullanılan ürünlerin titrasyon asitliği değerini belirlemek için 5'er g örnek 25 ml saf su ile seyreltilerek ultra turrax ile (IKA T8 Ultra-Turrax, Almanya) homojen hale getirilmiştir. Titrasyon asitliğini belirlemek için hazırlanan homojen karışımdan 10 ml alınarak pH 8,1'e gelene kadar 0,1 N NaOH ile titre edilmiştir. Harcanan 0,1 N NaOH sarfiyatı ile sonuç sitrik asit cinsinden % olarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

$$\text{Titrasyon asitliği (\%)} = V * E * 100/M$$

V: Harcanan 0,1 N NaOH miktarı (mL)

E: 1 mL 0,1 N NaOH'nin eşdeğeri asit miktarı

M: Titre edilen örnek miktarı (g)

2.2.8. pH tayini

Çalışmada kullanılan ürünlerin pH değerini belirlemek için 5'er g örnek 25 ml saf su ile seyreltilerek ultra turrax ile (IKA T8 Ultra-Turrax, Almanya) homojen hale getirilmiştir. Homojen hale getirilen örneklerin pH değeri, 20 °C'de pH ölçüm (Thermo Scientific, Orion3Star, Singapur) cihazının probu örneğe daldırılarak belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2010).

2.2.9. Renk analizi

Çalışmada kullanılan örneklerin renk ölçümleri Hunter renk ölçüm sistemine göre (L^* , a^* , b^*) oda sıcaklığında, uygun ışık altında renk cihazı ile (Konica Minolta, CR-400, Japonya) yapılmıştır.

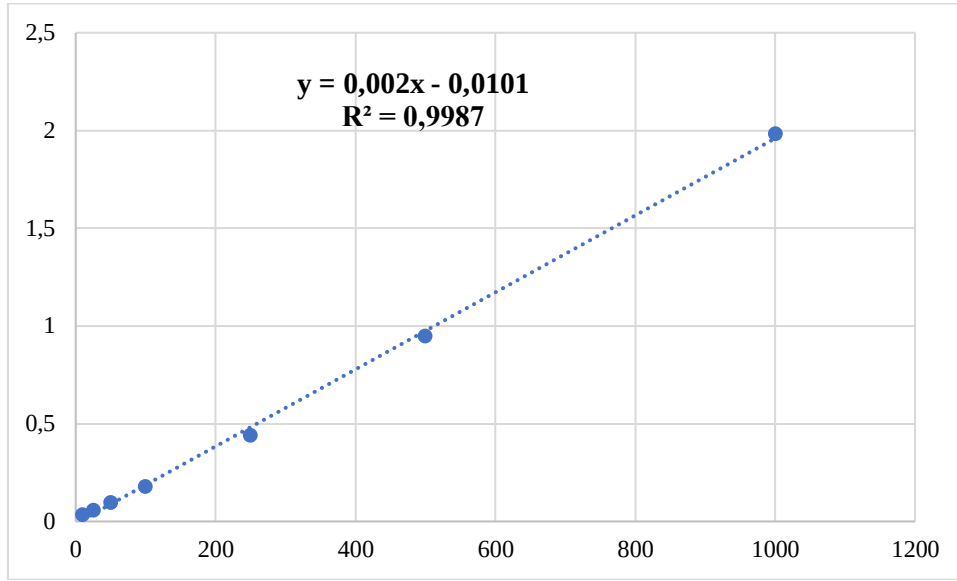
2.2.10. Ekstraktların eldesi

Çalışmada kullanılan kunkor mantarı ve Tunceli sarımsağı ekstraktlarının hazırlanması için %50 (v/v) etanol/su çözücü karışımı kullanılmıştır. Dilimleyici yardımı ile parçalanmış mantar ve sarımsak örnekleri erlene alındıktan sonra üzerlerine örnek/çözücü oranı 1/10 olacak şekilde çözücü ilave edilmiştir. Ağzı kapatılan erlenler 24 saat boyunca 150 rpm'de çalkalanarak ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. 24 saatin sonunda kaba filtre kağıdı kullanılarak süzme işlemi gerçekleştirilmiştir. Süzme işlemi sonucu elde edilen ekstraktlardan çözücüler rotary evaporöör yardımı ile uzaklaştırılmıştır. Elde edilen ekstraktlar kullanılıncaya kadar -18 °C'de saklanmıştır (Takım, 2020).

2.2.11. Toplam fenolik madde tayini

Örneklerde bulunan toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak spektrofotometre (UV-1601, Shimadzu, Kyoto, Japonya) ile belirlenmiştir. Ekstrakte edilen örneklerden 100 µl ekstrakta 2400 µl saf su ve 500 µl folin-ciocalteu çözeltisi eklenmiştir. 3 dakika sonra 1500 µl %3'lük Na₂CO₃ çözeltisi eklenerek tüpler

vorteks ile (Heidolph Reax Top, Almanya) karıştırılmıştır. Ortam sıcaklığında, karanlık koşullarda 2 saat bekletilen çözeltilerin absorbansları UV-GB spektrometre (UV-1601, Shimadzu, Kyoto, Japonya) ile 720 nm’de ultra saf suya karşı okunmuştur. Aynı yöntem ile farklı konsantrasyonlarda (mg/L) hazırlanan gallik asit çözeltileri ile kalibrasyon eğrisi çizilerek sonuçlar hesaplanmıştır (Şekil 2.1). Örneklerde bulunan toplam fenolik madde miktarı gallik asit eşdeğeri (GAE) mg/100 mg örnek olarak ifade edilmiştir.



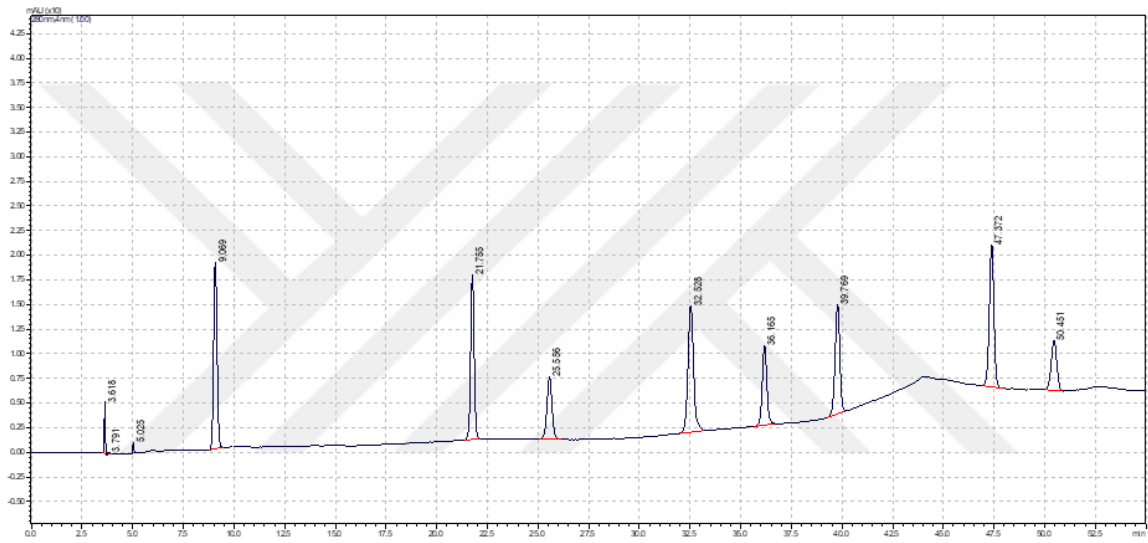
Şekil 2.1. Gallik asit standart eğrisi

2.2.12. Fenolik bileşik kompozisyonu tayini

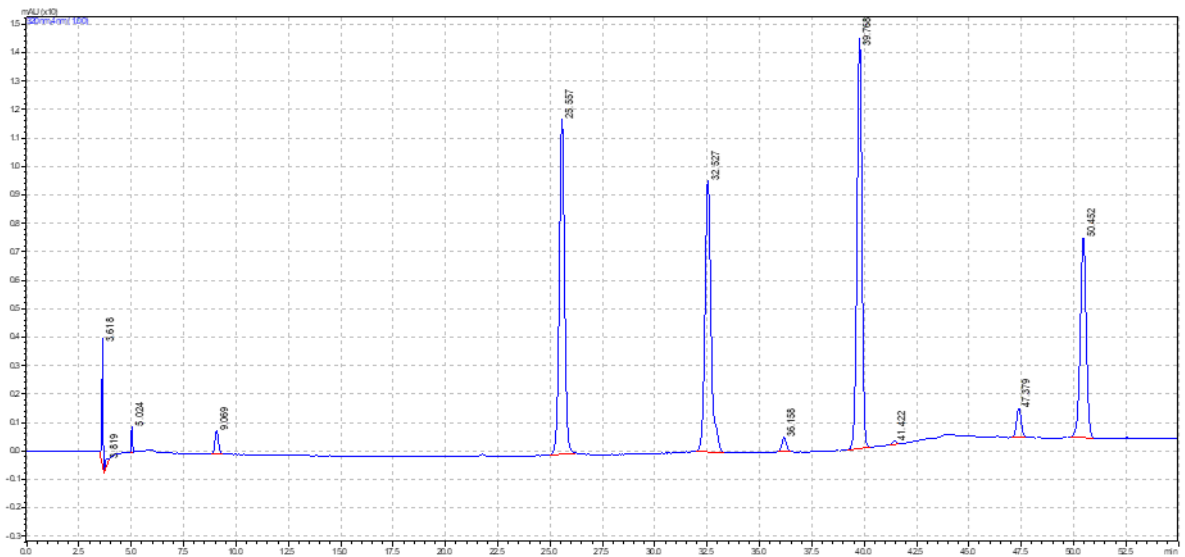
Toplam fenolik madde miktarı analizi için hazırlanan ekstraktlardan 2 mL alınarak 0,45 µm’lik PTFE hidrofilik filtreden geçirilerek HPLC (Shimadzu SPD-M20A, Japonya diode array dedektör) cihazına enjekte edilmiştir. C18 kolonunun (4,6x250 mm; 5µm) (Supelco Ascentis) kullanıldığı analizde çözücü A olarak metanol, çözücü B olarak %2’lik glasiyel asetik asit kullanılmıştır. Fenolik kompozisyonunun belirlenmesi için kullanılan HPLC cihaz programı Tablo 2.4’te vermiştir. Bu çalışmada kullanılan örneklerde farklı nm pik veren gallik asit, kateşin, vanilin, gallokateşin galat, protokateşik asit (Şekil 2.2), kumarik asit, klorojenik asit (Şekil 2.3) rutin (Şekil 2.4) fenolik bileşikleri aranmıştır. Fenolik bileşiklerin standart eğrileri Şekil 2.5’te verilmiştir.

Tablo 2.4. Fenolik bileşik kompozisyonu için HPLC cihaz programı

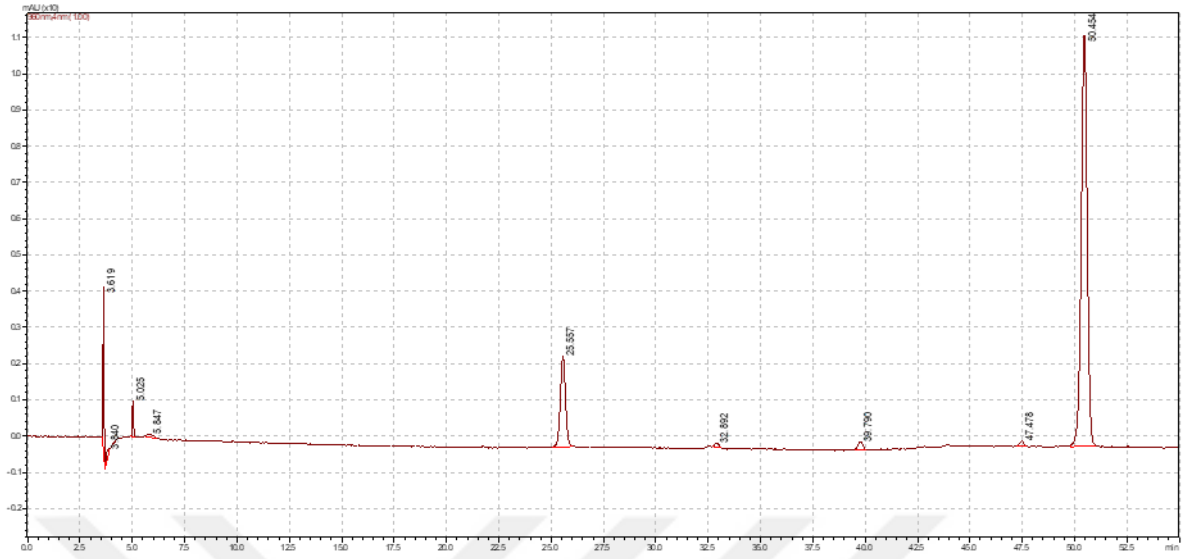
Süre (dk)	A konsantrasyonu (%)	B konsantrasyonu (%)
0	0	100
3	5	95
8	20	80
25	20	80
30	25	75
35	30	70
40	40	60
55	Stop	



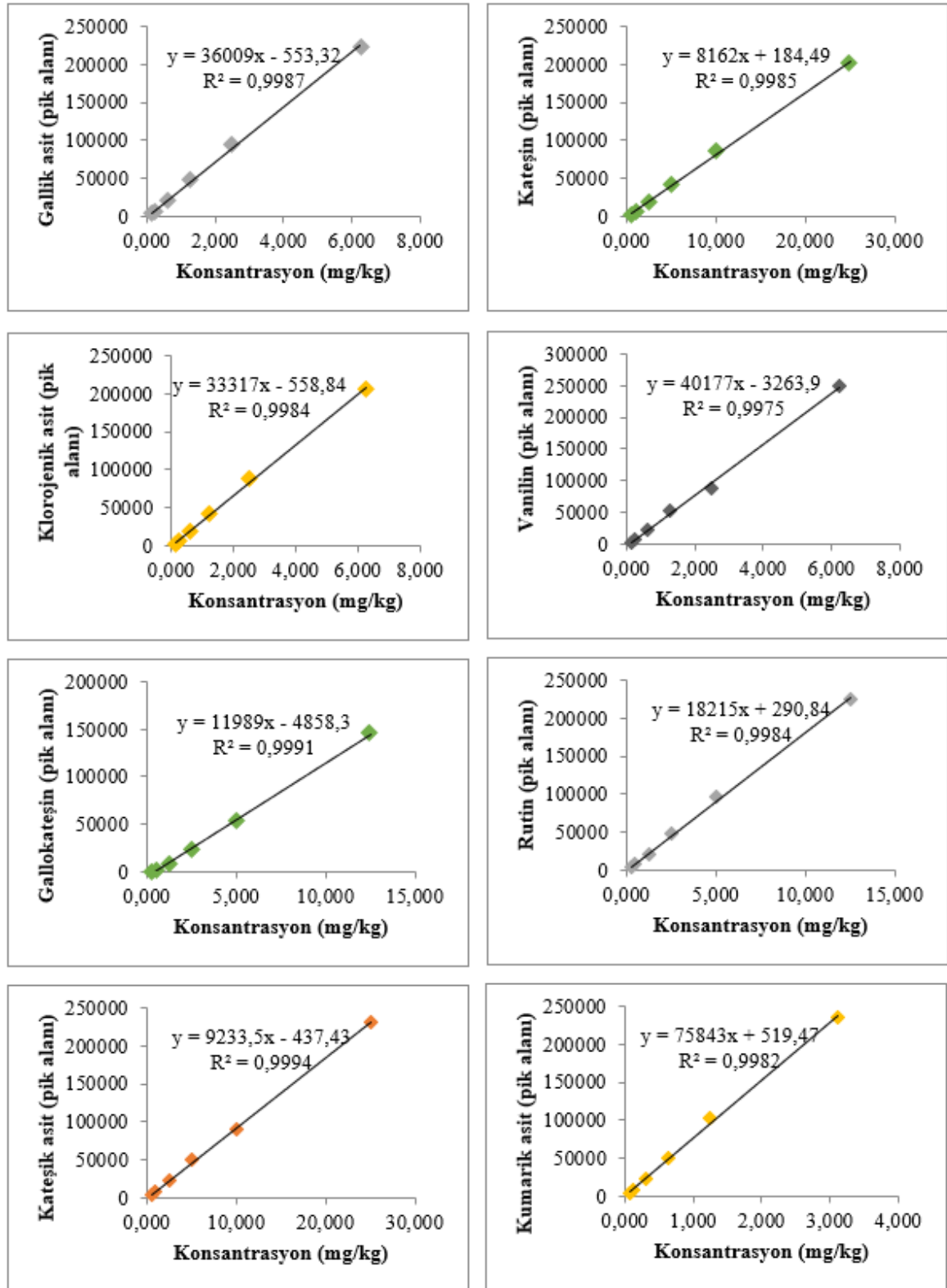
Şekil 2.2. 280 nm'de tespit edilen fenolik madde standart kromatogramları



Şekil 2.3. 320 nm'de tespit edilen fenolik madde standart kromatogramları



Şekil 2.4. 360 nm'de tespit edilen fenolik madde standart kromatogramları



Şekil 2.5. Fenolik bileşik standart eğrileri

2.2.13. Mikrobiyolojik analizler

Mikrobiyolojik analizler için örnek paketleri aseptik koşullarda açılarak 10 g örnek steril stomacher poşetinin içerisine aktarılmış ve üzerine 90 ml steril %0,1 peptonlu su ilave edilerek 1 dk boyunca stomacherda homojenize edilmiştir. Elde edilen homojenat, örneklerin 10^{-1} dilüsyonu olup gerekli desimal dilüsyonlar bu homojenattan hazırlanmıştır. Tüm ekimler çift paralelli olarak yapılmıştır. Örneklerde mezofilik aerobik toplam canlı sayısı, psikrotrof bakteri sayısı ve maya/küf sayısı belirlenmiştir.

Örneklerdeki mezofilik aerobik toplam canlı sayısının belirlenmesi için Plate Count Agar (PCA) besi yeri (Merck 1.05463.0500, Darmstadt/Germany) kullanılmıştır. Yayma plak yöntemine göre yapılan ekimlerde petriler $35\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de 48 saat inkübe edildikten sonra oluşan koloniler sayılmıştır (BAM,2001).

Örneklerdeki psikrotrof bakteri sayısının belirlenmesi için Plate Count Agar (PCA) besi yeri (Merck 1.05463.0500, Darmstadt/Germany) kullanılmıştır. Yayma plak yöntemine göre yapılan ekimlerde petriler $5-7\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de 7-10 gün inkübe edildikten sonra oluşan koloniler sayılmıştır (Simón ve ark., 2005).

Örneklerdeki maya-küf sayısının belirlenmesi için Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar (DRBC) besi yeri (marka) kullanılmıştır. Yayma plak yöntemine göre yapılan ekimlerde petriler $25\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de 5 gün inkübe edildikten sonra oluşan koloniler sayılmıştır (BAM,2001).

2.2.14. İstatistik

Bu çalışmada tüm analizler 3 tekrar 2 paralelli olarak yapılmıştır. Gruplar arasındaki istatistiksel farkların belirlenmesinde tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır (Tek Yönlü Anova). Farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için ise Duncan testi kullanılmıştır. Veriler SPSS 26.0 istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir.

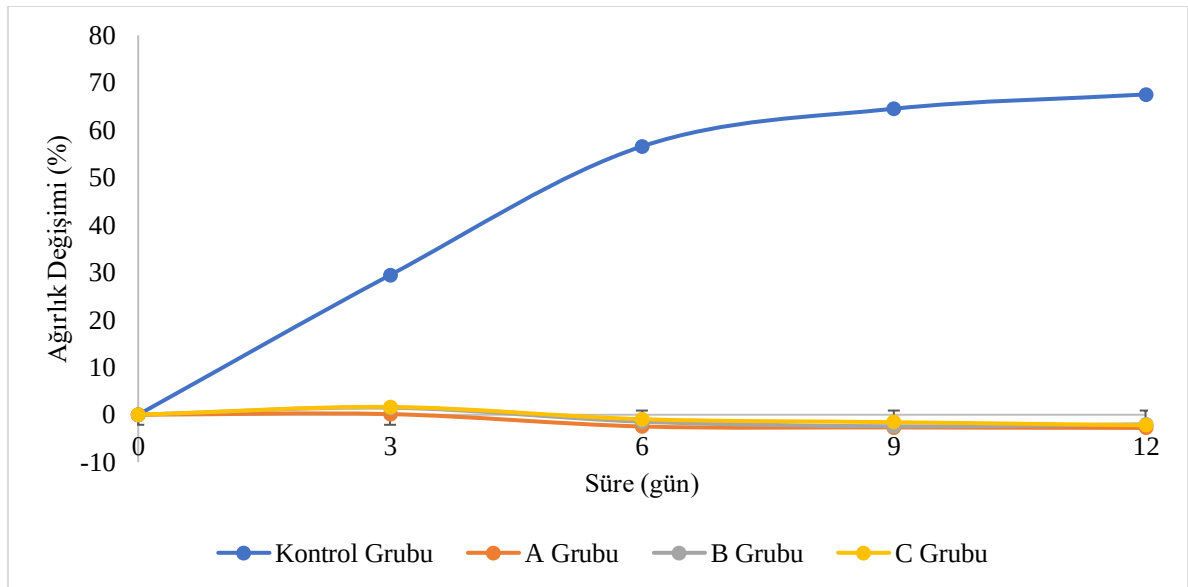
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Kunkor Mantarı (*Pleurotus eryngii* var. *ferulae*)

3.1.1. Ağırlık kaybı

Ağırlık kaybı; ambalaj filmi boyunca buhar basıncı farkından dolayı ambalajdan çevre atmosfere su kaybının yanı sıra solunum sırasında CO₂ oluşumu üzerine karbon kaybından kaynaklanabilir (Ban ve ark. 2014). Su kaybı, solmaya, büzölmeye ve sertlik kaybına yol açtığından taze ürünlerin ticari ve fizyolojik bozulmasının ana nedenlerinden biridir. Nem kaybı ilk ürün kütlesinin yüzde 3 ile 10'una ulaştığında birçok ürün pazarlanabilirliğini kaybederken, bazı durumlarda yüzde 1 ile 2 nem kaybı bile ürünü pazarlanamaz hale getirir (Jalali ve ark., 2019). Bu tez çalışmasında araştırılan kunkor mantarı (*Pleurotus eryngii* var. *ferulae*) örneklerinin iyi kalitede kabul edilebilir olmaları için Mahajan ve ark., (2008) tarafından önerilen ağırlık kaybı miktarı ise maksimum yüzde 5'e kadardır.

Modifiye atmosferde paketlenen *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerinde depolama süresince meydana gelen ağırlık değişimlerine ait veriler Şekil 3.1.' de verilmiştir.



Şekil 3.1. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerine ait ağırlık kaybı (%) değerlerinin zamana bağlı değişimi

Kontrol grubu örneklerindeki ağırlık kayıpları depolamanın 3., 6., 9., ve 12. Günlerinde sırasıyla; %29,45, %56,58, %64,52 ve %67,54 olarak belirlenmiştir. Bu verilere göre kontrol grubu örneklerinin ağırlıklarında depolama süresince azalma görülmekle beraber, depolamanın 9. Gününden sonra ağırlık kayıpları arasında fark belirlenmemiştir ($(p<0,05)0,05$). MAP yapılan örneklerde ağırlık kayıpları depolamanın 3. Gününün sonuna kadar devam etmiştir. Depolamanın diğer günlerinde ağırlık kaybı tespit edilmemiştir. Düşük su buharı iletim hızı özelliklerine sahip bir film ile birlikte, paket içerisinde atmosferik doygunluk oluşmuştur. Bunun nedeni paket içi nemin dengelenmesidir. 3. Günün sonunda en fazla ağırlık kaybı kontrol grubunda (%29,45) ve C (%5 O₂-%5 CO₂) grubunda (%1,63) ambalajlanan örneklerde belirlenmiştir. Depolamanın 6., 9. Ve 12. Günlerinde MA ile paketlenen örneklerin ağırlık kayıpları arasında fark olmayıp ($(p<0,05)0,05$); kontrol grubunun ağırlık kayıpları istatistiksel olarak önemlidir ($(p<0,05)0,05$). MAP yapılan örneklerde ambalaj içi bağıl nemi korunduğu için ağırlık kaybı kontrol grubu örneklerine göre daha az olmuştur.

Literatürde yapılan bir çalışmada, modifiye atmosferde paketlenen *Pleurotus ostreatus* mantarlarının 4 °C’de 7 günlük depolamasının sonunda polipropilen (PP) ile paketlenen mantarlarda ağırlık kaybı %3,7 olarak tespit edilmiştir (Villaescusa ve Gil, 2003). Simón ve ark., (2005), ise yaptıkları çalışmada mantarların 4 °C’de 13 günlük depolanmasından sonra PP filmlerde ağırlık kaybının %0,5-2 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu sonuçlar PP film kullanarak oluşturduğumuz modifiye atmosfer ortamındaki mantarların ağırlık kayıpları ile paralellik göstermektedir. Gantner ve ark., (2017), yaptıkları çalışmada *Agaricus bisporus*’un 4 °C 14 günlük depolanması sonunda en fazla ağırlık kaybını 54 µm kalınlığındaki PVC filmlerle kaplı ve %5 O₂/ %5 CO₂/ %90 N₂ içeren paketlerde %6,6 olarak belirlemişlerdir. Bizim yaptığımız çalışmada C (%5 O₂-%5 CO₂) grubuna karşılık gelen paketlerde depolamanın 3. Gününde ağırlık kaybı %1,63 olarak belirlenmiş ve depolamanın sonuna kadar değişmemiştir. Aradaki farkın çalışmada kullanılan mantarların ve ambalaj malzemesinin farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Belirli bir sıcaklıkta terleme yoluyla ağırlık kaybı, paketin içindeki bağıl neme bağlıdır. Bu bağıl nem, filmin su buharı iletim hızına bağlıdır. Polipropilen filmlerin PVC filmlere göre su buharı geçirgenlikleri daha azdır. Bu durum, polipropilen filmler kullanıldığında ağırlık kaybının daha az olmasını ve ayrıca paketlerin içindeki daha yüksek yoğuşmayı açıklamaktadır. Modifiye atmosfer koşulları altında paketlenmeyen (kontrol grubu) ve 2 °C’ de 13 gün depolanan istiridye mantarlarında yaklaşık %60 (Ventura-Aguilar

ve ark., 2017), ortam koşullarında 7 gün depolananlarda ise %90 ağırlık kaybı bildirilmiştir (Das ve ark., 2010). Mantarların yüksek su içeriğine ve solunum hızına sahip olduğu ve su difüzyonu için iyi bir bariyere sahip olmadıkları bilinmektedir. Kontrol gruplarındaki ağırlık kaybı mantarların sahip olduğu su içeriği ve ayrıca uygulanan minimum işlemin, ürünün açıkta kalan alanını artırarak daha fazla dehidrasyona neden olmasından kaynaklanmaktadır. Mantarların kalitesi, hücre içi su kaybı nedeniyle zamanla düşmektedir (Khan ve Gibbons, 2014). Mantarların tekstür ve kalitesi açısından içerdiği su miktarının değişmemesi önemlidir. Yapılan bu çalışmada *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerinin MA paketlenmesinde kullanılan A grubu (%3 O₂-%5 CO₂), B grubu (%3 O₂-%8 CO₂) ve C grubunda (%5 O₂-%5 CO₂) ağırlık kaybı minimuma inmiştir.

3.1.2. Su aktivitesi

Su aktivitesi; aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncının, gıda içerisindeki suyun buhar basıncına oranı olarak tanımlanmaktadır. Gıdalarda su aktivitesi değeri kolay ölçülebilen fizikokimyasal bir özellik olup, gıdaların raf ömrünü belirlemek için kullanılan önemli bir değerdir. Gıdalar nem içerikleri açısından yüksek (aw 0,90-1,00) orta (aw 0,60-0,90) ve düşük nemli (<0.60) olarak gruplandırılmaktadır (Özay ve ark., 1993). Bu çalışmada araştırılan kunkor mantarı yüksek su aktivitesine sahip gıdalar grubuna girmektedir.

Modifiye atmosferde paketlenen *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerinin depolanma sırasındaki su aktivitesi değerlerine ait sonuçlar Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.1. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerine ait su aktivitesi değerleri

	0. gün	3.gün	6. gün	9. gün	12. gün
Kontrol Grubu	0,96±0,002 ^{a,C}	0,95±0,003 ^{a,C}	0,93±0,010 ^{a,C}	0,75±0,044 ^{a,B}	0,42±0,013 ^{a,A}
A Grubu	0,96±0,002 ^{a,A}	0,96±0,001 ^{a,A}	0,97±0,002 ^{b,A,B}	0,97±0,003 ^{b,B}	0,97±0,003 ^{b,B}
B Grubu	0,96±0,002 ^{a,A}	0,96±0,002 ^{a,A}	0,97±0,001 ^{b,B}	0,97±0,002 ^{b,B}	0,98±0,002 ^{b,C}
C Grubu	0,96±0,002 ^{a,A}	0,97±0,003 ^{a,A,B}	0,97±0,002 ^{b,B}	0,97±0,004 ^{b,B}	0,96±0,002 ^{b,A,B}

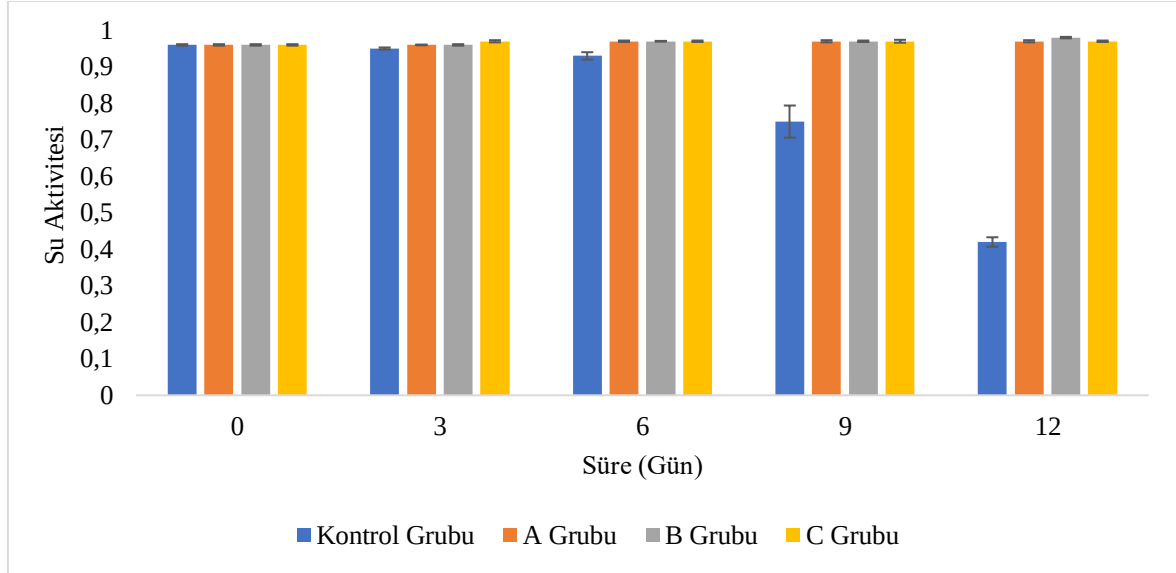
Kontrol Grubu: MAP yapılmamış örnekler, A Grubu: %3 O₂ -% 5 CO₂, B Grubu: %3 O₂-% 8 CO₂, C Grubu: %5 O₂ -% 5 CO₂

^{A-D} Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Depolamanın 0. ve 3. günlerinde grupların su aktivitesi değerleri arasında istatistiksel bir fark yoktur ($p>0,05$). Depolamanın 6. gününden itibaren kontrol grubundaki kunkor mantarları ile MA ile paketlenen kunkor mantarlarının su aktivitesi değerleri arasındaki fark

istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Bununla birlikte A (%3 O₂-%5 CO₂), B (%3 O₂-%8 CO₂) ve C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu kullanılarak paketlenen kunkor mantarı örneklerinin aynı analiz günlerinde su aktivitesi değerleri arasında fark belirlenmemiştir ($p>0,05$) (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerine ait su aktivitesi değerlerinin zamana bağlı değişimi

A (%3 O₂-%5 CO₂) grubu ile paketlenen örneklerin depolamanın 0. ile 6. günleri arasındaki su aktivitesi değerleri arasında fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Depolamanın 6. gününden sonra A (%3 O₂-%5 CO₂) grubu ile paketlenen örneklerin su aktivitesi değerlerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Bununla birlikte depolamanın 6. ile 12. günleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($p>0,05$). B (%3 O₂-%8 CO₂), ve C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu ile paketlenen örneklerde de aynı değişim görülmektedir. Depolamanın ilk 3 günü su aktivitesi değerinde değişim görülmezken ($p>0,05$), 3. günden sonra meydana gelen artış istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). Kontrol grubu örneklerinde ise su aktivitesi değeri 6. günün sonuna kadar değişmemektedir ($p>0,05$). 6. günden sonra ise su aktivitesi değerlerinde görülen azalma istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Su aktivitesi çeşitli kimyasal ve enzimatik reaksiyonlarda, ayrıca bozulma proseslerinde yer alan serbest su miktarı olarak bilinmekte olup, mikrobiyal stabiliteyle ilişkilidir (Nayak ve ark., 2018). Taze ve taze kesilmiş ürünler için paketin içindeki nem

yoğunlaşması genellikle ürünün bozulmasına neden olur. Ayrıca ürünün farklı bölgelerinde lokalize olarak artan su aktivitesi mikrobiyal gelişmeye sebep olur. Buna ek olarak ürünün su aktivitesindeki değişiklik, ürünle ilişkili mikroflorayı etkileyerek, ürünün bozulmasının hızlanmasına neden olabilir (Caleb ve ark., 2013). Örneğin, bağıl nemin yüksek olduğu ortamlarda düşük su aktiviteli ürünler depolanırken ortamdan gıdaya nem transferi olacağından bu ürünlerde bozulma hızlanabilir (Cutter, 2002). Diğer taraftan, yüksek su aktivitesi değerine sahip paketlenmiş ürünler düşük bağıl neme sahip bir ortamda depolandığında, gıdadan çevreye nem kaybına neden olabilir ve üründe kalite kayıpları yaşanabilir (Caleb ve ark., 2013). Yaptığımız çalışmada da yüksek su aktivitesine sahip kunkor mantarlarına A (%3 O₂-%5 CO₂), B (%3 O₂-%8 CO₂) ve C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu ile MAP yapıldığında örneklerin su aktivitesi değerini koruduğu belirlenmiştir.

Literatürde kunkor mantarına ait çalışma bulunmamakla birlikte başka türdeki mantarlarda yapılan çalışmalar incelendiğinde, taze kültür mantarının (*Agaricus bisporus*), su aktivitesi değerinin de yüksek olduğu (0,996) görülmüştür (Leong ve ark., 2015). Ayrıca, çalışmamıza benzer şekilde Öztürk, (2019) pasif MA altında paketlediği *Agaricus bisporus*'un su aktivitesi değerlerinin 16 günlük depolama boyunca 0.95 ile 0.98 aralığında olduğunu ve ürünlerin depolama boyunca yüksek su aktivitesi değerini koruduğunu göstermiştir.

3.1.3. Toplam kuru madde miktarı

Kuru madde içeriği, gıdaların en yaygın olarak ölçülen özelliklerinden biridir. Gıdalarda bulunan kuru madde miktarı yasal sınırlamalar, maliyet, mikrobiyal stabilite, gıdaların muhafaza süresinin belirlenmesi, gıdaların dokusu, tadı ve görünümü için önemlidir.

Farklı gaz oranları kullanılarak paketlenen *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerinin depolama süresince kullanılan gazlara bağlı olarak kuru madde değişimi Tablo 3.2.'de verilmiştir.

Tablo 3.2. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerine ait kuru madde miktarları

	0. gün	3.gün	6. gün	9. gün	12. gün
Kontrol Grubu	11,90±0,49 ^{a,A}	20,15±0,82 ^{b,B}	29,51±1,76 ^{b,C}	73,47±4,7 ^{b,D}	91,33±0,43 ^{b,E}
A Grubu	11,90±0,49 ^{a,A}	10,20±0,69 ^{a,A}	9,68±0,18 ^{a,A}	9,90±0,29 ^{a,A}	10,32±0,08 ^{a,A}
B Grubu	11,90±0,19 ^{a,C}	10,85±0,41 ^{a,B,C}	9,15±0,36 ^{a,A}	10,04±0,38 ^{a,A,B}	9,94±0,49 ^{a,A,B}
C Grubu	11,90±0,19 ^{a,B}	11,28±0,29 ^{a,A,B}	10,53±0,39 ^{a,A,B}	10,40±0,21 ^{a,A}	10,78±0,48 ^{a,A,B}

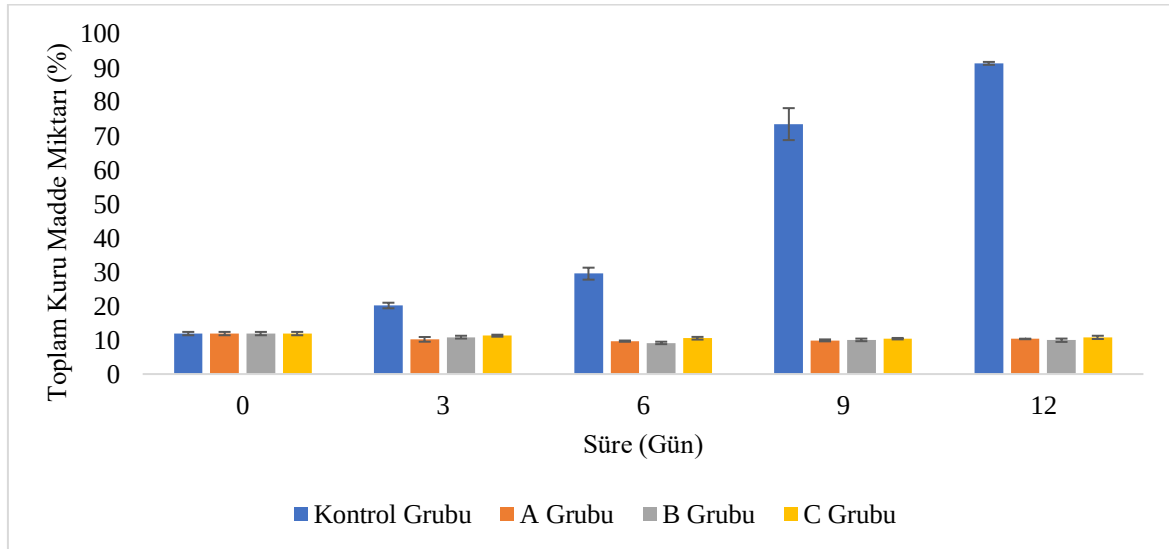
Kontrol Grubu: MAP yapılmamış örnekler, A Grubu: %3 O₂ -% 5 CO₂, B Grubu: %3 O₂-% 8 CO₂, C Grubu: %5 O₂ -% 5 CO₂

^{A-D} Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Depolamanın 0. gününde tüm örnekler aynı olduğu için grupların kuru madde değerleri (%11,90) arasında fark yoktur ($p>0,05$). Bu tabloya göre, depolamanın diğer günlerinde yapılan analizlerde, A (%3 O₂-%5 CO₂) grubu, B (%3 O₂-%8 CO₂) grubu ve C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu ile modifiye atmosferde paketlenen mantarların kuru madde değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($p>0,05$). Depolamanın 3. gününden itibaren kontrol grubunun kuru madde değerleri, MAP yapılan örneklerin kuru madde değerlerinden yüksek olup bu fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Depolama boyunca *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerinde meydana gelen kuru madde miktarlarındaki değişim Şekil 3.3’de verilmiştir.



Şekil 3.3. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerine ait toplam kuru madde miktarlarının zamana bağlı değişimi

MAP yapılan örnekler kendi içinde değerlendirildiğinde A (%3 O₂-%5 CO₂) grubu ile paketlenen örneklerin kuru madde değerlerini depolama boyunca koruduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$). B (%3 O₂-%8 CO₂) grubu ile yapılan paketlemede ise 0. gün örnekleri ile depolamanın sonunda elde edilen örneklerin kuru madde değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu ile yapılan paketlemede ise örneklerin başlangıç ve depolama sonundaki kuru madde değerleri arasında fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Kontrol grubunun kuru madde değerinin depolama süresi ile artması, oluşan ağırlık kaybı ile paralellik göstermektedir. Paketleme yapılmayan kontrol grubu örneklerinde meydana gelen nem kaybı, depolama boyunca kuru madde miktarında artış ile sonuçlanmıştır.

Kültür ve yenilebilir yaban mantarlarının kuru madde içeriklerinin düşük olduğu bilinmektedir. Yüksek nem içeriği ve su aktivitesi mantarların kalite özelliklerini belirleyen en önemli faktörlerden biridir (Kalač, 2013). Rangunathan ve Swaminathan, (2003) tarafından farklı kompostlarda yetiştirilen *Pleurotus* spp. mantarlarının kuru madde içeriği taze mantarlarda %6,92 – 9,86 oranında tespit edilmiştir. *Pleurotus eryngii*'nin kuru madde içeriği ise araştırmacılar tarafından %11,21 olarak belirlenmiştir (Rodríguez-Seoane ve ark., 2019). Babacan ve ark., (2018) yaptığı çalışmada *Pleurotus ostreatus*'un fizikokimyasal özelliklerini incelemiş ve taze mantarın yüzde kuru madde oranını 10,45 olarak belirtmiştir. Bizim çalışmamızda taze mantarların kuru madde oranı %11,90±0,49 olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar literatür ile uyumlu olmakla birlikte *Pleurotus eryngii* var. *ferulae*'nin kuru madde içeriğinin diğer mantar türlerinden biraz daha yüksek olduğu görülmektedir.

Rahman ve ark., (2020) *Pleurotus oyster*'i 3 °C'de paketlemeden depolamışlardır. 3. ve 6. günün sonunda *Pleurotus oyster*'in kuru madde içeriklerini sırasıyla %14,97 ve %24,79 olarak belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda (kontrol grubuna denk) kunkor mantarlarının aynı depolama günlerinde yüzde kuru madde miktarının daha fazla olduğu bulunmuştur. Bunun nedeninin depolama sıcaklığı ve mantarların solunum hızı farkından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Mantarların nem içerikleri; türe, hasat zamanına, çevresel faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Manzi ve ark., 2004). Genellikle taze mantarların kuru madde içeriği düşük olup, %90 nem ve %10 kuru madde içerdiği bilinmektedir (Kalač, 2009; Sánchez, 2017).

3.1.4. Toplam kül miktarı

Kül, gıdalardaki organik maddelerin yanmasından sonra ortamda kalan inorganik maddelerdir. Bu inorganik maddeler ise gıdanın içerdiği minarellerden oluşmaktadır. Kül tayini gıdaların kalitesini belirlemek için kullanılan parametrelerden biridir. İyi bir diyet lifi kaynağı olan mantarların genellikle kuru maddede %5-12 arasında kül içerdiği bilinmektedir (Kalač, 2009).

Farklı gaz oranları kullanılarak paketlenen *Pleurotus eryngii* var. *ferulae*'nin depolama süresince kullanılan gazlara bağlı olarak kül miktarı Tablo 3.3'de verilmiştir.

Tablo 3.3. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerine ait kül miktarları

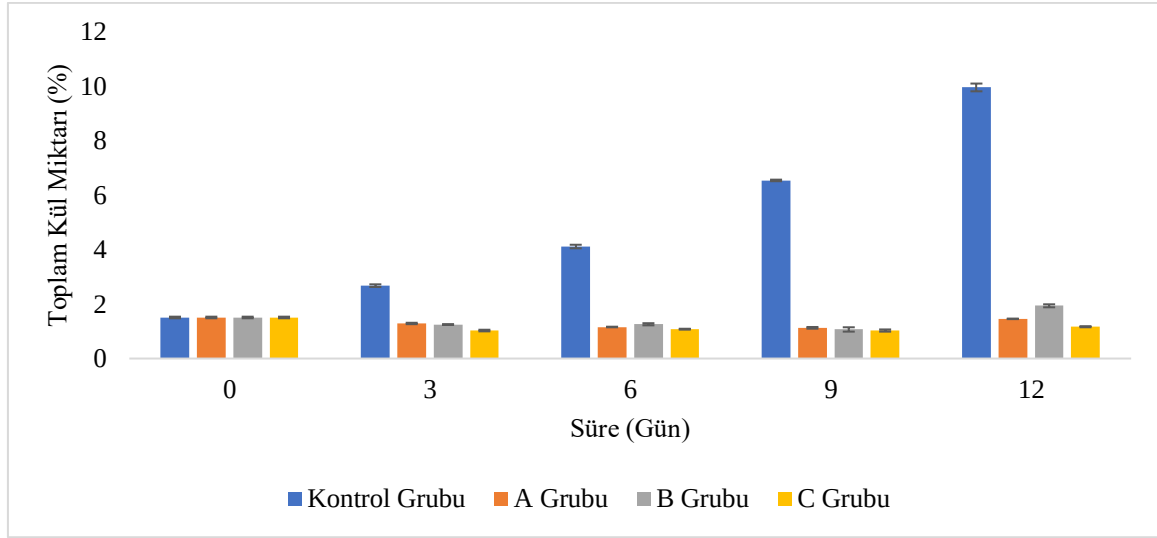
	0. gün	3.gün	6. gün	9. gün	12. gün
Kontrol Grubu	1,51±0,03 ^{a,A}	2,68±0,049 ^{c,B}	4,12±0,065 ^{c,C}	6,55±0,029 ^{c,D}	9,97±0,143 ^{c,E}
A Grubu	1,51±0,03 ^{a,C}	1,29±0,026 ^{b,B}	1,16±0,011 ^{a,A}	1,13±0,031 ^{b,A}	1,46±0,010 ^{a,C}
B Grubu	1,51±0,03 ^{a,C}	1,25±0,013 ^{b,B}	1,26±0,004 ^{b,B}	1,07±0,008 ^{a,b,A}	1,94±0,055 ^{b,D}
C Grubu	1,51±0,03 ^{a,C}	1,03±0,003 ^{a,A}	1,08±0,016 ^{a,A}	1,03±0,004 ^{a,A}	1,17±0,020 ^{a,B}

Kontrol Grubu: MAP yapılmamış örnekler, A Grubu: %3 O₂ -% 5 CO₂, B Grubu: %3 O₂-% 8 CO₂, C Grubu: %5 O₂ -% 5 CO₂

^{A-D} Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Depolamanın 0. gününde tüm örnekler aynı olduğu için grupların kül miktarları arasında fark yoktur ($p>0,05$). Tablo 3.3'e göre depolamanın 3. gününde en düşük kül değeri %1,03 ile C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu ile paketlenen örneklerde tespit edilmiştir ($p<0,05$). Depolamanın 6. ve 12. günlerinde ise B (%3 O₂-%8 CO₂) grubu ile paketlenen örneklerin kül miktarının A (%3 O₂-%5 CO₂) grubu ve C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu ile paketlenen örneklerin kül miktarlarından yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Depolamanın 3. gününden itibaren modifiye atmosfer ile paketlenen mantarların kül değerleri ile kontrol grubu örneklerinin kül değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). Şekil 3.4.'de depolama boyunca kunkor mantarına ait toplam kül miktarında meydana gelen değişiklikler verilmiştir.



Şekil 3.4. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerine ait % kül miktarlarının zamana bağlı değişimi

A (%3 O₂-%5 CO₂) grubu kullanılarak paketlenen kunkor mantarların kül içeriklerinde depolamanın 0. ve 12. günlerinde istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ($p>0,05$). Ancak depolamanın 9. gününe kadar geçen sürede kül miktarlarındaki azalış istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). Bu azalmanın sebebi ürünün depolama boyunca su kaybetmesi olabilir. Kurutulmuş mantarlarda kül oranının azaldığı rapor edilmiştir (Vetter, 2003; Alam ve ark., 2007). B (%3 O₂-%8 CO₂) grubu ile yapılan paketlemede depolamanın 0. gününden 3. gününe kadar geçen sürede kül miktarlarında meydana gelen azalış istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). Depolamanın 12. gününde belirlenen kül miktarı (%1,94) diğer günlerden fazladır ($p<0,05$). C grubunda da 0. günden 3. güne geçerken kül değerlerinde azalma görülmektedir ($p<0,05$). Depolamanın 3., 6. ve 9. günleri arasında kül değerleri arasında fark belirlenmezken ($p>0,05$), 12. gündeki artış istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). Kontrol grubunda ise depolama süresince kül miktarında artış tespit edilmiştir ($p<0,05$). En yüksek kül miktarı depolamanın 12. gününde kontrol grubunda %9,97 olarak belirlenmiştir. Bu durum MA ile paketlenmemiş kontrol grubunda nemin depolama boyunca örneklerde azalmasından kaynaklanmaktadır (M.O.M ve Mohammed, 2009).

Yapılan çalışmalarda taze kültür mantarlarının kül miktarları %0,6±0,62 (Doğan 2016), %1,2 (Taş, 2021) olarak belirlenmiştir. Kuru madde üzerinden yapılan çalışmalarda ise kül miktarının %5-12 arasında olduğu belirtilmiştir. Korkmaz ve Kırbağ (2014) *P. ostreatus*'un kuru madde üzerinden %4,9-5,7 kül içerdiğini tespit etmiştir. Yapılan bu tez çalışmasında taze kunkor mantarının kül miktarı %1,51 olarak belirlenmiştir. Kül

miktarlarındaki farklılıkların mantarların yetiştiği ortamlarda bulunan substratların değişkenlik göstermesinden kaynaklandığı bilinmektedir. Ramdas (2012), farklı depolama sıcaklıklarında (0-3 °C, 3-5 °C ve 8-10 °C) depolama süresi arttıkça istiridye mantarlarının kül içeriğinin azaldığını bulmuştur. Ayrıca kültürü yapılan mantarlar ile yenilebilir yaban mantarlarının farklı kül içeriklerine sahip olduğu Kalač, (2009) tarafından da bildirilmiştir.

3.1.5. Tekstür profil analizi sonuçları

Tekstür parametrelerindeki değişim, temel olarak, depolama sırasında taze kesilmiş gıdaların fizyolojik aktivitelerindeki ve dış ortamındaki (nem, gaz) değişikliklerin neden olduğu çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal reaksiyonlardan kaynaklanmaktadır (He ve ark., 2019).

Pleurotus eryngii var. *ferulae* örneklerinin farklı gaz karışımları kullanılarak uygulanan 12 günlük depolama aşaması boyunca elde edilen tekstür değerleri Tablo 3.4'te verilmiştir. Depolama işlemi başlangıcında (0.günde) kunkor mantar örneklerinin sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, kohezyon, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin sırasıyla 2222,22g.force , -1,70 g.sec, 0,92, 0,73, 1646,13 ve 1441,83 olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.4. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerine ait tekstür profil analiz değerleri

		0. gün	3. gün	6. gün	9. gün	12. gün
Sertlik (g)	Kontrol Grubu	2222,22±46,59 ^{a,E}	251,88±4,51 ^{a,A}	388,92±40,77 ^{b,B}	442,21±13,66 ^{b,B,C}	515,53±11,42 ^{d,C}
	A Grubu	2222,22±46,59 ^{a,D}	240,40±7,80 ^{a,C}	88,14±7,07 ^{a,A}	189,07±9,73 ^{a,B,C}	123,61±6,23 ^{a,A,B}
	B Grubu	2222,22±46,59 ^{a,E}	624,61±25,12 ^{b,D}	127,46±4,61 ^{a,A}	505,06±17,22 ^{c,C}	257,61±14,58 ^{c,B}
	C Grubu	2222,22±46,59 ^{a,D}	238,33±10,33 ^{a,B}	453,14±11,20 ^{c,C}	418,67±9,09 ^{b,C}	168,74±11,88 ^{b,A}
Yapışkanlık (g.sec)	Kontrol Grubu	-1,70±0,05 ^{a,A}	-0,23±0,02 ^{c,B,C}	-0,10±0,07 ^{b,C}	-0,32±0,03 ^{a,B}	-0,26±0,01 ^{a,b,B}
	A Grubu	-1,70±0,05 ^{a,A}	0,21±0,01 ^{d,D}	-0,33±0,07 ^{a,B}	-0,02±0,01 ^{b,C}	-0,19±0,08 ^{b,B}
	B Grubu	-1,70±0,05 ^{a,A}	-1,76±0,06 ^{a,A}	-0,22±0,03 ^{a,b,B}	-0,07±0,01 ^{b,C}	-0,02±0,02 ^{c,C}
	C Grubu	-1,70±0,05 ^{a,A}	-0,41±0,04 ^{b,B}	-0,37±0,06 ^{a,B}	-0,25±0,05 ^{a,B}	-0,33±0,03 ^{a,B}
Elastikiyet	Kontrol Grubu	0,92±0,01 ^{a,B}	0,96±0,01 ^{a,C}	0,90±0,01 ^{a,A,B}	0,90±0,01 ^{a,A,B}	0,87±0,01 ^{a,A}
	A Grubu	0,92±0,01 ^{a,A}	0,97±0,01 ^{a,B}	0,98±0,01 ^{b,B,C}	0,99±0,01 ^{b,B,C}	1,00±0,02 ^{c,C}
	B Grubu	0,92±0,01 ^{a,A}	0,97±0,01 ^{a,B,C}	1,00±0,02 ^{b,C}	0,94±0,01 ^{a,b,A,B}	0,96±0,01 ^{b,c,B}
	C Grubu	0,92±0,01 ^{a,A}	0,99±0,02 ^{a,C}	0,96±0,01 ^{b,B,C}	0,99±0,02 ^{b,C}	0,93±0,01 ^{b,A,B}
Sakızimsılık	Kontrol Grubu	1646,13±39,00 ^{a,C}	214,78±6,56 ^{b,A}	371,91±25,75 ^{c,B}	424,45±8,23 ^{c,B}	386,65±12,84 ^{d,B}
	A Grubu	1646,13±39,00 ^{a,C}	120,43±5,03 ^{a,A}	87,50±7,67 ^{a,A}	196,48±11,38 ^{a,B}	102,89±6,96 ^{a,A}
	B Grubu	1646,13±39,00 ^{a,D}	409,72±27,43 ^{c,C}	109,75±6,32 ^{a,A}	353,96±18,70 ^{b,C}	193,68±10,52 ^{c,B}
	C Grubu	1646,13±39,00 ^{a,D}	216,24±7,67 ^{b,B}	282,42±12,92 ^{b,C}	312,78±11,94 ^{b,C}	153,18±9,12 ^{b,A}
Kohezyon	Kontrol Grubu	0,73±0,01 ^{a,B}	0,80±0,01 ^{b,c,C,D}	0,64±0,28 ^{a,A}	0,77±0,01 ^{a,C}	0,82±0,01 ^{b,D}
	A Grubu	0,73±0,01 ^{a,A}	0,84±0,01 ^{c,B}	0,91±0,02 ^{d,C}	0,97±0,02 ^{b,D}	0,83±0,01 ^{b,B}
	B Grubu	0,73±0,01 ^{a,A}	0,71±0,01 ^{a,A}	0,81±0,01 ^{c,B}	0,80±0,01 ^{a,B}	0,86±0,01 ^{b,C}
	C Grubu	0,73±0,01 ^{a,B}	0,79±0,01 ^{b,C,D}	0,76±0,01 ^{b,B,C}	0,81±0,01 ^{a,D}	0,69±0,02 ^{a,A}
Çiğnenebilirlik	Kontrol Grubu	1441,83±56,26 ^{a,C}	624,45±22,17 ^{b,B}	374,20±18,89 ^{a,A}	323,85±4,74 ^{b,A}	286,21±4,16 ^{a,b,A}
	A Grubu	1441,83±56,26 ^{a,D}	442,54±19,99 ^{a,B}	617,47±20,87 ^{b,C}	181,13±15,84 ^{a,A}	320,24±20,88 ^{b,B}
	B Grubu	1441,83±56,26 ^{a,D}	424,46±17,06 ^{a,C}	327,28±12,38 ^{a,A,B}	352,58±10,25 ^{b,B,C}	266,56±13,66 ^{a,A}
	C Grubu	1441,83±56,26 ^{a,D}	559,57±22,83 ^{b,C}	325,95±13,81 ^{a,A,B}	347,36±10,30 ^{b,B}	266,56±9,01 ^{a,A}

Kontrol Grubu: MAP yapılmamış örnekler, A Grubu: %3 O₂ -% 5 CO₂, B Grubu: %3 O₂ -% 8 CO₂, C Grubu: %5 O₂ -% 5 CO₂

^{A-D} Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Sertlik değerlerinin depolama işleminin 3.gününe kadar hem kontrol grubunda hem de farklı gaz karışımlarına sahip modifiye atmosferde paketlenen mantar örneklerinde azalma gösterdiği belirlenmiştir ($p<0.05$). Depolama işleminin 3.gününde kontrol grubu ile A (%3 O₂-%5 CO₂) ve C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu ile paketlenen örneklerin sertlik değerleri arasındaki fark anlamsız olup ($p>0.05$), en yüksek sertlik değeri B (%3 O₂-% 8 CO₂) grubu örneklerinde bulunmuştur ($p<0.05$). Ancak depolama işleminin sonunda bütün grupların sertlik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı olup ($p<0.05$), başlangıç sertlik değerlerinden düşüktür ($p<0.05$).

Depolamanın 3. gününde bütün grupların yapışkanlık değerleri arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı olup ($p<0.05$), en yüksek yapışkanlık değeri A (%3 O₂-%5 CO₂) grubu örneklerindedir. Depolamanın son gününde grupların yapışkanlık değerleri arasında fark belirlenmemiştir ($p>0.05$). 12 günlük depolamanın sonunda örneklerin yapışkanlık değerinde anlamlı bir azalma görülmüştür ($p<0.05$).

Başlangıç elastikiyet değerleri 0,92 olan örneklerin depolamanın 3.gününün sonunda elastikiyet değerlerinde görülen artış istatistiki olarak anlamlıdır ($p<0.05$). 3. günde gruplar arasındaki elastikiyet değerleri arasındaki fark anlamsız olup ($p>0.05$), 6. günde kontrol grubunun elastikiyet değeri diğer gruplardan düşüktür ($p<0.05$). 12 günlük depolamanın sonunda kontrol grubu örnekleri hariç, MAP grupların elastikiyet değerlerinde başlangıç örneklerine göre artış belirlenmiştir ($p<0.05$).

Kohezyon değerlerinin bütün gruplarda depolama işlemi boyunca dalgalanma eğilimi gösterdiği ve depolama işleminin sonunda depolama işlemi başlangıcına kıyasla kontrol grubu ile A (%3 O₂-%5 CO₂) ve B (%3 O₂-%8 CO₂) grubu ile paketlenen örneklerde arttığı ($p<0.05$), C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu ile paketlenen örneklerde ise azaldığı tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Mantar örneklerinin depolamanın başlangıcında sakızimsılık değerleri 1646,13 olarak belirlenmiştir. Depolamanın 3. gününde hem kontrol grubunda hem de farklı gaz karışımlarına sahip modifiye atmosferde paketlenen mantar örneklerinde sakızimsılık değerleri azalmıştır ($p<0.05$). Kontrol grubu örneklerinde depolamanın 3.gününden 6.gününe kadar geçen sürede sakızimsılık değerinde görülen artış anlamlıdır ($p<0.05$). Depolamanın 6.gününden sonra sakızimsılık değerlerinde bir değişim belirlenmemiştir ($p>0.05$).

Çiğnenebilirlik değerlerinin depolama işleminin 3.gününe kadar tüm örnek gruplarında azaldığı belirlenmiştir ($p<0.05$). Depolamanın son gününde gruplar arasındaki çiğnenebilirlik değerleri arasında fark yoktur ($p>0.05$). Marangoni ve ark., (1996), depolama süresi boyunca azalan çiğnemenin, turgor ve bariyer fonksiyonlarının kaybı ile ilişkili olduğunu bildirmiştir.

Tekstür, taze mantarlar için önemli bir kalite parametresidir ve mantarların dokusundaki değişiklikler bozulmalarının en önemli belirtilerinden biridir (Parentelli ve ark., 2007; Abbott ve Harker, 2016). Sertlik, mantarın su içeriği ve metabolizmasındaki değişimi yansıtır. Yüksek sertlik değerinin, daha kaliteli mantara işaret ettiği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Gholami ve ark., 2017). Literatüre göre sertlik, hücre turgor basıncı, hücre boyutu, hücre duvarı direnci ve hücreler arası yapışma ile ilişkilidir (Aday ve ark., 2013).

Çalışmamızda 4 °C'de 12 günlük depolama sonunda tüm gruplarda sertlik değerlerinde azalma görülmüştür ($p<0,05$). Depolamanın başlangıcında 2222 g olan sertlik değeri depolamanın sonuna 123 g ile 515 g arasında değişmiştir. MA paketlerinde O₂ kaybı ve aşırı CO₂ birikimi, hücre zarı hasarına ve mantarların yapısında sertlik kaybıyla yaralanmalara neden olabilir (Varoquaux ve ark., 1999; Ares ve ark., 2006). Mantarların yumuşaması, protein ve polisakkaritlerin bozunması, hiflerin büzülmesi ve merkezi vakuol bozulması ile açıklanabilir (Zivanovic ve ark., 2000). Ayrıca mantarlarda yumuşamanın diğer bir nedeni hücre içi matrisi parçalayan bakteriyel enzimler ve mikroorganizmaların neden olduğu hücre duvarlarının bozulmasıdır (Cantu ve ark., 2008).

Jafri ve ark., (2013), %10 O₂ ve %5 CO₂ ile MAP'da depolanan *P. florida*'nın 4 °C'de 25 gün depolanması sonucunda sertlik değerlerinin 9,5 ila 1,6 N arasında değiştiğini bulmuşlardır. Ghasemi-Varnamkhasti ve ark., (2018) 3 haftalık depolama sonunda PE torbalarda paketlenen mantarın sertliğinin 500 g altına düştüğünü bildirmiştir. A grubu kullanılarak paketlenen mantarlarda sertlik değerleri depolama boyunca kontrol grubundan düşük çıkmıştır. Benzer durum Ventura-Aguilar ve ark., (2017) yaptıkları çalışmada da görülmüştür. Sertlik depolama sırasında atmosfer bileşiminin değişmesine yol açan mantarların solunumundan etkilenebilir (Gantner ve ark., 2017).

Jafri ve ark., (2013,) tarafından yapılan çalışmada da su kaybı yüksek olan mantarların, daha yumuşak değerler gösterdiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte su kaybının artması da sertliğin azalmasına neden olmaktadır. Çünkü nem oranı yüksek hücrelerin esnekliği ve uzaya bilirliliği fazla olup, etki eden kuvvete karşı direnç gösterebilmektedir (Miraei Ashtiani ve ark., 2016).

Abd ve ark., (2019) yaptığı çalışmada modifiye atmosfer altında paketlenen oyster mantarlarının depolamanın 5. gününden sonra yapışkanlık değerlerinde hafif artış belirlemiştir. Mantarların yapışkanlığı depolama boyunca kılcal boşluklara nemin emilmesinden ve duvar sertliğindeki artış nedeniyle artmaktadır. Bu süreçler, artan kitin içeriği ve R-glukan ile kovalent bağların oluşumu nedeniyle meydana gelmektedir.

3.1.6. Titrasyon asitliği

Gıdalarda titrasyon asitliği tayini kalite belirlemede kullanılan parametrelerden bir diğeridir. Özellikle depolama sırasında asitliğin artması gıdada mikrobiyolojik ve/veya kimyasal bozunmanın bir belirtisi olarak görülebilir. Farklı gazlar kullanılarak depolanan *Pleurotus eryngii* var. *ferulae*'nin depolama süresince kullanılan gazlara bağlı olarak değişen titrasyon asitliği değerleri Tablo 3.5'te verilmiştir. Bu verilere göre örneklerin başlangıç asitlik değeri %0,29 olarak belirlenmiştir. Depolamanın 3. gününde A (%3 O₂-%5 CO₂) ile B (%3 O₂-%8 CO₂) ve A (%3 O₂-%5 CO₂) ile C (%5 O₂-%5 CO₂) gruplarının titrasyon asitliği değerleri arasında fark belirlenmemiştir ($p>0,05$). Depolama boyunca en yüksek titrasyon asitliği değerine kontrol grubu örnekleri sahiptir ($p<0,05$). MAP örneklerin titrasyon asitliği değerleri arasında depolamanın 6., 9. ve 12. günleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$).

Tablo 3.5. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerine ait titrasyon asitliği değerleri (%)

Mantar	0. gün	3.gün	6. gün	9. gün	12. gün
Kontrol Grubu	0,29±0,01 ^{a,A}	0,47±0,03 ^{c,B}	0,55±0,03 ^{b,B}	1,41±0,05 ^{b,D}	1,19±0,09 ^{c,C}
A Grubu	0,29±0,01 ^{a,C}	0,23±0,01 ^{a,b,B}	0,23±0,01 ^{a,B}	0,23±0,01 ^{a,B}	0,20±0,01 ^{a,A}
B Grubu	0,29±0,01 ^{a,B,C}	0,25±0,02 ^{b,A,B}	0,22±0,01 ^{a,A}	0,28±0,02 ^{a,B,C}	0,30±0,02 ^{b,C}
C Grubu	0,29±0,01 ^{a,D}	0,18±0,01 ^{a,A}	0,21±0,01 ^{a,B}	0,23±0,01 ^{a,B,C}	0,25±0,01 ^{a,b,C}

Kontrol Grubu: MAP yapılmamış örnekler, A Grubu: %3 O₂ -% 5 CO₂, B Grubu: %3 O₂-% 8 CO₂, C Grubu: %5 O₂ -% 5 CO₂

^{A-D} Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

12 günlük depolama boyunca kontrol grubu örneklerinin asitlik değeri artmıştır ($p<0,05$). A (%3 O₂-%5 CO₂) grubu ile paketlenen örneklerin depolamanın 0.gününden 3. gününe geçerken asitlik değerinde azalma görülmüştür ($p<0,05$). Depolamanın 3. gününden depolamanın 9. gününe kadar geçen sürede asitlik değerinde bir değişim gözlenmezken ($p>0,05$), 12. günde meydana gelen azalma anlamlıdır ($p<0,05$). B (%3 O₂-%8 CO₂) grubu ile yapılan paketlemede örneklerin 0, 9 ve 12. günlerindeki titrasyon asitliği değerleri arasında fark belirlenmemiştir ($p>0,05$). C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu ile depolanan örneklerde titrasyon asitliğinde dalgalanmalar görülmekle birlikte depolama sonunda titrasyon asitliği değerinde görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$).

3.1.7. pH

Farklı gazlar kullanılarak depolanan *Pleurotus eryngii* var. *ferulae*'nin depolama süresince kullanılan gazlara bağlı olarak pH değişimi Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerine ait pH değerleri

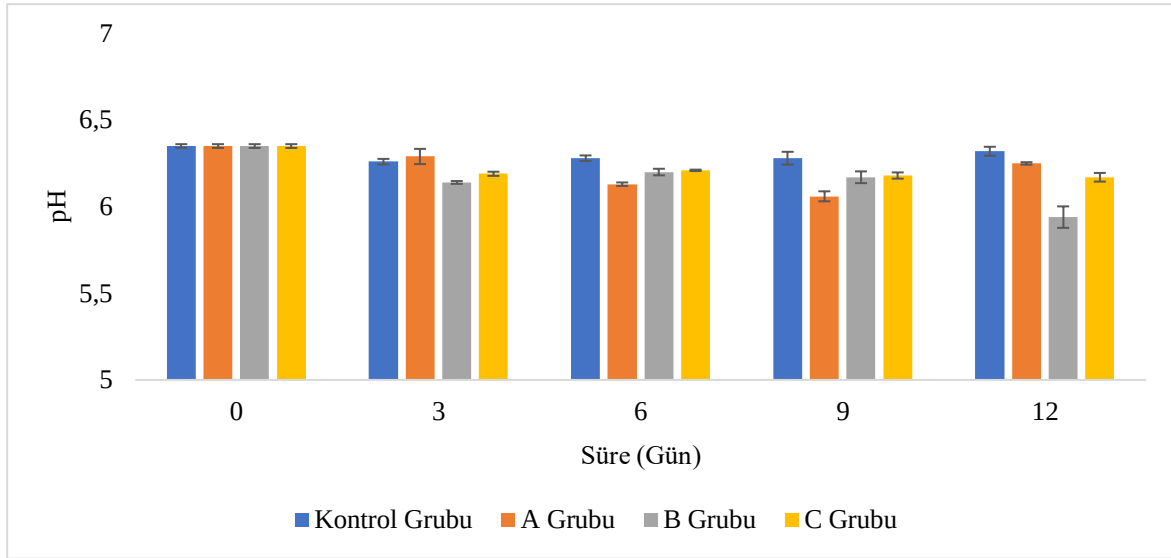
Mantar	0. gün	3.gün	6. gün	9. gün	12. gün
Kontrol Grubu	6,35±,011 ^{a,C}	6,26±,016 ^{b,A}	6,28±,016 ^{c,A,B}	6,28±,037 ^{c,A,B}	6,32±,026 ^{c,B,C}
A Grubu	6,35±,011 ^{a,C}	6,29±,044 ^{b,B,C}	6,13±,010 ^{a,A}	6,06±,029 ^{a,A}	6,25±,007 ^{c,b,B}
B Grubu	6,35±,011 ^{a,C}	6,14±,008 ^{a,B}	6,20±,019 ^{b,B}	6,17±,034 ^{b,B}	5,94±,062 ^{a,A}
C Grubu	6,35±,011 ^{a,B}	6,19±,012 ^{a,A}	6,21±,004 ^{b,A}	6,18±,018 ^{b,A}	6,17±,025 ^{b,A}

Kontrol Grubu: MAP yapılmamış örnekler, A Grubu: %3 O₂ -% 5 CO₂, B Grubu: %3 O₂-% 8 CO₂, C Grubu: %5 O₂ -% 5 CO₂

^{A-C} Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Depolamanın 0. gününde tüm örnekler aynı olduğu için grupların pH değerleri arasında fark yoktur ($p>0,05$). B (%3 O₂-%8 CO₂) ve C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu ile modifiye atmosferde paketlenen mantarların depolamanın 3. günde pH değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsız olup ($p>0,05$), A (%3 O₂-%5 CO₂) grubu ile paketlenen mantarların ve kontrol grubunun pH değeri diğer gruplardan yüksektir ($p<0,05$). Depolamanın 6. ve 9. günlerindeki pH değerleri benzer olup, en yüksek pH değerine (6,28) kontrol grubu örnekleri sahiptir ($p<0,05$). B (%3 O₂-%8 CO₂) ve C (%5 O₂-%5 CO₂) grupları ile modifiye atmosferde paketlenen mantarların pH değerleri arasındaki fark anlamsızdır ($p>0,05$). Depolamanın 12. gününde ise en düşük pH değerine (5,94) B (%3 O₂-%8 CO₂) grubu ile paketlenen mantar örneklerinin sahip olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Depolamanın 12. gününde kontrol grubu ve A (%3 O₂-%5 CO₂) grubu ile paketlenen mantarların pH değerleri arasındaki fark anlamsız olup, en yüksek pH değerine bu grupların sahip olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince kunkor mantarının pH değerinde meydana gelen değişimler Şekil 3.5.'de verilmiştir.



Şekil 3.5. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerine ait pH değerlerinin zamana bağlı değişimi

Modifiye atmosferde farklı gazlar kullanılarak paketlenen *Pleurotus eryngii* var. *ferulae*'nin günlere bağlı olarak pH değişimi tüm gruplarda istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,05$). A (%3 O₂-%5 CO₂) grubu ile yapılan paketleme de depolamanın 6. ve 9. günleri arasında pH değerleri açısından fark olmadığı ($p > 0,05$), ve bu pH değerlerinin depolama boyunca en düşük pH değerleri olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). B (%3 O₂-%8 CO₂) gazı ile paketlenen örneklerin başlangıç ve depolamanın son günündeki pH değerleri aynı olup ($p > 0,05$), depolanmanın 3., 6. ve 9. günlerinde ölçülen pH değerlerinden yüksektir ($p < 0,05$). C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu ile depolanan mantarların pH değerlerinde 0. günden 3. güne geçerken görülen azalma istatistiksel olarak anlamlı olup ($p < 0,05$), depolamanın geri kalan günlerinde pH değerlerinde bir değişim görülmemiştir ($p > 0,05$). Kontrol grubu örnekleri ile B grubu ile modifiye atmosferde paketlenen örneklerin pH değerleri benzerlik göstermektedir.

pH, mantarlarda meydana gelen metabolik değişimleri gösteren önemli bir kalite kriteridir. Doğan, (2016), yaptığı çalışmada taze *Pleurotus ostreatus*'un pH değerini 5,95 olarak belirlemiştir. Sales-campos ve ark., (2010), çalışmaları sonucunda mantarların pH değerlerinin yetiştikleri ortama göre değişebildiğini ifade etmiştir. 4 farklı kompost içeriğinde üretilen *Pleurotus ostreatus*'un pH değerlerinin 6,25-6,48 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda mantarın pH değeri 6,35 olarak ölçülmüş olup, bu değerin Sales-campos ve ark., (2010)'nın verilerine uyumlu olduğu belirlenmiştir. Oliveira ve ark., (2012) tarafından yapılan diğer bir araştırmada, taze dilimlenmiş *Agaricus bisporus*'un başlangıç pH'sı 6,6 olarak belirlenmiş ve ürünler 3 gün 10 °C de depolanmıştır. Depolama sonunda pH'nın 6,3'e düştüğü gözlenmiştir. pH'de meydana gelen azalmanın mikroorganizmalar tarafından üretilen organik

asitlerden kaynaklı olabileceği ifade edilmiştir (Jafri ve ark., 2013). Literatürdeki bu veriler ile çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar birbirleri ile uyumludur. Başlangıç pH değeri 6,4 olarak ölçülen *Pleurotus* mantarları ile yapılan diğer bir çalışmada, 11 günlük depolamanın sonunda pH'nın giderek düştüğü ve 0 °C, 4 °C veya 7 °C' de gerçekleştirilen depolamaların arasında fark olmadığı ifade edilmiştir (Villaescusa ve Gil, 2003). Oliveira ve ark., (2012), başlangıç pH'si 6,74 olan dilimlenmiş kültür mantarlarının 0 ve 15 °C'de 7 günlük depolanmasının sonunda pH değerlerinin sırasıyla 6,6 ve 6,5'e düştüğünü bildirmiştir. Banda ve ark., (2015) nar tanelerini 5 kPa O₂-10 kPa CO₂ ve 30 kPa O₂-40 kPa CO₂ içeren ortamlarda paketlemişlerdir. 12 günlük depolamanın sonunda pH'nın düştüğünü bildirmişlerdir. pH'de ki bu azalışın düşük depolama sıcaklıklarında CO₂ nar taneleri yüzeyinde artan çözünürlüğünden ve MA ambalajlarında CO₂ birikmesinden kaynaklanan karbonik asit oluşumundan kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde B (%3 O₂ ve %8 CO₂) grubu ile depolanan kunkor mantarı örneklerinde pH'nın diğer gruplardan daha düşük olması içerdiği yüksek CO₂ oranına bağlanabilir.

3.1.8. Renk analizi sonuçları

Gıdanın rengi, tüketicinin gıda kalitesi hakkındaki görüşü üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Gıda yüzeyinin rengi, tüketiciler tarafından değerlendirilen ilk kalite parametresidir ve ürünün kabulü için kritik bir öneme sahiptir. Çoğunlukla yüzey rengiyle belirlenen gıda görünümü, tüketicinin gıdayı kabul etmek veya reddetmek için bir araç olarak algıladığı ve kullandığı ilk duyumdur (León ve ark., 2006)

Bu çalışmada kullanılan renk değerleri L* parlaklık, a* yeşil-kırmızı, b* sarı-mavi ekseninde değerlendirilmiştir. Gıdaların parlaklığı (L* değeri) gıdada bulunan pigmentlerin türü ve konsantrasyonu, gıdanın su içeriği, su içerisinde çözünen maddelerin higroskopikliği, gıdanın içerdiği lif miktarı ve türü gibi birçok faktör ile ilişkilidir. Gıdalarda a* değerini (- a* yeşillik, +a* kırmızılık) kullanılan teknoloji, gıda maddesinin yapısal bütünlüğü, suda veya lipitte çözünebilen pigment içeriği ve dağılımı etkilemektedir. Gıdalardaki b* değerinin (- b* mavilik, +b sarılık) ise büyük oranda gıda matrisine bağlı olduğu düşünülmektedir. Matris içindeki pH, su aktivitesi, oksidasyon seviyesi gibi değişikliklerin en çok b* değeri üzerine etkisinin olduğu belirlenmiştir (Viuda-Martos ve ark., 2010). Renkliliğin niceliksel özelliği olarak kabul edilen Chroma (C*), bir tonun aynı açıklığa sahip gri renge kıyasla farklılık derecesini belirlemek için kullanılır. Kroma değerleri ne kadar yüksek olursa, insanlar tarafından algılanan örneklerin renk yoğunluğu o kadar yüksek olmaktadır (Pathare ve ark., 2013) . Toplam renk farkı, ise kontrol numuneleri ile depolanan örnekler arasındaki renk

farkının büyüklüğünü göstermektedir (Patras ve ark., 2011). Algılanabilir renkteki farklılıklar analitik olarak çok belirgin ($\Delta E > 3$), farklı ($1.5 < \Delta E < 3$) ve küçük fark ($1.5 < \Delta E$) (Adekunte ve ark., 2010) olarak sınıflandırılabilir.

Farklı gazlar kullanılarak depolanan *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerine ait renk değerlerinin depolama süresince kullanılan gazlara bağlı olarak değişimi Tablo 3.7’de verilmiştir.



Tablo 3.7. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerine ait renk değerleri

		0. Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün	12. Gün
L*	Kontrol Grubu	93,66±0,24 ^{a,A}	92,24±0,72 ^{a,b,A}	89,32±0,92 ^{a,A}	91,90±0,71 ^{a,A}	89,73±0,73 ^{a,A}
	A Grubu	93,66±0,24 ^{a,B}	91,24±0,93 ^{a,A}	94,12±0,22 ^{b,B}	91,13±0,88 ^{a,A}	91,41±0,50 ^{b,A}
	B Grubu	93,66±0,24 ^{a,B}	93,74±0,55 ^{b,B}	93,35±0,33 ^{b,B}	91,12±0,97 ^{a,A}	92,75±0,54 ^{b,B}
	C Grubu	93,66±0,24 ^{a,A}	93,11±0,38 ^{a,b,A}	93,17±0,60 ^{b,A}	91,64±0,61 ^{a,A}	92,39±0,44 ^{b,A}
a*	Kontrol Grubu	-0,39±0,08 ^{a,A}	-0,48±0,09 ^{b,A}	-0,72±0,09 ^{a,A}	-0,28±0,08 ^{b,A}	-0,69±0,22 ^{b,A}
	A Grubu	-0,39±0,08 ^{a,A}	-0,70±0,09 ^{a,b,A}	-0,47±0,05 ^{b,A}	-0,55±0,11 ^{a,b,A}	-0,58±0,10 ^{b,A}
	B Grubu	-0,39±0,08 ^{a,B}	-0,53±0,08 ^{b,B}	-0,45±0,05 ^{b,B}	-0,90±0,18 ^{a,A}	-0,54±0,10 ^{b,B}
	C Grubu	-0,39±0,08 ^{a,C}	-0,78±0,07 ^{a,B}	-0,43±0,09 ^{b,C}	-0,58±0,06 ^{a,b,B,C}	-1,11±0,13 ^{a,A}
b*	Kontrol Grubu	10,77±0,50 ^{a,B}	7,36±0,29 ^{a,A}	9,96±0,62 ^{b,A,B}	7,95±0,27 ^{a,A,B}	19,29±1,3 ^{b,C}
	A Grubu	10,77±0,50 ^{a,B}	8,06±0,32 ^{a,b,A}	8,23±0,33 ^{a,A}	9,26±0,41 ^{a,A,B}	10,73±0,53 ^{a,B}
	B Grubu	10,77±0,50 ^{a,B}	7,57±0,30 ^{a,A}	8,53±0,21 ^{a,A}	10,83±0,56 ^{b,B}	9,36±0,54 ^{a,A,B}
	C Grubu	10,77±0,50 ^{a,A}	8,57±0,29 ^{b,A}	8,66±0,28 ^{a,A}	8,82±0,39 ^{a,A}	10,53±0,50 ^{a,A}
ΔE	Kontrol Grubu	-	3,72±0,32 ^{b,c}	3,56±0,48 ^b	3,01±0,31 ^a	7,65±1,33 ^b
	A Grubu	-	4,45±0,30 ^c	2,86±0,33 ^{a,b}	3,16±0,18 ^a	1,67±0,18 ^a
	B Grubu	-	3,44±0,29 ^{a,b}	2,39±0,20 ^a	3,05±0,29 ^a	2,82±0,41 ^a
	C Grubu	-	2,65±0,24 ^a	2,74±0,26 ^a	2,66±0,23 ^a	1,67±0,17 ^a
ΔC	Kontrol Grubu	-	3,43±0,29 ^b	2,15±0,35 ^a	2,84±0,27 ^a	7,09±1,12 ^b
	A Grubu	-	2,77±0,30 ^{a,b}	2,64±0,33 ^a	1,97±0,28 ^a	1,18±0,14 ^a
	B Grubu	-	3,25±0,28 ^b	2,26±0,20 ^a	2,21±0,33 ^a	2,18±0,35 ^a
	C Grubu	-	2,26±0,22 ^a	2,18±0,26 ^a	2,25±0,26 ^a	1,83±0,28 ^a
Hu Angle	Kontrol Grubu	-85,58±0,37 ^{a,A}	-86,52±0,58 ^{a,A}	-86,01±0,58 ^{a,A}	-87,72±0,50 ^{a,A}	-86,43±0,59 ^{a,A}
	A Grubu	-85,58±0,37 ^{a,A}	-85,81±0,62 ^{a,A}	-86,35±0,32 ^{a,A}	-86,53±0,54 ^{a,A}	-86,93±0,57 ^{a,A}
	B Grubu	-85,58±0,37 ^{a,A}	-85,85±0,29 ^{a,A}	-86,42±0,35 ^{a,A}	-83,86±0,65 ^{b,B}	-85,73±0,43 ^{a,A}
	C Grubu	-85,58±0,37 ^{a,A}	-83,95±0,28 ^{b,B}	-85,90±0,26 ^{a,A}	-85,95±0,39 ^{a,A}	-82,93±0,55 ^{b,B}
Chroma	Kontrol Grubu	10,80±0,50 ^{a,B}	7,37±0,29 ^{a,A}	9,54±0,63 ^{b,A,B}	7,95±0,27 ^{a,A,B}	18,64±1,26 ^{b,C}
	A Grubu	10,80±0,50 ^{a,B}	8,09±0,32 ^{a,b,A}	8,19±0,35 ^{a,A}	9,29±0,42 ^{a,b,A,B}	9,89±0,29 ^{a,A,B}
	B Grubu	10,80±0,50 ^{a,C}	7,59±0,30 ^{a,A}	8,55±0,21 ^{a,b,A,B}	10,34±0,46 ^{b,B,C}	9,39±0,54 ^{a,A,B,C}
	C Grubu	10,80±0,50 ^{a,A}	8,63±0,29 ^{b,A}	8,68±0,28 ^{a,b,A}	9,30±0,39 ^{a,A}	9,91±0,41 ^{a,A}

Kontrol Grubu: MAP yapılmamış örnekler, A Grubu: %3 O₂ -% 5 CO₂, B Grubu: %3 O₂-% 8 CO₂, C Grubu: %5 O₂ -% 5 CO₂

^{A-D} Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Bu tez çalışmasında kullanılan dilimlenmiş, taze *Pleurotus eryngii* var. *ferulae*'nin renk değerleri L^* , a^* ve b^* değerleri sırası ile 93,66, -0,39 ve 10,77 olarak ölçülmüştür. Depolamanın 3. gününde en yüksek parlaklık değerine B (%3 O₂-%8 CO₂) grubu ile paketlenen örnekler sahipken, depolamanın 9. gününde gruplar arasında parlaklık değeri açısından fark belirlenmemiştir ($p>0,05$). Depolamanın 6. ve 12. günlerinde ise kontrol grubu örneklerinin parlaklık değerinin diğer gruplardan daha düşük olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Kontrol grubunda bulunan örnekler ile C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu ile oluşturulan MA paketlenen örneklerin 12 günlük depolanması sonucunda L^* değerlerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir değişim olmamıştır ($p>0,05$). A (%3 O₂-%5 CO₂) grubu ile paketlenen örneklerde ise depolamanın 0. günü (93,66) ile 12. günü (91,41) ölçülen parlaklık değerleri farkı istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$). B (%3 O₂-%8 CO₂), gazı ile depolanan örneklerin parlaklık değerleri arasında 6. günün sonuna kadar anlamlı bir fark görülmemiş olup ($p>0,05$), 9. gündeki azalma istatistiki olarak önemlidir ($p<0,05$). Parlaklık değerinin korunumu en iyi C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu ile pakitlemede elde edilmiştir.

Depolamanın başlangıcında örneklerin a^* değeri -0,39 olarak belirlenmiştir. Depolamanın 3., 6., 9., ve 12. günlerindeki en yüksek a^* değerleri sırası ile C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu, kontrol grubu, B (%3 O₂-%8 CO₂) gazı ve C (%5 O₂-%5 CO₂) gazı ile paketlenen örneklerde ölçülmüştür. 12 günlük depolama boyunca kontrol grubu örnekleri ve A (%3 O₂-%5 CO₂) gazı ile paketlenen örneklerin a^* değerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim olmamıştır ($p>0,05$). B grubunun örneklerin a^* değerleri ile L^* değerleri üzerindeki etkisinin aynı olduğu görülmektedir. C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu kullanılarak paketlenen örneklerde ise tüm gruplar içerisindeki en yüksek a^* değeri (-1,11) depolamanın son gününde ölçülmüştür ($p<0,05$).

Depolamanın 0. gününde bütün örnekler aynı olduğu için gruplar arasındaki b^* (10,77) değerleri arasında fark yoktur ($p>0,05$). Depolamanın 3. gününde en yüksek b^* değeri C grubu, depolamanın 9. gününde ise B grubu ile paketlenen mantarlarda okunmuştur. Depolamanın 6. ve 12. günlerinde kontrol grubunun b^* değeri MAP mantarlardan yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Kontrol grubu örneklerinde 12 günlük depolama sonucunda en yüksek b^* değeri depolamanın son günü elde edilmiştir ($p<0,05$). A ve B grupları kullanılarak paketlenen örneklerin b^* değerlerinin depolamanın başlangıcında ve sonunda arasında fark yoktur ($p>0,05$). C grubu kullanılarak paketlenen örneklerin b^* değerlerinde depolama süresince bir değişim gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Kunkor mantarı örneklerinin ΔE 'si değerlendirildiğinde depolamanın sonunda modifiye atmosfer ile paketlenen örneklerin ΔE 'si arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Paketlenmeyen kontrol grubu örneklerinin ΔE 'si ise 7,65 olarak belirlenmiştir. Bu değerler ışığında başlangıç mantar örneği ile depolamanın sonunda elde edilen mantar örneğin renk farkının gözle algılanılabilir olduğu söylenebilir.

Öztürk, (2010) tarafından taze *P.ostreatus* üzerinde yapılan çalışmada L^* , a^* ve b^* değerleri sırası ile 68,29, 5,42 ve 15,75; Doğan (2016), tarafından yapılan çalışmada ise 69.2 ± 0.91 , 0.21 ± 0.02 14.74 ± 0.15 olarak bulunmuştur. Taze *A.bisporus*'un renk değerleri ise L^* 93,05, a^* -0,05 ve b^* 11,25 olarak belirlenmiştir.

Pleurotus spp.'deki renk değişiklikleri, ürün metabolizmasını gerçekleştirmek için gereken enerji talebine bir yanıt olarak temel oksidatif süreçle ilişkilidir (Ventura-Aguilar ve ark., 2017). Mantarlarda yüksek oranda bulunan tirozinaz ve fenolik bileşenler enzimatik esmerleşme reaksiyonlarını başlatarak kalite kaybına neden olmaktadır. Kalitedeki kayıplar ise mantarın piyasa değerinin azalmasına neden olmaktadır.

Gantner ve ark., (2017), yaptıkları çalışmada taze *A.bisporus*'un L^* değerini 93,83; 14 günlük depolamanın sonunda ise kontrol grubu ve %5 O_2 içeren MA grubu için sırasıyla 76,62 ve 85,49 olarak bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise 12 günlük depolamanın sonunda parlaklık kontrol ve A grubu için sırasıyla 89,73 ve 91,41 olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmada parlaklık depolamanın sonunda tüm gruplar için tüketiciler tarafından mantarlar için kabul edilebilir parlaklık değeri olan 80'nin üzerindedir (Briones ve ark., 1992). Ayrıca Gormley (1975), mantarları L^* değeri 86'nın üzerinde olanlar (iyi kalite) ve 80 – 85 arasında olanlar (orta kalite) olarak sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmaya göre depolamanın başlangıcından sonuna kadar tüm gruplar L^* değeri açısından iyi kalite sınıfındadır.

Dilimlenmiş *A.bisporus*'un farklı ambalaj malzemeleri kullanılarak modifiye atmosferde 4 °C'de 13 gün depolandığı bir çalışmada film tipinin ve dolayısıyla üretilen değiştirilmiş atmosferin L^* değeri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı bulunmuştur. Fakat araştırmacı depolama başlangıç L^* değerinin 91 civarlarına olduğunu ve 13 günlük depolama sonunda bu değerin 86-88 arasında değiştiğini bildirmiştir (Simón ve ark., 2005). Öztürk (2019), *A.bisporus*'u farklı ambalaj malzemeleri kullanarak paketlediği çalışmada ise depolama boyunca tüm örneklerin parlaklığında azalma gözlemlenmiştir. Çalışmamızda depolama sonunda sadece A gazı ile paketlenen mantar örneklerinde depolamanın sonunda

L* değerinde azalma belirlenmiştir. Depolama boyunca gözlenen parlaklık azalması enzimatik esmerleşme ile ilişkilendirilebilir (Bernaś ve Jaworska, 2015).

3.1.9. Toplam fenolik madde miktarı

Fenolik bileşikler, bir veya daha fazla hidroksil grubu taşıyan, bir veya daha fazla aromatik halkadan oluşan, hidrojen donörleri veya elektron verici ajanlar olarak kapsamlı serbest radikal süpürme aktiviteleri ve metal iyonu şelatlama özellikleri sergileyebilen bileşiklerdir. Mantarlar ise iklim ve toprak özelliklerine göre değişmekle birlikte yüksek düzeyde fenolik bileşik içerirler (Alam ve ark., 2010).

Farklı gazlar kullanılarak depolanan *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerine ait fenolik madde miktarlarının (mg GAE/kg yaş ağırlık) depolama süresince kullanılan gazlara bağlı değişimleri Tablo 3.8’de verilmiştir.

Tablo 3.8. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerine ait fenolik madde miktarları (mgGAE/kg yaş ağırlık)

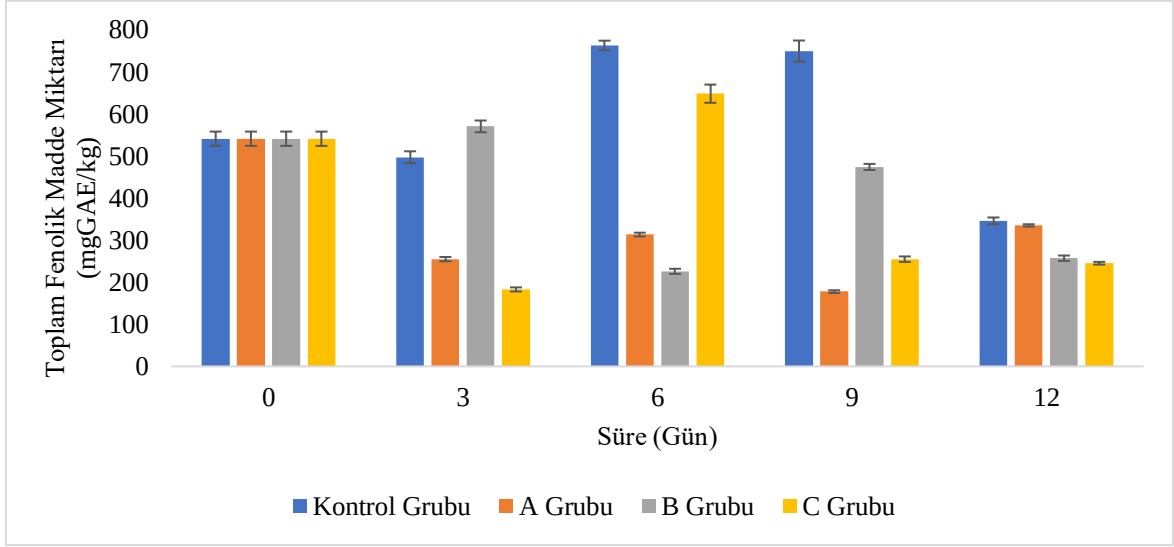
	0. Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün	12. Gün
Kontrol Grubu	541,83±17,02 ^{a,B}	497,75±14,17 ^{c,B}	763,88±11,30 ^{d,C}	750,50±25,03 ^{d,C}	346,33±8,08 ^{b,A}
A Grubu	541,83±17,02 ^{a,D}	255,33±5,05 ^{b,B}	313,83±4,42 ^{b,C}	178,00±3,18 ^{a,A}	335,50±2,78 ^{b,C}
B Grubu	541,83±17,02 ^{a,C}	571,17±13,98 ^{d,C}	226,25±6,09 ^{a,A}	474,67±7,25 ^{c,B}	257,50±6,42 ^{a,A}
C Grubu	541,83±17,02 ^{a,C}	183,17±4,84 ^{a,A}	649,00±21,65 ^{c,D}	255,17±6,50 ^{b,B}	245,50±3,28 ^{a,B}

Kontrol Grubu: MAP yapılmamış örnekler, A Grubu: %3 O₂ -% 5 CO₂, B Grubu: %3 O₂-% 8 CO₂, C Grubu: %5 O₂ -% 5 CO₂

^{A-D} Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Depolamanın başlangıcında tüm örnekler aynı olduğundan grupların fenolik madde değerleri arasında fark yoktur ($p<0,05$). Depolamanın 3., 6. ve 9. günlerinde tüm grupların fenolik madde değerleri birbirinden farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Depolamanın 3. gününde en yüksek fenolik madde içeriğine (571,17 mgGAE/kg) B grubundaki örnekler sahipken ($p<0,05$), 6. ve 9. günlerde en yüksek fenolik madde içerikleri (763,88 mgGAE/kg, 750,50 mgGAE/kg) kontrol gruplarına aittir ($p<0,05$). Depolamanın son gününde ise fenolik madde miktarı açısından, kontrol grubu ile A grubu arasında; B grubu ile C grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Depolama süresince kunkor mantarının fenolik madde miktarlarında meydana gelen değişimler Şekil 3.6’da verilmiştir.



Şekil 3.6. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerine ait toplam fenolik madde miktarlarının zamana bağlı değişimi

Bütün gruplarda depolama boyunca toplam fenolik madde miktarları değişmiş olup ($p<0,05$), depolamanın sonunda elde edilen fenolik madde miktarlarının tüm gruplarda başlangıç değerinden düşük olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubu örneklerinde en düşük (346,33 mgGAE/kg) fenolik madde içeriği depolamanın 12. gününde tespit edilmiştir. Depolama boyunca fenolik madde miktarındaki artış 3. günden sonra görülmüştür ($p<0,05$). Kontrol grubu örneklerinde en yüksek fenolik madde miktarı depolamanın 6. gününde belirlenmiş olup ($p<0,05$), depolamanın 6. ve 9. günleri ile arasında fenolik madde miktarı bakımından istatistiki olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$). A grubu örneklerinde en yüksek fenolik madde miktarına (541,83 mgGAE/kg) başlangıç örnekleri sahiptir ($p<0,05$). B grubundaki örneklerin fenolik madde miktarları arasında 0. ve 3. günlerde fark görülmemiştir ($p>0,05$). C grubu örneklerinde ise depolamanın 9. ve 12. günleri arasında fark olmadığı belirlenmiş olup ($p>0,05$), en yüksek fenolik madde miktarı depolamanın 6. gününde elde edilmiştir ($p<0,05$).

Yapılan çalışmada taze mantar örneklerinde başlangıçta fenolik madde miktarı 541,83 mg GAE/kg yaş ağırlık olarak belirlenmiştir. *P.ferulae* ile yapılan diğer çalışmalarda fenolik madde miktarları 190 µg/g (Alam ve ark., 2012); Tunceli (Merkez), Ovacık ve Pülümür için sırasıyla 29,49, 30,20 ve 32,21 mgGAE/g kuru ağırlık (Yildiz ve ark., 2015); 3,12 mgGAE/g ekstraksiyon ve 1,15 mgGAE/g kuru ağırlık (Alp 2015) olarak bildirilmiştir. Farklı mantarlar ile yapılan çalışmalarda Yang ve ark., (2002), toplam fenolik madde

miktarını 15.7mg/g kuru ağırlık; Elmastas ve ark., (2007) 12.1±0.1 mg GAE/g kuru ağırlık; Öztürk (2010) ise istiridye mantarının toplam fenolik madde miktarını 343,10 mgGAE/100 g kuru ağırlık; Doğan (2016), 80±0,05 mgGAE/100g yaş ağırlık olarak bulmuştur. Ayrıca Kim ve ark., (2008) yenilebilir mantarlarda ortalama fenolik miktarını 174 µg/g olarak belirlemiştir. Mantarların fenolik madde içeriklerinin toplandıkları bölgeye, toplanma zamanına, kullanılan çözücüye ve ekstraksiyon yöntemine bağlı olarak değişiklik gösterebildiği unutulmamalıdır (Ramírez-Anguiano ve ark., 2007).

Zhang ve ark., (2018) dilimlenmiş kültür mantarında yaptıkları çalışmada 4 °C' de 6 günlük depolamanın sonunda toplam fenolik madde içeriğinde azalma tespit etmişlerdir. Oms-Oliu ve ark., (2010) benzer şekilde darbeli ışığa maruz kalmış taze kesilmiş mantarların 4 °C' de 15 gün depolanması sonucunda toplam fenolik madde içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir. Yapılan bu tez çalışmasında 12 günlük depolamanın sonunda kunkor mantarlarının da literatürle uyumlu olarak toplam fenolik madde miktarlarında azalma tespit edilmiştir. Depolama sırasında toplam fenolik bileşiklerin azalması, doğrudan polifenollerin antioksidan özellikleri ile ilgili olup depolama sırasında polifenollerin kinonlara olası oksidasyonu ile açıklanabilir (Queiroz ve ark., 2009). Bununla birlikte depolama sırasında C grubu ile MA paketlenen ve kontrol örneklerinde toplam fenolik miktarda artış tespit edilmiştir. Bizim bulgumuza benzer şekilde literatürde de pasif modifiye atmosferde paketlenen ve farklı sıcaklıklarda depolanan (2, 5, 17 °C) istiridye mantarlarında depolama sıcaklıklarından bağımsız olarak depolama sonunda toplam fenolik madde içeriğinin arttığı bildirilmiştir. Bunun sebeplerinden en önemlisi Folin-Ciocalteu metotunda indirgenmiş şekerler, askorbik asit gibi fenolik maddelerin dışındaki bileşiklerin de ölçülmesi olabilir (Ventura-Aguilar ve ark., 2017).

3.1.10. Fenolik bileşik kompozisyonu

Fenolik bileşikler yapısında en az bir fenol halkası bulunduran küçük moleküllerden oluşan bir gruptur. Kimyasal yapılarına göre fenolik asitler, flavonoidler, tanninler, lignanlar, kumarinler, kinonlar, stilbenler ve kurkuminoidler olarak alt gruplara bölünebilirler (Gan ve ark., 2019). Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik asitler ve flavonoidlerden gallik asit, kateşin, klorojenik asit, vanilin, gallokateşin galat, kumarik asit, protokateşik asit ve rutin bu tez çalışmasında kunkor mantarı ve Tunceli sarımsağında tespit edilmiştir. Buna göre A, B, C grupları ile MA paketlenmiş kunkor mantarı (*Pleurotus eryngii* var. *ferulae*) örneklerinde depolama boyunca tespit edilen ve izlenen fenolik bileşik kompozisyonu Tablo 3.9'da verilmiştir.

Tablo 3.9. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerinin fenolik bileşik kompozisyonu (mg/kg)

		0. Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün	12. Gün
Gallik asit	Kontrol Grubu	0,48±0,01 ^{a,C}	0,35±0,04 ^{b,B}	0,16±0,00 ^{a,A}	0,27±0,00 ^{a,B}	0,48±0,04 ^{a,C}
	A Grubu	0,48±0,01 ^{a,B}	0,14±0,00 ^{a,A}	0,71±0,01 ^{d,C}	0,45±0,05 ^{a,,B}	0,72±0,02 ^{b,C}
	B Grubu	0,48±0,01 ^{a,A}	0,41±0,01 ^{b,A}	0,63±0,04 ^{c,A}	2,59±0,15 ^{c,C}	0,94±0,08 ^{c,B}
	C Grubu	0,48±0,01 ^{a,C}	0,21±0,01 ^{a,A}	0,38±0,02 ^{b,B}	0,78±0,04 ^{b,D}	0,70±0,03 ^{b,D}
Kateşin	Kontrol Grubu	180,22±3,79 ^{a,C}	143,83±2,83 ^{b,B}	153,86±9,89 ^{b,B}	520,78±1,75 ^{b,D}	112,04±1,16 ^{a,A}
	A Grubu	180,22±3,79 ^{a,B}	87,03±3,40 ^{a,A}	138,96±6,30 ^{b,A,B}	148,71±4,97 ^{a,A,B}	388,02±53,94 ^{b,C}
	B Grubu	180,22±3,79 ^{a,C}	123,72±12,42 ^{b,B}	1,88±0,49 ^{a,A}	167,00±2,18 ^{a,C}	558,07±1,16 ^{c,D}
	C Grubu	180,22±3,79 ^{a,A}	144,53±1,11 ^{b,A}	385,00±14,84 ^{c,B}	1793±38,00 ^{d,D}	1422±23,55 ^{d,C}
Vanilin	Kontrol Grubu	0,65±0,05 ^{a,B}	0,34±0,04 ^{a,A}	0,38±0,04 ^{a,A}	0,43±0,04 ^{b,A}	0,36±0,01 ^{a,A}
	A Grubu	0,65±0,05 ^{a,B}	t.e	0,34±0,08 ^{a,B}	0,14±0,01 ^{a,A}	1,27±0,29 ^{b,C}
	B Grubu	0,65±0,05 ^{a,B,C}	0,99±0,29 ^{b,C}	t.e	0,32±0,05 ^{b,A,B}	0,60±0,23 ^{a,B,C}
	C Grubu	0,65±0,05 ^{a,A}	t.e	0,58±0,05 ^{b,A}	0,84±0,07 ^{c,B}	0,62±0,01 ^{a,A}
Gallokateşin gallat	Kontrol Grubu	3,37±0,23 ^{a z,B}	2,09±0,10 ^{b,A}	4,89±0,65 ^{c,C}	2,70±0,38 ^{b,A,B}	2,18±0,16 ^{a,A}
	A Grubu	3,37±0,23 ^{a z,C}	2,65±0,07 ^{c,B}	0,83±0,01 ^{a,A}	1,18±0,07 ^{c,A}	3,35±0,27 ^{b,C}
	B Grubu	3,37±0,23 ^{a z,C}	1,21±0,23 ^{a,A}	2,29±0,03 ^{b,B}	4,50±0,15 ^{z,D}	0,60±0,23 ^{b,C}
	C Grubu	3,37±0,23 ^{a,B}	2,09±0,12 ^{b,A}	3,06±0,14 ^{b,B}	2,17±0,11 ^{b,A}	2,01±0,13 ^{a,A}
Protokateşik asit	Kontrol Grubu	0,38 ±0,01 ^{a,A}	10,10±0,22 ^{c,C}	3,12±0,05 ^{d,B}	3,41±0,03 ^{c,B}	0,66±0,04 ^{a,A}
	A Grubu	0,38 ±0,01 ^{a,A}	10,4±0,19 ^{b,B}	0,54±0,01 ^{b,A}	0,60±0,03 ^{a,A}	0,77±0,23 ^{a,A,B}
	B Grubu	0,38 ±0,01 ^{a,A}	0,48±0,02 ^{a,A}	0,34±0,01 ^{a,A}	0,68±0,01 ^{a,A}	10,55±2,41 ^{b,,B}
	C Grubu	0,38 ±0,01 ^{a,A}	1,18±0,06 ^{b,C}	0,68±0,02 ^{c,B}	0,79±0,05 ^{b,B}	0,73±0,02 ^{a,B}
Klorojenik asit	Kontrol Grubu	0,52±0,03 ^{a,C}	0,39±0,02 ^{c,B}	0,23±0,01 ^{a,A}	0,95±0,05 ^{d,D}	0,17±0,02 ^{a,A}
	A Grubu	0,52±0,03 ^{a,C}	0,13±0,02 ^{a,A}	0,20±0,02 ^{a,B}	0,18±0,01 ^{a,A,B}	0,15±0,01 ^{a,A,B}
	B Grubu	0,52±0,03 ^{a,C}	0,23±0,02 ^{b,A}	0,41±0,03 ^{b,B}	0,54±0,02 ^{c,C}	0,31±0,01 ^{b,A}
	C Grubu	0,52±0,03 ^{a,C}	0,23±0,01 ^{b,A}	0,38±0,02 ^{b,B}	0,43±0,04 ^{b,B}	0,16±0,01 ^{a,A}
Kumarik asit	Kontrol Grubu	0,12±0,01 ^{a,B}	0,09±0,01 ^{c,A,B}	0,15±0,01 ^{b,C}	0,15±0,02 ^{b,C}	0,07±0,01 ^{b,A}
	A Grubu	0,12±0,01 ^{a zD}	0,02±0,00 ^{a,A}	0,05±0,01 ^{a,B}	0,03±0,00 ^{a,A}	0,08±0,00 ^{c,C}
	B Grubu	0,12±0,01 ^{a,C}	0,03±0,00 ^{a,A}	0,02±0,00 ^{a,A}	0,05±0,00 ^{a,B}	0,04±0,01 ^{a,B}
	C Grubu	0,12±0,01 ^{a,B}	0,06±0,01 ^{b,A}	0,67±0,04 ^{c,C}	0,05±0,00 ^{a,A}	0,05±0,00 ^{a,A}
Rutin	Kontrol Grubu	1,30±0,06 ^{a,C}	t.e	1,94±0,01 ^{b,D}	0,84±0,01 ^{b,B}	0,39±0,02 ^{b,A}
	A Grubu	1,30±0,06 ^{a,B}	0,14±0,01 ^{a,A}	0,13±0,01 ^{a,A}	0,17±0,11 ^{a,A}	0,19±0,09 ^{a,A}
	B Grubu	1,30±0,06 ^{a,C}	0,18±0,01 ^{b,B}	0,05±0,01 ^{a,A}	0,16±0,00 ^{a,B}	0,18±0,02 ^{a,B}
	C Grubu	1,30±0,06 ^{a,C}	t.e	1,83±0,17 ^{b,D}	0,16±0,01 ^{a,A,B}	0,41±0,01 ^{b,B}

Kontrol Grubu: MAP yapılmamış örnekler, A Gazı: %3 O₂ -% 5 CO₂, B Gazı: %3 O₂-% 8 CO₂, C Gazı: %5 O₂ -% 5 CO₂

^{A,B,C} Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$). ^{a,b} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$). t.e: tespit edilemedi

Bu çalışmada hammadde olarak kullanılan *Pleurotus eryngii* var. *ferulae*'da gallik asit, kateşin, klorojenik asit, vanilin, gallokateşin galat, kumarik asit, protokateşik asit ve rutin fenolik bileşikleri aranmıştır. Depolamanın başlangıcında tanımlanan fenolik bileşiklerin miktarlarının en azı 0,12 mg/kg ile kumarik asit, en fazlası ise 180,22 mg/kg ile kateşin olmuştur. Depolamanın başlangıcında 0,48 mg/kg gallik asit içeren örneklerin depolamanın sonunda gallik asit miktarlarının kontrol grubu hariç arttığı belirlenmiştir ($p<0,05$). Depolamanın 3.gününde kontrol ile B grubu ve A ile C grubu örnekleri gallik asit miktarları arasında fark görülmemiştir ($p>0,05$). Depolamanın 6.gününde tüm örneklerin gallik asit miktarları farklı olup en yüksek içeriğe 0,71 mg/kg ile B grubu örnekleri sahiptir ($p<0,05$). 9.günde kontrol ile A grubu, 12. günde ise A ile C grubunun gallik asit miktarları arasında fark görülmezken ($p>0,05$), her iki günde de B grubunun gallik asit içeriği diğer gruplardan fazladır ($p<0,05$). Kontrol grubunun gallik asit miktarında 6.güne kadar anlamlı bir azalış ($p<0,05$), 6.günden sonra ise istatistiksel olarak anlamlı bir artış tespit edilmiştir ($p<0,05$). MAP örneklerin gallik asit miktarlarında depolama boyunca istatistiksel olarak anlamlı farklar belirlenmiştir ($p<0,05$). Bu süre boyunca en yüksek gallik miktarı B grubu örneklerinin depolanmasının 9.gününde 2,59 mg/kg; en düşük gallik asit içeriği ise 0,14 mg/kg ile A grubu örneklerinin depolanmasının 3.gününde elde edilmiştir (Tablo 3.17).

Depolamanın 0. gününde tüm örnekler aynı olduğu için grupların kateşin miktarları arasında fark yoktur ($p>0,05$). Depolamanın 3. gününde gallik asit ile benzer olarak kontrol ile B grubu ve A ile C grubu örneklerinin kateşin miktarları arasında fark görülmemiştir ($p>0,05$). Depolamanın 6. gününde kontrol ile A grubu arasında fark görülmezken ($p>0,05$), en yüksek kateşin miktarına (385 mg/kg) C grubundaki örnekler sahiptir ($p<0,05$). Depolamanın 9. gününde ise A ve B grubu örnekleri arasında fark olmayıp, en yüksek kateşin miktarına sahip örnekler C grubundadır. Depolamanın son haftasında ise tüm grupların kateşin miktarları birbirlerinden farklı olup 1422 mg/kg ile C gazı ile paketlenen örnekler sahiptir. Kontrol grubu örneklerinde en yüksek kateşin miktarı depolamanın 9. gününde tespit edilmiştir. Depolamanın sonunda kontrol grubunun kateşin miktarı başlangıç gününden azdır. B grubunun kateşin miktarında 6.güne kadar istatistiksel olarak anlamlı bir azalış ($p<0,05$), 6. günden sonra ise istatistiksel olarak anlamlı bir artış tespit edilmiş olup ($p<0,05$) en yüksek kateşin miktarı depolamanın 12. günündedir. C grubunda ise depolamanın 0.ve 3.günleri arasında fark yoktur. 3.günden sonra gerçekleşen artış anlamlı olup en yüksek kateşin miktarı 9. günün sonunda elde edilmiştir. Kontrol grubu hariç tüm gruplarda depolamanın son gününde elde edilen kateşin miktarları hammaddeden fazladır.

Depolama boyunca en düşük kateşin miktarı depolamanın 6. gününde B grubu örneklerinde (1,88 mg/kg) belirlenmiştir.

Depolamanın başlangıcında 0,65 mg/kg olarak belirlenen vanilin miktarı depolamanın 3. gününde A ve C gruplarında, depolamanın, 6. günü ise B grubunda tespit edilememiştir. Depolamanın 9. gününde kontrol ile B grubu arasında fark görülmezken en yüksek vanilin içeriği C grubunda tespit edilmiştir. Depolamanın son gününde A grubunun vanilin içeriği (1,27 mg/kg) diğer tüm gruplardan fazla olup, kontrol, B ve C gruplarının vanilin miktarları arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark yoktur.

Depolamanın başlangıcında 3,37 mg/kg gallokateşin gallat içeren hammadde de en düşük (0,60 mg/kg) gallokateşin gallat içeriği depolamanın 12. gününde B gazı ile paketlenen örneklerde, en yüksek içerik (4,89 mg/kg) ise depolamanın 3 gününde kontrol grubu örneklerinde tespit edilmiştir. Kontrol ve C grubu örneklerinde depolamanın başlangıcındaki Gallokateşin gallat içeriği ile depolamanın sonundaki gallokateşin gallat içeriğinden anlamlı olarak fazla iken, A ve B grubunun depolamanın başlangıcı ve bitişindeki Gallokateşin gallat içeriği arasında anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$).

Depolamanın başlangıcında 0,38 mg/kg protokateşik asit içeren hammadde de depolamanın 3. gününde A ve C grubu örneklerinin protokateşik asit miktarları arasındaki fark anlamsız olup ($p>0,05$), en yüksek protokateşik asit içeren örnekler kontrol grubunda belirlenmiştir ($p<0,05$). Depolamanın 6. gününde ise bütün grupların protokateşik asit miktarları arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,05$). Depolamanın sonunda kontrol grubu örneklerinin içerdiği protokateşik asit miktarı başlangıç değeri ile benzer bulunurken ($p>0,05$), diğer grupların protokateşik asit miktarında anlamlı bir artış gözlenmiştir ($p<0,05$).

Depolamanın 3. gününde B ve C gruplarının klorojenik asit miktarları arasında fark olmayıp, kontrol grubu örnekleri en yüksek klorojenik asit içeriğine sahiptir. Depolamanın 6. gününde ise kontrol ile A grubu ve B ile C grubu örnekleri arasında fark yoktur. Depolamanın 9. gününde tüm gruplar arasındaki fark anlamlı olup, en yüksek içeriğe kontrol grubu örnekleri sahiptir. Depolamanın 12. gününde ise kontrol, A ve C grupları arasında anlamlı bir fark bulunamamış olup, en yüksek klorojenik asit içeriğine B grubu örnekleri sahiptir.

Pleurotus eryngii var. *ferulae*'nin metanol ekstraktlarında eser miktarda kumarik asit tespit edilmiştir. Başlangıç örnekleri 0,12 mg/kg içerirken depolamanın sonunda en yüksek kumarik asit içeriği 0,08 mg/kg A grubu örnekleri sahiptir. Depolama boyunca en düşük

kumarik asit içeriği 0,02 mg/kg olarak tespit edilirken, en yüksek kumarik asit içeriği depolamanın 6. gününde C grubu örneklerinde 0,67 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Depolamanın 3. gününde kontrol ve C grubu örneklerinde rutin tespit edilememiştir. Depolamanın 6. ve 12. gününde kontrol ile C grubu ve A ile B grubu arasında fark yoktur. Depolamanın 12. gününde ise A, B, C grupları arasında fark olmayıp, kontrol grubunun rutin içeriği diğer gruplardan fazladır. Depolama boyunca en yüksek rutin miktarı 1,94 mg/kg ile depolamanın 9. gününde kontrol grubu örneklerinde belirlenmiştir.

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde Alam ve ark., (2012), *P.ferulae*'nin toplam fenolik madde miktarını 190 µg/g; en yüksek ve en düşük konsantrasyonlara sahip fenolik bileşikler ise sırasıyla gallik asit (40 µg/g) ve formononetin olarak belirlemişlerdir (9 µg/g). Alkın, (2017) farklı türdeki mantarlar ile yaptığı çalışmada en yüksek konsantrasyonda bulunan fenolik bileşiği gallik asit olarak tanımlamıştır. Gallik asit konsantrasyonlarını 0,18- 4,89 mg/g kuru ağırlık aralığında belirlerken, klorojenik asit değerlerini 0,01-0,23 mg/g kuru ağırlık aralığında belirlemiştir. Bizim çalışmamızda ise taze kunkor mantarında en baskın fenolik bileşik kateşin olarak tespit edilmiş olup gallik asit konsantrasyonu 0,48 mg/kg yaş ağırlık klorojenik asit konsantrasyonu ise 0,52 mg/kg yaş ağırlık olarak bulunmuştur. Bununla birlikte özellikle C (%3 O₂-%5 CO₂) grubu ile modifiye atmosfer paketlenmiş kunkor mantarı örneklerinde depolama boyunca kateşin miktarında sürekli bir artış eğilimi olduğu görülmüştür.

3.1.11. Mikrobiyolojik analiz sonuçları

Minimum düzeyde işlenmiş meyve ve sebzelerin mikrobiyal bozulmaya karşı yüksek duyarlılıklarının birincil nedeni hazırlık aşamalarında doğal korumalarının kaldırılmasıdır. Düşük depolama sıcaklığı ve modifiye atmosferde paketlenen taze kesilmiş gıdaların yüzeyinde mikroorganizmaların büyümesini kontrol etmek için kullanılan yöntemlerden biridir. Mantarları fiziksel hasardan, mikrobiyal saldırıdan ve su kaybından koruyan kütikül tabakaları bulunmamaktadır. Ayrıca mantarlar yüksek su içeriğine ve çok yüksek bir solunum hızına sahiptirler. Bu durum onları mikrobiyal bozulmaya yatkın hale getirmektedir.

Yapılan bu çalışmada depolama boyunca kunkor mantarı örneklerinde belirlenen toplam mezofilik aerobik, toplam psikrofil aerobik ve küf-maya sayıları sırasıyla Tablo 3.10, Tablo 3.11 ve Tablo 3.12'de verilmiştir. Depolamanın başlangıcında kunkor mantarında

yapılan analizlerde örneklerin başlangıç toplam mezofilik aerobik bakteri yükü 6,40 log kob/g olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.10. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerine ait toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı

Mantar	0. gün	3. gün	6. gün	9. gün
Kontrol Grubu	6,40±0,07 ^{a,A}	6,78±0,12 ^{a,B}	6,54±0,15 ^{b,A,B}	7,26±0,09 ^{c,C}
A Grubu	6,40±0,07 ^{a,B}	6,72±0,01 ^{a,B}	4,80±0,27 ^{a,A}	6,75±0,12 ^{b,B}
B Grubu	6,40±0,07 ^{a,A,B}	6,40±0,24 ^{a,A,B}	6,94±0,21 ^{b,B}	6,26±0,11 ^{a,A}
C Grubu	6,40±0,07 ^{a,A}	6,48±0,03 ^{a,A}	6,28±0,22 ^{b,A}	7,11±0,03 ^{c,B}

Kontrol Grubu: MAP yapılmamış örnekler, A Grubu: %3 O₂ -% 5 CO₂, B Grubu: %3 O₂-% 8 CO₂, C Grubu: %5 O₂ -% 5 CO₂

^{A-D} Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Depolamanın sonunda mikrobiyal yükte en fazla artış kontrol grubu örneklerinde görülmüştür. 4 °C’de 9 günlük depolamanın sonunda kontrol grubu örneklerinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı 7,26 log kob/g olarak belirlenmiştir. Modifiye atmosfer paketlenen örneklerde ise en düşük toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı B (%3 O₂-%8 CO₂) grubu ile paketlenen örneklerde 6,26 log kob/g olarak tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışmada kunkor mantarı örneklerinde başlangıç toplam psikrofilik aerobik bakteri sayısı 6,25 log kob/g olarak belirlenmiştir. Depolamanın sonunda A (%3 O₂ -% 5 CO₂) grubu ile paketlenen örneklerin TPAB sayısında istatistiksel olarak önemli bir değişim meydana gelmemiştir ($p>0,05$). Kontrol grubu, B (%3 O₂-%8 CO₂) ve C (%5 O₂ -% 5 CO₂) grubu ile paketlenen örneklerde ise depolamanın sonunda meydana gelen artış istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Tablo 3.11. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerine ait toplam psikrofilik aerobik bakteri sayısı

Mantar	0. gün	3. gün	6. gün	9. gün
Kontrol Grubu	6,25±0,08 ^{a,A}	6,42±0,10 ^{a,b,A}	6,40±0,13 ^{b,A}	7,06±0,02 ^{b,B}
A Grubu	6,25±0,08 ^{a,A}	6,57±0,02 ^{b,A}	5,77±0,08 ^{a,A}	5,78±0,33 ^{a,A}
B Grubu	6,25±0,08 ^{a,A}	6,46±0,05 ^{a,b,A,B}	7,24±0,03 ^{c,C}	6,80±0,23 ^{b,B}
C Grubu	6,25±0,08 ^{a,A}	6,29±0,05 ^{a,A}	6,23±0,16 ^{a,b,A}	6,95±0,01 ^{b,B}

Kontrol Grubu: MAP yapılmamış örnekler, A Grubu: %3 O₂ -% 5 CO₂, B Grubu: %3 O₂-% 8 CO₂, C Grubu: %5 O₂ -% 5 CO₂

^{A-D} Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Depolamanın başlangıcında kunkor mantarında yapılan analizlerde örneklerin başlangıç küf maya sayısı 4,68 log kob/g olarak belirlenmiştir. Depolamanın sonunda bütün gruplarda küf maya sayısında artış tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 3.12. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerine ait toplam küf maya sayısı

Mantar km	0. gün	3. gün	6. gün	9. gün
Kontrol Grubu	4,68±0,16 ^{a,A,B}	5,63±0,12 ^{b,C}	4,15±0,18 ^{a,A}	5,11±0,28 ^{a,B,C}
A Grubu	4,68±0,16 ^{a,A}	4,84±0,16 ^{a,A}	4,67±0,13 ^{a,A}	5,93±0,10 ^{a,b,B}
B Grubu	4,68±0,16 ^{a,A}	5,77±0,41 ^{b,B}	5,90±0,13 ^{b,B}	5,33±0,32 ^{a,A,B}
C Grubu	4,68±0,16 ^{a,A}	5,78±0,13 ^{b,B}	4,71±0,15 ^{a,A}	6,62±0,08 ^{b,C}

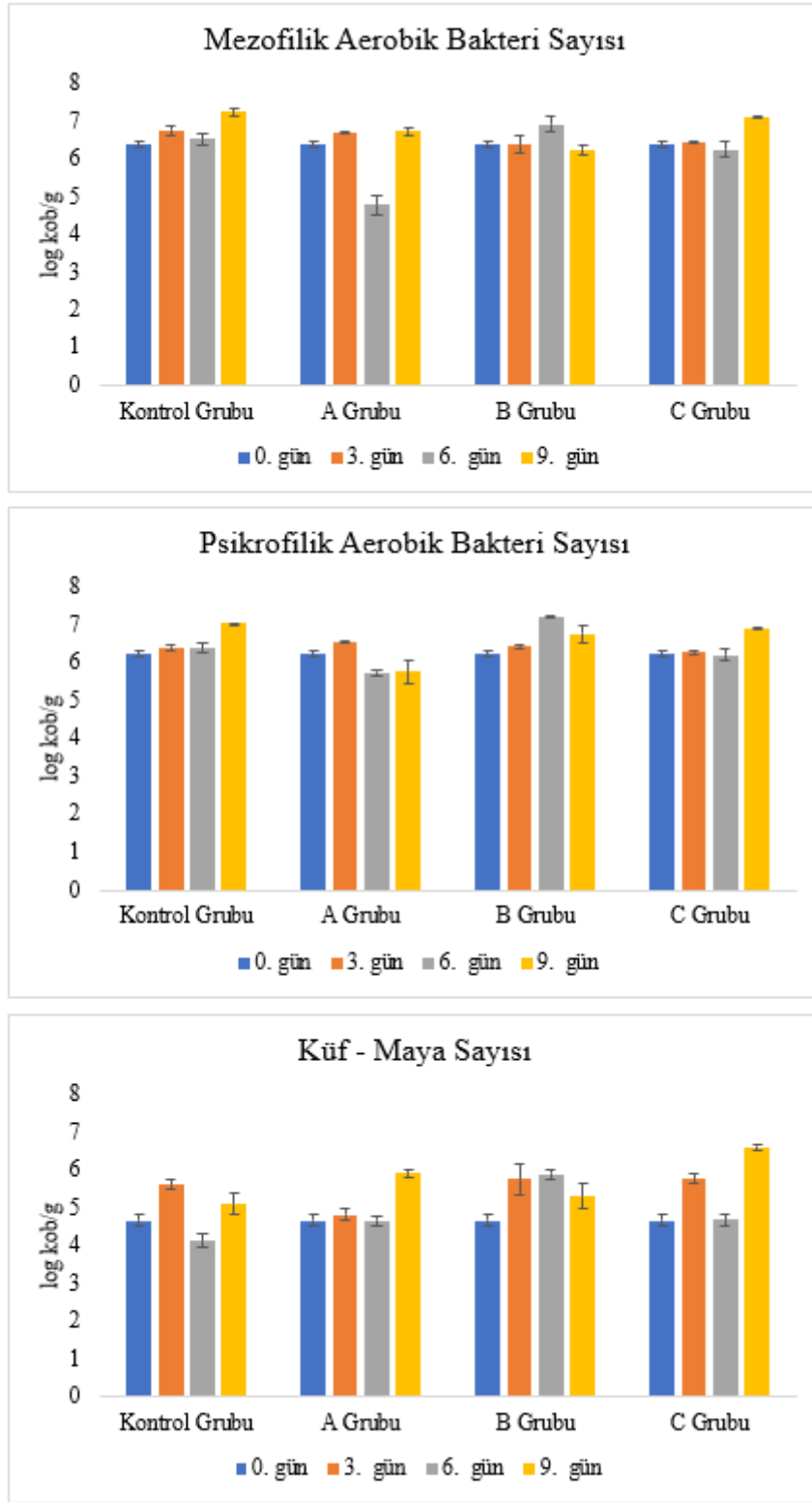
Kontrol Grubu: MAP yapılmamış örnekler, A Grubu: %3 O₂ -% 5 CO₂, B Grubu: %3 O₂-% 8 CO₂, C Grubu: %5 O₂ -% 5 CO₂

^{A-D} Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Modifiye atmosfer altında paketlenen örnekler arasında ise en düşük toplam mezofilik aerobik bakteri ve küf-maya sayısı B (%3 O₂-%8 CO₂) grubu ile paketlenen örneklerde sırasıyla 6,26 log kob/g ve 5,33log kob/g olarak tespit edilmiştir. Düşük oksijenle modifiye edilmiş atmosferler, bozulmaya neden olan mikroorganizmaların büyümesini engelleyebilir ve paketlenmiş ürünlerin raf ömrünü artırabilir. B grubunun en düşük O₂ ve en yüksek CO₂ oranlarına sahip olması bu durumu destekler niteliktedir

Depolama boyunca *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* örneklerinde gözlenen mikrobiyal gelişimler Şekil 3.7’de verilmiştir.



Şekil 3.7. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae*  rneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları

Bütün veya minimum düzeyde işlenmiş meyve ve sebzelerin aksine, taze mantarların mikrobiyel kalitesine ilişkin bilgiler, özellikle ticari yabani mantar örnekleri için çok sınırlıdır (Venturini ve ark., 2011).

Yapılan alışmalar hasattan sonra mantarların mikrobiyal yüklerinin 2,5 – 5,8 log kob/g arasında olduğunu belirtmiştir. Hem yüksek su içeriği hem de başlangıç mikrobiyal yük depolama sırasında ürünün stabilitesini etkilemektedir. Depolama boyunca mikrobiyal yükte 1,8 – 4,0 log kob/g artış görülebilir (Schill ve ark., 2021). Bizim alışmamızda ise başlangıç mezofilik aerobik bakteri sayısı 6,28 olarak bulunmuştur. Perakende düzeyinde taze kültür mantarlarının mikrobiyolojik kalitesi üzerinde yapılan son çalışmalarda oldukça değişken aerobik mezofilik bakteri sayıları bildirilmiştir (5,3-9,4 log kob/g) (Venturini ve ark., 2011)

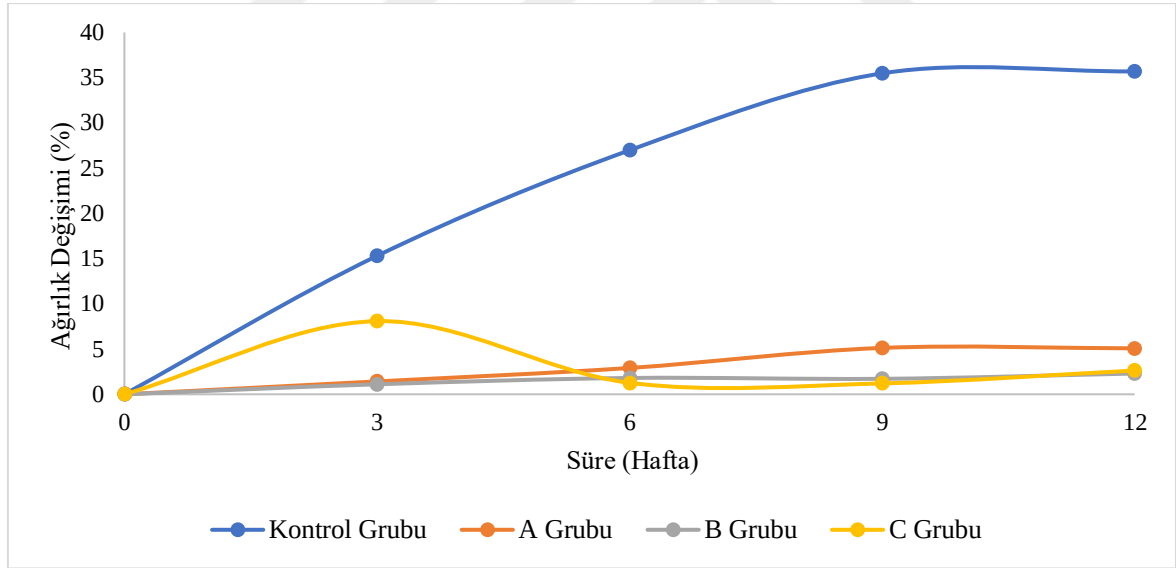
Literatüre bakıldığında Sapers ve Simmons (1998), taze kesilmiş mantarlarda toplam mezofilik aerobik bakteri sayısını 8,3 log kob/g olarak belirlemiştir. 3 kPa O₂-5 kPa CO₂ ile paketlenen jak meyvesi PE torbalarda 35 gün depolanmıştır. Başlangıç toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı 0,67 log kob/g'dan 6,68 log kob/g'a; küf maya sayısı 1,49 log kob/g'dan 6,30 log kob/g'a yükselmiştir (Saxena ve ark., 2008). Banda ve ark., (2015), yaptığı çalışmada nar tanelerini 5 kPa O₂-10 kPa CO₂, 30 kPa O₂-40 kPa CO₂ ve pasif modifiye atmosfer altında paketlemiştir. 5  C'de 12 günlük depolamanın sonunda toplam mezofilik aerobik bakteri sayısının başlangıç yüküne göre 5 kat arttırdığı belirlenmiştir. 30 kPa O₂-40 kPa CO₂ ile paketlenen örneklerin ise mikroorganizmaların lag fazını uzattığı, fakat depolama sonunda örneklerin mikrobiyal yükleri arasında fark görülmediği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Hernndez ve ark., (2017) yaptığı çalışmada taze kesilmiş brokolileri %10 O₂-%5 CO₂ içeren gaz karışımı altında PP film kullanarak paketlemiştir. 5  C'de 21 gün depolanan örneklerin mikrobiyal yükündeki değişimler çalışmamızla paralellik göstermektedir. Modifiye atmosferde paketlenmiş ve buzdolabında muhafaza edilen meyve sebzelerde kabul edilebilir mikroorganizma sayısının depolamanın 9. gününde <10⁸ kob/g eşik sınırına ulaşmadığı görülmektedir (Center for Food Safety 2014). Mantarların depolama sırasındaki stabilitesinin birçok etkileşimli faktörden etkilendiği bilinmektedir. Mikrobiyolojik olarak güvenli mantarlar elde etmek ve duyuşal kalitelerini korumak için işleme zinciri boyunca nem kaybını ve mikrobiyal büyümeyi önlemek için paketleme sistemlerinin etkinliğine odaklanılmalıdır (Schill ve ark., 2021).

3.2. Tunceli Sarımsağı (*Allium tuncelianum*)

3.2.1. Ağırlık kaybı

Sarımsaklar kendilerini dış etkenlerden koruyan kabuğa sahip olduklarından çabuk bozulabilir gıda olarak değerlendirilmezler. Ancak sarımsaklar %60 – 70 aralığında nem içermelerinden ötürü kolaylıkla filizlenebilir ve bu da depolama sırasında mikrobiyel bozulmalara yol açabilir (Vázquez-Barrios ve ark., 2006). Bu sebeple depolama boyunca sarımsaklarda ağırlık kaybını izlemek kalite değerlendirmesi açısından önem arz eder. Literatürde sarımsaklar için depolama boyunca ağırlık kaybı izlenen araştırmalar (Soares ve ark., 2002; Venu Madhav ve ark., 2016; Singh ve ark., 2019) bulunsa da kesin olarak belirlenmiş maksimum bir ağırlık kaybı verisi bulunmamaktadır.

Modifiye atmosferde paketlenen *Allium tuncelianum* örneklerinde depolama süresince meydana gelen ağırlık kayıplarına ait veriler Şekil 3.8.' de verilmiştir.



Şekil 3.8. *Allium tuncelianum* örneklerine ait ağırlık kaybı (%) değerlerinin zamana bağlı değişimi

Bu verilere göre kontrol grubu örneklerinin ağırlıklarında depolama süresince azalma görülmüştür. Kontrol grubu örneklerindeki ağırlık kayıpları depolamanın 3., 6., 9., ve 12. haftalarında sırasıyla; %15,3, %26,98, %35,48 ve %35,70 olarak belirlenmiştir. A (%3 O₂-%5 CO₂), B (%3 O₂-%8 CO₂) ve C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu kullanılarak yapılan MA

örneklerinde belirlenen ağırlık kayıpları ise %1,10-%8,08 arasında değişmiştir. MAP'de meydana gelen ağırlık kayıpları arasındaki farkın solunumun neden olduğu karbon tüketiminden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Guo ve ark., 2019). Ağırlık kaybı sarımsağın kalitesini etkileyen önemli parametrelerden biridir. Çünkü bu parametre, su kaybı nedeniyle ürünün görünümü ve şekli üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Ağırlık kaybı, dış yüzeyden başlayan ve iç çekirdek alanına uzanan kurutma aktivitesinden kaynaklanabilir (Bloem ve ark., 2011). Singh ve ark., (2019) tarafından yapılan çalışmada LDPE ve oksijen tutucu olarak görev yapan progallik asit (PG) katkılı LDPE'lerde paketlenen soyulmuş sarımsakların 5 °C'de 30 günlük depolama süresinde kontrol dahil tüm gruplarda önemli bir ($p>0.05$) ağırlık kaybının meydana gelmediği ifade edilmiştir. Ancak 25 °C'de yapılan depolama işleminde kontrol örneklerinde %20 ağırlık kaybı belirlenmiştir. Su aktivitesi yüksek gıdalarda ağırlık kaybı, ürün görünümünü doğrudan etkileyebilecek istenmeyen değişikliklere neden olabilir. Kontrol numunesiyle karşılaştırıldığında, yüksek nem kaybı sarımsağın görsel görünümünü büyük ölçüde etkilemektedir (Singh ve ark., 2019).

PS tepsilerde farklı kalınlıktaki LDPE ve PVC filmlerle paketlenen soyulmuş sarımsaklar oda sıcaklığında 14 gün boyunca depolanmışlardır. Maksimum ağırlık kaybı tek katlı PVC ile kaplanmış sarımsak örneklerinde %12 olarak belirlenmiştir. 3 veya 4 katlı PVC ile paketlenen sarımsaklarda ise ağırlık kaybı %5 olup depolama boyunca örnekler karakteristik tazelik özelliklerini korumuşlardır (Soares ve ark., 2002).

Yapılan bir çalışmada iki farklı (G-1 ve G-323) sarımsak çeşidi modifiye atmosfer altında paketlenmiştir (Venu Madhav ve ark., 2016). 10 °C'de 28 gün depolanan örneklerde minimum ağırlık kayıpları G-1 için %5 CO₂-%2 O₂ içeren paketlerde; G-323 için %5 CO₂-%1 O₂ içeren paketlerde sırasıyla %1,07 ve %1,26 olarak bulunmuştur. Ağırlık kaybı esas olarak terleme ve kuruma yoluyla nem kaybına bağlı olmasına rağmen, bu çalışmada nedeni solunum maddelerinin kaybıdır ve MAP'ın sarımsak dişlerinin ağırlığındaki kaybı büyük ölçüde kontrol edebildiği gözlemlenmiştir.

Minimal olarak işlenen sarımsaklar PP, delikli PP ve vakum ambalajda paketlenildikten sonra farklı dozlarda (0,5, 1,5, 2,5 kGr) gama ışınına maruz bırakılmıştır (Sharma ve ark., 2021). Işınlanan örneklerle karşılaştırıldığında kontrol numunelerinde ağırlık kaybının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. 4 °C' de 5 hafta depolanan kontrol örneklerinde ağırlık kaybı PP, delikli PP ve vakum ambalajlarda sırasıyla %12,5, %14,88, %13,52 olarak bulunmuştur. En düşük ağırlık kaybı (%3,08) ise 2,5 kGR ışınlanan ve PP paketlerde depolanan örneklerde belirlenmiştir. Sarımsağın su tutma kapasitesindeki

azalmaya bağı olarak 8 haftalık depolama sonrasında sarımsaklarda ağırlık kaybının daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Delikli PP ambalajlarda, PP ve vakumlu ambalajlara göre daha fazla ağırlık kaybı meydana gelmiştir. Bu durum delikli PP ambalajın minimal işlenmiş sarımsakları depolamaya uygun olmadığını gösterirken, en düşük ağırlık kaybı PP ambalajlarda gözlenmiştir. Yoğun malzeme ve küçük moleküller arası boşluk nedeniyle PP'de su değişiminin gerçekleşmesi daha az olmaktadır. *Allium tuncelianum* örneklerinin paketlenmesinde kullanılan PP ambalajlarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

3.2.2. Su aktivitesi

Yüksek su aktivitesine sahip olan *Allium tuncelianum* örneklerinde depolama boyunca su aktivitesi değişimi kalite kriteri olarak önem arz etmektedir. Çalışmamızda modifiye atmosferde paketlenen *Allium tuncelianum* örneklerinin depolanma sırasındaki su aktivitesi değerlerine ait sonuçlar Tablo 3.13.'de verilmiştir.

Tablo 3.13. *Allium tuncelianum* örneklerine ait su aktivitesi değerleri

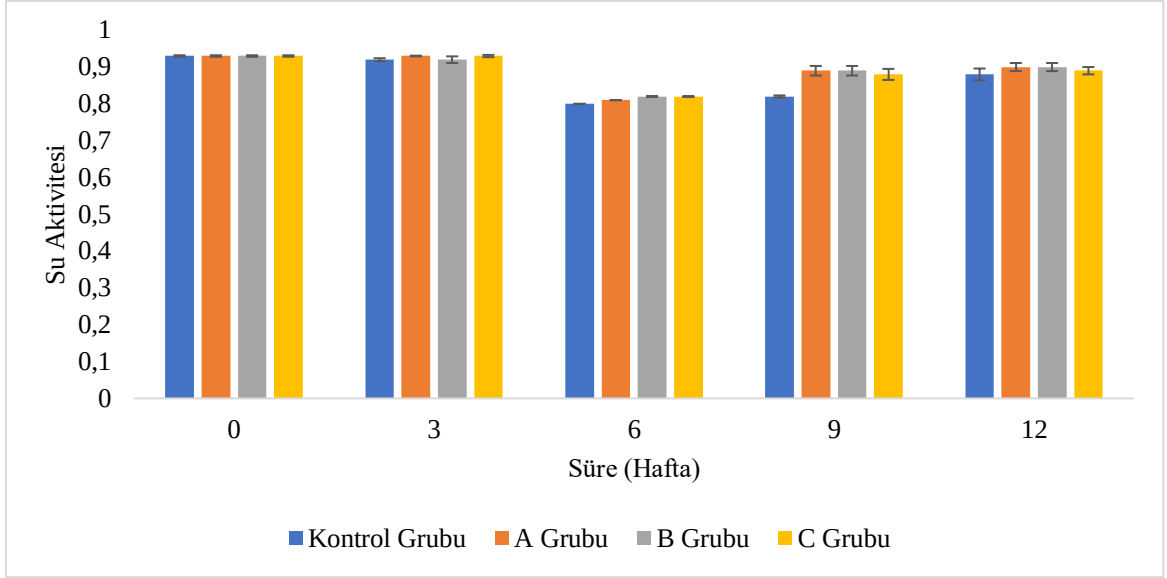
Sarımsak	0. gün	3.hafta	6. hafta	9. hafta	12.hafta
Kontrol Grubu	0,93±0,002 ^{a,C}	0,92±0,004 ^{a,C}	0,80±0,012 ^{a,A}	0,82±0,003 ^{a,A}	0,88±0,016 ^{a,B}
A Grubu	0,93±0,002 ^{a,C}	0,93±0,001 ^{a,C}	0,81±0,000 ^{a,A}	0,89±0,013 ^{b,C}	0,90±0,011 ^{a,B}
B Grubu	0,93±0,002 ^{a,B}	0,92±0,009 ^{a,B}	0,82±0,000 ^{a,A}	0,89±0,013 ^{b,B}	0,90±0,011 ^{a,B}
C Grubu	0,93±0,002 ^{a,C}	0,93±0,003 ^{a,C}	0,82±0,001 ^{a,A}	0,88±0,015 ^{b,B}	0,89±0,010 ^{a,B}

Kontrol Grubu: MAP yapılmamış örnekler, A Grubu: %3 O₂ -% 5 CO₂, B Grubu: %3 O₂ -% 8 CO₂, C Grubu: %5 O₂ -% 5 CO₂

^{A-D} Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Sarımsak örneklerinin başlangıç su aktivitesi (0. Gün) değeri 0,93 olup tüm gruplar için en yüksek su aktivitesi değerini oluşturmaktadır. Depolamanın 9. haftasına kadar gruplar arasındaki su aktivitesi değerleri arasındaki fark anlamsızdır ($p>0,05$). Depolamanın 9. haftasında ise, kontrol grubu sarımsak örneklerine ait su aktivitesi değerlerinin, MA paketlenen örneklerden daha düşük olduğu görülmüştür ($p<0,05$) (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. *Allium tuncelianum* örneklerine ait su aktivitesi değerlerinin zamana bağlı değişimi

MA ile paketlenen tüm örneklerde ve kontrol grubunda en düşük su aktivitesi değeri 6. Haftada görülmüştür ($(p<0,05)0,05$). Tüm gruplarda depolama boyunca 6. Haftaya kadar su aktivitesi değerlerinde fark belirlenmemiştir ($(p<0,05)0,05$). 6. Haftadan sonra su aktivitesi değerlerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlı olup ($(p<0,05)0,05$) bütün gruplarda bu eğilim görülmektedir. Depolamanın 6. Haftasında su aktivitesinde meydana gelen düşüş Tunceli sarımsağının bu hafta maksimum çimlenme oranına ulaşması ile açıklanabilir. Çünkü sarımsağın çimlenmesi ile su tutma kapasitesi ve su içeriğinin azaldığı bilinmektedir (He ve ark., 2019).

Haciseferoğulları ve ark., (2005), *Allium sativum*'un su aktivitesi değerini 0,986; Arslaner ve Yıldız, (2017), Çin sarımsağının su aktivitesi değerini 0,922, Taşköprü sarımsağının su aktivitesi değerini ise 0,913 olarak belirlemiştir. Yapılan bu tez çalışmasında ise taze Tunceli sarımsaklarının su aktivitesi değeri 0,93 olarak tespit edilmiştir.

3.2.3. Toplam kuru madde miktarı

Farklı gazlar kullanılarak depolanan *Allium tuncelianum* depolama süresince kullanılan gazlara bağlı olarak yüzde kuru maddeleri Tablo 3.14.'te verilmiştir.

Tablo 3.14. *Allium tuncelianum* örneklerine ait kuru madde miktarları (%)

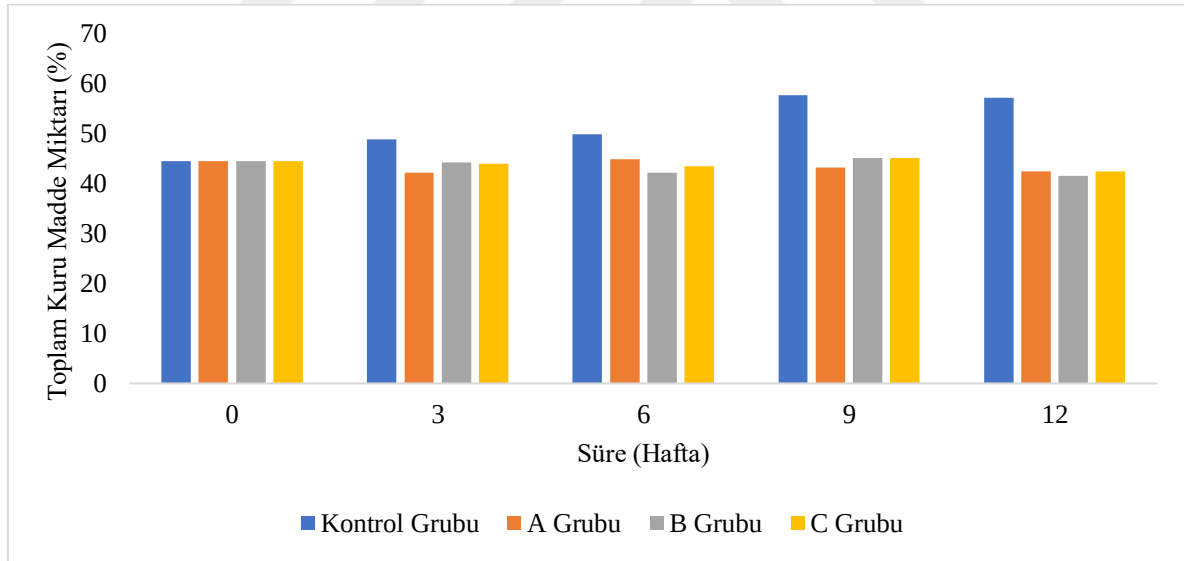
	0. gün	3.hafta	6. hafta	9. hafta	12.hafta
Kontrol Grubu	44,45±0,77 ^{a,A}	48,90±0,60 ^{b,B}	49,87±0,74 ^{b,B}	57,77±1,74 ^{b,C}	57,18±1,09 ^{b,C}
A Grubu	44,45±0,77 ^{a,A}	42,25±0,47 ^{a,A}	44,86±1,19 ^{a,A}	43,25±1,27 ^{a,A}	42,41±0,42 ^{a,A}
B Grubu	44,45±0,77 ^{a,B,C}	44,27±1,29 ^{a,A,B,C}	42,16±0,53 ^{a,A,B}	45,18±1,11 ^{a,C}	41,54±0,69 ^{a,A}
C Grubu	44,45±0,77 ^{a,A}	44,06±1,22 ^{a,A}	43,51±1,56 ^{a,A}	45,16±1,45 ^{a,A}	42,47±1,84 ^{a,A}

Kontrol Grubu: MAP yapılmamış örnekler, A Grubu: %3 O₂ -% 5 CO₂, B Grubu: %3 O₂-% 8 CO₂, C Grubu: %5 O₂ -% 5 CO₂

^{A-D} Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Depolamanın 0. gününde grupların kuru madde değerleri arasında fark yoktur ($p>0,05$). Modifiye atmosfer ile paketlenen örneklerin kuru madde değerleri arasındaki fark aynı analiz günlerinde istatistiksel olarak önemsizdir ($p>0,05$). Depolama boyunca kontrol grubunun kuru madde değerleri, MAP yapılan örneklerin kuru madde değerlerinden yüksek olup bu fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). Şekil 3.10.'da veriler grafik üzerine yerleştirilmiştir.



Şekil 3.10. *Allium tuncelianum* örneklerine ait toplam kuru madde miktarlarının zamana bağlı değişimi

Kontrol grubu örneklerinin depolama süresince kuru madde miktarlarının arttığı görülmektedir ($p<0,05$). A (%3 O₂-%5 CO₂) ve C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu ile paketlenen sarımsak örneklerinin depolama süresince kuru madde değerlerinde anlamlı bir değişim belirlenmemiştir ($p>0,05$). Fakat B (%3 O₂-%8 CO₂) grubu ile paketlenen örneklerin kuru madde değerlerinin başlangıç ve 12. hafta sonuçları karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak

önemli bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). Depolama boyunca MAP örneklerde görülen ağırlık kaybına rağmen kuru maddede azalma görülmesi sarımsakların çimlenmesi ile ilişkilidir. Çimlenme esnasında meydana gelen metabolik aktiviteler sarımsak dişlerinde kuru madde içeriğinin azalmasına ve kalite kayıplarına yol açar (He ve ark., 2019).

Yapılan çalışmada taze *Allium tuncelianum*'un kuru madde değeri %43,56 bulunmuştur. Haciseferoğulları ve ark., (2005), Taşköprü sarımsağının kuru madde içeriğini %33,68; Boonpeng ve ark., (2014) *Allium sativum* L. kuru madde içeriğini %35,63; Aasim, (2015) Tunceli sarımsağının kuru madde içeriğini %37,94; Putnik ve ark., (2019) *Allium türlerinin* kuru madde içeriği %40,4 olarak bildirilmiştir. Literatüre bakıldığında *Allium tuncelianum*'un Taşköprü sarımsağından daha yüksek kuru madde içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Sarımsakların kuru madde içerikleri ürünün yetiştiği yere, iklim koşullarına, hasat sonrası depolama işlemlerine bağlı olarak değişmektedir. Çalışmamızda elde edilen kuru madde değeri ile Aasim, (2015) yaptığı çalışmanın sonuçlarının farklı çıkması buna bağlanabilir.

Vázquez-Barrios ve ark., (2006) 5°C'de 190 gün saklanan sarımsakların kuru madde içeriğinin %36'dan %30,2'ye düştüğünü bildirmişlerdir. Maleki ve ark., (2018)'da MAP'da solunum nedeni ile paket içinde su birikmesinin numunelerde nem içeriğinin artmasına ve kuru maddenin azalmasına neden olduğunu belirtmiştir. Fakat Diriba-Shiferaw ve ark., (2013) sarımsakta yaptığı çalışmada kuru madde içeriğindeki artışın esas nedeninin depolama boyunca sarımsakta meydana gelen su kaybından kaynaklanabileceğini bildirmiştir. Bu sonuç çalışmamızda kontrol grubu örneklerinde depolama boyunca meydana gelen nem kaybı ve kuru madde artışı ile uyumludur.

3.2.4. Toplam kül miktarı

Farklı gazlar kullanılarak depolanan *Allium tuncelianum* depolama süresince kullanılan gazlara bağlı olarak yüzde kül oranları Tablo 3.15.'te verilmiştir.

Tablo 3.15. *Allium tuncelianum* örneklerine ait kül miktarları (%)

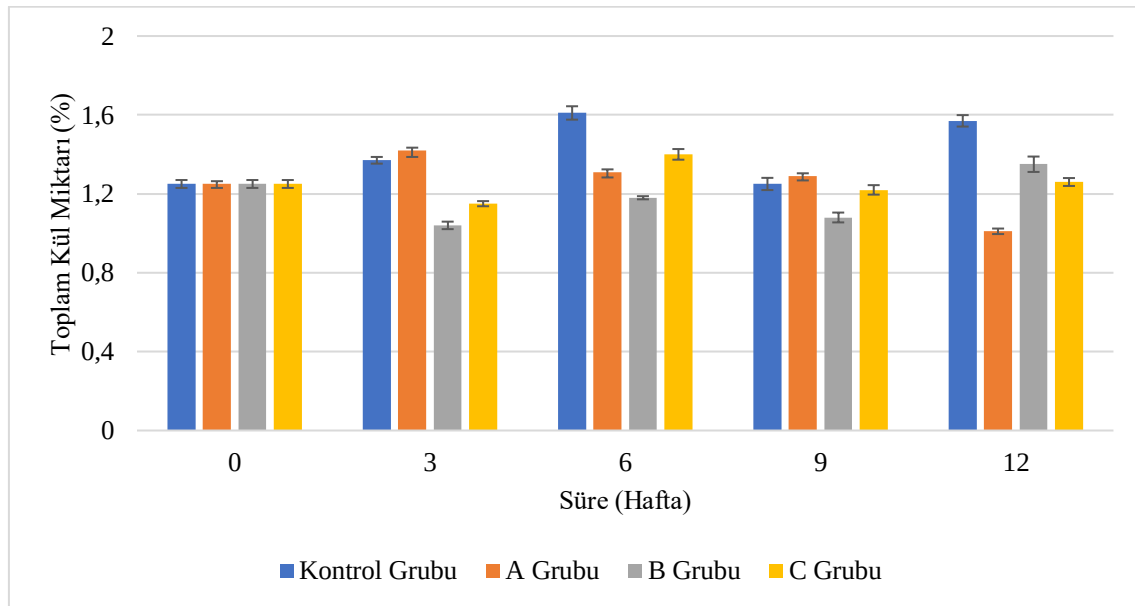
	0. gün	3.hafta	6. hafta	9. hafta	12.hafta
Kontrol Grubu	1,25±0,02 ^{a,A}	1,37±0,017 ^{c,B}	1,61±0,034 ^{c,C}	1,25±0,031 ^{b,A}	1,57±0,029 ^{d,C}
A Grubu	1,25±0,02 ^{a,B}	1,42±0,033 ^{c,C}	1,31±0,027 ^{b,B}	1,29±0,022 ^{b,B}	1,01±0,014 ^{a,A}
B Grubu	1,25±0,02 ^{a,B}	1,04±0,019 ^{a,A}	1,18±0,008 ^{a,B}	1,08±0,025 ^{a,A}	1,35±0,039 ^{c,C}
C Grubu	1,25±0,02 ^{a,B}	1,15±0,013 ^{b,A}	1,40±0,027 ^{b,C}	1,22±0,024 ^{b,A,B}	1,26±0,020 ^{b,B}

Kontrol Grubu: MAP yapılmamış örnekler, A Grubu: %3 O₂ -% 5 CO₂, B Grubu: %3 O₂ -% 8 CO₂, C Grubu: %5 O₂ -% 5 CO₂

^{A-D} Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p < 0,05$).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p < 0,05$).

Depolamanın 0. gününde grupların kül miktarları arasında fark yoktur ($p > 0,05$). Bu tabloya göre A (%3 O₂-%5 CO₂) grubu ve kontrol grubunun kül değerleri arasındaki fark 3. haftada anlamsız olup ($p > 0,05$), B (%3 O₂-%8 CO₂) grubu ve C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu ile modifiye atmosferde paketlenen sarımsakların kül değerlerinden fazladır ($p < 0,05$). Depolamanın 6. haftasında A (%3 O₂-%5 CO₂) ve C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu ile paketlenen örneklerin kül değerleri arasında fark görülmemiştir ($p > 0,05$). 9. haftada kontrol grubu, A (%3 O₂-%5 CO₂) ve C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu kullanılarak paketlenen örneklerin kül değerleri arasında fark görülmezken ($p > 0,05$), B (%3 O₂-%8 CO₂) grubu ile paketlenen örneklerin kül değerlerinin diğer gruplardan az olduğu gözlenmiştir ($p < 0,05$). Depolamanın 12. haftasında ise en yüksek kül miktarı %1,57 ile kontrol grubunda belirlenmiştir ($p < 0,05$). Depolama süresince Tunceli sarımsağının kül miktarında meydana gelen değişimler Şekil 3.11’de verilmiştir.

**Şekil 3.11.** *Allium tuncelianum* örneklerine ait % kül miktarlarının zamana bağlı değişimi

A (%3 O₂-%5 CO₂) grubu kullanılarak paketlenen sarımsaklarda %1,42 ile en yüksek kül içeriği 3. haftanın sonunda belirlenmiştir. En düşük kül içeriğine (%1,01) ise 12. haftanın sonunda ulaşılmıştır. B (%3 O₂-%8 CO₂) grubu ile paketlenen sarımsaklarda en yüksek kül içeriğine (%1,35) 12. haftanın sonunda ulaşılırken, C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu ile yapılan paketlemede bu değere (%1,40) 6. haftanın sonunda ulaşılmıştır. Kontrol grubu sarımsaklarda ise 6. Haftanın sonuna kadar kül değerlerinde görülen artış istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). Kontrol grubu örneklerde depolamanın 6. ve 12. haftaları arasında kül değerlerinde fark görülmezken ($p>0,05$), en yüksek kül içeriği bu haftalarda kaydedilmiştir ($p<0,05$).

Modifiye atmosfer ile paketlenen örneklerde kül miktarının azalması sarımsak tanelerinde meydana gelen çimlenme ile açıklanabilir. Çimlenme sırasında enerji sağlamak için meydana gelen biyokimyasal ve fizyolojik değişimler kül içeriğinde önemli azalmalara neden olmaktadır (Tarzi ve ark., 2012)

Kompozisyon ve fiziksel olarak Tunceli sarımsağına benzeyen Taşköprü sarımsağında Haciseferoğulları ve ark., (2005) kül miktarını %2,30 bulmuştur. Buna göre Tunceli sarımsağındaki toplam kül miktarı düşük bulunmakla birlikte kül miktarının mevsimsel olarak değişiklik gösterdiği de göz önünde bulundurulmalıdır.

3.2.5. Tekstür profil analizi sonuçları

Allium tuncelianum örneklerinin farklı gaz karışımları kullanılarak uygulanan 12 haftalık depolama aşaması boyunca elde edilen tekstür değerleri Tablo 3.16'da verilmiştir.

Tablo 3.16. *Allium tuncelianum* örneklerine ait tekstür profil analiz değerleri

		0. Hafta	3. Hafta	6. Hafta	9. Hafta	12. Hafta
Sertlik (g)	Kontrol Grubu	4483,35±179,67 ^{a,B}	5874,32±175,87 ^{b,C}	4856,98±347,00 ^{a,B}	3174,14±278,41 ^{a,A}	3457,48±193,18 ^{a,A}
	A Grubu	4483,35±179,67 ^{a,A}	6485,22±209,14 ^{c,A,B}	7592,58±1265,89 ^{a,B}	4347,94±262,70 ^{b,A}	3753,29±245,06 ^{a,b,A}
	B Grubu	4483,35±179,67 ^{a,B}	6373,49±152,96 ^{b,c,B}	5880,33±227,15 ^{a,C,B}	3270,77±114,54 ^{a,A}	5501,64±266,74 ^{c,C}
	C Grubu	4483,35±179,67 ^{a,A}	5142,54±176,99 ^{a,B}	5561,11±238,90 ^{a,B}	5286,62±180,50 ^{c,B}	4299,79±199,64 ^{b,A}
Yapışkanlık (g.sec)	Kontrol Grubu	-1,72±0,14 ^{a,B}	-12,56±1,25 ^{a,A}	-6,53±0,50 ^{a,B}	-5,68±1,64 ^{a,B}	-3,67±0,57 ^{b,B}
	A Grubu	-1,72±0,14 ^{a,D}	-10,03±0,58 ^{b,c,A}	-7,60±0,66 ^{a,B}	-5,91±0,64 ^{a,C}	-9,03±0,50 ^{a,A,B}
	B Grubu	-1,72±0,14 ^{a,C}	-8,67±0,31 ^{c,B}	-8,23±0,68 ^{a,B}	-7,77±0,58 ^{a,B}	-10,16±0,54 ^{a,A}
	C Grubu	-1,72±0,14 ^{a,C}	-11,01±0,90 ^{a,b,A}	-8,42±0,59 ^{a,B}	-8,42±0,27 ^{a,B}	-10,85±0,85 ^{a,A}
Elastikiyet	Kontrol Grubu	0,73±0,01 ^{a,B,C}	0,76±0,02 ^{b,C}	0,74±0,01 ^{a,b,B,C}	0,69±0,01 ^{b,A}	0,71±0,01 ^{a,A,B}
	A Grubu	0,73±0,01 ^{a,A}	0,73±0,01 ^{a,A}	0,75±0,01 ^{b,A}	0,74±0,02 ^{b,A}	0,72±0,02 ^{a,A}
	B Grubu	0,73±0,01 ^{a,A}	0,73±0,01 ^{a,A}	0,71±0,01 ^{a,A}	0,70±0,02 ^{b,A}	0,70±0,01 ^{a,A}
	C Grubu	0,73±0,01 ^{a,B}	0,70±0,02 ^{a,B}	0,73±0,01 ^{a,b,B}	0,64±0,02 ^{a,A}	0,70±0,01 ^{a,B}
Sakızimsılık	Kontrol Grubu	0,66±0,01 ^{a,A}	0,71±0,01 ^{b,B}	0,69±0,01 ^{b,A,B}	0,68±0,65 ^{a,A,B}	0,66±0,01 ^{a,A}
	A Grubu	0,66±0,01 ^{a,A,B}	0,64±0,01 ^{a,A}	0,71±0,01 ^{b,C}	0,70±0,67 ^{a,B,C}	0,68±0,02 ^{a,b,A,B,C}
	B Grubu	0,66±0,01 ^{a,B}	0,69±0,01 ^{b,B}	0,59±0,03 ^{a,A}	0,70±0,66 ^{a,B}	0,71±0,02 ^{b,c,B}
	C Grubu	0,66±0,01 ^{a,B}	0,68±0,01 ^{b,B,C}	0,62±0,01 ^{a,A}	0,72±0,68 ^{a,C,D}	0,75±0,01 ^{c,D}
Kohezyon	Kontrol Grubu	2925,03±143,91 ^{a,B}	3623,79±238,14 ^{a,C}	3435,32±166,09 ^{a,B,C}	2101,84±196,88 ^{a,A}	1902,19±150,87 ^{a,A}
	A Grubu	2925,03±143,91 ^{a,B}	3828,80±158,28 ^{a,C}	3121,26±102,36 ^{a,B}	3022,52±236,15 ^{b,B}	2239,23±165,08 ^{a,b,A}
	B Grubu	2925,03±143,91 ^{a,B}	4884,76±242,46 ^{b,D}	3485,69±270,15 ^{a,B,C}	1968,63±142,87 ^{a,A}	3960,48±226,88 ^{c,C}
	C Grubu	2925,03±143,91 ^{a,B}	3306,54±131,17 ^{a,C}	3524,25±86,10 ^{a,C}	2658,15±145,53 ^{b,A,B}	2489,22±132,18 ^{b,A}
Çiğnenebilirlik	Kontrol Grubu	2254,33±145,84 ^{a,B}	2806,18±232,28 ^{a,C}	2325,18±180,26 ^{a,b,B,C}	1374,52±91,64 ^{a,A}	1640,55±66,49 ^{a,A}
	A Grubu	2254,33±145,84 ^{a,B}	2974,88±91,36 ^{a,C}	2254,29±103,85 ^{a,B}	2214,60±193,16 ^{b,B}	1728,62±134,75 ^{a,A}
	B Grubu	2254,33±145,84 ^{a,B}	2801,18±208,53 ^{a,B,C}	2358,08±189,36 ^{a,b,B,C}	1475,44±92,04 ^{a,A}	2883,16±171,26 ^{b,C}
	C Grubu	2254,33±145,84 ^{a,B}	2701,92±118,94 ^{a,C}	2792,23±81,73 ^{b,C}	1812,27±84,94 ^{b,A}	1947,79±90,47 ^{a,A,B}

Kontrol Grubu: MAP yapılmamış örnekler, A Grubu: %3 O₂ -% 5 CO₂, B Grubu: %3 O₂-% 8 CO₂, C Grubu: %5 O₂ -% 5 CO₂

^{A-D} Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Depolama işlemi başlangıcında (0. Haftada) sarımsak örneklerinin sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, kohezyon, sakızimsılık ve çığnenabilirlik değerlerinin sırasıyla 4483,35 g.force, - 1,72 g.sec, 0,73, 0,66, 2925,03 ve 2254,33 olduğu tespit edilmiştir.

Sertlik sarımsakların pazarlanabilirliği için dikkate alınan önemli bir kalite kriteridir. Genel olarak sarımsaklarda ortam depolama koşullarında nem ve kuru madde kaybı nedeni ile sertlik kaybı meydana gelir (Sharma ve ark., 2020).

Kontrol grubunun sertlik değerleri depolamanın 6. haftasından sonra düşüş göstermiştir ($p<0,05$). Sertlik değerlerinin depolama işleminin 3. haftasına kadar hem kontrol grubunda hem de farklı gaz karışımlarına sahip modifiye atmosferde paketlenen sarımsak örneklerinde artış gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,05$). Ancak depolama işleminin sonunda ise sadece B (%3 O₂- %8 CO₂) grubu karışımında sertlik değerlerinin depolama işleminin başlangıcına kıyasla artış gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Sharma ve ark., (2020), yaptığı çalışmada sarımsaklarda meydana gelen sertlik kaybının sarımsakların filizlenmesinden kaynaklandığını belirtmiştir.

Yapışkanlık değerlerinin ise depolama işleminin 3. haftasına kadar hem kontrol grubunda hem de farklı gaz karışımlarına sahip modifiye atmosferde paketlenen sarımsak örneklerinde azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,05$). Depolama işleminin ilerlemesi ile kontrol grubu örneklerinde yapışkanlık değerlerinin artış gösterdiği tespit edilmiştir. Ek olarak, tüm gaz karışımlarında depolama işlemi sonunda yapışkanlık değerlerinin depolama işleminin 3.haftasına kıyasla anlamlı bir farklılığa sahip olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$).

Modifiye atmosfer ile paketlenen A (%3 O₂-%5 CO₂) ve B (%3 O₂-%8 CO₂) grubu örneklerinde elastikiyet değerleri depolama süresince değişmemiştir ($p>0,05$). C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu örneklerinde ise 9. haftada elastikiyet değerlerinde azalma tespit edilmiştir ($p<0,05$). Depolamanın sonunda kontrol grubu örnekleri ile MAP yapılan örneklerin elastikiyet değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır ($p>0,05$).

Kohezyon değerlerinin kontrol grubu ve A (%3 O₂-%5 CO₂) grubu kullanılarak modifiye atmosferde paketlenen sarımsak örneklerinde depolama işlemi boyunca dalgalanma eğilimi gösterdiği ve depolama işlemi sonunda depolama işlemi başlangıcına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa neden olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). Ancak B (%3 O₂-%8 CO₂), ve C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu kullanılarak modifiye atmosferde paketlenen sarımsak örneklerinde ise depolama işlemi sonunda depolama işlemi başlangıcına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahip olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Sakızimsılık değerlerinin depolama işleminin 3. haftasına kadar hem kontrol grubunda hem de farklı gaz karışımlarına sahip modifiye atmosferde paketlenen sarımsak örneklerinde

artış gösterdiği, ancak depolama işleminin sonunda ise sadece B grubunda sakızimsılık değerlerinin depolama işleminin başlangıcına kıyasla artış gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,05$).

Çiğnenebilirlik değerlerinin depolama işleminin 3. haftasına kadar tüm örnek gruplarında artış gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,05$). Ancak depolama işleminin sonunda ise kontrol grubu, A (%3 O₂-%5 CO₂) ve C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu kullanılarak depolama işlemine tabii tutulan örneklerde ise çiğnenebilirlik değerlerinin depolama işleminin başlangıcına kıyasla azalma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Depolamanın sonunda kontrol grubunda depolanan sarımsaklarda sertlik kaybının modifiye atmosferde paketlenen örneklerden daha yüksek olmasının sebebi; kontrol grubundaki örneklerin daha çok su kaybetmesi ile ilişkilendirilebilir. Diğer bir ifade ile MAP uygulamalarında sarımsakların sertliklerinin daha iyi korunmasının nedeni, bu uygulamalarda su kaybının daha az olması ve ortamdaki düşük O₂ sayesinde solunumun yavaşlamasıdır.

Yapılan bir çalışmada (Venu Madhav ve ark., 2016) %2 O₂-%5 CO₂ içeren ortamlarda depolanan minimum işlenmiş sarımsak örneklerinde maksimum sertliğin korunduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada %10 ve %15 CO₂ içeren paketlerin ise sarımsakların sertliğini olumsuz etkilediği belirlenmiştir.

Su aktivitesi yüksek gıdalarda ağırlık kaybı, ürün görünümünü doğrudan etkileyebilecek istenmeyen değişikliklere neden olabilir. Ağırlık kaybına bağlı olarak gözlenen sertlikteki değişiklikler, hücre duvarını parçalayan enzimler ve hücre duvarının parçalanmasının aracılık ettiği gecikmiş yumuşama nedeniyle meydana gelir (Singh ve ark., 2019; Liu ve ark., 2021). Farklı ambalaj materyalleri ile paketlenen soyulmuş sarımsağın buzdolabı koşullarında 180 günlük depolanmasının sonunda su içeriği ile esneklik ve kırılabilirlik arasında ilişki olduğu bildirilmiştir (He ve ark., 2019).

3.2.6. Titrasyon asitliği

Farklı gazlar kullanılarak depolanan *Allium tuncelianum*'un depolama süresince kullanılan gazlara bağlı olarak değişen titrasyon asitliği değerleri Tablo 3.17'de verilmiştir. Bu verilere göre örneklerin başlangıç asitlik değeri sitrik asit cisinden %0,28 olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.17. *Allium tuncelianum* örneklerine ait titrasyon asitliği değerleri (%)

Sarımsak	0. gün	3. hafta	6. hafta	9. hafta	12. hafta
Kontrol Grubu	0,28±0,01 ^{a,A}	0,39±0,01 ^{c,C}	0,28±0,01 ^{b,A}	0,33±0,01 ^{c,B}	0,37±0,01 ^{c,B,C}
A Grubu	0,28±0,01 ^{a,B}	0,25±0,01 ^{b,A,B}	0,25±0,01 ^{b,A,B}	0,22±0,01 ^{a,b,A}	0,23±0,01 ^{b,A}
B Grubu	0,28±0,01 ^{a,C}	0,25±0,01 ^{b,B,C}	0,20±0,01 ^{a,A}	0,24±0,01 ^{b,B}	0,19±0,01 ^{a,A}
C Grubu	0,28±0,01 ^{a,B}	0,20±0,01 ^{a,A}	0,19±0,01 ^{a,A}	0,19±0,01 ^{a,A}	0,20±0,01 ^{a,b,A}

Kontrol Grubu: MAP yapılmamış örnekler, A Grubu: %3 O₂ -% 5 CO₂, B Grubu: %3 O₂-% 8 CO₂, C Grubu: %5 O₂ -% 5 CO₂

^{A-C} Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Kontrol grubu örneklerinde depolama boyunca titrasyon asitliği değerleri dalgalı bir değişim göstermiştir. Depolamanın başlangıcında %0,28 olarak belirlenen asitlik değeri depolamanın sonunda %0,37 olarak belirlenmiştir. Kontrol grubunda titrasyon asitliğinde meydana gelen bu artış istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). Modifiye atmosfer paketleme yapılan örneklerde ise depolamanın sonunda bütün gruplarda titrasyon asitliği değeri azalmıştır ($p<0,05$). Depolamanın 3. haftasında A (%3 O₂-%5 CO₂) ile B (%3 O₂-%8 CO₂) gruplarının titrasyon asitliği değerleri arasında fark belirlenmemiş olup ($p>0,05$); C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu ile depolanan örneklerin titrasyon asitliği değeri diğer gruplardan düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Depolama boyunca en yüksek titrasyon asitliği değerine kontrol grubu örneklerinin sahip olduğu ($p<0,05$) belirlenmiştir. MAP yapılan Tunceli sarımsaklarında ise en yüksek titrasyon asitliği değeri A (%3 O₂-%5 CO₂) grubu ile paketlenen örneklerde tespit edilmiştir. 12 haftalık depolama boyunca C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu örneklerinin asitlik değerleri arasında 3. ve 12. haftalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark belirlenmemiştir ($p>0,05$) A ve B grubu ile paketlenen örneklerin depolamanın 0.gününden 3.haftasına geçerken asitlik değerlerinde azalma görülmüştür. Depolamanın 3.haftasından sonra ise A grubunun asitlik değerinde bir değişim gözlenmezken ($p>0,05$); B grubunun asitlik değerlerinde dalgalanmalar meydana gelmiştir. Kontrol grubu örneklerinde ise asitlik değeri, MA altında paketlenen örneklerin aksine genel olarak artan yönde bir eğilim göstermiştir.

Arslaner ve Yıldız, (2017) yaptığı çalışmada Çin sarımsağı ve Taşköprü sarımsaklarının titrasyon asitliği değerlerini sırası ile %0,427 ve %0,620 olarak belirlemiştir. Pardo ve ark., (2007), Dronachari ve ark., (2010), ve Akan ve ark., (2019), sarımsakların depolanması sırasında bizim çalışmamızın aksine titrasyon asitliğinde artan eğilimler gözlemlemişlerdir. Bolel, (2017), MA altında paketlediği narlarda 5 aylık depolama; Yaşar, (2017) kirazlarda 35 günlük depolama sonunda titrasyon asitliğinde azalma meydana geldiğini söylemiştir. Yapılan bu tez çalışmasında da MAP yapılan Tunceli sarımsağı örneklerinde depolamanın sonunda

titrasyon asitliği değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Titrasyon asitliğinde meydana gelen bu azalma; taze kesilmiş gıdalarda hasat sonrası devam eden solunumda organik asitlerin kullanılması ve pektinin parçalanması sonucu açığa çıkan katyonlar ile organik asitlerin nötrleşmesi ile açıklanabilir (Karaçalı, 2012; Şen ve Eroğul, 2012).

3.2.7. pH

Farklı gazlar kullanılarak depolanan Tunceli sarımsaklarının depolama süresince kullanılan gazlara bağlı olarak pH değişimi Tablo 3.18’de verilmiştir.

Tablo 3.18. *Allium tuncelianum* örneklerine ait pH değerleri

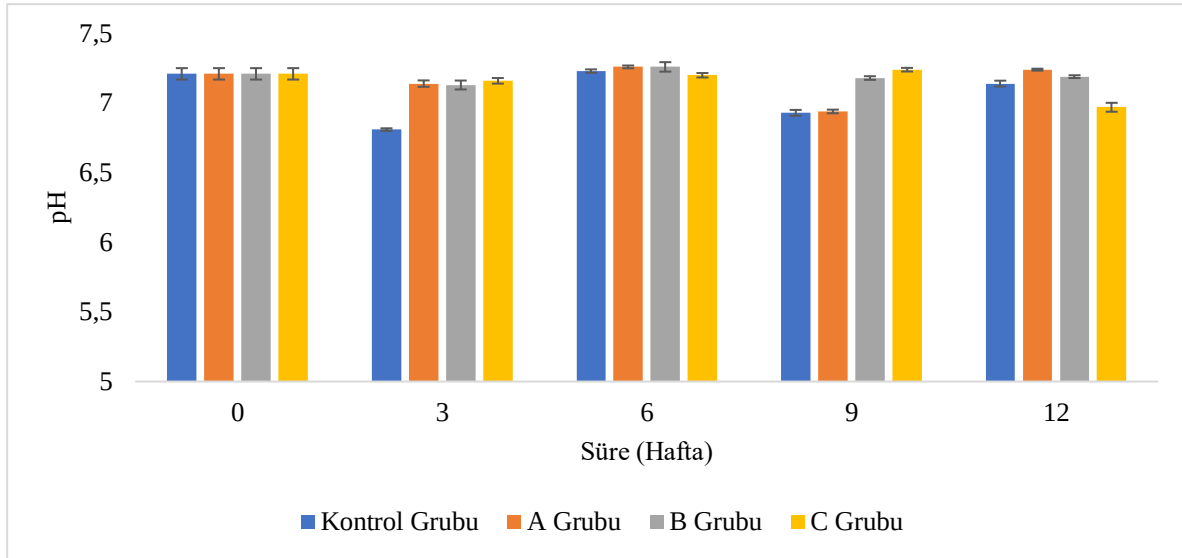
Sarımsak	0. gün	3. hafta	6. hafta	9. hafta	12. hafta
Kontrol Grubu	7,21±,041 ^{a,C}	6,81±,009 ^{a,A}	7,23±,012 ^{a,b,C}	6,93±,021 ^{a,B}	7,14±,021 ^{b,C}
A Grubu	7,21±,041 ^{a,B,C}	7,14±,023 ^{b,B}	7,26±,010 ^{b,C}	6,94±,013 ^{a,A}	7,24±,007 ^{c,B,C}
B Grubu	7,21±,041 ^{a,A}	7,13±,032 ^{b,A}	7,26±,034 ^{b,A}	7,18±,013 ^{b,A}	7,19±,010 ^{b,c,A}
C Grubu	7,21±,041 ^{a,B}	7,16±,020 ^{b,B}	7,20±,016 ^{a,B}	7,24±,013 ^{c,B}	6,97±,032 ^{a,A}

Kontrol Grubu: MAP yapılmamış örnekler, A Grubu: %3 O₂ -% 5 CO₂, B Grubu: %3 O₂-% 8 CO₂, C Grubu: %5 O₂ -% 5 CO₂

^{A-D} Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Depolamanın 0. gününde grupların pH değerleri arasında fark yoktur ($p>0,05$). A, B ve C gruplarında depolamanın 3. haftasında pH değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsız olup ($p>0,05$), kontrol grubunun pH değeri diğer gruplardan düşüktür ($p<0,05$). Depolamanın 6 haftasında A (%3 O₂-%5 CO₂), B (%3 O₂-%8 CO₂) gruplarının ve kontrol grubunun pH değerleri arasında fark görülmezken ($p>0,05$), C (%5 O₂-%5 CO₂) grubunun pH değeri diğer tüm grupların pH değerinden düşüktür ($p<0,05$). Depolamanın 12. haftasındaki gruplar arasındaki pH değerleri arasındaki değişim depolamanın 6. haftasındaki gruplar arasındaki pH değerleri arasındaki değişim ile aynıdır. Depolamanın 12. haftasında ise tüm grupların pH değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). pH değeri en düşük A (%3 O₂-%5 CO₂) grubu ile paketlenen sarımsaklar olurken, C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu ile depolanan sarımsakların pH değerini en yüksek olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince Tunceli sarımsağının pH değerinde meydana gelen değişimler Şekil 3.12’de verilmiştir.



Şekil 3.12. *Allium tuncelianum* örneklerine ait pH değerlerinin zamana bağlı değişimi

Ahmed ve Shivhare, (2001) yaptığı çalışmada sarımsağın pH değerini 5,8; Boonpeng ve ark., (2014) ise 6,09 olarak belirlemiştir. Arslaner ve Yıldız, (2017) Çin ve Taşköprü sarımsaklarının pH değerlerini sırası ile 6,22 ve 6,15 olarak bildirmiştir. Peker (2019) tarafından yapılan çalışmada Taşköprü sarımsağının pH değeri 6,54-6,66; Diyarbakır/Çermik sarımsağının pH değeri 6,52-6,63; Tunceli sarımsağının pH değeri ise 6,84-6,94 aralığında bulunmuştur. Forney ve ark., (2012) taze kesilmiş kırmızı soğanları pasif modifiye atmosfer altında PE ile poşetlerde paketleyerek 4,5 °C’de 21 gün depolamışlardır. Depolamanın sonunda bizim çalışmamıza benzer olarak pH değerlerinin 5,4’den 5,1’e düştüğünü belirlemişlerdir. Zudaire ve ark., (2020) benzer şekilde taze kesilmiş soğanların 4 °C’de 15 günlük depolanması sonucunda pH’nin 5,8’e kadar düştüğünü belirtmiştir. pH değerlerindeki bu düşüş gıdada bulunan mikroorganizma gelişimi ile ilişkilendirilebilir. C (%5 O₂-%5 CO₂) grubu ile paketlenen örneklerde pH’nin diğer MAP örneklerine göre daha düşük çıkmasının paket içerisinde daha fazla O₂ içermesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Yüksek O₂ seviyelerinde mikroorganizma gelişimi daha fazla olduğundan pH’nin daha düşük çıkması beklenen bir sonuçtur.

3.2.8. Renk analizi sonuçları

Ticari olarak soyulmuş ve paketlenmiş sarımsağın ana kusurları, renk değişikliği, çürüme, filizlenme ve köklenmedir. Renk değişikliği ve çürüme esas olarak mekanik olarak hasar görmüş alanlarla ilişkilendirilir (Cantwell ve ark., 2003). Farklı gazlar kullanılarak

depolanan *Allium tuncelianum* depolama süresince kullanılan gazlara baēlı olarak renk deēişimleri Tablo 3.19’da verilmiştir.



Tablo 3.19. *Allium tuncelianum* örneklerine ait renk değerleri

		0. gün	3.hafta	6. hafta	9. hafta	12.hafta
L*	Kontrol Grubu	77,98±0,65 ^{a,A}	81,54±0,24 ^{a,B}	81,18±0,67 ^{a,B}	80,77±0,57 ^{a,B}	81,60±0,54 ^{a,B}
	A Grubu	77,98±0,65 ^{a,A}	84,03±0,30 ^{c,B,C}	84,20±0,60 ^{c,C}	84,66±0,61 ^{b,C}	82,20±0,84 ^{a,B}
	B Grubu	77,98±0,65 ^{a,A}	83,19±0,15 ^{b,c,B}	83,48±0,30 ^{b,c,B}	87,08±0,74 ^{c,C}	84,27±0,75 ^{b,B}
	C Grubu	77,98±0,65 ^{a,A}	82,38±0,62 ^{a,b,B}	82,18±0,51 ^{a,b,B}	83,00±0,37 ^{b,B}	83,42±0,53 ^{a,B}
a*	Kontrol Grubu	-2,11±0,07 ^{a,A}	-1,99±0,06 ^{b,A}	-2,09±0,06 ^{a,A}	-2,20±0,08 ^{b,A}	-1,57±0,12 ^{b,B}
	A Grubu	-2,11±0,07 ^{a,B}	-2,20±0,06 ^{a,A,B}	-1,51±0,12 ^{b,C}	-2,41±0,05 ^{a,A}	-1,63±0,08 ^{b,C}
	B Grubu	-2,11±0,07 ^{a,A}	-2,00±0,02 ^{b,A}	-1,57±0,03 ^{b,C}	-1,33±0,05 ^{d,D}	-1,78±0,06 ^{a,b,B}
	C Grubu	-2,11±0,07 ^{a,A}	-1,85±0,04 ^{b,B}	-1,94±0,03 ^{a,A,B}	-1,90±0,05 ^{c,B}	-1,99±0,04 ^{a,A,B}
b*	Kontrol Grubu	12,58±0,34 ^{a,A}	13,73±0,18 ^{b,B}	15,11±0,35 ^{b,C}	14,90±0,20 ^{b,C}	18,77±0,57 ^{c,D}
	A Grubu	12,58±0,34 ^{a,A}	13,87±0,48 ^{b,A,B}	14,02±0,61 ^{a,b,B}	14,76±0,38 ^{b,B}	16,62±0,61 ^{b,C}
	B Grubu	12,58±0,34 ^{a,A}	12,47±0,30 ^{a,A}	13,63±0,24 ^{a,B}	13,27±0,34 ^{a,A,B}	13,65±0,27 ^{a,B}
	C Grubu	12,58±0,34 ^{a,A}	12,62±0,43 ^{a,A}	13,14±0,55 ^{a,A,B}	14,93±0,75 ^{b,C}	14,33±0,31 ^{a,B,C}
ΔE	Kontrol Grubu	-	3,82±0,20 ^{a,A}	4,70±0,28 ^{a,A}	4,03±0,30 ^{a,A}	7,45±0,50 ^{a,B}
	A Grubu	-	6,34±0,38 ^{c,A}	6,35±0,41 ^{b,A}	7,10±0,65 ^{b,A}	6,50±0,45 ^{a,A}
	B Grubu	-	5,30±0,16 ^{b,A}	5,69±0,29 ^{a,b,A}	9,24±0,70 ^{c,A}	6,50±0,72 ^{a,B}
	C Grubu	-	4,30±0,46 ^{a,A}	4,63±0,47 ^{a,A}	6,06±0,22 ^{b,B}	6,18±0,42 ^{a,B}
ΔC	Kontrol Grubu	-	1,19±0,18 ^{a,b,A}	2,31±0,28 ^{b,B}	2,34±0,19 ^{a,B}	5,30±0,39 ^{c,C}
	A Grubu	-	1,53±0,24 ^{b,A}	2,29±0,21 ^{b,A,B}	2,24±0,37 ^{a,A,B}	2,93±0,25 ^{b,B}
	B Grubu	-	0,90±0,12 ^{a,A}	1,02±0,15 ^{a,A}	1,35±0,20 ^{a,A}	1,08±0,12 ^{a,A}
	C Grubu	-	1,09±0,13 ^{a,b,A}	1,41±0,37 ^{a,b,A}	3,60±0,61 ^{b,B}	1,84±0,27 ^{a,A}
Hu Angle	Kontrol Grubu	-80,42±0,37 ^{a,C}	-81,74±0,32 ^{a,B}	-82,08±0,30 ^{b,B}	-81,55±0,38 ^{c,B}	-85,22±0,30 ^{a,A}
	A Grubu	-80,42±0,37 ^{a,B}	-80,96±0,16 ^{a,b,B}	-83,59±0,68 ^{a,A}	-80,67±0,36 ^{c,B}	-84,28±0,40 ^{b,A}
	B Grubu	-80,42±0,37 ^{a,C}	-80,80±0,28 ^{b,C}	-83,38±0,19 ^{a,A,B}	-84,26±0,22 ^{a,A}	-82,53±0,28 ^{c,B}
	C Grubu	-80,42±0,37 ^{a,C}	-81,53±0,33 ^{a,b,B}	-81,49±0,29 ^{b,B}	-82,62±0,33 ^{b,A,B}	-82,07±0,17 ^{c,A}
Chroma	Kontrol Grubu	12,75±0,34 ^{a,A}	13,88±0,17 ^{b,B}	15,26±0,34 ^{b,C}	15,06±0,18 ^{b,C}	17,89±0,40 ^{d,D}
	A Grubu	12,75±0,34 ^{a,A}	14,04±0,48 ^{b,A,B}	13,78±0,55 ^{a,A,B}	14,95±0,38 ^{b,B}	15,57±0,25 ^{c,C}
	B Grubu	12,75±0,34 ^{a,A}	12,64±0,30 ^{a,A}	13,72±0,24 ^{a,B}	13,34±0,34 ^{a,A,B}	13,57±0,20 ^{a,A,B}
	C Grubu	12,75±0,34 ^{a,A}	12,76±0,43 ^{a,A}	13,29±0,55 ^{a,A}	16,27±0,62 ^{c,B}	14,66±0,27 ^{b,B}

Kontrol Grubu: MAP yapılmamış örnekler, A Grubu: %3 O₂ -% 5 CO₂, B Grubu: %3 O₂-% 8 CO₂, C Grubu: %5 O₂ -%5CO₂

^{A,B,C} Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

^{a,b} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Depolamanın 3. haftasında en yüksek L* değerine A grubu ile paketlenen sarımsak örnekleri sahipken (84,03), B grubu kullanılarak paketlenen örneklerin parlaklığı (83,19) ile arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0,05$). En düşük parlaklık değerine (81,54) ise kontrol grubunda bulunan sarımsakların sahip olduğu görülmüştür. Depolamanın 3. haftası ile 6. haftalarında elde edilen parlaklık değerleri benzerdir ($p>0,05$). Depolamanın 9. ve 12. haftasında yapılan analizlerde B grubu ile paketlenen örneklerin en yüksek parlaklık değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Kontrol grubu örneklerinde ve C grubu ile paketlenen örneklerde başlangıç parlaklık değerleri ile depolamanın 3. Haftasın arasındaki parlaklık değerlerindeki artış istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). Depolamanın 3. haftasından sonra depolama boyunca sarımsakların parlaklık değerlerinde bir fark gözlenmemiştir ($p<0,05$). A ve B gazı ile paketlenen örneklerde de 0. gün ile 3. hafta arasındaki parlaklık değerindeki artış anlamlıdır ($p<0,05$). Fakat depolamanın diğer haftalarında parlaklık değerinde dalgalanmalar gözlenmiştir. Bununla birlikte 3. hafta ile 12. hafta parlaklık değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$).

Depolamanın 3. haftasında kontrol, B ve C grupları arasında a* değeri açısından istatistiksel olarak fark olmayıp ($p>0,05$), a grubunun a* değeri diğerlerinden yüksektir ($p<0,05$). 6. haftada kontrol grubu ile C grubu ve A grubu ile B grubu arasında a* değeri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$). Fakat A ve B grubunun a* değeri diğer gruplardan daha düşüktür ($p<0,05$). Depolamanın 9. haftasında tüm gruplarda a* değerleri birbirinden farklıdır ($p<0,05$). Depolamanın 12. haftasında ise en yüksek a* değerine C grubu ile paketlenen örneklerin sahip olduğu görülmektedir. Kontrol grubu örneklerinde a* değeri 9. hafta boyunca değişmemiş olup, 12. haftada a* değerinde elde edilen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). A, B ve C grupları ile paketlenen örneklerin başlangıç a* değerleri ile depolamanın sonundaki a* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). Tüm gruplar içinde en düşük a* değeri depolamanın 9. haftasında B gazı ile paketlenen örneklerde elde edilmiştir.

Depolamanın başlangıcında örneklerin b* değeri 12,58 olarak belirlenmiştir. Depolamanın 3. haftasında b* değerlerinde kontrol ile A grubu arasında, B grubu ile C grubu arasında anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$). Fakat b gazı ve c gazı ile paketlenen örneklerin b* değerleri diğer gruplardan anlamlı olarak azdır ($p<0,05$). 6. haftada ölçülen kontrol grubunun b* değeri MA paketlenen örneklerden anlamlı olarak fazladır ($p<0,05$). 9. Haftada ise en düşük b* değeri B grubu ile paketlenen örneklerde elde edilmiştir. Depolamanın son haftasında B ve C grubunun b* değerleri arasında fark görülmezken ($p>0,05$), en yüksek b*

değerine kontrol grubu (18,77) örnekleri sahiptir ($p<0,05$). Kontrol grubu örneklerinin b^* değeri depolama boyunca artmıştır ($p<0,05$). A, B ve C grubu örneklerinde başlangıç b^* değerleri depolamanın son haftasında elde edilen b^* değerlerinden daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$).

Yapılan çalışmada sarımsak örneklerinin L^* değerlerinde 12 haftalık depolama sonunda artış belirlenmiştir. Benzer artış Bolel (2017), tarafından Hicaznar ile yapılan çalışmada tespit edilmiştir. Cantwell ve ark., (2003), taze soyulmuş sarımsakların %5-5 CO₂ veya %1-3 O₂ içeren kontrollü atmosferde 10 °C'de 3 hafta boyunca depolanmasının renk kaybını ve çürümeyi geciktirmede etkili olduğunu bulmuştur. Ayrıca 0 °C ve 5 °C'de, sırasıyla >21 ve 16 gün depolanan soyulmuş ve paketlenmiş sarımsaklarda da görsel kalitenin korunduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda 3 haftadan sonra b^* (sarı renk) değerinin artma eğiliminde olduğu görülmektedir. Singh ve ark., (2019), pasif modifiye atmosfer altında paketlenmiş ve 5 °C'de saklanan soyulmuş sarımsak dişlerinde 25 günlük depolamadan sonra sarı renk gelişimi bildirmiştir. Yapılan çalışmada en düşük renk farkı 3 haftalık depolamanın sonunda %5 O₂-%5 CO₂ (C grubu) içeren paketlerde ΔE 4,30 olarak belirlenmiştir. 12 haftalık depolamanın sonunda ise örneklerin tümünün renk farkı ΔE 6'dan yüksek çıkmıştır. Venu Madhav ve ark., (2016), tarafından yapılan çalışmada %1 O₂-%5 CO₂ altında paketlenmiş minimum işlenmiş sarımsak örneklerinde ise 28 günlük depolama sonunda görülen renk farkı ΔE 2,57-2,70 olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada %10 ve %15 CO₂ içeren paketlerde soyulmuş sarımsak dişlerinin maksimum derecede renk değişimi gösterdiği belirtilmiştir.

3.2.9. Toplam fenolik madde miktarı

Farklı gazlar kullanılarak depolanan *Allium tuncelianum* örneklerine ait fenolik madde miktarlarının (mgGAE/kg yaş ağırlık) depolama süresince kullanılan gazlara bağlı değişimleri ise Tablo 3.20'de verilmiştir.

Tablo 3.20. *Allium tuncelianum* örneklerine ait fenolik madde miktarları (mgGAE/kg yaş ağırlık)

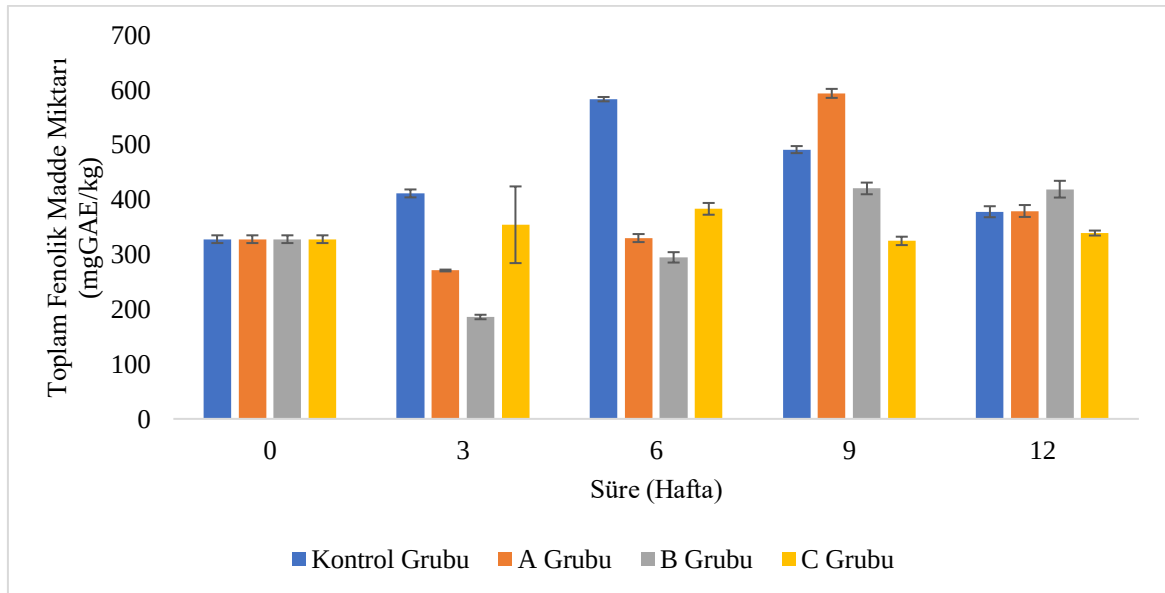
	0. gün	3.hafta	6. hafta	9. hafta	12.hafta
Kontrol Grubu	327,84±7,07 ^{a,A}	411,35±7,25 ^{d,C}	583,30±3,97 ^{d,E}	491,30±6,44 ^{c,D}	377,95±10,02 ^{b,B}
A Grubu	327,84±7,07 ^{a,B}	270,72±1,64 ^{b,A}	329,88±7,34 ^{b,B}	593,88±8,21 ^{d,D}	379,30±10,85 ^{b,C}
B Grubu	327,84±7,07 ^{a,C}	185,88±4,10 ^{a,A}	294,68±9,45 ^{a,B}	420,45±10,65 ^{b,D}	419,05±15,28 ^{c,D}
C Grubu	327,84±7,07 ^{a,A}	354,15±69,97 ^{c,A}	383,22±10,74 ^{c,B}	324,72±7,67 ^{a,A}	339,05±4,54 ^{a,A}

Kontrol Grubu: MAP yapılmamış örnekler, A Grubu: %3 O₂ -% 5 CO₂, B Grubu: %3 O₂-% 8 CO₂, C Grubu: %5 O₂ -% 5 CO₂

^{A-D} Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Kabukları soyulduktan sonra fenolik madde miktarları belirlenen sarımsakların fenolik madde miktarı 327,84 mgGAE/kg'dır. Depolamanın 0. gününde tüm gruplardaki örnekler aynı olduğu için örneklerin fenolik madde miktarları arasında fark yoktur ($p>0,05$). Fakat depolamanın 3., 6. ve 9. haftalarında grupların fenolik madde miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). Depolamanın 12. haftasında ise kontrol ve A grubu örneklerinin fenolik madde miktarları arasındaki farkın istatistiki olarak önemsiz olduğu tespit edilmiş ($p>0,05$), en yüksek fenolik madde içeriğine (419,05 mgGAE/kg) B grubu örneklerinin sahip olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Depolama süresince Tunceli sarımsağının fenolik madde miktarında meydana gelen değişimler Şekil 3.13'te verilmiştir.



Şekil 3.13. *Allium tuncelianum* örneklerine ait toplam fenolik madde miktarının zamana bağlı değişimi

Kontrol grubu örneklerinin 12 haftalık depolanması sonucunda en yüksek fenolik madde içeriği (583,30 mgGAE/kg) 6. haftanın sonunda tespit edilmiştir. En düşük fenolik

madde içeriği ise başlangıç (0. Gün) örneklerine aittir. A (%5 O₂-%5 CO₂) grubu örneklerinde en düşük fenolik madde içeriği 3. haftanın, en yüksek fenolik madde içeriği ise 9. haftanın sonunda belirlenmiştir. B (%3 O₂-%8 CO₂) grubu örneklerinin 9. ve 12. haftadaki fenolik madde miktarları arasında fark görülmezken ($p>0,05$), en düşük fenolik madde içeriği depolamanın 3.haftasında belirlenmiştir. C (%3 O₂-%5 CO₂) grubu örneklerinde de en yüksek fenolik madde içeriği 6. haftanın sonunda elde edilirken ($p<0,05$), depolamanın diğer haftalardaki örneklerinin fenolik madde miktarları arasında fark yoktur ($p>0,05$).

Depolama boyunca MA paketlenmiş örneklerdeki toplam fenolik madde miktarı değişimi incelendiğinde ise A (%5 O₂-%5 CO₂) ve B (%3 O₂-%8 CO₂) grubu ile MA paketlenmiş örneklerde 3. haftada toplam fenolik madde miktarında azalış tespit edilmiş olup 6 ve 9. haftalarda artış görülmüştür. Depolama sonunda (12. hafta) ise başlangıca göre her iki gazla paketlenmiş örneklerde toplam fenolik madde miktarı daha yüksek bulunmuştur. C grubu ile MA paketlenmiş örneklerde ise toplam fenolik madde miktarlarında 3 ve 6. haftalarda artış tespit edilirken, 9. haftada düşüş göstermiştir. 12. haftada ise başlangıca göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında *Allium sativum*'un farklı şekilde elde edilen ekstrasyonları sonucu içerdiği toplam fenolik madde miktarları belirlenmiştir. Gorinstein ve ark., (2006) sarımsak örneklerini su, metanol/su, etanol ve aseton/su ile ekstrakte etmiştir. Kuru ağırlıkta toplam fenolik madde miktarını su, metanol/su, etanol ve aseton/su için sırasıyla; 11,47, 10, 5,73 ve 2,19 mgGAE/g olarak belirlemişlerdir. Awan ve ark., (2017) ise metanol, hekzan ve etil asetat kullanılarak *Allium sativum*'u farklı zaman aralıklarında (35, 50 ve 65 dk) ekstrakte ederek, sarımsağın fenolik madde içeriklerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar toplam fenolik madde miktarını varyasyonların sarımsak çeşidine, ekstraksiyon tekniğine ve ortamına bağlı olduğu sonucuna varmışlardır. Güzel (2018), etanol/ su (3:2) karışımı ile yaptığı ekstraksiyonda sarımsakta toplam fenolik madde miktarını 72,11 mgGAE/kg, su ile yaptığı ekstraksiyonda ise 13,28 mgGAE/kg olarak bulmuştur.

Allium tuncelianum ile yapılan çalışmalarda ise Babacan ve ark., (2018), *Allium tuncelianum*' un metanol ile ekstraksiyonunda toplam fenolik madde miktarını 4,8 mgGAE/g olarak belirlemiştir. Karaaslan ve ark., (2019) ise yaptıkları çalışmada *Allium tuncelianum*' un fenolik içeriklerini farklı çözücü ekstraktları ile hazırlamış ve 0,027- 0,206 mgGAE/g arasında bulmuştur. En yüksek toplam fenolik madde miktarını ise su ekstraktlarında elde etmişlerdir. Karakaya ve ark., (2019), tarafından yapılan çalışmada

Allium tuncelianum' un metanol ekstraksiyonunda toplam fenolik madde miktarı 377,25 mgGAE/g olarak bulunmuştur. Araştırmacılar en düşük (67,78 mgGAE/g) ve en yüksek (666,45 mgGAE/g) toplam fenolik madde miktarını sırası ile hekzan ve etil asetat ekstraktlarında elde etmiştir.

Yapılan depolama çalışmalarında ise Queiroz ve ark., (2009) soyulmuş sarımsakları (200 g) poşetlerde oda sıcaklığında depolamıştır. İki aylık depolamanın sonunda toplam fenolik madde miktarının 6,99 mgGAE/g 'den 8,70 mgGAE/g yükseldiğini belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda da 12 haftalık depolamanın sonunda fenolik madde miktarının arttığı belirlenmiştir.

Yapılan son çalışmalar çimlenmiş tohumların fenolik bileşiklerinin çimlenmemiş olanlara göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Çimlenen tohumların toplam fenolik içeriğini arttırdığı bilinmektedir. Birçoğu antioksidan olarak faydalı kabul edilen vitaminler ve ikincil bileşikler, çimlenme sırasında sıklıkla önemli ölçüde değişmektedir (Tarzi ve ark., 2012) . Fernandez-Orozco ve ark., (2009) yaptıkları çalışmada çimlenmenin toplam fenolik miktarını arttırdığını belirtmişlerdir.

3.2.10. Fenolik bileşik kompozisyonu

Çalışmamızda kullanılan *Allium tuncelinum*'da gallik asit, kateşin, klorojenik asit, vanilin, gallokateşin galat, kumarik asit, protokateşik asit ve rutin fenolik asitleri aranmıştır. Buna göre kontrol grubu ve MAP yapılmış Tunceli sarımsağı (*Allium tuncelinum*) örneklerinde depolama boyunca tespit edilen ve izlenen fenolik bileşik kompozisyonu Tablo 3.21'de verilmiştir.

Tablo 3.21. *Allium tuncelianum* örneklerinin fenolik bileşik kompozisyonu (mg/kg)

		0. Hafta	3. Hafta	6. Hafta	9. Hafta	12. Hafta
Gallik asit	Kontrol Grubu	0,51±0,01 ^{a,A,B}	0,35±0,02 ^{b,A}	1,52±0,10 ^{c,C}	0,96±0,06 ^{c,B}	2,20±0,35 ^{c,D}
	A Grubu	0,51±0,01 ^{a,A}	0,53±0,04 ^{c,A}	1,52±0,10 ^{c,B}	0,68±0,05 ^{b,A}	1,95±0,10 ^{b,c,C}
	B Grubu	0,51±0,01 ^{a,D}	0,22±0,01 ^{a,A}	0,21±0,02 ^{a,A}	0,33±0,03 ^{a,B}	0,43±0,02 ^{a,C}
	C Grubu	0,51±0,01 ^{a,A}	0,54±0,01 ^{c,A}	0,48±0,05 ^{b,A}	0,42±0,03 ^{a,A}	1,51±0,07 ^{b,B}
Kateşin	Kontrol Grubu	13,08±0,54 ^{a,A}	24,17±0,85 ^{c,C}	34,25±0,83 ^{b,D}	21,09±2,77 ^{a,B}	25,95±2,72 ^{b,C}
	A Grubu	13,08±0,54 ^{a,A}	18,82±0,47 ^{b,B}	27,74±0,96 ^{a,C}	20,52±0,93 ^{a,B}	11,23±1,00 ^{a,A}
	B Grubu	13,08±0,54 ^{a,A}	12,9±0,10 ^{a,A}	31,40±2,48 ^{a,b,B}	28,84±0,82 ^{b,B}	44,40±4,73 ^{c,C}
	C Grubu	13,08±0,54 ^{a,A}	36,23±0,72 ^{d,C}	33,78±0,83 ^{b,B,C}	28,66±2,76 ^{b,B}	35,81±2,71 ^{c,C}
Vanilin	Kontrol Grubu	10,42 ±0,05 ^{a,C}	5,4±0,30 ^{b,A}	14,55±0,16 ^{c,D}	8,13±0,47 ^{b,B}	7,35±0,01 ^{b,B}
	A Grubu	10,42 ±0,05 ^{a,C}	9,97±0,60 ^{c,C}	7,72±0,07 ^{b,B}	6,1±0,25 ^{a,A}	13,78±0,14 ^{d,D}
	B Grubu	10,42 ±0,05 ^{a,D}	4,25±0,14 ^{a,A}	6,13±0,03 ^{a,B}	8,36±0,00 ^{b,C}	10,78±0,01 ^{c,E}
	C Grubu	10,42 ±0,05 ^{a,D}	8,98±0,25 ^{c,C}	5,84±0,22 ^{a,A}	7,62±0,10 ^{b,B}	5,68±0,33 ^{a,A}
Gallokateşin gallat	Kontrol Grubu	1,85±0,09 ^{a,A}	2,30±0,29 ^{b,A}	2,22±0,00 ^{a,A}	2,14±0,08 ^{a,A}	3,09±0,01 ^{b,B}
	A Grubu	1,85±0,09 ^{a,B}	1,27±0,04 ^{a,A}	2,43±0,04 ^{a,b,C}	4,34±0,20 ^{c,E}	3,07±0,16 ^{b,D}
	B Grubu	1,85±0,09 ^{a,A}	1,76±0,15 ^{a,b,A}	3,44±0,14 ^{c,B}	3,81±0,01 ^{b,B}	3,95±0,21 ^{c,C}
	C Grubu	1,85±0,09 ^{a,A}	3,11±0,07 ^{c,C}	2,66±0,01 ^{b,B}	2,02±0,08 ^{a,A}	1,94±0,01 ^{a,A}
Protokateşik asit	Kontrol Grubu	1,50±0,02 ^{a,A}	7,85±0,20 ^{b,C}	1,36±0,12 ^{a,A}	1,95±0,02 ^{a,B}	2,29±0,03 ^{b,B}
	A Grubu	1,50±0,02 ^{a,A}	9,88±0,74 ^{c,C}	3,73±0,17 ^{b,B}	2,95±0,39 ^{a,B}	1,43±0,03 ^{a,A}
	B Grubu	1,50±0,02 ^{a,A}	2,13±0,07 ^{a,A,B}	6,53±0,21 ^{c,C}	5,87±0,46 ^{b,C}	2,48±0,15 ^{b,B}
	C Grubu	1,50±0,02 ^{a,A}	13,31±0,53 ^{d,D}	4,45±0,48 ^{b,B}	6,55±1,00 ^{b,C}	14,20±0,46 ^{c,D}
Klorojenik asit	Kontrol Grubu	3,58±0,10 ^{a,B}	11,23±0,16 ^{c,D}	6,43±0,07 ^{d,C}	3,77±0,03 ^{c,B}	1,93±0,06 ^{b,A}
	A Grubu	3,58±0,10 ^{a,B}	10,79±0,58 ^{c,D}	2,32±0,14 ^{b,A}	2,73±0,04 ^{a,A,B}	5,10±0,33 ^{d,C}
	B Grubu	3,58±0,10 ^{a,C}	3,70±0,15 ^{a,C}	1,52±0,05 ^{a,A}	6,23±0,02 ^{d,D}	3,05±0,01 ^{c,B}
	C Grubu	3,58±0,10 ^{a,B}	6,72±0,66 ^{b,C}	2,64±0,10 ^{c,B}	2,90±0,03 ^{b,B}	1,16±0,04 ^{a,A}
Kumarik asit	Kontrol Grubu	0,32±0,02 ^{a,A}	3,78±0,22 ^{b,D}	2,19±0,05 ^{c,C}	1,35±0,01 ^{b,B}	1,32±0,12 ^{b,B}
	A Grubu	0,32±0,02 ^{a,C}	0,15±0,01 ^{a,A}	0,26±0,01 ^{b,B}	1,39±0,03 ^{b,D}	0,13±0,00 ^{a,A}
	B Grubu	0,32±0,02 ^{a,A}	0,04±0,00 ^{a,B}	0,01±0,00 ^{a,A}	0,06±0,00 ^{a,B,C}	0,08±0,00 ^{a,C}
	C Grubu	0,32±0,02 ^{a,C}	0,04±0,00 ^{a,A}	0,03±0,00 ^{a,A}	0,08±0,00 ^{a,B}	0,11±0,01 ^{a,B}
Rutin	Kontrol Grubu	t.e	0,26±0,09 ^{a,A}	1,06±0,36 ^{b,C}	0,58±0,19 ^{b,B}	t.e
	A Grubu	t.e	0,38±0,12 ^{a,B}	0,12±0,02 ^{a,A,B}	0,35±0,12 ^{a,b,B}	0,27±0,01 ^{b,A,B}
	B Grubu	t.e	0,12±0,00 ^{a,A}	0,13±0,01 ^{a,B}	t.e	t.e
	C Grubu	t.e	0,08±0,01 ^{a,A}	0,11±0,01 ^{a,B}	t.e	0,12±0,01 ^{a,B}

Depolamanın başlangıcında tanımlanan fenolik bileşiklerin miktarlarının ez azı 0,32 mg/kg ile kumarik asit, en fazlası ise 13,08 mg/kg ile kateşin olmuştur, rutin ise tespit edilememiştir (Tablo 3.18).

Depolamanın 0.gününde örneklerin gallik asit miktarı 0,51 mg/kg olarak belirlenmiştir. Depolamanın 3. haftasında A ve C grubu örnekleri arasında anlamlı bir fark görülmezken, en düşük gallik asit miktarı (0,22 mg/kg) B grubu örneklerinde belirlenmiştir ($p<0,05$). Depolamanın 6., 9. ve 12. haftalarında da en düşük gallik asit miktarı B grubu örneklerinde ($p<0,05$), en yüksek gallik asit miktarları ise kontrol grubu örneklerinde belirlenmiştir ($p<0,05$). 12 günlük depolamanın sonunda kontrol, A ve C grubu örneklerinin içerdiği gallik asit miktarı hammadleden anlamlı olarak fazladır ($p<0,05$). B grubu örneklerinde ise istatistiki olarak anlamlı bir azalış görülmüştür ($p<0,05$).

Depolamanın 0. gününde örneklerin kateşin miktarı 13,08 mg/kg olarak belirlenmiştir. Depolamanın 3. haftasında tüm örneklerin kateşin miktarları birbirlerinden farklı olup 36,23 mg/kg ile en yüksek içeriğe C grubu örnekleri sahiptir. Depolamanın 6. haftasında kontrol, B ve C gruplarının kateşin içerikleri arasındaki fark anlamsız ($p>0,05$) olup A grubu örnekleri ile aralarındaki fark istatistiki olarak anlamlıdır ($p<0,05$). Depolamanın 9. haftasında kontrol ile A grubu ve B ile C grubu örnekleri arasındaki kateşin miktarı istatistiksel olarak anlamsızdır ($p>0,05$). Depolamanın son gününde en düşük kateşin miktarı A grubu örneklerde tespit edilmiştir. En yüksek kateşin miktarı ise B grubu örneklerde belirlenmiş olup C grubu ile arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır ($p>0,05$). Kontrol grubu örneklerinde kateşin miktarında depolamanın 6. haftasına kadar istatistiki olarak anlamlı bir artış görülmüştür ($p<0,05$). Depolamanın 6. hafta ile 9. hafta arasında kateşin miktarındaki azalma istatistiki olarak anlamlı olup, depolamanın 3. ve 12. haftaları arasında fark görülmemiştir. A grubu örneklerinde kateşin miktarı depolamanın 6. haftasına kadar artmış ($p<0,05$), 6.günden sonra ise azalmıştır ($p<0,05$). B grubu örneklerinde depolamanın ilk 3 günü sabit kalan kateşin miktarı ($p>0,05$) 3.günden sonra artmış ve 9.günün sonuna kadar değişmemiştir. Depolamanın 12. haftasında belirlenen kateşin miktarı 44,40 mg/kg olup depolamanın diğer günlerinden anlamlı olarak fazladır ($p<0,05$). C grubu örneklerinin kateşin miktarları arasında depolamanın 3., 6. ve 12 haftaları arasında fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$). C grubu örneklerinde depolama süresince en düşük kateşin miktarı depolamanın 0. gününde belirlenmiştir ($p<0,05$).

Depolamanın 0.gününde sarımsak örneklerinin vanilin miktarı 10,42 mg/kg olarak belirlenmiştir. Depolamanın 3. haftasında A ile C grubu arasındaki fark istatistiksel anlamsız

olup ($p>0,05$), diğ er grupların vanilin ieriğ inden fazladır ($p<0,05$). Depolamanın 6.haftasında B ile C, depolamanın 9.haftasında ise kontrol, B ve C gruplarının vanilin miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır ($p>0,05$). Depolamanın 12.haftasında en yüksek vanilin ieriğ i B grubu örneklerinde belirlenmiş olup ($p<0,05$), bütün gruplar arasındaki fark istatistiki olarak anlamlıdır ($p<0,05$). 12 hafta süren depolama boyunca en yüksek vanilin miktarı (14,55 mg/kg) kontrol grubunun 6. haftasında, en düşük vanilin miktarı (4,25 mg/kg) ise A grubunun 3.haftasında belirlenmiştir.

Depolamanın 0. gününde gallokateşin gallat 1,85 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubu örneklerinde depolamanın 9. haftasına kadar gallokateşin gallat ieriğ inde anlamlı bir değ işim belirlenmemiş olup ($p>0,05$), 12. haftadaki artış istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). A grubu örneklerinde en yüksek gallokateşin gallat ieriğ i 9. haftada elde edilmiş olup, tüm haftalarda örneklerin gallokateşin gallat içerikleri birbirinden farklıdır ($p<0,05$). B grubu örneklerinde 0. gün ile 3. hafta ve 6 ile 9. hafta arasında gallokateşin gallat miktarları arasında fark olmayıp ($p>0,05$), en yüksek gallokateşin gallat ieriğ i depolamanın 12. haftasında elde edilmiştir ($p<0,05$). C grubu örneklerinde ise depolamanın 3. haftasından sonra gallokateşin gallat miktarındaki azalış istatistiksel olarak anlamlı olup ($p<0,05$), 9 ile 12. haftalar arasında ise fark yoktur ($p>0,05$). 12 hafta süren depolama boyunca en yüksek gallokateşin gallat miktarı (4,34 mg/kg) A grubunun 9. haftasında, en düşük gallokateşin gallat miktarı (1,94 mg/kg) ise C grubunun 12. haftasında belirlenmiştir.

Depolamanın 0.gününde protokateşik asit mikatrı 1,50 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubu örneklerinde depolamanın 3. haftasında en yüksek değ erine ulaşan protokateşik asit ($p<0,05$), depolamanın 0. günü ile 6. haftasında ve 9 ile 12. haftasında benzer değ erlere sahiptir ($p>0,05$). A grubu örneklerinde de protokateşik asit miktarı depolamanın 3.haftasında en yüksek değ erinde olup ($p<0,05$), depolamanın başlangıcındaki ve sonundaki protokateşik asit miktarları arasında fark yoktur ($p>0,05$). B grubu örneklerinde protokateşik asit miktarındaki artış depolamanın 6.haftasına kadar anlamlı olup ($p<0,05$), 6. ve 9.haftalar arasında fark yoktur ($p>0,05$). C grubu örneklerinde protokateşik asit miktarındaki düzenli artış depolamanın 6.haftasında başlamış olup ($p<0,05$), 3. ve 12. haftalar arasındaki protokateşik asit miktarları arasında fark yoktur ($p>0,05$). 12 hafta süren depolama boyunca en yüksek protokateşik asit miktarı (14,20 mg/kg) C grubunun 12. haftasında, en düşük protokateşik asit miktarı (1,94 mg/kg) ise kontrol grubunun 6. haftasında belirlenmiştir.

Depolamanın 0.gününde klorojenik asit miktarı 3,58 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Depolamanın 3.haftasında kontrol ve A grubunun klorojenik asit miktarları arasındaki fark anlamsız olup ($p>0,05$), en düşük klorojenik asit miktarı B grubu örneklerinde tespit edilmiştir ($p<0,05$). Grupların depolamanın 6, 9 ve 12. haftalarındaki klorojenik asit miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). 12 hafta süren depolama boyunca en yüksek klorojenik asit miktarı (11,37 mg/kg) kontrol grubunun 3. haftasında, en düşük klorojenik asit miktarı (1,16 mg/kg) ise C grubunun 12. haftasında belirlenmiştir.

Kumarik asit, hammadde olarak kullanılan *Allium tuncelium*'da miktarı en düşük olan fenolik asitlerden biridir. Depolamanın 0. gününde kumarik asit miktarı 0,32 mg/kg olarak tespit edilmiştir. 12 hafta süren depolama boyunca en yüksek kumarik asit miktarı (3,78 mg/kg) kontrol grubunun 3.haftasında, en düşük kumarik asit miktarı (0,01 mg/kg) ise B grubunun 9. haftasında belirlenmiştir.

Depolamanın 0. gününde sarımsak örneklerinde rutin tespit edilememiştir. Fakat depolamanın 3. haftasında bütün gruplarda rutin belirlenmiştir ($p>0,05$). Depolamanın 6. haftasında kontrol grubu örneklerinin içerdiği rutin miktarı diğer gruplardan fazla olup ($p<0,05$), A, B, C gruplarının rutin miktarları arasında fark görülmemiştir ($p>0,05$). Depolamanın 9. haftasında B ve C gruplarında, 12. haftasında ise kontrol ile C grubu örneklerinde rutin tespit edilememiştir.

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde sarımsak örneklerine ait fenolik kompozisyonu araştırmaları kısıtlı sayıda bulunmuş olup, bunların arasından Yunlu, (2011) tarafından yapılan çalışmada *Allium sativum* 'un metanol ekstraksiyonu sonucu klorojenik asit (1,6 µg/g) ferulik asit (0,4 µg/g), kuarsetin (0,04 µg/g) kamferol (0,2 µg/g) tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada gallik asit ve protokateşik asit tespit edilememiştir. Diğer taraftan Korkut, (2017) yaptığı çalışmada ise taze *Allium sativum* 'un soğuk sıkım ekstraktında 144,7 ppm düzeyinde gallik asit tespit etmiştir. Şehitoğlu ve ark., (2018) tarafından yapılan araştırmada, *Allium tuncelianum* ' un fenolik bileşenleri LC-MS/MS yöntemine göre analiz edildiğinde 44,53 30µg/ml vanilin ve 102,39 30µg/ml p-kumarik asit tespit edilmiştir. Takım ve Kutlu, (2020) ise, *Allium tuncelianum* ' un ethanol/su (1:1) ekstraksiyonunda başlıca fenolik bileşenleri; malik asit (3322,6 µg / g), kainik asit (626.8 µg / g), sinamik asit (69,15 µg / g), fumarik asit (13,02 µg / g) ve kateşin (3933,3 µg / g) olarak belirlemişlerdir.

Sarımsak örneklerinde fenolik bileşik kompozisyonu analizleri yapılmış olmasına rağmen depolama boyunca bu bileşenlerin değişimini izleyen bir çalışma literatürde

bulunamamıştır. Bizim çalışmamızda ise sarımsak örneklerinde en baskın olan kateşin genel olarak depolamanın 6. haftasına kadar artmıştır. Vanilin bileşenleri ise depolama sırasında dalgalı bir eğilim izlemiştir.

3.2.11. Mikrobiyolojik analiz sonuçları

Yapılan bu tez çalışmasında başlangıç örneklerinde ve depolama boyunca Tunceli sarımsağı örneklerinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı (Tablo 3.22), toplam psikrofilik aerobik bakteri sayısı (Tablo 3.23) ve küf maya sayısı (Tablo 3.24) belirlenmiştir.

Depolamanın başlangıcında Tunceli sarımsağında yapılan analizlerde örneklerin başlangıç toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı 2,37 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolamanın sonunda ise küf maya sayısında en fazla artış A grubu ile paketlenen örneklerde yaklaşık 3,5 log birimlik bir artış olarak belirlenmiştir. Depolama boyunca en düşük mezofilik aerobik bakteri sayılarına kontrol grubu örneklerinde rastlanılmıştır.

Tablo 3.22. *Allium tuncelianum* örneklerine ait mezofilik aerobik bakteri sayısı (log kob/g)

Sarımsak	0. gün	3. hafta	6. hafta	9. hafta	12. hafta
Kontrol Grubu	2,37±0,096 ^A	2,70±0,113 ^B	2,63±0,032 ^{A B}	4,30±0,117 ^C	2,46±0,087 ^{A, B}
A Grubu	2,37±0,096 ^A	3,33±0,037 ^C	2,74±0,133 ^B	5,22±0,081 ^D	5,88±0,072 ^E
B Grubu	2,37±0,096 ^A	3,54±0,048 ^B	6,20±0,239 ^D	3,19±0,024 ^B	4,13 ±0,056 ^C
C Grubu	2,37±0,096 ^A	3,94±0,015 ^C	4,48±0,056 ^D	4,72±0,085 ^E	3,64±0,040 ^B

Kontrol Grubu: MAP yapılmamış örnekler, A Grubu: %3 O₂ -% 5 CO₂, B Grubu: %3 O₂-% 8 CO₂, C Grubu: %5 O₂ -% 5 CO₂

^{A-D} Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Yapılan bu tez çalışmasında Tunceli sarımsağı örneklerinde başlangıç toplam psikrofilik aerobik bakteri sayısı 2,35 log kob/g olarak tespit edilmiştir. MAP yapılan örnekler arasında en yüksek psikrofilik aerobik bakteri sayısına depolamanın 6. haftasında B (%3 O₂-% 8 CO₂) grubu ile ambalajlanan örneklerde rastlanılmıştır (5,97 log kob/g). Depolamanın sonunda ise en yüksek TPAB sayısı 5,88 log kob/g ile A (%3 O₂ -% 5 CO₂) grubu ile paketlenen örneklerde belirlenmiştir.

Tablo 3.23. *Allium tuncelianum* örneklerine ait psikrofilik aerobik bakteri sayısı (log kob/g)

Sarımsak	0. gün	3. hafta	6. hafta	9. hafta	12. hafta
Kontrol Grubu	2,35±0,051 ^A	2,81±0,019 ^B	3,99±0,025 ^C	5,91±0,037 ^D	6,40±0,028 ^E
A Grubu	2,35±0,051 ^A	3,87±0,017 ^C	3,01±0,062 ^B	4,70±0,032 ^D	5,86±0,020 ^E
B Grubu	2,35±0,051 ^A	5,65±0,011 ^D	5,97±0,015 ^E	4,89±0,080 ^C	4,15±0,068 ^B
C Grubu	2,35±0,051 ^A	4,97±0,015 ^E	4,55±0,024 ^D	4,18±0,025 ^C	3,73±0,072 ^B

Kontrol Grubu: MAP yapılmamış örnekler, A Grubu: %3 O₂ -% 5 CO₂, B Grubu: %3 O₂-% 8 CO₂, C Grubu: %5 O₂ -% 5 CO₂

^{A-D} Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Yapılan bu çalışmada depolama boyunca Tunceli sarımsağında yapılan küf maya analizlerinde küf maya sayısı belirleme limitinin altında tespit edilmiştir.

Tablo 3.24. *Allium tuncelianum* örneklerine ait küf maya sayısı (log kob/g)

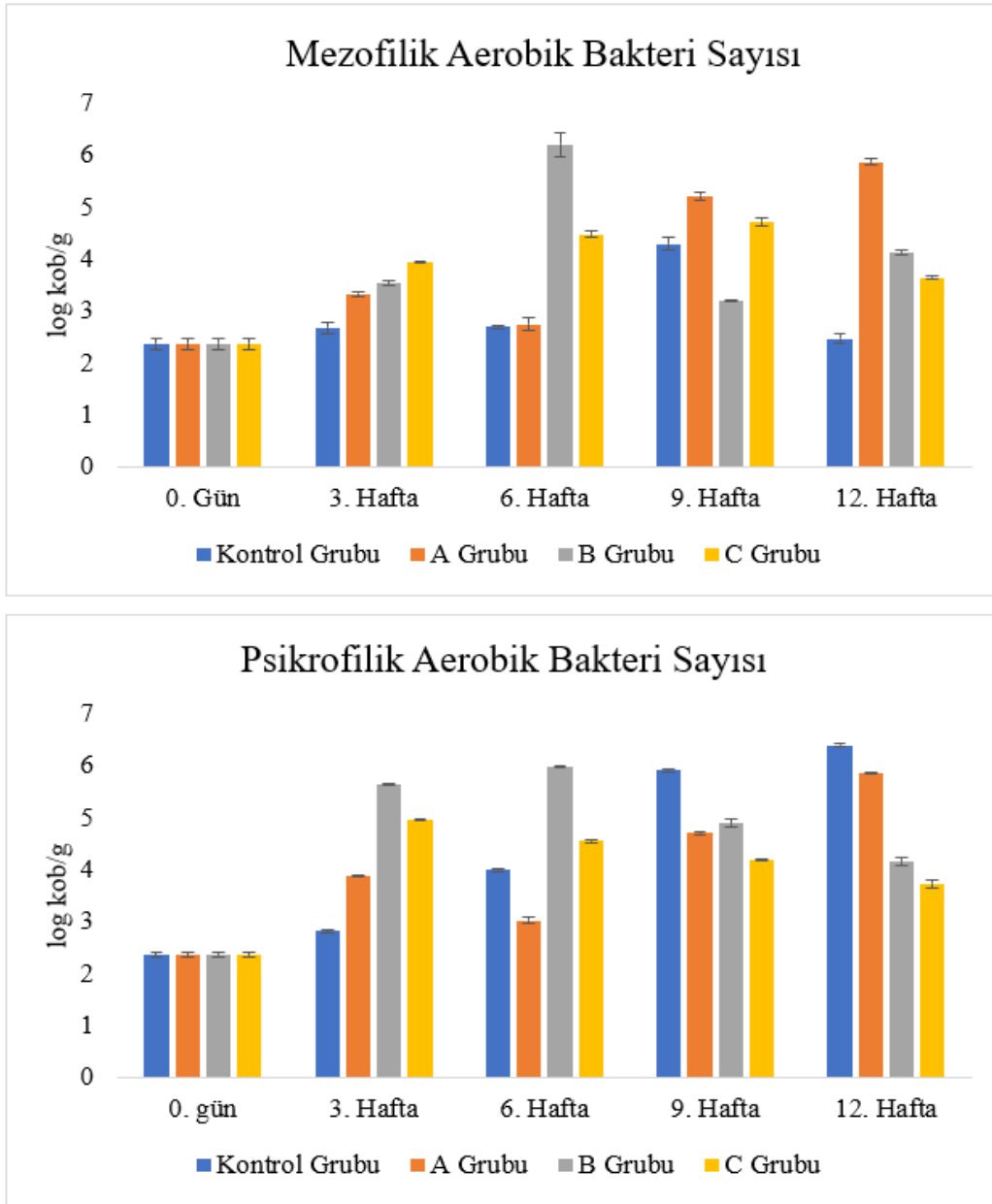
Sarımsak	0. gün	3. hafta	6. hafta	9. hafta	12. hafta
Kontrol Grubu	<2	<2	<2	<2	<2
A Grubu	<2	<2	<2	<2	<2
B Grubu	<2	<2	<2	<2	<2
C Grubu	<2	<2	<2	<2	<2

Kontrol Grubu: MAP yapılmamış örnekler, A Grubu: %3 O₂ -% 5 CO₂, B Grubu: %3 O₂-% 8 CO₂, C Grubu: %5 O₂ -% 5 CO₂

^{A-D} Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Depolama boyunca Tunceli sarımsağının mikrobiyal yükünde meydana gelen değişimler Şekil 3.14'te verilmiştir.



Şekil 3.14. *Allium tuncelianum* örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları

12 haftalık depolamanın sonunda modifiye atmosfer paketleme yapılan Tunceli sarımsağı örneklerinde en düşük mikrobiyel yük C grubu ile paketlenen örneklerde belirlenmiştir. Depolamanın sonunda TMAB sayısı ve TPAB sayısı sırası ile 3,64 log kob/g ve 3,73 log kob/g olarak tespit edilmiştir.

Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında Zudaire ve ark., (2020) pasif modifiye atmosfer altında paketlenmiş taze kesilmiş soğanların mikrobiyal yükünü için 4 °C’de 15 gün boyunca izlemişlerdir. Başlangıç toplam mesofilik aerofilik bakteri yükü 4,5 log kob/g depolamının 6. Gününün sonunda 6 log kob/g üstüne çıksada 15. günün sonunda 6 log kob/g

biraz altında kalmıştır. Küf maya sayısı depolamanın 6. gününde maksimum seviyeye ulaşmıştır. Depolamanın sonunda ise küf maya sayısı başlangıç sayısının altına düşmüştür. Sharma ve ark., (2021) yaptıkları çalışmada ise soyulmuş sarımsak dişlerini PP ile paketlenerek 4 °C’de depolamışlardır. 5 haftalık depolamanın sonunda mezofilik aerobik toplam bakteri sayısını yaklaşık 4 log birim artışla 7,30 log kob/g olarak belirlemişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada Bu ve ark., (2022) *Allium mongolicum* Regel’i farklı PBAT (polibütilen adipat-ko-tereftalat)’ler kullanarak paketlenerek 2 °C’de 18 gün depolamıştır. Depolamanın sonunda paketlenmeyen örneklerin (kontrol grubu) toplam mezofilik aerobik ve psikrofilik bakteri sayıları PBAT kullanılarak paketlenenlerden düşük çıkmıştır. Aynı çalışmada grupların küf maya sayıları arasında fark bulunmamıştır. Bunun başlıca nedeninin ambalajsız örneklerde *A. mongolicum*’un ciddi su kaybı yaşayıp, *A.mongolicum* yapraklarının kurummasına ve mikroorganizmanın ölümüne neden olmuştur.

Yüksek iç nem, sarımsak dişlerinin kalitesini düşüren mikrobiyal gelişime izin vermiştir. Yapılan çalışmalar, neme doymuş atmosferin, düşük O₂ ve yüksek CO₂ konsantrasyonlarının yararlı etkilerini geçersiz kılabileceğini ve hızlandırılmış mikrobiyal büyümenin neden olduğu değişiklikler yoluyla ürün kalitesini hızla düşürebileceğini göstermiştir (Soares ve ark., 2002).

Gıdaların su içeriğinin, mikroorganizmaların büyümesini etkileyebilecek olan su aktivitesi ile ilişkili olduğu bilinmektedir (Conte ve ark., 2011). Çalışmada kullanılan *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* ve *Allium tuncelianum*’un yüksek su aktivitesine sahip gıdalar olduğu bilinmektedir. Ayrıca doymuş paket içi koşullar mikrobiyal büyümeyi destekleyebilen ürün yüzeyinde ve ambalaj duvarlarında yoğuşmaya neden olabilir (Oliveira ve ark., 2012).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda ülkemizde ve dünyada sağlıklı beslenmeye yönelik ilgi giderek artmaktadır. Günümüzde insanlar, sağlıklı gıdalara hayatın her alanında kolaylıkla ulaşabilmeyi ve bu gıdaları güvenle tüketebilmeyi talep etmektedir. Bu gıdaları yetiştiren ve tedarik eden üreticiler ise piyasaya sürdükleri taze ürünlerin kalite özelliklerini uzun süre korumasını amaçlar. Bu tez çalışmasında, tüketici ve üreticilerin iki taraflı taleplerini karşılamaya yönelik bir adım olarak; besleyici değerleri yüksek taze gıdaların minimum işlenmiş gıdalar kategorisine ulaşması için; ürünlerin kalite özelliklerini koruyarak raf ömrünü arttırmayı hedefleyen modifiye atmosfer paketlenme yöntemi ile çalışılmıştır.

Tunceli-Ovacık bölgesinden temin edilen *Pleurotus eryngii* var. *ferulae*'nin 4 °C'de 12 gün süre ile %5 O₂ - %5 CO₂, %3 O₂ - %8 CO₂ ve %3 O₂ - %5 CO₂ gaz karışımları kullanılarak paketlenmesi sonucunda örneklerde meydana gelen ağırlık kaybı kabul edilebilir düzeydedir. Modifiye atmosfer ile paketlenen bütün örneklerin su aktivitesi değerlerinin depolama boyunca korunduğu belirlenmiştir. Toplam kuru madde miktarının, %10,78 ile en iyi %5 O₂ - %5 CO₂ içeren gaz karışımında korunduğu tespit edilmiştir. 12 günlük depolama sonunda %3 O₂ - %5 CO₂ gaz karışımı ile depolanan örneklerin % kül miktarlarının başlangıç örneği ile arasında fark olmadığı tespit edilmiştir. Kullanılan bütün gazlarda meyve eti sertliğinin azaldığı belirlenmiştir. Sitrik asit cinsinden titre edilebilir asitlik ve pH değerinin bütün gruplarda dalgalı bir eğilim izlediği gözlenmiştir. Parlaklık değeri en iyi korunan ve toplam renk değişimi en az olan örnekler sırası ile; %3 O₂-%8 CO₂ ve,%3 O₂-% 5CO₂, %5 O₂-% 5CO₂ içeren gaz karışımları ile paketlenenlerdir .Başlangıç fenolik madde miktarı 541,83 mgGAE/kg olan örneklerin depolama süresince fenolik madde miktarlarının değiştiği, depolama sonucunda ise bu değerlerin düşüş yaşadığı belirlenmiştir. Gallik asit, kateşin, klorojenik asit, vanilin, gallokateşin, galat, kumarik asit, protokateşik asit ve rutin fenolik asitlerinin arandığı örneklerde tanımlanan en yüksek içerik 80,22 mg/kg ile kateşin olmuştur. Eser miktarda rutin ve kumarik asit tespit edilmiştir.

Tunceli-Ovacık bölgesinden temin edilen *Allium tuncelianum* %3 O₂ - %5 CO₂, %3 O₂-%8 CO₂ ve %5 O₂-% 5CO₂ gaz karışımları kullanılarak paketlenmiş ve 4 °C'de 12 hafta boyunca depolanmıştır. Depolama boyunca en az ağırlık kaybı %3 O₂ - %8 CO₂ içeren gaz karışımı ile paketlenen örneklerde görülmüştür. %3 O₂ - %8 CO₂ gaz karışımı içeren paketlerde, örneklerin su aktivitesi değerleri depolama sonunda 0,90 olarak ölçülmüş, bu değer in hammadde ile aynı olduğu belirlenmiştir. Toplam kuru madde miktarının, %3 O₂-

%5 CO₂ ve %5 O₂-%5 CO₂ içeren gaz karışımında depolama boyunca korunduğu tespit edilmiştir. 12 haftalık depolama sonunda %5 O₂-%5 CO₂ gaz karışımı ile depolanan örneklerin % kül miktarlarının başlangıç örneği ile aynı olduğu gözlenmiştir. %3 O₂-%5 CO₂ ve %5 O₂-%5 CO₂ içeren gaz karışımı ile paketlenen örneklerin meyve eti sertliğinin korunduğu belirlenmiştir. Kullanılan bütün gazlarda örneklerin sitrik asit cinsinden titre edilebilir asitlik ve pH değerlerinin depolamanın sonunda düştüğü belirlenmiştir. Depolamanın sonunda bütün örneklerin parlaklık değerinde artış olduğu, toplam renk değişiminin en az %3 O₂ - %5 CO₂ ile paketlenen örneklerde olduğu gözlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarının depolamanın sonunda %5 O₂ -%5 CO₂ gazı ile paketlenen örneklerde değişmediği belirlenmiştir. Gallik asit, kateşin, klorojenik asit, vanilin, gallokateşin, galat, kumarik asit, protokateşik asit ve rutin fenolik bileşiklerinin arandığı örneklerde tanımlanan en yüksek içerikler 13,08 mg/kg ile kateşin ve 10,42 mg/kg ile vanilin olmuştur. Eser miktarda rutin ve kumarik asit tespit edilmiştir.

Mikrobiyolojik analizler ve kalite parametreleri göz önüne alındığında A, B ve C grupları ile modifiye atmosfer altında paketlenen kunkor mantarı örneklerinin 9. güne kadar depolanması uygun bulunmuştur. Tunceli sarımsağı örneklerinde ise mikrobiyolojik analizler ve kalite parametrelerine ek olarak çimlenme oranları göz önünde bulundurulduğunda her üç gaz karışımı içinde örneklerin 6 haftaya kadar depolanması uygun bulunmuştur. Diğer taraftan, Tunceli sarımsağı örneklerinde her üç gaz karışımı modifiye atmosfer pakitleme için kullanıma uygun bulunmakla birlikte bunların arasından %5 O₂-%5 CO₂ karışımı kalite kriterlerinin korunması açısından bir adım öne çıkmaktadır.

Sonuç olarak yapılan bu tez çalışması ile kunkor mantarı (*Pleurotus eryngii* var. *ferulae*) ile Tunceli sarımsağı (*Allium tuncelianum*) örnekleri farklı gaz karışımları kullanılarak modifiye atmosfer paketlenmiş olup, ürünlerin kalite ve güvence özellikleri korunarak raf ömürleri uzatılmıştır. Bu tez çalışması minimum işlenmiş gıda çalışmaları açısından hem bilimsel hem de endüstriyel araştırmalarda pratikte uygulanabilir veriler sunmaktadır. Bununla birlikte gelecekteki araştırmalarda raf ömrünü uzatmak için modifiye atmosfer pakitleme uygulamalarında yenilebilir kaplamalar, farklı gaz oranlarının denenmesi de önerilmektedir.

5. KAYNAKLAR

- Aasim, M.**, 2015. Adventitious bulblet regeneration Of endemic ovacik garlic (*Allium tuncelianum* Kollman, Özhatay, Mathew, Şiraneci) using wintered half clove explant. *Romanian Biotechnological Letters*, 20(5):, 10845–10851.
- Abbott, J. A., Harker, F. R.**, 2016. Postharvest Biology and Technology. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks Ed.: K. C. Gross, W. Chien Yi, M. Saltveit (Eds.) (Vol. 66).
- Abd, W., Qadr, A., Wan-Mohtar, I., Klaus, A., Cheng, A., Salis, S. A., Halim-Lim, S. A.**, Total quality index of commercial oyster mushroom *Pleurotus sapidus* in modified atmosphere packaging.
- Abdul Khalil, H. P. S., Banerjee, A., Saurabh, C. K., Tye, Y. Y., Suriani, A. B., Mohamed, A., Karim, A. A., Rizal, S., Paridah, M. T.**, 2018. Biodegradable Films for Fruits and Vegetables Packaging Application: Preparation and Properties. *Food Engineering Reviews*, 10(3):, 139–153.
- Adekunte, A. O., Tiwari, B. K., Cullen, P. J., Scannell, A. G. M., O'Donnell, C. P.**, 2010. Effect of sonication on colour, ascorbic acid and yeast inactivation in tomato juice. *Food Chemistry*, 122(3):, 500–507.
- Aguirre, L.**, 2008. Combination of Natural Variability Estimation with Real Time Measurement for Mushroom Shelf Life Assessment. Doctoral.
- Ahmed, J., Shivhare, U. S.**, 2001. Thermal kinetics of color change, rheology, and storage characteristics of garlic puree/paste. *Journal of Food Science*, 66(5):, 754–757.
- Akan, S., Tuna Gunes, N., Yanmaz, R.**, 2019. Methyl jasmonate and low temperature can help for keeping some physicochemical quality parameters in garlic (*Allium sativum* L.) cloves. *Food Chemistry*, 270: 546–553.
- Alam, N., Khan, A., Hossain, M., S. A.-B. J.**, 2007. Nutritional analysis of dietary mushroom *Pleurotus florida* Eger and *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer.
- Alam, Nuhu, Yoon, K. N., Lee, J. S., Cho, H. J., Lee, T. S.**, 2012. Consequence of the antioxidant activities and tyrosinase inhibitory effects of various extracts from the fruiting bodies of *Pleurotus ferulae*. *Saudi Journal of Biological Sciences*.
- Alam, Nuhu, Yoon, K. N., Lee, K. R., Shin, P. G., Cheong, J. C., Yoo, Y. B., Shim, J. M., Lee, M. W., Lee, U. Y., Lee, T. S.**, 2010. Antioxidant Activities and Tyrosinase Inhibitory Effects of Different Extracts from *Pleurotus ostreatus* Fruiting Bodies . *Mycobiology*, 38(4):, 295.
- Alkın, M.**, 2017. Türkiye’de Kültürü Yapılan ve Doğal Yenilebilir Mantarların Antioksidan ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 108s.
- Alp, H.**, 2015. Tunceli yöresinde yetişen yenilebilir bazı makrofungus türlerinin sitotoksik etkileri ile antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin araştırılması, *Doktora Tezi*, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır, 147s.
- Ares, G., Parentelli, C., Gámbaro, A., Lareo, C., Lema, P.**, 2006. Sensory shelf life of shiitake mushrooms stored under passive modified atmosphere. *Postharvest Biology and Technology*, 41(2):, 191–197.
- Arslaner, A., Yildiz, H.**, 2017. Tam Metin Kitabı. , (April):
- Auty, M., Duffy, G., O’Beirne, D., McGovern, A., Gleeson, E., Jordan, K.**, 2005. In situ localization of *Escherichia coli* O157:H7 in food by confocal scanning laser microscopy. *Journal of Food Protection*, 68(3):, 482–486.
- Awan, K. A., Butt, M. S., Ul Haq, I., Suleria, H. A. R.**, 2017. Investigating the Antioxidant Potential of Garlic (*Allium sativum*) Extracts Through Different Extraction Modes. *Current Bioactive Compounds*, 15(1):, 45–50.

- Aykın-Dinçer, E., Erbaş, M.,** 2019. Cold dryer as novel process for producing a minimally processed and dried meat. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 57:.
- Babacan, E. Y., Dogan, G., Demirpolat, A., Bağci, E.,** 2018. Essential Oil Composition and Polen Morphology of Local Endemic *Allium tuncelianum* from Munzur Valley in Turkey. , 5(3):, 72–79.
- Ban, Z., Li, L., Guan, J., Feng, J., Wu, M., Xu, X., Li, J.,** Modified atmosphere packaging (MAP) and coating for improving preservation of whole and sliced *Agaricus bisporus*.
- Banda, K., Caleb, O. J., Jacobs, K., Opara, U. L.,** 2015. Effect of active-modified atmosphere packaging on the respiration rate and quality of pomegranate arils (cv. Wonderful). *Postharvest Biology and Technology*, 109:, 97–105.
- Bansal, V., Siddiqui, M. W., Rahman, M. S.,** 2015. Minimally processed foods: Overview. Food Engineering Series : Food Engineering Series.
- Barrett, D. M., Beaulieu, J. C., Shewfelt, R.,** 2010. Color, flavor, texture, and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: Desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50(5):, 369–389.
- Barry-Ryan, C., Pacussi, J. M., O’Beirne, D.,** 2000. Quality of shredded carrots as affected by packaging film and storage temperature. *Journal of Food Science*, 65(4):, 726–730.
- Belay, Z. A., Caleb, O. J., Opara, U. L.,** 2016. Modelling approaches for designing and evaluating the performance of modified atmosphere packaging (MAP) systems for fresh produce: A review. *Food Packaging and Shelf Life*, 10:, 1–15.
- Bernaś, E., Jaworska, G.,** 2015. Use of onion extract to prevent enzymatic browning of frozen *Agaricus bisporus* mushrooms. *International Journal of Refrigeration*, 57:, 257–264.
- Bloem, E., Haneklaus, S., Schnug, E.,** 2011. Storage life of field-grown garlic bulbs (*Allium sativum* L.) as influenced by nitrogen and sulfur fertilization. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(9):, 4442–4447.
- Bolel, H.,** 2017. Ozon Uygulanmış Narın Kontrollü ve Modifiye Atmosfer Koşullarında Depolanması. *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 64s.
- Boonpeng, S., Siripongvutikorn, S., Sae-Wong, C., Sutthirak, P.,** 2014. The antioxidant and anti-cadmium toxicity properties of garlic extracts. *Food Science & Nutrition*, 2(6):, 792–801.
- Briones, G. L., Varoquaux, P., Chambroy, Y., Bouquant, J., Bureau, G., Pascat, B.,** 1992. Storage of common mushroom under controlled atmospheres. *International Journal of Food Science & Technology*, 27(5):, 493–505.
- Brody, L.,** 1995. A perspective on MAP products in North America and Western Europe. Principles of Modified-Atmosphere and sous vide Product Packaging : Principles of Modified-Atmosphere and sous vide Product Packaging, Ed.: J. M. Farber, K. Dodds (Eds.), Routledge: , 13–35.
- Bu, H., Hu, Y., Dong, T.,** 2022. Changes in postharvest physiology, biochemistry, sensory properties and microbiological population of *Allium mongolicum* Regel regulated by adjusting the modified atmosphere inside the package during storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(1):.
- Burton, K. S., Frost, C. E., Nichols, R.,** 1987. A combination plastic permeable film system for controlling post-harvest mushroom quality. *Biotechnology Letters*, 9(8):, 529–534.
- Caleb, O. J., Mahajan, P. V., Al-Said, F. A. J., Opara, U. L.,** 2013. Modified Atmosphere Packaging Technology of Fresh and Fresh-cut Produce and the Microbial Consequences-A Review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(2):, 303–329.
- Cantos, E., Espín, J. C., Tomás-Barberán, F. A.,** 2001. Postharvest induction modeling

- method using UV irradiation pulses for obtaining resveratrol-enriched table grapes: A new “Functional” fruit? *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(10):, 5052–5058.
- Cantu, D., Vicente, A. R., Labavitch, J. M., Bennett, A. B., Powell, A. L. T.**, 2008, Strangers in the matrix: plant cell walls and pathogen susceptibility. *Trends in Plant Science*, Elsevier Current Trends: , 610–617.
- Cantwell, M. I., Hong, G., Kang, J., Nie, X.**, 2003. Controlled atmospheres retard sprout growth, affect compositional changes, and maintain visual quality attributes of garlic. *Acta Horticulturae*, 600:, 791–794.
- Cemeroğlu, B.**, 2010. Gıda Analizleri (B. Cemeroğlu, Ed.), Ankara, : Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34.
- Center for Food Safety**, 2014. Microbiological Guidelines for Food. Centre for Food Safety, 2014(August):, 1–38. Retrieved from https://www.cfs.gov.hk/english/food_leg/files/food_leg_Microbiological_Guidelines_for_Food_e.pdf
- Chope, G. A., Cools, K., Terry, L. A.**, 2011. Alliums [onion, garlic, leek and shallot]. Health-promoting Properties of Fruit and Vegetables : *Health-promoting Properties of Fruit and Vegetables*, Ed.: L. A. Terry (Ed.), CABI Books: , 5–26.
- Conte, A., Scrocco, C., Brescia, I., Mastromatteo, M., Del Nobile, M. A.**, 2011. Shelf life of fresh-cut Cime di rapa (*Brassica rapa* L.) as affected by packaging. *LWT - Food Science and Technology*, 44(4):, 1218–1225.
- Corbo, M. R., Campaniello, D., Speranza, B., Bevilacqua, A., Sinigaglia, M.**, 2015. Non-conventional tools to preserve and prolong the quality of minimally-processed fruits and vegetables. *Coatings*, 5(4):, 931–961.
- Cortellino, G., Gobbi, S., Bianchi, G., Rizzolo, A.**, 2015. Modified atmosphere packaging for shelf life extension of fresh-cut apples. *Trends in Food Science and Technology*, 46(2):, 320–330.
- Cutter, C. N.**, 2002. Microbial control by packaging: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 42(2):, 151–161.
- Das, P., Hassan, M., Akhther, N.**, 2010. Efficacy of Washing and Postharvest Treatments on Shelf Life and Quality of Oyster Mushroom. *Progressive Agriculture*, 21(1–2):, 21–29.
- Ding, Y., Zhu, Z., Zhao, J., Nie, Y., Zhang, Y., Sheng, J., Meng, D., Mao, H., Tang, X.**, 2016. 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*, 9(8):, 1327–1334.
- Djekic, I., Vunduk, J., Tomašević, I., Kozarski, M., Petrovic, P., Niksic, M., Pudja, P., Klaus, A.**, 2017. Application of quality function deployment on shelf-life analysis of *Agaricus bisporus* Portobello. *LWT*, 78:, 82–89.
- Doğan, N.**, 2016. İstiridye Mantarından (*Pleurotus Ostreatus*) Mantar Tozu Ve Cips Üretiminin Optimizasyonu, *Harran Üniversitesi*.
- Dronachari, M., Venkatachalapathy, K., Rajashekarappa, K. S.**, 2010. Effect of Pretreatments and Packaging on Shelf-Life of Peeled Garlic Cloves. *Asian Journal Of Dairy and Food Research*, 29(2):, 507–519.
- Elmastas, M., Isildak, O., Turkecul, I., Temur, N.**, 2007. Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3–4):, 337–345.
- FAO**, 2010. Code of hygienic practice for fresh fruits and vegetables. .
- Fernández-León, A. M., Nogales-Delgado, S., Delgado-Adámez, J., Hernández-**

- Méndez, M. T., Bohoyo-Gil, D., González, J. A.,** 2018. Effect of modified atmosphere packaging in minimally fresh industrially processed Batavia lettuce. *Acta Horticulturae*, 1209:, 135–142.
- Fernandez-Orozco, R., Frias, J., Zielinski, H., Muñoz, R., Piskula, M. K., Kozłowska, H., Vidal-Valverde, C.,** 2009. Evaluation of bioprocesses to improve the antioxidant properties of chickpeas. *LWT*, 42(4):, 885–892.
- Flores-López, M. L., Cerqueira, M. A., de Rodríguez, D. J., Vicente, A. A.,** 2016. Perspectives on Utilization of Edible Coatings and Nano-laminate Coatings for Extension of Postharvest Storage of Fruits and Vegetables. *Food Engineering Reviews*, 8(3):, 292–305.
- Forney, C. F., Jordan, M. A., Fan, L., Doucette, C., Grant, R.,** 2012. Influence of packaging on loss of aroma and quality of diced red onions. *Acta Horticulturae*, 934:, 523–530.
- Fritsch, R. M., Friesen, N.,** 2002. Evolution, domestication and taxonomy. Allium crop science: recent advances : Allium crop science: recent advances, Ed.: H. D. Rabinowitch, L. Currah (Eds.), CABI Publishing: , 5–30.
- Gan, R. Y., Chan, C. L., Yang, Q. Q., Li, H. Bin, Zhang, D., Ge, Y. Y., Gunaratne, A., Ge, J., Corke, H.,** 2018. Bioactive compounds and beneficial functions of sprouted grains. Sprouted Grains: Nutritional Value, Production, and Applications : Sprouted Grains: Nutritional Value, Production, and Applications, AACC International Press: , 191–246.
- Gantner, M., Guzek, D., Pogorzelska, E., Brodowska, M., Wojtasik-Kalinowska, I., Godziszewska, J.,** 2017. The Effect of Film Type and Modified Atmosphere Packaging with Different Initial GAS Composition on the Shelf Life of White Mushrooms (*Agaricus bisporus* L.). *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(1):.
- Gao, J., Zhu, Y., Luo, F.,** 2018. Effects of ethanol combined with ascorbic acid and packaging on the inhibition of browning and microbial growth in fresh-cut Chinese yam. *Food Science and Nutrition*, 6(4):, 998–1005.
- Ghasemi-Varnamkhasti, M., Mohammad-Razdari, A., Yoosefian, S. H., Izadi, Z.,** 2018. Effects of the combination of gamma irradiation and Ag nanoparticles polyethylene films on the quality of fresh bottom mushroom (*Agaricus bisporus* L.). *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(7):, 1–8.
- Gholami, R., Ahmadi, E., Farris, S.,** 2017. Shelf life extension of white mushrooms (*Agaricus bisporus*) by low temperatures conditioning, modified atmosphere, and nanocomposite packaging material. *Food Packaging and Shelf Life*, 14(August):, 88–95.
- Gonzalez-Aguilar, G. A., Kader, A. A., Brecht, J. K., Toivonen, P. M. A.,** 2011. Fresh-cut tropical and subtropical fruit products (Vol. 1), Woodhead Publishing Limited.
- González-Buesa, J., Ferrer-Mairal, A., Oria, R., Salvador, M. L.,** 2009. A mathematical model for packaging with microperforated films of fresh-cut fruits and vegetables. *Journal of Food Engineering*, 95(1):, 158–165.
- González-Fandos, E., Jiménez, A. S., Pardo, V. T.,** 2006. Quality and shelf life of packaged fresh sliced mushrooms stored at two different temperatures. *Agricultural and Food Science*, 15(4):, 414–422.
- Gorinstein, S., Leontowicz, H., Leontowicz, M., Drzewiecki, J., Najman, K., Katrich, E., Barasch, D., Yamamoto, K., Trakhtenberg, S.,** 2006. Raw and boiled garlic enhances plasma antioxidant activity and improves plasma lipid metabolism in cholesterol-fed rats. *Life Sciences*, 78(6):, 655–663.
- Gormley, R.,** 1975. Chill storage of mushrooms. *Journal of the Science of Food and*

- Agriculture*, 26(4):, 401–411.
- Guo, Z., Liu, H., Chen, X., Huang, L., Fan, J., Zhou, J., Chang, X., Du, B., Chang, X.,** 2019. Modified-atmosphere packaging maintains the quality of postharvest whole lettuce (*Lactuca sativa* L. Grand Rapids) by mediating the dynamic equilibrium of the electron transport chain and protecting mitochondrial structure and function. *Postharvest Biology and Technology*, 147: 206–213.
- Haciseferoğullari, H., Özcan, M., Demir, F., Çalışır, S.,** 2005. Some nutritional and technological properties of garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Food Engineering*, 68(4):, 463–469.
- Han, J. H.,** 2012. Emerging Technologies in Food Packaging. Overview. Plastic Films in Food Packaging: Materials, Technology and Applications, (2005):, 121–126.
- He, Y., Fan, G. J., Wu, C. E., Kou, X., Li, T. T., Tian, F., Gong, H.,** 2019. Influence of packaging materials on postharvest physiology and texture of garlic cloves during refrigeration storage. *Food Chemistry*, 298(June):, 1–8.
- Henze, J.,** 1989. Storage and transport of pleurotus mushrooms in atmospheres with high CO₂ concentrations. *Acta horticulturae*, (258):, 579–592.
- Hernández, P. F. A., Yuste, M. C. A., González-Gómez, D., Gil, D. B., Delgado-Adámez, J., García, M. J. B.,** 2017. Behaviour of fresh cut broccoli under different modified atmosphere conditions. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 29(3):, 188–197.
- Hussein, Z., Caleb, O. J., Opara, U. L.,** 2015. Perforation-mediated modified atmosphere packaging of fresh and minimally processed produce—A review. *Food Packaging and Shelf Life*, 6:, 7–20.
- Ipek, M., Ipek, A., Simon, P. W.,** 2008. Genetic characterization of *Allium tuncelianum*: An endemic edible *Allium* species with garlic odor. *Scientia Horticulturae*, 115(4):, 409–415.
- Ishangulyyev, R., Kim, S., Lee, S. H.,** 2019. Understanding Food Loss and Waste—Why Are We Losing and Wasting Food?. *Foods*, 8(8):.
- Jafri, M., Jha, A., Bunkar, D. S., Ram, R. C.,** 2013. Quality retention of oyster mushrooms (*Pleurotus florida*) by a combination of chemical treatments and modified atmosphere packaging. *Postharvest Biology and Technology*, 76:, 112–118.
- Jalali, A., Rux, G., Linke, M., Geyer, M., Pant, A., Saengerlaub, S., Mahajan, P.,** 2019. Application of humidity absorbing trays to fresh produce packaging: Mathematical modeling and experimental validation. *Journal of Food Engineering*,
- James, J. B., Ngarmasak, T., Rolle, R. S.,** 2011. Processing of fresh-cut tropical fruits and vegetables: A Technical Guide. Retrieved from <http://www.fao.org/3/i1909e/i1909e00.pdf>
- Joshi, K., Warby, J., Valverde, J., Tiwari, B., Cullen, P. J., Frias, J. M.,** 2018. Impact of cold chain and product variability on quality attributes of modified atmosphere packed mushrooms (*Agaricus bisporus*) throughout distribution. *Journal of Food Engineering*, 232:, 44–55.
- Kalač, P.,** 2009. Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review. *Food Chemistry*, 113(1):, 9–16.
- Kalač, P.,** 2013, January 30. A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, , 209–218.
- Karaaslan, N. M., Ince, M., Kaplan Ince, O., Goksin Karaaslan, M.,** 2019. Determination of antioxidant capacity using different acidified solvents and element contents of *Allium tuncelianum*: A regional and varietal study on endemic edible garlic. *Instrumentation Science and Technology*, 47(4):, 423–435.

- Karaçalı, İ.**, 2012. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 494:, 486.
- Karakaya, S., Eksi, G., Koca, M., Demirci, B., Kaymak, H. C., Kaplan, M. E., Aksakal, O.**, 2019. Chemical and morphological characterization of *allium tuncelianum* (amaryllidaceae) and its antioxidant and anticholinesterase potentials. *Anales del Jardin Botanico de Madrid*, 76(2):, 1–7.
- Khawar, K. M.**, 2015. Effect of planting depths on some agronomic charecteristics of *Allium tuncelianum* effect of planting depths on some agronomic. , (June):
- Kim, K. M., Ko, J. A., Lee, J. S., Park, H. J., Hanna, M. A.**, 2006. Effect of modified atmosphere packaging on the shelf-life of coated, whole and sliced mushrooms. *LWT - Food Science and Technology*, 39(4):, 365–372.
- Kim, M. Y., Seguin, P., Ahn, J. K., Kim, J. J., Chun, S. C., Kim, E. H., Seo, S. H., Kang, E. Y., Kim, S. L., Park, Y. J., Ro, H. M., Chung, I. M.**, 2008. Phenolic Compound Concentration and Antioxidant Activities of Edible and Medicinal Mushrooms from Korea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(16):, 7265–7270.
- Kizil, S., Icgil, D. Y., Khawar, K. M.**, 2014. Improved in vitro regeneration and propagation of Tunceli garlic (*Allium tuncelianum* L.). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 89(4):, 408–414.
- Kizil, Süleyman, Khawar, K. M.**, 2017. Plasticity and adaptability of tunceli garlıc (*allium tuncelianum kollman*) under semiarid ecological conditions of south-east anatolia. , 6(1):.
- Koca, I., Tasci, B.**, 2016. Garlic as a functional food. *Acta Horticulturae*, 1143(November):, 139–146.
- KORKMAZ, V., KIRBAĞ, S.**, 2014. Tarımsal ve Endüstriyel Atıklar Üzerinde Kültürü Yapılan *Pleurotus* Taksonlarının Yağ Asidi Düzeylerinin Tespit Edilmesi. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(2):, 162–167.
- Korkut, A.**, 2017. Soğuk Sıkma Yöntemiyle Elde Edilen Bitki Ekstraktlarının Gıda Patojenleri Üzerindeki Antimikrobiyal Etkilerinin Belirlenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi*.
- Kosar, M., Koyuncu, M., Başer, K. H. C.**, 2006. Folk use of some wild and cultivated *Allium* species in Turkey. *Proceedings of the IVth International Congress of Ethnobotany (ICEB 2005) : Proceedings of the IVth International Congress of Ethnobotany (ICEB 2005)*, , 87–90.
- Kotwaliwale, N., Bakane, P., Verma, A.**, 2007. Changes in textural and optical properties of oyster mushroom during hot air drying. *Journal of Food Engineering*, 78(4):, 1207–1211.
- Lagnika, C., Zhang, M., Nsor-Atindana, J., Bashari, M.**, 2014. Effects of ultrasound and chemical treatments on white mushroom (*Agaricus bisporus*) prior to modified atmosphere packaging in extending shelf-life. *Journal of Food Science and Technology*, 51(12):, 3749–3757.
- Lencki, R. W.**, 2005. Modified atmosphere packaging for minimally processed foods. *Emerging Technologies for Food Processing : Emerging Technologies for Food Processing*.
- León, K., Mery, D., Pedreschi, F., León, J.**, 2006. Color measurement in L*a*b* units from RGB digital images. *Food Research International*, 39(10):, 1084–1091.
- Leong, D., Alvarez-Ordóñez, A., Jordan, K.**, 2015. A note on challenge trials to determine the growth of *listeria monocytogenes* on mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 54(2):, 121–125.
- Li, X., Wang, Y., Ju, X., Wang, D.**, 2012. Effects of modified atmosphere packaging under

- different temperatures on quality of “Laba” garlic prepared by dry process. *Advanced Materials Research*, 554–556:, 1538–1541.
- Li, Y., Ishikawa, Y., Satake, T., Kitazawa, H., Qiu, X., Rungchang, S.**, 2014. Effect of active modified atmosphere packaging with different initial gas compositions on nutritional compounds of shiitake mushrooms (*Lentinus edodes*). *Postharvest Biology and Technology*, 92:, 107–113.
- Liu, H., Xu, L., Yu, F., Tan, J., Cao, L., Xing, Y., Xu, Q., Yang, S., Liu, X., Yang, P., Yue, T., Wang, X., Che, Z.**, 2021. Effects of different ozone treatments on the storage quality and stability of fresh peeled garlic. *RSC Advances*, 11(37):, 22530–22543.
- Liu, Z., Wang, X.**, 2012. Changes in color, antioxidant, and free radical scavenging enzyme activity of mushrooms under high oxygen modified atmospheres. *Postharvest Biology and Technology*, 69:, 1–6.
- M.O.M, A., Mohammed**, abdalla Mohammed. (2009).
- Mahajan, P. V., Caleb, O. J., Singh, Z., Watkins, C. B., Geyer, M.**, 2014. Postharvest treatments of fresh produce. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 372(2017):.
- Mahajan, P. V., Oliveira, F. A. R., Macedo, I.**, 2008. Effect of temperature and humidity on the transpiration rate of the whole mushrooms. *Journal of Food Engineering*, 84(2):, 281–288.
- Maleki, G., Sedaghat, N., Woltering, E. J., Farhoodi, M., Mohebbi, M.**, 2018. Chitosan-limonene coating in combination with modified atmosphere packaging preserve postharvest quality of cucumber during storage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(3):, 1610–1621.
- Mangaraj, S., Goswami, T. K., Mahajan, P. V.**, 2009. Applications of Plastic Films for Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables: A Review. *Food Engineering Reviews*, 1(2):, 133–158.
- Manzi, P., Marconi, S., Aguzzi, A., Pizzoferrato, L.**, 2004. Commercial mushrooms: Nutritional quality and effect of cooking. *Food Chemistry*, 84(2):, 201–206.
- Masniyom, P.**, 2011. Deterioration and shelf-life extension of fish and fishery products by modified atmosphere packaging. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 33(2):, 181–192.
- Mathew, B.**, 1996. A review of Allium Section Allium. , 176.
- Mihalcea, L. I., Bucur, F. C., Cantaragiu, A. M. M., Gurgu, L. C., Borda, D. D., Iordachescu, G. S.**, 2016. Temperature influence on the *Agaricus bisporus* mushrooms dehydration process. *Scientific Study and Research: Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*.
- Miraei Ashtiani, S. H., Golzarian, M. R., Baradaran Motie, J., Emadi, B., Nikoo Jamal, N., Mohammadinezhad, H.**, 2016. Effect of Loading Position and Storage Duration on the Textural Properties of Eggplant. *International Journal of Food Properties*, 19(4):, 814–825.
- Nayak, H., Kushwaha, A., ... N. S.-J. of**, 2018, **U.**, 2018. Effect of drying parameters on water activity of pink oyster mushroom (*Pleurotus djamor*) powder. *Phytojournal.Com*, 7(2):, 2288–2292.
- Nei, D., Nakamura, N., Umehara, H., Roy, P., Okadome, H., Ishikawa, Y., Shiina, T.**, 2007. Effect of temperature and gas composition on quality of garlic bulbs. *Acta Horticulturae*, 746:, 77–82.
- O’Beirne, D.**, 2018. Issues in ensuring safety of fresh-cut produce. *Acta Horticulturae*, 1209:, 1–10.
- Oliveira, F., Sousa-Gallagher, M. J., Mahajan, P. V., Teixeira, J. A.**, 2012. Development

- of shelf-life kinetic model for modified atmosphere packaging of fresh sliced mushrooms. *Journal of Food Engineering*, 111(2):, 466–473.
- Oliveira, M., Abadias, M., Usall, J., Torres, R., Teixidó, N., Viñas, I.**, 2015. Application of modified atmosphere packaging as a safety approach to fresh-cut fruits and vegetables - A review (Vol. 46), Elsevier Ltd.
- Oms-Oliu, G., Aguiló-Aguayo, I., Martín-Belloso, O., Soliva-Fortuny, R.**, 2010. Effects of pulsed light treatments on quality and antioxidant properties of fresh-cut mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Postharvest Biology and Technology*, 56(3):, 216–222.
- Opara, U. L., Caleb, O. J., Belay, Z. A.**, 2019. Modified atmosphere packaging for food preservation, Elsevier Inc.
- Özay, G., Pala, M., Saygi, B.**, 1993. Bazı Gıdaların Su Aktivitesi Yönünden İncelenmesi. *Gıda*, 18(6):.
- Öztürk, A.**, 2010. Bazı Yenilebilir Mantar Türlerinde Farklı Önileşim ve Kurutma Yöntemlerinin Kalite Özellikleri Ve Besin Öğeleri Üzerine Etkileri, Uludağ Üniversitesi, Bursa,
- Pardo, J. E., Escribano, J., Gomez, R., Alvarruiz, A.**, 2007. Physical–Chemical and Sensory Quality Evaluation Of Garlic Cultivars. *Journal of Food Quality*, 30(2007):, 609–622.
- Parentelli, C., Ares, G., Corona, M., Lareo, C., Gámbaro, A., Soubes, M., Lema, P.**, 2007. Sensory and microbiological quality of shiitake mushrooms in modified-atmosphere packages. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(9):, 1645–1652.
- Pathare, P. B., Opara, U. L., Al-Said, F. A. J.**, 2013. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(1):, 36–60.
- Patras, A., Brunton, N. P., Tiwari, B. K., Butler, F.**, 2011. Stability and Degradation Kinetics of Bioactive Compounds and Colour in Strawberry Jam during Storage. *Food and Bioprocess Technology*, 4(7):, 1245–1252.
- Popa, M., Stanescu, D., Herascu, M., Ilie, A., Dumitrescu, R., Vraci, I.**, 1999. Some aspects regarding modified atmosphere packaging of mushrooms. *Agri-food quality 11 : agri-food quality 11*, , 177–181.
- Putnik, P., Gabrić, D., Roohinejad, S., Barba, F. J., Granato, D., Mallikarjunan, K., Lorenzo, J. M., Bursać Kovačević, D.**, 2019. An overview of organosulfur compounds from *Allium* spp.: From processing and preservation to evaluation of their bioavailability, antimicrobial, and anti-inflammatory properties. *Food Chemistry*, 276(October 2018):, 680–691.
- Queiroz, Y. S., Ishimoto, E. Y., Bastos, D. H. M., Sampaio, G. R., Torres, E. A. F. S.**, 2009. Garlic (*Allium sativum* L.) and ready-to-eat garlic products: In vitro antioxidant activity. *Food Chemistry*, 115(1):, 371–374.
- Ragunathan, R., Swaminathan, K.**, 2003. Nutritional status of *Pleurotus* spp. grown on various agro-wastes. *Food Chemistry*, 80(3):, 371–375.
- Rahman, M. S., Hassan, M. K., Uddin Talukder, F., Rahman, M. S.**, 2020. Effect of Low Temperature on Postharvest Behaviors of Oyster Mushroom (*Pleurotus* spp.) Introduction. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 7(3):, 213–225.
- Ramdas, A. A.**, 2012. Packaging and Storage of Oyster Mushroom (*Pleurotus* spp.), *University of Agricultural Science*.
- Ramírez-Anguiano, A. C., Santoyo, S., Reglero, G., Soler-Rivas, C.**, 2007. Radical scavenging activities, endogenous oxidative enzymes and total phenols in edible

- mushrooms commonly consumed in Europe. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(12);, 2272–2278.
- Regier, M.**, 2020. Microwavable Food Packaging, Elsevier.
- Robert, M. K., William, M.**, 2016. Adding Value to Oklahoma The Importance of Food pH in Commercial Canning Operations. Food & Agricultural Products Center - Oklahoma State University, 118:.
- Rodríguez-Seoane, P., Díaz-Reinoso, B., González-Muñoz, M. J., Fernández de Ana Portela, C., Domínguez, H.**, 2019. Innovative technologies for the extraction of saccharidic and phenolic fractions from *Pleurotus eryngii*. *Lwt*, 101(June 2018);, 774–782.
- Rojas-Graü, M. A., Martín-Belloso, O.**, 2008. Current advances in quality maintenance of fresh-cut fruits. *Stewart Postharvest Review*, 4(2):
- Roy, R., Tiwari, M., Donelli, G., Tiwari, V.**, 2018. Strategies for combating bacterial biofilms: A focus on anti-biofilm agents and their mechanisms of action. *Virulence*, 9(1);, 522–554.
- ROY, S., ANANTHESWARAN, R. C., BEELMAN, R. B.**, 1995. Fresh Mushroom Quality as Affected by Modified Atmosphere Packaging. *Journal of Food Science*, 60(2);, 334–340.
- Rux, G., Mahajan, P. V., Geyer, M., Linke, M., Pant, A., Saengerlaub, S., Caleb, O. J.**, 2015. Application of humidity-regulating tray for packaging of mushrooms. *Postharvest Biology and Technology*, 108;, 102–110.
- Saini, R. K., Ko, E. Y., Keum, Y. S.**, 2017. Minimally processed ready-to-eat baby-leaf vegetables: Production, processing, storage, microbial safety, and nutritional potential. *Food Reviews International*, 33(6);, 644–663.
- Sánchez, C.**, 2017. Reactive oxygen species and antioxidant properties from mushrooms. *Synthetic and Systems Biotechnology*, 2(1);, 13–22.
- Sandhya**, 2010. Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs. *Lwt*, 43(3);, 381–392.
- Saxena, A., Bawa, A. S., Srinivas Raju, P.**, 2008. Use of modified atmosphere packaging to extend shelf-life of minimally processed jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) bulbs. *Journal of Food Engineering*, 87(4);, 455–466.
- Schill, S., Stessl, B., Meier, N., Tichy, A., Wagner, M., Ludewig, M.**, 2021. Microbiological safety and sensory quality of cultivated mushrooms (*Pleurotus eryngii*, *pleurotus ostreatus* and *lentinula edodes*) at retail level and post-retail storage. *Foods*, 10(4):.
- Şehitoğlu, M. H., Yaralı Karakan, F., Kızılkaya, B., Öztopuz, R. Ö., Gülçin, İ.**, 2018. Investigation of Antioxidant Properties and Bioactive Composition of *Allium tuncelianum* ((Kollman) Ozhatay, Matthew & Siraneci) and *Allium sativum* L. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 8(4);, 213–221.
- Şen, F., Eroğlu, D.**, 2012. Adıyaman İlinde Yetiştirilen “Hicaznar” Nar Çeşidinin Depolama Sürecindeki Kalite Değişiminin Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(2);, 103–111.
- Sharma, P., Sharma, S. R., Dhall, R. K., Mittal, T. C., Bhatia, S.**, 2020. Physio-chemical behavior of γ -irradiated garlic bulbs under ambient storage conditions. *Journal of Stored Products Research*, 87;, 101629.
- Sharma, P., Sharma, S. R., Dhall, R. K., Mittal, T. C., Kumar, S.**, 2021. Variation in quality and acceptability of minimally processed garlic in response to γ -irradiation and packaging during refrigerated storage. *Radiation Physics and Chemistry*, 180;, 109193.
- Shonekan, O., Coker, H., Nash, R.**, 2018. Antioxidant And Glucosidase Inhibition

- Activities Of The Mushroom: “Phaeoglyphopus Portentosus.” *Journal Of Chemical Society Of Nigeria*, 43(1):, 15–23.
- Siddiqui, M. W., Chakraborty, I., Ayala-Zavala, J. F., Dhua, R. S.**, 2011. Advances in minimal processing of fruits and vegetables: A review. *Journal of Scientific and Industrial Research*, , 823–834.
- Simón, A., González-Fandos, E., Tobar, V.**, 2005. The sensory and microbiological quality of fresh sliced mushroom (*Agaricus bisporus* L.) packaged in modified atmospheres. *International Journal of Food Science and Technology*, 40(9):, 943–952.
- Singh, P., Wani, A. A., Karim, A. A., Langowski, H. C.**, 2012. The use of carbon dioxide in the processing and packaging of milk and dairy products: A review. *International Journal of Dairy Technology*, 65(2):, 161–177.
- Singh, S., Gaikwad, K. K., Lee, Y. S.**, 2019. Development and application of a pyrogallol acid-based oxygen scavenging packaging system for shelf life extension of peeled garlic. *Scientia Horticulturae*, 256(April):, 108548.
- Soares, N. D. F. F., Geraldine, R. M., Pushmann, R., Teles, C. S.**, 2002. PVC and LDPE for packing minimally processed garlic. *Packaging Technology and Science*, 15(3):, 109–114.
- Sothornvit, R., Tangworakit, P.**, 2015. Effect of edible coating on the quality of fresh-cut garlic in modified atmosphere packaging (MAP). *Acta Horticulturae*, 1071:, 413–420.
- Sveine, E., Klougart, A., Rasmussen, C. R.**, 1967. Ways of prolonging the shelf-life of fresh mushrooms. , 6:, 463–474.
- Tajeddin, B., Ahmadi, B., Sohrab, F., Chenarbon, H. A.**, 2018. *Polymers for Modified Atmosphere Packaging Applications*, Elsevier Inc.
- Takım, K.**, 2020. Tunceli dağ sarımsağı (*Allium tuncelianum*) farklı ekstraksiyonlarında LC-MS/MS ile fenolik bileşik miktarlarının karşılaştırılması. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(1):, 33–41.
- Takım, K., Kutlu, T.**, 2020. *Allium tuncelianum*’ un Fitokimyasal Profilinin Belirlenmesi ve Çeşitli İnsan Hücre Hatlarında Antiproliferatif Etkilerinin Değerlendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 3(1):, 259–270.
- Tarzi, B. G., Gharachorloo, M., Baharinia, M., Mortazavi, A.**, 2012. The effect of Germination on phenolic content and antioxidant activity of chickpea. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 11(4):, 1137–1143.
- Taş, S.**, 2021. Kültür Mantarı (*Agaricus bisporus*) Yetiştiriciliğinde Kırmızı Antepfıstığı Kabuğu Kompostunun Kullanılabilirliği, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep
- Thippareddi, H., Phebus, R., Hunt, M. C.**, 2007. Modified Atmosphere Packaging (MAP): Microbial Control and Quality. *Facts National Pork Board*, 4667(1):, 1–8.
- Tocmo, R., Liang, D., Lin, Y., Huang, D.**, 2015. Chemical and biochemical mechanisms underlying the cardioprotective roles of dietary organopolysulfides. *Frontiers in nutrition*, 2:
- Varoquaux, P., Gouble, B., Barron, C., Yildiz, F.**, 1999. Respiratory parameters and sugar catabolism of mushroom (*Agaricus bisporus* Lange). *Postharvest Biology and Technology*, 16(1):, 51–61.
- Vázquez-Barrios, M. E., López-Echevarría, G., Mercado-Silva, E., Castaño-Tostado, E., León-González, F.**, 2006. Study and prediction of quality changes in garlic cv. Perla (*Allium sativum* L.) stored at different temperatures. *Scientia Horticulturae*, 108(2):, 127–132.
- Ventura-Aguilar, R. I., Colinas-León, M. T., Bautista-Baños, S.**, 2017. Combination of sodium erythorbate and citric acid with MAP, extended storage life of sliced oyster mushrooms. *LWT - Food Science and Technology*, 79:, 437–444.

- Venturini, M. E., Reyes, J. E., Rivera, C. S., Oria, R., Blanco, D.,** 2011. Microbiological quality and safety of fresh cultivated and wild mushrooms commercialized in Spain. *Food Microbiology*, 28(8):, 1492–1498.
- Venu Madhav, J., Sethi, S., Kaur, C., Pal, R. K.,** 2016. Quality evaluation of modified atmosphere packed minimally processed garlic cloves. *Indian Journal of Horticulture*, 73(2):, 274–278.
- Vetter, J.,** 2003. Chemical composition of fresh and conserved *Agaricus bisporus* mushroom. *European Food Research and Technology*, 217(1):, 10–12.
- Villaescusa, R., Gil, M. I.,** 2003. Quality improvement of *Pleurotus* mushrooms by modified atmosphere packaging and moisture absorbers. *Postharvest Biology and Technology*, 28(1):, 169–179.
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. A.,** 2010. Effect of orange dietary fibre, oregano essential oil and packaging conditions on shelf-life of bologna sausages. *Food Control*, 21(4):, 436–443.
- Wani, A. A., Singh, P., Pant, A., Langowski, H. C.,** 2015. Packaging Methods for Minimally Processed Foods. *Minimally Processed Foods: Technologies for Safety, Quality, and Convenience* Ed.: Mohammed Wasim Siddiqui, M. S. Rahman (Eds.), Cham, : Springer International Publishing: , 35–55.
- Woldetsadik, K., Sharma, J. J.,** 2013. Postharvest Quality and Shelf life of Garlic Bulb as Influenced by Storage Season , Soil Type and Different Compound Fertilizers. *jpht.in*, 01(01):, 69–83.
- Xiao, G., Zhang, M., Shan, L., You, Y., Salokhe, V. M.,** 2011. Extension of the shelf-life of fresh oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) by modified atmosphere packaging with chemical treatments. *African Journal of Biotechnology*, 10(46):, 9509–9517.
- Yang, J. H., Lin, H. C., Mau, J. L.,** 2002. Antioxidant properties of several commercial mushrooms. *Food Chemistry*, 77(2):, 229–235.
- Yaşar, A.,** 2017. Kirazda Hasat Sonrası Salisilik Asit Uygulaması ve Modifiye Atmosfer Paketlemenin Muhafaza Süresi ve Kalite Üzerine Etkileri, Selçuk Üniversitesi, Konya
- Yildiz, O., Can, Z., Laghari, A. Q., Şahin, H., Malkoç, M.,** 2015. Wild edible mushrooms as a natural source of phenolics and antioxidants. *Journal of Food Biochemistry*, 39(2):, 148–154.
- Yousuf, B., Qadri, O. S., Srivastava, A. K.,** 2018. Recent developments in shelf-life extension of fresh-cut fruits and vegetables by application of different edible coatings: A review. *LWT - Food Science and Technology*, 89(June 2016):, 198–209.
- Yunlu, S.,** 2011. Determination of Phenolic Compounds in Onion (*Allium cepa*) and Garlic (*Allium sativum*) By HPLC Method. , 85–101.
- Zhang, K., Pu, Y. Y., Sun, D. W.,** 2018. Recent advances in quality preservation of postharvest mushrooms (*Agaricus bisporus*): A review. *Trends in Food Science and Technology*, 78:, 1–12.
- Zhang, M., Meng, X., Bhandari, B., Fang, Z., Chen, H.,** 2015. Recent Application of Modified Atmosphere Packaging (MAP) in Fresh and Fresh-Cut Foods. *Food Reviews International*, 31(2):, 172–193.
- Zivanovic, S., Busher, R. W., Kim, K. S.,** 2000. Textural changes in mushrooms (*Agaricus bisporus*) associated with tissue ultrastructure and composition. *Journal of Food Science*, 65(8):, 1404–1408.
- Zudaire, L., Viñas, I., Abadias, M., Lafarga, T., Bobo, G., Simó, J., Aguiló-Aguayo, I.,** 2020. Effects of long-term controlled atmosphere storage, minimal processing, and packaging on quality attributes of calçots (*Allium cepa* L.). *Food Science and Technology International*, 26(5):, 403–412.

