



T.C
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
ORTAK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI



MODİFİYE ATMOSFER PAKETLEME İŞLEMİNİN *ALLIUM TUNCELIANUM*'UN (TUNCELİ SARIMSAĞI) RAF ÖMRÜ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Nida BEĞBOĞA

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Alper GÜVEN**

TUNCELİ-2024

T.C
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
ORTAK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

MODİFİYE ATMOSFER PAKETLEME İŞLEMİNİN *ALLIUM*
TUNCELIANUM'UN (TUNCELİ SARIMSAĞI) RAF ÖMRÜ VE KALİTESİ
ÜZERİNE ETKİSİ

Nida BEĞBOĞA
(190010001)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Doç. Dr. Alper GÜVEN

TUNCELİ-2024

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
ORTAK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**MODİFİYE ATMOSFER PAKETLEME İŞLEMİNİN *ALLIUM TUNCELIANUM*'UN
(TUNCELİ SARIMSAĞI) RAF ÖMRÜ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**NİDA BEĞBOĞA
YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 15/01 / 2024 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

İmza	İmza	İmza
Prof. Dr. Olcay KAPLAN İNCE	Doç. Dr. Alper GÜVEN	Prof. Dr. Ender Sinan POYRAZOĞLU
(Munzur Üniversitesi)	(Munzur Üniversitesi)	(Siirt Üniversitesi)
BAŞKAN	DANIŞMAN	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: YLMUB019-09

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.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait özgün bir çalışma olduğunu; çalışmanın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallarına uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları 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
Nida BEĞBOĞA

DANIŞMAN
Doç. Dr. Alper GÜVEN

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez konumun belirlenmesi, laboratuvar olanaklarının sağlanması, çalışma materyalinin temini, çalışmanın yürütülmesi ve yazılması aşamasında her türlü katkılarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Alper GÜVEN'e en içten teşekkür ve saygılarımı sunarım. Çalışmalarımın tüm basamaklarında destek olan bilgi birikimiyle bana yol gösteren Arş. Gör. Hatice Pınar YÜKSEL'e desteklerinden dolayı teşekkür ederim. Değerli yorum ve önerileriyle tezime katkıda bulunan jüri üyelerim Prof. Dr. Ender Sinan POYRAZOĞLU'na ve Prof. Dr. Olcay KAPLAN İNCE'ye teşekkürlerimi sunarım.

Tezim süresince yardımlarını esirgemeyen sevgili arkadaşlarım Seda ÇİLİNGİR BEKÇİ'ye ve Yunus TANIK'a teşekkür ederim. Hayatımın ve eğitimimin her aşamasında sevgi ve desteklerini benden esirgemeyen annem Birgül TUMA'ya babam Ahmet TUMA'ya, abim Lütfullah TUMA'ya ve kardeşim Taha TUMA'ya teşekkürlerimi sunarım. Yüksek Lisans eğitimim ve tez yazım sürecinde her konuda desteklerini esirgemeyen, yanımda olan eşim Muhammed BEĞBOĞA'ya ve varlığı şükür nedenim oğlum Kağan Ahlas BEĞBOĞA'ya teşekkür ederim.

Nida BEĞBOĞA

Tunceli-2024

İÇİNDEKİLER

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	I
TEŞEKKÜR.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ŞEKİLLER TABLOSU.....	V
TABLolar LİSTESİ.....	VII
RESİMLER LİSTESİ.....	VIII
SEMBOLLER LİSTESİ.....	IX
KISALTMALAR LİSTESİ.....	X
ÖZET.....	XI
ABSTRACT.....	XII
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Sarımsak Bitkisi Hakkında Genel Bilgi.....	2
1.1.1. Tunceli sarımsağı: <i>Allium tuncelianum</i>	5
1.2. Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulamaları (MAP).....	7
1.2.1. Pasif modifikasyon.....	10
1.2.2. Aktif modifikasyon.....	12
1.2.3. Modifiye atmosfer paketleme yönteminde kullanılan gazlar.....	13
1.2.3.1. Karbondioksit (CO ₂).....	13
1.2.3.2. Oksijen (O ₂).....	14
1.2.3.3. Azot (N ₂).....	14
1.2.3.4. Gaz karışımları.....	15
1.3. Modifiye Atmosfer Paketleme Yönteminde Ambalaj Seçimi.....	16
1.3.1. Aktif ambalajlama.....	17
1.4. Modifiye Atmosfer Paketlemede Dikkat Edilecek Hususlar.....	18
1.5. Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulamalarının Kullanıldığı Gıdalar.....	19
1.6. Kaynak Özetleri.....	20
2. MATERYAL METOT.....	25
2.1. Materyal.....	25
2.2. Metot.....	25
2.2.1. Ağırlık kaybı.....	28
2.2.2. Kuru madde tayini.....	28
2.2.3. Su aktivitesi tayini.....	29
2.2.4. pH ve titrasyon asitliği tayini.....	30
2.2.5. Kül tayini.....	30
2.2.6. Meyve eti sertliği.....	31
2.2.7. Renk tayini.....	32
2.2.8. Toplam fenolik madde tayini.....	32
2.2.9. Çürüme ve bozulma oranı.....	33
2.2.10. İstatistiksel analiz.....	33
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	35
3.1. <i>Allium Tuncelianumun</i> Modifiye Atmosfer Yöntemi İle Paketlenmesinin Ağırlık Kaybı Üzerine Etkisi.....	35
3.2. <i>Allium Tuncelianumun</i> Modifiye Atmosfer Yöntemi İle Paketlenmesinin Kuru Madde Üzerine Etkisinin Belirlenmesi.....	40

3.3. <i>Allium Tuncelianum</i> un Modifiye Atmosfer İle Paketlenmesinin Su Aktivitesi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi.....	43
3.4. <i>Allium Tuncelianum</i> un Modifiye Atmosfer Yöntemi İle Paketlenmesinin Ph Üzerine Etkisinin Belirlenmesi.....	47
3.5. <i>Allium Tuncelianum</i> ’un Modifiye Atmosfer İle Paketlenmesinin Titre Edilebilir Asitlik Üzerine Etkisinin Belirlenmesi.....	50
3.6. <i>Allium Tuncelianum</i> un Modifiye Atmosfer İle Paketlenmesinin Kül Tayini Üzerine Etkisinin Belirlenmesi.....	53
3.7. <i>Allium Tuncelianum</i> ’un Modifiye Atmosfer İle Paketlenmesinin Meyve Eti Sertliği Üzerine Etkisinin Belirlenmesi.....	56
3.8. <i>Allium Tuncelianum</i> ’un Modifiye Atmosfer İle Paketlenmesinin Meyve Rengi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi.....	70
3.9. <i>Allium Tuncelianum</i> ’un Modifiye Atmosfer İle Paketlenmesinin Toplam Fenolik Bileşik Miktarına Etkisinin Belirlenmesi.....	80
3.10. <i>Allium Tuncelianum</i> ’un Modifiye Atmosfer İle Paketlenmesinin Çimlenme Üzerine Etkisinin Belirlenmesi.....	82
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	87
5. KAYNAKLAR.....	89
ÖZGEÇMİŞ	
EKLER	

ŞEKİLLER TABLOSU

Şekil 2.1. Gallik asit standart eğrisi.....	33
Şekil 3.1. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı ağırlık değişimi (%).....	36
Şekil 3.2. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı ağırlık kaybı değişimi (%).....	36
Şekil 3.3. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı kuru madde değişimi (%).....	40
Şekil 3.4. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı kuru madde değişimi (%).....	41
Şekil 3.5. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı su aktivitesi değişimi (%).....	45
Şekil 3.6. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı su aktivitesi değişimi (%).....	45
Şekil 3.7. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı pH değişimi (%).....	48
Şekil 3.8. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı pH değişimi (%).....	48
Şekil 3.9. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı titrasyon asitliği değişimi.....	51
Şekil 3.10. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı pH değişimi (%).....	51
Şekil 3.11. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı kül miktarı değişimi (%).....	53
Şekil 3.12. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı kül miktarı değişimi (%).....	54
Şekil 3.13. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı meyve eti sertliği değişimi.....	60
Şekil 3.14. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı meyve eti sertliği değişimi (%).....	60
Şekil 3.15. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı meyve iç yapışkanlık değişimi (%).....	61
Şekil 3.16. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı iç yapışkanlık değişimi (%).....	62
Şekil 3.17. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı esneklik değişimi (%).....	63
Şekil 3.18. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı esneklik değişimi (%).....	63
Şekil 3.19. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı bağlılık değişimi (%).....	64
Şekil 3.20. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı bağlılık değişimi (%).....	65
Şekil 3.21. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı sakızimsılık değişimi.....	66
Şekil 3.22. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı sakızimsılık değişimi.....	66
Şekil 3.23. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı çiğnenebilirlik değişimi.....	67

Şekil 3.24. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı çığnenebilirlik değişimi.....	67
Şekil 3.25. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı dayanıklılık değişimi.....	68
Şekil 3.26. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı dayanıklılık değişimi.....	68
Şekil 3.27. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı L^* değeri değişimi.....	71
Şekil 3.28. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı L^* değeri değişimi.....	72
Şekil 3.29. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı a^* değeri değişimi.....	73
Şekil 3.30. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı a^* değeri değişimi.....	73
Şekil 3.31. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı b^* değeri değişimi.....	74
Şekil 3.32. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı b^* değeri değişimi.....	74
Şekil 3.33. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı ΔE değeri değişimi.....	75
Şekil 3.34. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı ΔE değeri değişimi.....	75
Şekil 3.35. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı ΔC değeri değişimi.....	76
Şekil 3.36. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı ΔC değeri değişimi.....	76
Şekil 3.37. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı H_u açısı değeri değişimi.....	77
Şekil 3.38. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı H_u açısı değeri değişimi.....	77
Şekil 3.39. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı kroma değeri değişimi.....	78
Şekil 3.40. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı kroma değeri değişimi.....	79
Şekil 3.41. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı toplam fenolik bileşik miktarı değişimi.....	81
Şekil 3.42. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı toplam fenolik bileşik miktarı değişimi (%).....	81
Şekil 3.43. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı çimlenme oranı değişimi (%).....	83
Şekil 3.44. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı çimlenme oranı değişimi (%).....	84

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Modifiye atmosfer paketlenme yönteminin avantaj ve dezavantajları.....	9
Tablo 3.1. Ağırlık kaybı (%) ve standart sapma değerleri.....	36
Tablo 3.2. Depolanan örneklerin kuru madde değerleri ve standart sapma değerleri	40
Tablo 3.3. Depolanan örneklerin su aktivitesi değerleri ve standart sapma değerleri	44
Tablo 3.4. Depolanan örneklerin pH değerleri ve standart sapma sonuçları.....	48
Tablo 3.5. Depolanan örneklerin titre edilebilir asitlik değerleri ve standart sapma değerleri.....	50
Tablo 3.6. Depolanan örneklerin (%) kül değerleri ve standart sapma değerleri.....	53
Tablo 3.7. Depolanan örneklerin meyve eti sertliği tayininde okunan değerleri ve standart sapma değerleri.....	59
Tablo 3.8. Depolanan örneklerin renk tayininde okunan değerleri ve standart sapma değerleri.....	71
Tablo 3.9. <i>Allium tuncelianum</i> un Modifiye Atmosfer ile Paketlenmesinin Toplam Fenolik Bileşik Miktarı Üzerine Etkisinin Belirlenmesi.....	80
Tablo 3.10. Depolanan örneklerin (%) çimlenme değerleri ve standart sapma değerleri.....	83

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1.1. Tunceli sarımsağının çiçeklenme döneminden görünümü.....	6
Resim 1.2. Tunceli Sarımsağından Görünüm.....	6
Resim 1.3. Tunceli sarımsağının (<i>A. tuncelianum</i>) Munzur Dağları'nda arazideki görünümü.....	7
Resim 1.4. Modifiye Atmosfer Paketleme Cihazından Bir Görünüm.....	9
Resim 1.5. Et ürünleri ve sebze, meyvelerin MAP ile paketlenmiş halleri.....	19
Resim 2.1. Munzur Üniversitesi Enstrümental İşlemler Laboratuvarı.....	25
Resim 2.2. Boyutlarına göre ayrılan tek dişli Tunceli sarımsakları.....	26
Resim 2.3. MAP ile paketlenmeden önce kabukları ayıklanmış <i>Allium tuncelianum</i> görünümü.....	27
Resim 2.4. Tunceli Sarımsağı MAP ile Paketlenme Anı.....	27
Resim 2.5. Tunceli Sarımsağı MAP ile Paketlenmiş Hali.....	28
Resim 2.6. Tunceli sarımsağında kuru madde tayini analizinden bir görünüm.....	29
Resim 2.7. Tunceli sarımsağında su aktivitesi tayininden bir görünüm.....	29
Resim 2.8. Tunceli sarımsağı örneklerinin pH ve titrasyon asitliği tayininden bir görünüm.....	30
Resim 2.9. Tunceli sarımsağında kül tayininden bir görünüm.....	31
Resim 2.10. Tunceli sarımsağında tekstür cihazı ile yapılan meyve eti sertliği tayininden bir görünüm.....	31
Resim 2.11. Tunceli sarımsağında renk analizinden bir görünüm.....	32
Resim 2.12. Tunceli sarımsağında spektrofotometre cihazı ile yapılan toplam fenolik madde tayininden bir görünüm.....	33

SEMBOLLER LİSTESİ

O_2	: Oksijen
CO_2	: Karbondioksit
N_2	: Nitrojen
$^{\circ}C$	: Santigrat Derece



KISALTMALAR LİSTESİ

MAP	: Modifiye Atmosferde Paketleme
TED	: Titre Edilebilir Asitlik
PET	: Polietilentereftalat
PP	: Polipropilen
PE	: Polietilen
SÇKM	: Suda Çözünür Kuru Madde



ÖZET

Bu çalışmada ülkemizdeki endemik bitki türlerinden biri olan Tunceli sarımsağının (*Allium tuncelianum*) modifiye atmosfer paketleme yöntemi kullanılarak paketlenmesiyle bu yöntemin Tunceli sarımsağının (*Allium tuncelianum*) raf ömrüne ve kalite parametreleri üzerine etkisi araştırıldı.

Bu amaçla Tunceli yöresinde yerel halk tarafından toplanan Tunceli sarımsağı (*Allium tuncelianum*) Munzur Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Enstrümantal İşlemler Laboratuvarında modifiye atmosfer paketleme cihazı kullanılarak paketlenmiştir. Tunceli sarımsağı kontrol amacıyla paketlenmeyen kontrol grubu ve modifiye atmosferli paketlenen A ve B grubu olmak üzere 3 farklı gruba ayrıldı. Paketleme işlemi sırasında 10 saniye vakum uygulayarak atmosferik hava paketlerden uzaklaştırılıp daha sonra paket içlerine 11 saniye boyunca %5 O₂- %5 CO₂ (A Grubu) ve %3 O₂ ve- %8 CO₂ (B Grubu) gaz karışımları verilerek modifiye atmosfer altında paketleme yapıldı. Ambalaj malzemesi olarak kullanılan kaplar PET (polietilentereftalat) ve PE (polietilen) malzemesinden üretilmiştir. Paketleri kapatmak için ise polipropilenden (PP) üretilen ambalaj malzemesi kullanılarak 28 gün depolandı. Depolama sürecinde, 7 günlük aralıklarla örneklerde ağırlık kaybı (%), renk analizleri, kuru madde (%), titre edilebilir asitlik miktarı (% sitrik asit), pH, kül tayini, fenolik madde miktarı, meyve eti sertliği, çimlenme miktarı (%) gibi bazı kalite bileşenlerinde oluşan değişimler incelendi.

Araştırma bulgularına göre ağırlık kaybı, fenolik madde miktarı, kuru madde miktarı, pH, titre edilebilir asitlik değerlerinde düşüş görülürken, kül miktarı, renk değerlerinde ve çimlenme miktarında artış görüldü. Modifiye atmosferli paketlenen ürünlerde depolama boyunca yüksek su aktivitesi değerinin ve meyve eti sertliği değerinin değişmediği sonucuna varıldı.

Gerek bu çalışma gerekse daha önce yapılan çalışmaların sonucunda modifiye atmosfer paketleme yönteminin ürünlerin raf ömrünü uzatma ve kalitelerinin korunmasında başarılı bir yöntem olduğu kanısına varıldı. Ayrıca, gelecekteki araştırmalarda raf ömrünü uzatmak amacıyla modifiye atmosfer paketleme uygulamalarında farklı materyallerin ve farklı gaz oranlarının test edilmesi önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: *Allium tuncelianum*, modifiye atmosferli paketleme, depolama, kalite parametreleri

ABSTRACT

Effects of Modified Atmosphere Packaging on *Allium Tuncelianum* (Tunceli Garlic) Shelf Life and Quality

In this study, the effect of modified atmosphere packaging method on shelf life and quality preservation of Tunceli garlic (*Allium tuncelianum*) was investigated by packing Tunceli garlic (*Allium tuncelianum*), which is one of the endemic plant species in our country, with modified atmosphere packaging method. For this purpose, Tunceli garlic (*Allium tuncelianum*) collected by the local people in the Tunceli region was packaged in the Instrumental Laboratory of Munzur University Faculty of Engineering, using a modified atmosphere packaging device. Tunceli garlic was divided into 3 different groups as the unpackaged control group and the modified atmosphere packaged group A and B. During the packaging process, atmospheric air was removed from the packages by applying vacuum for 10 seconds, and then the package was packed under a modified atmosphere by giving 5% O₂ - 5% CO₂ (Group A) and 3% O₂ and - 8% CO₂ (Group B) gas mixtures for 11 seconds. Containers used as packaging material are made of PET (Polyethylene terephthalate) and PE (Polyethylene) material. In order to close the packages, they were stored for 28 days using packaging material made of polypropylene (PP). During storage, weight loss (%), color analysis, dry matter (%), titratable acidity (TED) amount (% *citric acid*), pH, ash determination, phenolic substance amount, fruit flesh hardness, germination amount. The changes in some quality components such as (%) were examined.

According to the research findings, there was a decrease in weight loss, phenolic substance amount, dry matter amount, pH, titratable acidity values, while an increase was observed in ash amount, color values and germination amount. It was concluded that the high water activity value and fruit flesh hardness value did not change during storage in products packaged with modified atmosphere.

As a result of both this study and previous studies, it has been concluded that the modified atmosphere packaging method is a successful method in extending the shelf life of products and preserving their quality. Additionally, it is recommended to test different materials and different gas rates in modified atmosphere packaging applications in order to extend shelf life in future research.

Keywords: *Allium tuncelianum*, modified atmosphere packaging, storage, quality parameters

1. GİRİŞ

İnsanların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için ihtiyaç duydukları gereksinimlerin başında beslenme yer almaktadır. İnsanlar beslenme gereksinimlerinin bir kısmını meyve ve sebze tüketerek karşılamaktadır. (Peker, 2019). Son senelerde insanlar sağlıklı beslenmeye yönelik toplumların bilinçlenmesi ile; gıdaların tazeliğine ve sağlıklı olmasına daha fazla dikkat etmeye başlamışlardır (Corbo ve ark., 2015). Lezzet, tekstür, koku, besin değeri, görünüş ve tat gibi karakteristik özellikler insanların taze gıdaya olan ilgisinin artmasına neden olmuştur. Taze gıdaya en uygun gıda örnekleri taze meyve ve sebzelerdir (Bansal ve ark., 2015). Taze meyve ve sebzeler, mineral ve vitamin yönünden zengin, enerji içerikleri bakımından düşük gıdalardır. 20. yüzyıldan itibaren mineral ve vitamin maddelerinin dengeli beslenmedeki önemi daha iyi anlaşılmıştır (Kökosmanlı ve Keleş, 1996; Kökosmanlı ve Keleş, 2000; Yahia ve ark., 2004; Ceyhun-Sezgin, 2013).

Beslenmede önemli bir yere sahip olan meyve ve sebzeler; solunuma devam ettiği sürece, oksijen (O₂) kullanmaya ve karbondioksit (CO₂) üretmeye devam ederler. Solunum esnasında, meyve ve sebzelerde bulunan organik asitler, karbonhidratlar, yağlar ve proteinler dahil diğer substratlar metabolize edilmektedir. Meyve veya sebze bitkiden ayrıldıktan sonra metabolize edilen bu substratlar, yenilenemezler. Bu yüzden zaman içinde taze meyve ve sebzelerin besin içeriklerinde, kalitelerinde, tatlarında, ağırlıklarında ve renklerinde kayıplar meydana gelmektedir (Ishangulyyev ve ark., 2019).

Meyve ve sebzeler, insan yaşamı için gerekli olan zorunlu gıdaları içerdikleri ve ticari olarak gelir sağladıkları için, bu gıdaların kayıplarının ve atıklarının azaltılması önem arz etmektedir (Mahajan ve ark., 2014). Meyve ve sebzelerin depolamada raf ömrünü ve mikrobiyal kalitesini arttırmak amacıyla çeşitli yöntemler kullanılmaktadır.

Aktif paketlenme yöntemleri, vakum paketlenme, modifiye atmosferde paketlenme (MAP), mikrodalga paketlenme ve yenilebilir kaplamalar gibi paketlenme yöntemleri gıdaların paketlenmesinde kullanılabilir (Hussein ve ark., 2015; Regier, 2020).

Son dönemlerde MAP, taze ve taze kesilmiş gıdaların paketlenmesi için uygulanan en pratik ve uygun yöntemlerden biridir (Cortellino ve ark., 2015). MAP yöntemi ile, paket içerisindeki normal gaz atmosferi, 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). MAP yöntemi atıklarda azalma, yüksek ürün kalitesi, koruyucu kullanımında azalma ve artan dağıtım

olanakları gibi ek avantajlar sunar. Mikrobiyolojik ve duysal kaliteyi korumak için MAP genellikle soğuk depolama ile kullanılır. Tüm bu nedenlerin sonucunda, gıdaların raf ömrünün uzatılması için MAP uygun bir çözüm yöntemidir (González-Buesa ve ark., 2009; Wani ve ark., 2015).

Bu çalışmada, yılın belli dönemlerinde bölgemizde doğal olarak yetişen, bölge halkı tarafından taze olarak yerel piyasada tüketilip, bölge halkı için de önemli bir geçim kaynağı olan, Tunceli sarımsağının kalite özelliklerini kaybetmeden modifiye atmosfer paketlenme yöntemi kullanılarak uzun süre muhafaza edilmesi amaçlanmıştır. Böylelikle yakın bölgemiz dışında da yeterince tanınmayan bu ürüne pazar yaratılabilecek ve Tunceli sarımsağının doğal ortamı dışında yapılan üretim faaliyetlerinin artırılmasıyla bu ürün ülkemizin farklı yörelerinde de tüketim imkânına sahip olabilecek ve ilimizin sosyo ekonomik düzeyine katkı sağlayacaktır.

1.1. Sarımsak Bitkisi Hakkında Genel Bilgi

Allium cinsine ait olan genellikle yumru gövdeli ve çok yıllık, soğanlı, rizomlu ve tuberli çiçekli bir bitkidir. Uzun ömürlü olup tohumları halkalı, disk ya da üç kenarlı, meyveleri kapsül şeklindedir. Dayanıklı ve farklı iklim koşullarında yetiştirilebildiğinden dünya genelinde yaygın bir yayılışa sahiptir (Davis, 1984).

Sarımsak; yüzyıllar önce keşfedilen bir bitki türüdür. İnsanlar sarımsak (*Allium sativum* L) bitkisinden beslenmenin yanı sıra sağlık sorunlarına şifa bulmak için de faydalanmışlardır. Sarımsağı diğer sebze türlerinden ayıran en önemli özelliklerden bir tanesi de yıl boyunca tüketilebilir olmasıdır. Sarımsak bitkisinin başları kurutularak veya taze olarak mevsimi dışında da tüketilebilir (Peker, 2019).

Birkaç diğten sarımsak bitkisinin ilk sene soğanı oluşurken, tohumunu ise çiçek açarak ikinci sene vermektedir (Kütevin ve ark., 1987). Sarımsak bitkisinin tarımı çok geniş bir coğrafyada yapılmaktadır. Yüzlerce çeşit sarımsak bitkisi Mezopotamya çevresindeki Türkiye, Suriye, Lübnan, İran, Kafkasya ve Orta Asya ülkelerinde yetişmektedir. Türkiye’de *Allium* cinsi 73 tanesi endemik tür olmak üzere 184 takson içermektedir. Fiziki coğrafya şartları bakımından çok fazla seçici olmayan sarımsak bitkisi dünyanın birçok bölgesinde başta Akdeniz ülkeleri olmak üzere tarımı yapılabilen bir bitkidir. En iyi yetişme şartlarını doğal şartlar içerisinde ılıman iklime sahip az nemli yörelerin kumlu topraklarında yetişirken tınlı ve killi topraklarda da yetişebilmektedir. Kışın bile sarımsak bitkisi ılıman iklim

yörelerinde yetişebilir. Soğuk olan iklim yörelerinde kışın uyku haline geçer ayrıca kurak zamanlarda soğanını su deposu gibi kullanarak canlılığını devam ettirebilme özelliğine sahiptir (Akçiçek ve ark., 2006).

Uçucu olmayan bileşenler ve uçucu bileşenler şeklinde sarımsağın biyoaktif bileşenleri ikiye ayrılabilir. Sarımsağın son derece kararsız ve uçucu özellik gösteren bileşenleri tiyosülfinatlar ve diğer organosülfür bileşikleridir. Kararsız bir yapıda olduğu için tiyosülfinatlar çeşitli sülfür bileşiklerine dönüşürler. Flavonoidler, fenolik bileşikler, sapogeninler ve saponinler ise uçucu olmayan sarımsak bileşenleridir (Lanzotti, 2006).

Allium türlerinden olan sarımsak, diğer türlere oranla çok daha yüksek konsantrasyonda kükürtlü bileşik içermektedir. Sarımsak bitkisi soğan, brokoli ve karnabakar gibi yüksek oranda kükürtlü bileşik içeren sebzelerden en az dört kat daha fazla kükürtlü bileşik içerir (Abu-Lafi, 2004).

Sarımsak bitkisinin içinde bulunan özgün organik kükürt bileşikleri sarımsağın biyolojik aktivitesini ve karakteristik kokusunu vermesini sağlamaktadır. Yaklaşık olarak %85 oranında kükürt bileşiklerinde Alliin bulunur. Sarımsak kesildiği zaman devreye allinaz enzimi girer ve allisin meydana gelir. (Devrim, 2003).

Sarımsağın (*A.sativum*) yaprağında, saplarında ve soğanında kokulu bir yağ bulunmaktadır. Birçok bileşiğe çevrilebilen allisin reaktif bir ara üründür ve parçalanmış veya taze kesilmiş sarımsağa özgün kokusunu verdiği düşünülmektedir. Sarımsak bitkisinin daha iyi kaliteye sahip olması germanyum ve selenyum açısından zengin olan topraklarda yetişmesine bağlıdır. Sarımsağın bileşiminde; baş kısmında %84 su, %13 organik madde, %1.53 inorganik madde bulunmaktadır. İçeriğinde ayrıca 33 çeşit kükürt bileşiği, 17 çeşit aminoasit, germanyum, çinko, A, B₁ ve C vitaminleri vardır. Sarımsak özellikle çiğ tüketildiğinde 200'den fazla kimyasal madde ile birçok hastalığa karşı insan vücudunu koruma potansiyeline sahiptir (Gün, 2018).

Sarımsağın kullanım alanı oldukça geniştir. Sağladığı yararları aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür;

- Kalp hastalıklarına karşı yüksek kolesterol, kan basıncı ve trigliserit seviyelerini düşürerek koruma sağlamaktadır.
- Tümör oluşumuna sebep olan karsinojenleri; immün sistemini mobilize ederek bünyesindeki allinaz ve diğer bazı maddeler yardımı ile yok edebilirler.

- Kan şekerini içerdiği allisin bileşikleri yardımı ile önemli ölçüde düşürme etkisine sahiptir.
- Doğal ve kuvvetli bir antiseptiktir.
- Allisin içeriğinden dolayı etkili ve doğal bir antibiyotiktir. Ayrıca antimikrobiyaldir bakteri, virüs protozoa üzerinde etkilidir.
- Kalp krizi riskini kandaki fibrin ve plakçık oluşumunu düşürerek önemli ölçüde azalttığı, hatta aspirinden daha etkili olduğu ileri sürülmektedir.
- Kükürt ihtiva eden aminoasitler ve diğer bileşiklerce zengin olduğu için bağışıklık sisteminin etkinliğini artırdığı düşünülmektedir.
- Fungal enfeksiyon ve virüsler gibi tedavisi güç durumlarda kullanılan ilaçlar genelde toksiktir ve zamanla ilaca karşı direnç geliştirebilir. Buna karşın sarımsak allisin içerdiği için mikroorganizmalara karşı etkin bir doğal antifungal madde olduğu tespit edilmiştir (Artık ve Poyrazoğlu, 1994; Agarwal, 1996; Atmaca, 2003).

Pek çok bitki türünde olduğu gibi *Allium* cinsine ait türler açısından da Türkiye son derece zengin bir ülkedir. Dünya genelinde *Allium* cinsine ait yaklaşık 500 tür bulunmakta olup bunların 170 kadarı Türkiye’de bulunmaktadır. Ülkemizdeki *Allium* cinsine ait türlerin yaklaşık %40’ının endemik olduğu belirtilmektedir (Anonim, 2004). *Allium* cinsinin çok az bir kısmı Güney Amerika tropik ormanlarında ve kuzey kutbunda bulunurken çoğu türü Avrupa, Kuzey Afrika ve Asya’da bulunmaktadır. (Brewster, 1994).

Dünya sarımsak üretimi 2019 senesi verilerine göre 59,4 milyon ha alanda 1,13 milyar ton sebze üretimi yapılmıştır. Bu üretimi yapılan sebzelerin %2,7’sini sarımsak oluşturmaktadır. 101 ülkede sarımsak üretimi gerçekleştirilmiştir. 23,3 milyon ton sarımsak üretimi ile ilk sırada yer alan ülke Çin olmuştur. Aynı zamanda Trademap Dünya Ticareti verilerine göre dünya ihracatında %82,7 payla dünyanın en büyük sarımsak ihracatçısı olmuştur. 2020 senesinden beri devam eden COVID-19 salgını ve birçok tüketicinin sarımsak bitkisinin bağışıklık güçlendirici özelliklerine duyduğu güven sebebiyle Avusturya ve ABD gibi denizaşırı pazarlarda da sarımsağa olan talep önemli ölçüde artmıştır. TÜİK verilerine göre, son 10 sene içerisinde kuru sarımsak üretiminde %47,5, ekim alanında ise %36,6’lık bir artış olmuştur. 2020 senesinde kuru sarımsakta dekara ortalama verim 922 kg olarak gerçekleşmiştir. Sarımsak veriminin en yüksek olduğu iller 1,200 kg ile Siirt, 1,103 kg ile Tokat ve 1,097 kg ile Kütahya ili olmuştur. TÜİK Bitkisel Üretim 1. Tahminine göre 2021 senesi taze sarımsak üretiminin %11 oranında artış ile 31,7 ton, kuru sarımsak

üretiminin %9,7 oranında artış ile 128,2 bin ton olarak gerçekleşeceği öngörülmektedir (TÜİK, 2021). Tunceli sarımsağı olarak adlandırılan *Allium tuncelianum* endemik bir bitki türüdür ve Dünyada sadece Tunceli ili ve çevresinde ve özellikle Munzur dağları eteklerinde bulunan Ovacık ve çevresinde yaygın olarak bulunmaktadır (Koyuncu ve Güvenç, 1994).

1.1.1. Tunceli sarımsağı: *Allium Tuncelianum*

Endemik ve koruma altında olması gerektiği belirtilen bir bitki türü olmasına karşın Tunceli sarımsağının korunmasına ve kültüre alınmasına ilişkin herhangi bir bilimsel çalışmaya rastlanmamıştır. Tunceli sarımsağının çoğalmasıyla ilgili olarak doğal ortamında tek dişli başlar ürettiği, yöreden temin edilen örnekler üzerinde yapılan gözlemler sonucunda başlar üzerinde henüz fonksiyonları tam olarak anlaşılamamış minik diş benzeri yapılar olduğuna yönelik bilgiler dışında herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Özhatay ve Şiraneci (1992) yaptıkları çalışmada bitkiyi 25-60 cm uzunluğunda çiçek sapı oluşturan, çiçeklenen ve kapsül şeklinde meyveye sahip olan, 1-2 mm çapında 3 köşeli ve üzeri buruşuk tohumlara sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Bu tezin çalışma konusu olan (*Allium tuncelianum*) Tunceli sarımsağı, tek diş sarımsak olarak da bilinen doğal olarak filizlenen Türkiye'nin doğusunda bulunan Tunceli-Ovacık bölgesine özgü bir sarımsak türü olup bölgenin en önemli endemik bitkilerinden biridir. Sarımsak türleri içerisinde diğer sarımsaklara oranla daha az kokuya sahiptir (Yumrutaş ve ark., 2009).

Allium tuncelianum (*A. tuncelianum*); *monocotyledonea* (tek çenekliler) sınıfının, *Liliflore* takımında ve *Liliaceae* ailesinin *Allium* çeşidi içerisinde bulunmaktadır. Endemik bir bitki çeşidi olan *A. tuncelianum* ilk kez *Allium macrochaetum*'un bir alt çeşidi olarak tanımlanmıştır. Sonraki yapılan denemelerde ise; tür yüzeyi yükseltilerek *Allium tuncelianum* ismi verilip farklı bir tür olduğu anlaşılmıştır. *A. tuncelianum*; tek dişli olup kültür sarımsağından kabuk sayısı azdır (1- 2 adet) ve 18-20 °C'de uzun zaman başları saklanabilir. Taze tüketim ve endüstride kullanım şansına sahip olması da bu özellikleri sayesinde (Hirschegger ve ark., 2010; Kasım, 2015). Endemik bir bitki olan Tunceli Sarımsağı (*Allium tuncelianum*) yapısında fitokimyasal bileşikler içerir bununla ilgili yapılan literatür araştırmalarında antikanser ve antibakteriyel etkilerinin önemli ölçüde olduğu bildirilmiştir (Kasım, 2015).



Resim 1.1. Tunceli sarımsağının çiçeklenme döneminden görünümü (Türkiye Bitkileri, 2021).

Resim1.1’de görüldüğü üzere Tunceli ilinin sarımsaklarının çiçeklenme dönemine ait bir görünümü gösterilmektedir. Endemik bitki grubuna dahil olan Tunceli sarımsağı önemli bir bitki olarak il içerisinde yer almaktadır.



Resim 1.2. Tunceli Sarımsağından Görünüm (Tarımdan, 2021).

Resim 1.2’de olgunluğunu tamamlamış bir Tunceli sarımsağı görülmektedir. Görünüm olarak dışı beyaz ve püskülleri olan bir görünüme sahiptir. Aynı zaman da Tunceli sarımsağı halk içerisinde dağ sarımsağı olarak da ifade edilmektedir.



Resim 1.3. Tunceli sarımsağının (*A. tuncelianum*) Munzur Dağları’nda arazideki görünümü (Yanmaz, 2015)

Ülkemizde pek çok endemik bitki türü doğadan toplanarak tüketim amaçlı kullanılmaktadır. Bilinçsiz ve aşırı miktardaki doğal sökümler neticesinde bu bitkilerin önemli bir bölümünün nesli tükenme noktasına gelmiş olup farklı tehlike sınıflarında yer almaktadırlar. Tunceli sarımsağı da kimyasal yapısının kültür sarımsağına (*A.sativum*) benzer olmasından ötürü yöre halkı tarafından dağlardan toplanıp “Kaya Sarımsağı” adıyla satılmakta, böylelikle ticari ürün olarak değerlendirilmektedir (Taşkın ve ark., 1997).

Bitki, endemik olması ve Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı’nda zarar görebilir bitkiler grubunda kabul edilmesi nedeniyle korunması gereken bitkiler içinde değerlendirilmektedir (Ekim ve ark., 2000).

1.2. Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulamaları (MAP)

Modifiye atmosfer paketleme (MAP) uygulamaları günümüzde kullanılan gıda muhafaza yöntemlerinden birisidir. MAP havanın yerine belli gaz karışımlarının bir ambalaj malzemesi içerisinde gıda ile paketlenmesidir. Genellikle düşük derecelere bileşik olan bu yöntem gıdanın raf ömrünün uzatılması açısından son derece etkili yöntemlerden birisidir (Martins ve ark., 2016).

MAP yönteminde paket içerisinde bulunan atmosfer bileşiminin değiştirilmesi ile ambalajlanan üründe kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik değişimler kısıtlandırılarak ambalajlanan ürünün raf ömrünün uzamasına katkı sağlarlar (Chaix ve ark., 2015).

Raf ömrü, paketlenmiş üründe bazı uygulamalarla basit bir hava boşluğu yaratarak (*vakum paketlenme*) uzatılabilir ve böyle durumlarda tamamen bir hava boşluğu doğar. Diğer şekillerde, özel geçirgen filmler doğal olarak solunum yapan ürünlerin, kendi havasını dışsal bir havaya gereksinim duymadan oluşturmalarını sağlar. (Akçiçek ve ark., 2006).

Bir meyve, sebze toplandığında veya bir hayvan kesildiğinde mevcut karbonhidrat, protein, yağ gibi bileşenler ortamda bulunan mevcut mikroorganizmalar için uygun ortam oluşur. Bu da istenmeyen renk değişimlerine, aroma kaybına ve kötü görünüm gibi durumlara yol açar. Bununla birlikte enzim hareketleri de gıdanın kötüleşmesine neden olur (Köksal ve ark., 2017).

Biyokimyasal, enzimatik ve mikrobiyolojik olayları engelleyerek bozulmayı kontrol altına almak amacıyla MAP’da üç farklı gazdan (CO₂, O₂, N₂) yararlanılmaktadır. Ayrıca, paket içindeki oksijenin uzaklaştırılması için oksijen tutucuları da kullanılmaktadır. Paket içindeki oksijen konsantrasyonunun 100 ppm ve daha fazla düşürülmesinde ve bu düzeyde tutulmasında yardımcı olan oksijen tutucuları, ürün tazeliğin korunmasında yeni bir paketlenme yöntemi olarak dikkat çekmektedir. (Hirscheegger ve ark., 2010; Kasım, 2015).

MAP uygulamasının ekonomik olması ve giderek gelişim göstermesi sebepleriyle zaman içerisinde kullanımı yaygınlaşmıştır. Son yıllarda yaşanan gelişmelere paralel olarak kullanılan ürünün pazara dağıtımında ve paketlenmesinde bu yöntem yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Erdoğan ve Acar, 1996).

MAP'in avantaj ve dezavantajları Tablo 1.1'de gösterilmiştir.

Tablo 1.1. Modifiye atmosfer paketlenme yönteminin avantaj ve dezavantajları

Avantajları	Dezavantajları
Raf ömrünü yaklaşık %50-400 artırır. Ekonomik kayıpları daha uzun raf ömrü sebebiyle azaltır. Dağıtım maliyetlerini azalttığı için daha uzak mesafelere dağıtım için olanak sağlar. Ürünler daha yüksek kalitede olur. Dilimlenmiş ürünlerin daha kolay ayrımını sağlar. Merkezi paketlenme ve porsiyon kontrolü sağlar. Sunumu geliştirildiğinden ürünün açık şekilde görülmesini sağlar. Kimyasal koruyuculara çok az veya hiç gerek duyulmaz. Bariyerli, sızdırmaz paketler ile ürünün bulaşıcılığı önlenir ve paketten sızdırma olmaz. Güvenli ve kokusuz paketlenme yapılmasını sağlar.	Ek maliyet gerektirir. Sıcaklık kontrolü gereklidir. Kullanılacak her ürünün özelliğine uygun farklı gaz bileşenlerinin seçilmesi gerekir. Eğitim ve özel teçhizat gerektirir. Ürün güvenliğine ilişkin özellikleri tam olarak bilinmemektedir. Taşıma bedelini ve raflardaki yeri artar ve paket hacmini artırır. Paket açıldıktan sonra avantajları kaybolur. Gıdada çözünen CO ₂ pakette çökmeye ve üründe su salınmasına sebep olur.



Resim 1.4. Modifiye Atmosfer Paketlenme Cihazından Bir Görünüm (MAP, 2021).

Resim 1.4'te görüldüğü üzere MAP cihazına ait bir görsel verilmektedir. Bu cihazların yiyeceklerin saklanması ve korunması yönünden oldukça avantajları vardır.

Azot, oksijen ve karbondioksitin farklı gaz bileşimlerinin uygulandığı MAP yöntemi; et, yerfıstığı, ceviz, balık, pirinç, fırın ürünleri ve meyve-sebze ürünlerinin muhafazasında uygulanabilmektedir (Ellis ve ark., 1993).

Kontrollü atmosferde depolama (KAD) yöntemi ile MAP yöntemleri karıştırılmamalıdır. KAD yöntemlerinde genellikle hasat edilmiş mahsullerin muhafazasında ve taşıma işlemlerinde ürünlerin muhafazasında kullanılmaktadır. KAD yönteminde depolama süresince paket içerisinde bulunan atmosfer bileşimi kontrol edilmektedir. MAP yönteminde ise paket içerisinde bulunan oksijenin uzaklaştırılması ve farklı bileşimlerdeki karbondioksit ve azot gazları ile doldurulması ile uygun depolama koşulları ile proteolitik bakterilerin, maya ve küflerin, aerobik mikroorganizmaların gelişimini önemli düzeyde önlemektedir (Swiderski ve ark., 1997).

Sebze ve meyveler diğer gıda ürünlerinden farklı olarak hasat edildikten sonraki dönemlerde de solunum yapmaya devam ederler. Bu özellikteki ürünlerin düşük oranda oksijen ile yüksek oranda karbondioksit bileşimlerinin aktif olduğu atmosfer ortamlarında muhafaza edilmesiyle etilen üretimi ve solunum hızları yavaşlar. Bu yavaşlamaya paralel olarak olgunlaşma gecikir, içeriğinde bulunan asitlerin ve şekerlerin harcanması sınırlanır, solunum ile bağlantılı olarak oluşan ısı ve nem oluşumu azalır, enzimatik esmerleşmeler ve klorofil yıkımı yavaşlar veya tamamen durdurulur. Özellikle gelişmiş ülkelerde az işlem görmüş veya taze meyve ve sebzelerde MAP uygulamaları ile ilgili yapılan çalışmalar ticari anlamda başarı göstermiştir (Karaşahin, 2013).

MAP uygulamalarında ambalaj içindeki gaz bileşenleri pasif MAP ve aktif MAP yöntemi ile sağlanır (Akçiçek ve ark., 2006).

1.2.1. Pasif modifikasyon

Pasif modifikasyon yönteminde atmosfer bileşimi ve bu bileşimin değişim hızı, ürünün solunum hızına ve kullanılan ambalaj materyalinin özelliklerine bağlıdır. Kullanılacak ambalaj materyali, ürün tarafından tüketilen O₂ ile materyalden geçen oksijen arasında dengeyi sağlayacak şekilde seçilmelidir. Bu denge, ürün tarafından üretilen CO₂ ile ambalajdan dış ortama geçen CO₂ içinde kurulmalıdır. Görüldüğü gibi bu sistemde en önemli nokta O₂ veya CO₂'nin ürüne zarar vermeden arzu edilen denge atmosfer bileşiminin sağlanmasıdır (Hirscheegger ve ark., 2010; Kasım, 2015).

Pasif modifikasyon paket içerisine hiçbir uygulama yapılmadan paket içerisinde kendiliğinden meydana gelir. Pasif modifikasyon tekniğinde, paket içerisinde bulunan gaz atmosferinin bileşimi, paket içerisinde bulunan ürünün solunumundan yararlanılarak belirlenir. Belirli geçirgenlik fonksiyonlarına sahip ambalaj malzemesi ile solunum yapan gıda ürünü paketlenir. Bu işlem sonrasında zaman ile ürün solunum yaptığından paket içerisinde oksijen miktarı azalırken karbondioksit miktarı artar. Paket içerisinde belirli bir vakit sonunda “denge gaz bileşimi” meydana gelir. Ambalaj filminin gaz geçirgenliği ile denge gaz bileşiminin devam ettirilebilmesi sağlanır (Zhang ve ark., 2015, Cemeroğlu, 2013, Caleb ve ark., 2013).

Meyve ve sebze gibi hasat edildikten sonra fizyolojik olarak solunum yapan gıda ürünlerinde pasif modifikasyon uygulaması kullanılır. Uygulanan bu yöntemde meyve ve sebzelerde ambalaj malzemesi olarak plastik filmler kullanılarak ambalajlanır. Uygulamada kullanılacak olan plastik materyaller, kullanılan ürünün solunum yapabilmesi için yeterli miktarda oksijen gazını içeriye geçirirken, ortamda oluşan karbondioksit gazını da ortamda belirli bir seviyenin üzerine çıkmasını engelleyecek biçimde dışarıya bırakabilmektedir (Akçiçek ve ark., 2006).

Su buharı geçirgenliği ürünün su kaybının önlenmesi için sınırlı olmalıdır. Su kaybının önlenmesi ile paketlenmiş üründe solunum hızı giderek yavaşlar ve solunum hızı ile paketteki gaz bileşimi arasında denge oluşur. Bu oluşan dengenin devam ettirilmesi ile ürünün raf ömrünün uzaması sağlanır. Sıcaklık değeriinin devinimsiz ve düşük tutulması gerekir. Ürünün solunumu sonucunda ortamda biriken etilen türevi gazlar da ortamda artmadan uzaklaştırılmalıdır. Ortamda oluşabilecek bu gazları önlemek amacıyla ambalaja potasyum permanganat, aktif kömür gibi bir gaz emici içeren küçük geçirgenlik özelliğine sahip olan poşetler yerleştirilmelidir. Ayrıca solunum sonucu meydana gelen su buharının dışarı atılmasını sağlamasına eşdeğer bir yöntem olarak nem bağlayıcılardan yararlanmak gerekmektedir. Bu sebeple ambalaj içerisine poşet içinde tuz veya türevi bir nem tutucu eklenmesi mümkündür (Güleç, 2019).

Pasif modifikasyonun meydana gelmesi için uzun süren bir geçiş süresine ihtiyaç vardır. Bu süre zarfında ambalaj içerisindeki ürün, uygun olmayan gaz bileşimine maruz kalabilir. Ürünün önemli kalite parametreleri üzerine uygun olmayan gaz bileşimlerinin uygulanması olumsuz etkilere sebep olması muhtemeldir. Bu sebepten ötürü pasif modifikasyon uygulaması aktif modifikasyon uygulamasına kıyasla daha sınırlıdır (Charles ve ark, 2003).

1.2.2. Aktif modifikasyon

Aktif modifikasyon uygulaması solunum yapan meyve- sebzelerin dışında solunum yapmayan kanatlı etleri, süt ürünleri, fırın ürünleri, hazır yemekler gibi çoğu ürünlerde uygulanmakta olan bir yöntemdir. Pasif modifikasyon uygulamasından aktif modifikasyon uygulaması farklı olarak “denge gaz bileşiminin” uygulanması ile kısa sürede sağlanmasıdır. Aktif modifikasyon uygulamasında ambalaj içerisine gaz enjekte edilir veya “gaz jeneratörlerinden” ya da “gaz absorbentlerinden” faydalanarak istenilen gaz bileşimleri ambalaj içerisinde oluşturulur. Bu şekilde ambalaj içerisinde istenilen gaz bileşenlerine hızlı bir şekilde ulaşılarak istenilen kimyasal ve fiziksel fonksiyonlarının en yüksek seviyede korunması sağlanır (Zhang ve ark., 2015, Cemeroğlu, 2013).

Pasif modifikasyonda amaçlanan “denge gaz bileşiminin” sağlanması yavaş gelişen bir olaydır. Ayrıca O₂ ve CO₂ konsantrasyonlarının kontrolünde de her zaman başarılı olunamamaktadır. Sonuçta üründe kalite açısından olumsuz değişimler ortaya çıkabilmektedir. İşte bu durum aktif modifikasyon uygulamalarının gelişmesine yol açmıştır (Akçiçek ve ark., 2006).

Taze meyve ve sebzelerin yanı sıra kırmızı et ürünleri, kanatlı etleri, deniz ürünleri, süt ürünleri, hazır yemekler gibi pek çok gıdada uygulanmakta olan aktif modifikasyon tekniğinde, “denge gaz bileşiminin” oluşumu pasif modifikasyonda olduğu gibi yavaş yavaş ve kendiliğinden değil müdahale ile kısa sürede sağlanabilmektedir. Kapalı bir hücrenin (depo veya ambalaj içi) atmosfer gaz bileşiminin istenen şekilde oluşturulması ya gazın içeriye enjekte edilmesiyle ya da (gaz absorbantlarından) veya gaz üreticilerinden yararlanılarak gerçekleştirilebilir (Mangaraj ve ark., 2009).

Aktif modifikasyon uygulamalarında genellikle ambalaj içerisindeki gazlar düşük oranda oksijen ve yüksek oranda karbondioksit içerecek şekilde belirlenir (Mangaraj ve ark., 2009). Ambalaj içerisindeki ortam atmosferinin düşük oksijen ve yüksek karbondioksit bileşimine sahip olması oluşacak oksidasyon riskini azaltır. Dengeleyici gaz olarak ortama oksijen ve karbondioksit gazlarının yanı sıra modifiye atmosfer uygulamasında nitrojen ilave edilir. Nitrojen gazı ambalaj içerisindeki diğer gazların bileşiminin korunumunu sağlar ve ambalaj materyalinin çökmesini önler (Zhang ve ark., 2015).

1.2.3. Modifiye atmosfer paketleme yönteminde kullanılan gazlar

Sülfür dioksit, karbonmonoksit, etan, klor, nitroz ve nitrik oksitler, helyum, karbon monoksit gibi gazlar iz gaz olarak MAP yönteminde çoğu ürünün raf ömrünü arttırmak için önerilen gazlardır fakat karbondioksit (CO₂), oksijen (O₂) ve nitrojen (N₂) ticari olarak kullanılan başlıca gazlardır. İz gazların kullanılmama sebepleri ise ekonomik olmaması, yasal kısıtlamalar, duyu kalite güvenlik problemi ve tüketici tepkisidir (Özoğul ve ark., 2006).

Bu sebeple MAP yaparken en çok O₂, N₂ ve CO₂ gazları kullanılır. Enzim aktivitesi üzerine etki etmesi, bakteri ve fungusların gelişimini önlemesi protein yapısı ve mikroorganizma gelişimini sınırlandırması nedeniyle modifiye atmosferli paketlemede en önemli gaz CO₂'dir (Çelikkol, 2011).

Bakteriyel gelişimi önlemesi sebebiyle karbondioksitin kullanılması yeni bir uygulama değildir. Pasteur ve Joubert, 1877 yılında *Bacillus anthracis*'in karbondioksit gazı kullanarak engellendiğini gözlemlemişlerdir. 1920 yılında ise Kolbe tarafından yapılan araştırmada ise yüksek karbondioksit ve düşük oksijen içeren atmosferde depolanan elmaların raf ömrünün arttığı gözlemlenmiştir. (Sivertsvik ve ark., 2002).

1.2.3.1. Karbondioksit (CO₂)

Karbondioksit gazı bozulmaya yol açan bakterilerin gelişimini inhibe etmekte olup bakteri inhibisyon oranı karbondioksit konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak artar. Ayrıca CO₂ gazı yağda ve suda hızlı çözülebilir. Sıcaklık ile çözünürlüğü yükselir (Sivertsvik ve ark., 2002).

Karbondioksit kullanımının etkileri şu şekildedir;

- Aerobik mikroorganizmaların gelişiminin inhibe edilmesinde O₂'nin yerine CO₂ gazının kullanılması etkili olur.
- Bakteriyel hücre geçirgenlik karakterini CO₂ veya onun iyonları değiştirebilir.
- CO₂ varlığından metabolik oluşum etkilenebilmekte ve bunun sonucunda bakteriyel enzimatik aktivite değişmektedir (Lampila, 1991).

Karbondioksit, bakteriostatik ve fungistatik özellikleri nedeniyle gıdaların MAP'da son derece önemli bir yere sahiptir. Karbondioksit konsantrasyonuyla doğru orantılı olarak

gıda bozulmasına neden olan birçok bakterinin gelişmesini engeller. Özellikle *Pseudomonas* gibi gram negatif ve aerebik bakterilere karşı etkilidir. Ancak anaerobik mikroorganizmalar CO₂'ye karşı duyarlı değildir (Akçiçek ve ark., 2006).

Et, kanatlı etleri ve deniz ürünleri gibi yüksek oranda su ve yağ içeren gıdalarda CO₂'nin yüksek çözünürlüğe ulaşması sonucu ambalajda çökme sebebi ile tepe boşluğunda azalma ortaya çıkar. Yüksek oranda CO₂ aynı zamanda etten özsu çıkışını kolaylaştırır (Erdoğan ve Acar, 1996).

1.2.3.2. Oksijen (O₂)

MAP yönteminde oksijenin paket içerisinde bulunması genelde pek istenmemektedir. İstenmeme sebeplerinden birisi üründe kalitenin düşmesine sebep olması ve bozulmaya sebep olacak aerobik mikroorganizmaların gelişimini sağlaması, diğeri ise oksidasyona sebep olmasıdır (Erdoğan ve Acar, 1996).

Oksijen renksiz, kokusuz, son derece reaktif ve yanmayı teşvik eden bir gazdır. Suda çözünürlüğü düşüktür. Oksijen gıdalarda yağların ve pigmentlerin oksidasyonu ve esmerleşme reaksiyonları gibi çeşitli reaksiyonları kolaylaştırır. Özellikle gıda bozulmalarına sebep olan bakteri ve küflerin pek çoğunun gelişmesi için O₂ gereklidir. Bundan dolayı O₂ ortamdaki ya tamamen uzaklaştırılmalı ya da olabilecek en düşük seviyede tutulmalıdır. Fakat meyve ve sebzelerin solunumlarını sürdürebilmeleri veya etin kırmızı rengini muhafaza edebilmesi için oksijene ihtiyaç duyulduğu unutulmamalıdır (Lampila, 1991).

Sebze ve balık gibi gıdaların paketlenmesinde de O₂ kullanımı mecburidir, çünkü anaerobik mikroorganizmalara O₂'nin ortamda bulunması toksik etkilidir. MAP'da zehirlenmelere sebep olan mikroorganizmaların bazıları oksijen olduğunda gelişme göstermedikleri için güvenlik faktörü olarak paket içerisinde O₂ dahil edilmektedir (Hootchkiss, 1989).

1.2.3.3. Azot (N₂)

MAP yönteminde azot düşük çözünürlüğü, tatsız ve inert fonksiyonlara sahip olduğundan doldurma gazı olarak kullanılmaktadır. Azot gazı besinlerin içerisine absorblanmaz. Suda ve yağda çözünmez. Oksijene duyarlı gıdalarda acılaşmayı geciktirmek

için oksijen yerine azot gazı kullanılır ve aerobik mikroorganizmaların gelişimini de azot gazı inhibe eder (Sivertsvik ve ark., 2002).

Azot oda sıcaklığında renksiz ve kokusuz bir inert gazdır. Yoğunluğu havanınkinden daha düşüktür. Suda çözünürlüğü son derece azdır (20°C’de 0.018 g/kg). MAP teknolojisinde CO₂ gazının yağ ve sudaki çözünürlüğünün fazla olmasından kaynaklanan paket çökmesi sorununu önlemek için dolgu gazı olarak kullanılır. Karbondioksitin aksine direkt antimikrobiyal etkiye sahip değildir. Çabuk bozulan gıdalardaki aerobik bozulmaya neden olan mikroorganizmaların gelişmesini dolaylı olarak geciktirebilir; ama anaerobik bakteriler üzerindeki etkisi yoktur. Nitekim *Clostridium*’ların üremesini önleyemez. Küf kaynaklı aflatoksin oluşumunu önlemede belirli derecede etkilidir, ancak bu etki CO₂ ile sağlanabilen kadar yüksek değildir (Lampila, 1991).

1.2.3.4. Gaz karışımları

Farklı konsantrasyonlarda gaz karışımları farklı gıdaların paketlenmesinde kullanılmaktadır. Yüksek su aktivitesi, bozulma çoğunlukla mikrobiyal ise en önemli bozulma parametresidir. CO₂ oranı karışımda mümkün olduğu kadar yüksek olmalıdır. %30-60 CO₂ ve %40-70 N₂ gaz konsantrasyonu genellikle uygundur. Gaz karışımları O₂ siz olmalıdır, çünkü gıda ürünlerinde en önemli bozulma parametresi oksidatif acılaşmadır. Oksijene karşı duyarlı ürünler için %100 azot veya CO₂/N₂ karışımları kullanılması önerilmektedir (Sivertsvik ve ark., 2002).

Karbondioksit ve oksijen gazlarının kombinasyonlarının uygun bileşimde hazırlanması önemlidir. Bu gazların uygun bileşimde hazırlanması durumunda taze ürünlerin raf ömürleri uzatılabilmektedir. Tüm ürünlerin kendisine has tolere edebileceği en düşük oksijen ve en yüksek karbondioksit konsantrasyon değerleri vardır. Oksijen veya karbondioksit gazları tolerans sınırlarının altında veya üzerinde olduğu depolama ortamlarında bulunan ürünler fizyolojik olarak bozulmaktadırlar (Batu, 2009).

MAP uygulamalarında paket içerisindeki gaz miktarı sabit değildir. Gaz miktarı paketteki ürünün solunum aktivitesi, gaz difüzyonu ve ürünün bazı gazları bağlaması gibi birçok etkene bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Bennik ve ark., 1995).

MAP yönteminde farklı gıdaların MAP tekniği ile ambalajlanmasında kullanılan gaz karışımları gıdanın tipine, özelliklerine ve olası bozulma mekanizmalarına bağlı olarak değişmektedir. Bozulmanın kökeni mikrobiyal esaslı ise gaz karışımında CO₂’nin oranı

mümkün olan en yüksek düzeyde tutulmakta, ancak bazı gıdalarda CO₂'den kaynaklanan paket çökmesi gibi negatif etkiler dikkate alınarak CO₂ oranı ayarlanmaktadır. Bu gibi durumlarda tipik gaz konsantrasyonları %30–60 CO₂ ve %40-70 N₂ şeklinde olabilmektedir. Oksidatif ransidite esaslı bozulmaları etkin olduğu oksijene duyarlı gıdalarda ise %100 N₂ veya eğer beraberinde mikrobiyal bozulma da önemli ise uygun oranlarda N₂/CO₂ karışımları kullanılmaktadır. Solunum yapan ürünler için ise çok yüksek CO₂ ya da çok düşük O₂ seviyelerinden kaçınılmaktadır (Day 1990, Erkan 2004).

1.3. Modifiye Atmosfer Paketleme Yönteminde Ambalaj Seçimi

MAP uygulamalarında paketlemede kullanılacak olan ambalaj seçimi dikkat edilmesi gereken önemli bir kriterdir. Uygulamalarda çoğunlukla plastik kökenli ambalaj materyalleri kullanılmaktadır. Kullanılan plastik filmlerinin ürün üzerindeki olumlu veya olumsuz etkileri uzun senelerden beri araştırılmaktadır. Bu sebeple polimer filmlerin kullanımı paket ortamındaki gaz bileşimlerinin yaratılması özelliği dışında başka olumlu etkileri olması nedeniyle tercih edilir durumdadır. Bu olumlu etkileri şu şekilde sıralayabiliriz.

- Paket içerisinde bulunan ürüne gelebilecek mekaniksel zararlara karşı ürünü koruması
- Mikrobiyal bulaşma riskini azaltması
- Ürünün ortamdaki ışık ile etkileşime girmesini engellemesi
- Üründe meydana gelebilecek ağırlık kayıplarının azaltılması
- Bir üründe oluşabilecek bozulmaların diğer ürünlerin kontaminasyonuna engel olması
- Satışta ve sunumda tüketicinin albenisinin kazanılması (Davies 1999; Erkan 2004; Han 2005).

MAP yönteminde kullanılacak ambalaj materyalinin belirlenmesinde aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir;

- Seçilecek ambalaj materyali hafif olmalıdır
- Isı ile kolayca yapışabilmelidir
- Buğulanmayı önleme özelliği olmalıdır
- Karbondioksit geçirgenlik değeri

- Oksijen geçirgenlik değeri
- Su buharı geçirgenlik değeri
- Çekmeye ve yırtılmaya karşı dayanıklı olmalı
- Etiketlenmeye uygun olmalı
- Oluşabilecek mekaniksel zararlara karşı dayanıklı olmalıdır (Day 1990, Erkan 2004).

MAP’da paketlenmiş ürün dinamik bir sistem olup ambalaj geçirgenliği, solunum gibi aynı anda meydana gelen iki ana proses altındadır. Ambalaj içerisindeki ürün oksijen alırken, karbondioksit, su, etilen ve diğer uçucu olan gazları dışarı vermektedir (Han, 2005).

Ambalaj içerisinde bulunan mikro atmosfer dinamiği ve gaz bileşimi; ürünün solunum hızı, muhafaza sıcaklığında ambalajda kullanılan materyalin oksijen ve karbondioksit geçirgenliği, ambalaj materyalinin kalınlığı, ambalaj yüzey alanı, muhafaza sıcaklığı, ürünün ambalaj içerisine konulduğu dış ortam, mikrobiyal metabolizma, gaz diffüzyonu, ambalaj içerisinde kalan boşluk miktarı, ürünün ağırlığı gibi etkenlerden etkilemektedir (Davies 1999; Han 2005; Parry 1993; Phillips 1996).

MAP uygulamalarında polipropilen (PP), poliester, polivinilklorid (PVC) naylon (poliamid –PA), polietilen tereftalat (PET), orient edilmiş poli propilen (OPP), etilen vinil asetat (EVA), etilen vinil alkol kopolimerleri (EVOH), polistrin gibi polimer özellikleri olan ambalaj malzemeleri seçilmektedir (Davies 1999; Han 2005; Parry 1993; Phillips 1996). Kullanılmakta olan bu ambalaj materyalleri arasındaki en önemli farklılık ambalaj materyallerinin gaz geçirgenlik değerleridir. Bu değerler uygulamaya uygun gaz bileşimi seçimi açısından önemlidir. Genellikle polimer filmlerin karbondioksit geçirgenlik değeri oksijen geçirgenlik değerinin 2-4 katı olduğundan paket içine karbondioksit gazı verilmişse paket içindeki karbondioksit gazı oranı oldukça yüksek olur. Bu da ambalajlanan ürünün raf ömrünü etkilemektedir (Erkan, 2004).

MAP yönteminde paketlemede kullanılan materyaller istenen raf ömrüne göre etkili koruma fonksiyonlarına sahiptir (Sivertsvik ve ark., 2002).

Gelişen teknoloji ile gıdalarda kullanılan ambalajlar sadece gıda pazarlama ve ürününü koruma gibi pasif görevlere sahip değildirler. Gıdanın kalitesini ve güvenliğini geliştirmek, gıdanın raf ömrünü korumak veya uzatmak için aktif ve akıllı ambalajlama kavramları ile çok sayıda ve yenilikçi çözümler sunmaktadırlar (Dobrucka, 2013).

1.3.1. Aktif ambalajlama

Aktif ambalajlama, besinin depolama süresinin uzatılması, bozulma tepkimelerinin hızının azaltılması amacı ile ambalaj içindeki ortamın değiştirilmesi veya ortamın modifiye edilmesi işlemidir. Çalışma prensiplerine göre aktif ambalajlama sistemleri ikiye ayrılmaktadır. Bunlar “aktif emici-tutucu sistemler” ve “aktif salıcı-yayıcı sistemler”dir (Üçüncü, 2011).

Aktif emici-tutucu sistemler içerisinde oksijen tutucular, karbondioksit tutucular, nem tutucular, etilen tutucular yer almaktadır. Ambalajlanan gıdaların raf ömrünün uzatımı için gerekli olan oksijen tutucular bu hususta önemli birer parça niteliğinde değerlendirilmektedir (Güler, 2019).

Aktif salıcı-yayıcı sistemler içerisinde yer alan salıcılar ise; karbondioksit salıcılar, etanol salıcılar, tat-koku salıcılar’dır (Day 1990 ve Erkan 2004).

Aktif ambalajlama, bozulma reaksiyonlarının hızını minimuma indirmek, gıda kalitesini korumak ve gıdanın raf ömrünü uzatmak amacıyla ambalaj içindeki ortamın ambalaja aktif bileşenler yerleştirilerek değiştirildiği ambalajlama sistemidir. Aktif ambalajlama, muhafaza edilmesi istenilen kalite özelliğine bağlı olarak antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesi, paket içerisinde nem, oksijen, etilen konsantrasyonlarının kontrolü gibi farklı fonksiyonlar sunmaktadır (Constantin, 1985; Sivertsvik ve ark., 2002).

1.4. Modifiye Atmosfer Paketlemede Dikkat Edilecek Hususlar

MAP işlemlerinde dikkat edilmesi gereken birden fazla konu mevcuttur. İşlemlerin yapılmadan önceki cihaz kontrolleri ve gazların uygunluğu oldukça önemli bir husustur. Paketleme işleminde cihazda oluşabilecek herhangi bir sorunda iş aksamakta ve yeterli verim alınamamaktadır. Dolayısıyla ürünün kalitesinde düşüş yaşanılmakta ve belli sıkıntılara yol açmaktadır. Maddeler halinde MAP işleminde dikkat edilmesi gereken hususlar şu şekildedir;

- MAP’da uygun olan gazların kullanımı ile gıda ürünlerinin raf ömrünü artırmak mümkündür.
- Modifiye atmosfer paketlenmiş gıdaların depolama sıcaklığına dikkat edilmeli ve sürekli kontrol altında tutulmalıdır.

- Modifiye atmosfer paketlenmiş ürünlerin güvenliğinin sağlanmasında üretim hattı boyunca HACCP kurallarına uyulmalıdır (Sivertsvik ve ark., 2002).

MAP ile yapılan işlemlerde gıdaları gelişi güzel olarak paketlenme işlemleri yapıldığı takdirde insan sağlığını olumsuz yönde etkileyecek sorunlar ile karşı karşıya kalılabilmektedir. Dolayısıyla yapılan paketlenme işlemlerinde gıdanın bileşenlerine uygun gazlar kullanılmalıdır. Paketlenme işlemlerinde kullanılan cihazların temizliğine ve bakımına dikkat edilmelidir. (Sürengil ve Kılınç, 2011).

1.5. Modifiye Atmosfer Paketlenme Uygulamalarının Kullanıldığı Gıdalar

Son dönemlerde besin kaynaklarındaki azalmalar besinlerin muhafaza edilmesi için yeni yöntemlerin geliştirilmesini ve bu yöndeki çalışmaların artmasını beraberinde getirmiştir (Güler, 2019).

MAP uygulamalarının, son senelerdeki gıda tüketiminde pratiklik ve tazeliğin öne çıkması ile talep ve kullanım alanları gün geçtikçe artmaktadır. MAP ile paketlenmiş olan besinlerin de bu talep doğrultusunda piyasadaki payları hızla artmaktadır. Günümüzde MAP uygulamaları tavuk, balık, sebze-meyve, taze pasta, fırıncılık ürünleri, cips, çay, kabuklu su ürünleri, kahve, çiğ ve pişmiş et ürünleri, süt ürünleri, bakliyatlar, mezeler, sert kabuklu meyveler (fındık, ceviz gibi), sandviçler gibi pek çok besin maddesi için kullanılabilmektedir (Davies 1999; Phillips, 1996).

MAP kullanılarak gıdaların çok daha sağlıklı olması için büyük katkıda bulunulurken aynı zamanda ürünlerin tatları, kokuları, şekilleri ve renkleri de korunmuş olmaktadır. (Farhang 2009; Weiss ve Gibis, 2013; Var ve Sağlam, 2015).



Resim 1.5. Et ürünleri ve sebze, meyvelerin MAP ile paketlenmiş halleri (Darji, 2021).

Resim 1.5'te görüldüğü üzere et ürünleri, sebze ve meyvelerin MAP ile paketlenilmiş gösterimleri yer almaktadır.

1.6. Kaynak Özetleri

Kang ve ark. (1999) yapmış oldukları çalışmada polyolefin plastik filmler kullanılarak soyulmuş sarımsak dişlerini 5°C'de 30 gün boyunca depolamışlardır. % 24 CO₂ ve %0 O₂ atmosfer bileşiminin siyah beneklenmeyi ve renk değişimini azalttığı, filizlenmeyi ve köklenmeyi baskıladığı görülmüştür.

Cantwell ve ark. (2003) yapmış oldukları çalışmada California Late sarımsak çeşidinin %5-15 CO₂ ve %1-3 oranında O₂ gaz karışımları ile 5 ve 10°C'de 3 haftalık süre ile depolanmasının çürümeyi ve renk bozulmasını engellediğini bildirmişlerdir.

Küşümler ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmada soyulmuş sarımsak dişleri 5±0,5°C, %50 oransal nemde %5 O₂ + % 5CO₂ + %90 N₂ ve %25 CO₂+ %75 N₂ gaz konsantrasyonlarında düşük yoğunluklu polietilen ve poliamid/polietilen (20/70 poliamid/polietilen ve 50 düşük yoğunluklu polietilen) iki farklı paket materyali kullanılarak 30 gün depolanmıştır. Depolama sonunda elde edilen verilerde soyulmuş sarımsak dişlerinde renk değişimi, filizlenmenin önlenmesi, su kaybı ve çürümeler görülmüştür. Depolama sonunda elde edilen veriler göz önüne alınarak paket ambalajı olarak düşük yoğunluklu polietilen, atmosfer bileşimi olarak ise, %25 CO₂ ve %75 N₂ bileşimini önermişlerdir.

Üstünel ve ark., (2008) Napolyon kirazlarını 3 farklı ambalaj materyali kullanarak modifiye atmosferde paketlenerek 0 °C'de 56 gün süre ile depolamışlardır. Depolama boyunca renk ve tekstür analizleri yapılmıştır. Depolama sonunda elde edilen verilerde genel olarak hava atmosferinde ambalajlama (%21 O₂) düşük oksijenli (%5 O₂) modifiye atmosferli uygulamalarına oranla kiraz örneklerinin tekstürünü ve rengini korumada daha etkili olmuştur. Ülkemizde genellikle açıkta satılan kirazın uygun geçirgenlikte MAP yöntemi kullanılarak ve PP bazlı polimerik ambalaj materyali kullanılarak ambalajlanmasıyla kalite özelliklerinden olan renk ve tekstürün daha iyi muhafazası mümkün olacağını önermişlerdir.

Dronachari ve ark (2010) yapmış oldukları çalışmada %0,3 havalandırmalı ve havalandırmasız (LDPE ve HDPE) paketlerdeki ön işlemlerin (gingelly yağı ve CACl₂) ve

işlenmemiş örneklerin etkisini değerlendirmek için soyulmuş sarımsak karanfilleri yüksek yoğunluklu polietilen torbalarda 10°C’de %60-70 oransal bağıl nemde depolamışlardır. Depolama sonucunda CaCl_2 ile ön işlem görmüş havalandırmasız HDPE numunelerde soyulmuş sarımsak karanfillerinin raf ömrünün 30 gün olduğunu, havalandırmasız HDPE paketli işlenmemiş numunelerin raf ömrünün 18 gün olduğunu, havalandırmasız HDPE paketlerdeki ve gingelly yağı ile ön işlem görmüş numunelerin depolama ömürlerinin 42 gün olduğu, olduğunu bildirmişlerdir.

Lia ve ark., (2010) yapmış oldukları çalışmada 15 gün süre ile 4°C’de farklı modifiye atmosferde paketlenen sarımsakları depolamışlardır. Kontrol grubu sarımsak örnekleri delikli polietilen torbalara, taze sarımsak örnekleri ise düşük yoğunluklu polietilen, polivinilklorid torbalara konulmuştur. 15 günlük depolama sonunda kontrol grubu sarımsak örnekleri ile düşük yoğunluklu polietilen, polivinilklorid paketler kıyaslandığında kimyasal kalite kayıpları en az olmakla birlikte duyusal değerlerin de korunduğunu bildirmişlerdir.

Li ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada taze kesilmiş sarımsak filizlerinin saklama koşullarının iyileştirilmesinde MAP uygulamasının olumlu sonuçlar verdiği bildirilmiştir.

Batu ve Demirdöven (2010), 6 ay süre ile Grany Smith ve Golden Delicious çeşidi elmaları 1°C’de modifiye atmosferde paketleyerek duyusal ve kimyasal kalite parametrelerine bakmışlardır. Elmalar farklı paketleme materyalleri kullanılarak ve her bir paket için farklı bir modifiye atmosfer ortamı oluşturmuşlardır. Bir grup elma ise paketlenmeyerek kontrol örneği oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda aynı çeşit elmalarda farklı paketleme materyalinin kullanılmasının kalite özelliklerine bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Modifiye atmosferde paketlenmiş her iki elma türlerinden elde edilmiş kalite parametreleri kıyaslandığında Grany Smith elmalarının Golden Delicious türü elmalarına oranla daha sert, ekşilik ve asitlik değerlerinin de daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Fakat yapılan korelasyon analizi sonucunda yapılan duyusal analiz ile elmaların suda çözünür kuru madde ve titrasyon asitliği değerleri arasında kuvvetli bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Titrasyon asitliğinin en iyi asit tat üzerine etkili olan iyi bir ayıraç olduğu ve ayrıca suda çözünür kuru madde ve titrasyon asitliği oranının damak lezzeti üzerine çok iyi bir belirteç olduğu belirlenmiştir.

Öz ve Süfer (2013) yaptıkları çalışmada taze meyve ve sebzelerde, esansiyel yağlar, organik asitler ve kitosan gibi aktif bileşiklerin MAP ile kombinasyon şeklinde

kullanılmasının mikrobiyal üremeyi durduğunu, organoleptik ve fonksiyonel özellikler açısından ürünün toplam kalitesini geliştirdiklerini bildirmişlerdir.

Sellamuthu ve ark. (2013) MAP uygulamasını (%8 CO₂, %2 O₂) kekik yağı muamelesi ile kombine ederek, 2 farklı tür avokado meyvesi üzerinde denemişlerdir. Bu kombinasyonun meyvenin kalite parametreleri (renk, sıklık, ağırlık kaybı), duyu özellikleri (tat, tekstür, aroma ve genel kabul edilebilirlik), toplam fenolik bileşik ve flavonoid içeriği ile antioksidan aktivitesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Meyveler öncelikle 10°C'de 18 gün boyunca depolanmış daha sonra ise 25°C'de 5-10 gün olgunlaşmaya bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda, MAP + kekik yağı uygulamasının meyvelerin ağırlık ve sıklık kaybını azalttığı, kabul edilebilir bir tat, tekstür ve aromaya sahip olduğu ve toplam fenolik bileşik ve flavonoid içeriği ile antioksidan aktivitesinde de artışlar görüldüğü açıklanmıştır.

Silveira ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada 5°C'de 10 gün boyunca depolanmış taze kesilmiş kavunların kalitesi üzerine vanilin (1 ya da 2 g/L) ve sinamik asit (tarçına özgü asit, 0.15 ya da 0.3 g/L) gibi doğal antimikrobiyallerin ve aktif MAP uygulamasının etkisi araştırılmıştır. Her iki antimikrobiyal madde de oldukça etkili bulunmuş ve özellikle aktif MAP uygulaması ile tarçının birlikte kullanılmasının, ambalaj sektörü için faydalı olabileceği ve güvenilir ürün eldesine yeni bir bakış açısı getireceği ifade edilmiştir.

Ban ve ark. (2015) tarafından Pomelo (bal greyfurt, *Citrus grandis* L. Osbeck. cv. Guanxi Pummelo) meyvesi üzerine yapılan bir çalışmada, kitosan bazlı yenilebilir kaplamanın ve sodyum kloritin, aktif ve pasif MAP uygulamasıyla birlikte meyvenin kalite özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. %10 CO₂, %10 O₂ içeren MAP ortamında kitosan kaplama ve sodyum kloritin kombine şeklinde kullanımının, tek başlarına kullanımlarına oranla mikrobiyal gelişimi daha fazla geciktirdiği ortaya çıkarılmıştır. Sinerjik bu uygulamada, ortamda mezofiller ve psikrotroflar geliştiği halde askorbik asit ve toplam çözünebilir kuru madde oranı sabit kalmış, aynı zamanda ağırlık kaybı da azalmıştır.

Kubzdela ve Czaczyk, (2016) lahanalı salatası karışımı (kuru) üzerinde yaptıkları çalışmada, askorbik asit ve sitrik asit çözeltisi ile ön muamelenin ve akabinde MAP'ın salatanın raf ömrü ve kalitesi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Askorbik asit ve sitrik asit çözeltisi ile ön muamele, mezofilik mayalar ile *Pseudomonas* cinsi psikrofil bakteri sayısında 2 logluk, koliform ve mezofil bakterilerde ise önemli oranda azalmaya sebep olmuştur. Yüksek oranda oksijen (%50 ya da 70) ve karbondioksit (%30) içeren modifiye

atmosferde paketlemenin, örneklerin mezofil, psikrofil, laktik asit ve koliform bakterilerinin gelişimini inhibe ettiği tespit edilmiştir.

Ekin (2016) tarafından yapılan çalışmada zenginleştirilen lor peyniri düşük raf ömrüne sahip olması nedeniyle dört farklı MAP ortamında paketlenerek, ürünlerin duyu, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri 4°C'de 35 gün depolama boyunca vakumda paketlenen örneklerle kıyaslanmıştır. Probiyotik lor peynirinde 35 günlük depolama süresi boyunca tüm paketlerde probiyotik bakteri sayıları 10⁷ log kob/g'ın altına düşmemiştir. Diğer yandan *Staphylococcus aureus* sayıları, *Escherichia coli* ve koliform bakteri sayıları ve maya ve küf sayıları depolama süresi boyunca Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'ne (2009/6) göre uygun değerler sergilemiştir. Lor peynirine ilave edilen probiyotik bakterilerin etkisiyle pH'da azalma ve %laktik asitte artış gözlenmiş ve depolama süresi boyunca paketler arasındaki farklılıklar anlamlı bulunmuştur (P<0.05). Proteoliz değerlerinde depolama boyunca genel olarak bir artış gözlenmiştir. 14. günde en yüksek proteoliz düzeyi %80 CO₂ / %20 N₂ örneklerinde belirlenmiştir (P<0.05). Duyusal değerler açısından da en iyi puanlar %80 CO₂/ %20 N₂ örneklerinde tespit edilmiştir. Ayrıca yine duyu açıdan paket uygulamaları arasında en fazla raf ömrüne sahip olan örneklerin %80 CO₂ / %20 N₂ örnekleri olduğu belirlenmiştir.

Gün (2017), farklı olgunluk safhalarında hasat edilen hünnap meyvelerini (*Ziziphus jujuba* Mill. cv. Lang) 0±0,5°C ve %90±5 oransal nemde 42 gün süre ile MAP yöntemi ile paketlenerek muhafaza edilmiştir. Depolama sonunda elde edilen verilerde MAP uygulanmış meyvelerin L* ve hue açısı değeri daha düşük, kroma değeri ise daha yüksek ölçülmüştür. MAP uygulanmış meyvelerin meyve eti sertliğinde meydana gelen yumuşamalar MAP uygulanmamış meyvelere oranla önemli oranda geciktirilmiştir. MAP uygulanmış O-3 olgunluk safhasındaki meyvelerden en yüksek suda çözünabilir kuru madde (SÇKM) elde edilmiştir. MAP uygulamaları ile toplam fenol, C vitamini, toplam flavonoid ve antioksidan aktivitesi değerleri önemli oranda muhafaza edilmiştir. Sonuç olarak soğukta muhafaza edilecek hünnap meyvesinde kalite kaybını en aza indirmek için MAP teknolojisinin uygulanması gerektiği, depolanacak meyvelerin ise O-2 veya O-3 olgunluk safhasında olması önerilmiştir.

Postoğlu (2018) ekmek dilimlerinin, modifiye paketlenmesi sonucu raf ömrüne etkisini incelemiştir. Ekmek dilimleri BOPP/PVDC ambalaj materyali ile paketlenmiştir. Çalışmada 6 farklı grup oluşturulmuştur. Bunlar %100 N₂ ve düşük kapasiteli oksijen tutucu içeren grup, %100 N₂ ve yüksek kapasiteli oksijen tutucu içeren grup, hava atmosferi ile

paketlenmiş ve düşük kapasiteli oksijen tutucu içeren grup, hava atmosferi ile paketlenmiş ve yüksek kapasiteli oksijen tutucu içeren grup, %50 CO₂ %50 N₂ içeren grup ve yalnızca hava atmosferi ile paketlenen grup (kontrol grubu)'tur. Ambalajlanmış üründe kalite parametreleri, tepe boşluğu gaz analizi, renk analizi, tekstür analizi, pH, su aktivitesi ölçümü, mikrobiyolojik analizler (toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam maya ve küf ve görünür mikrobiyel gelişim) ve duyu analizi ile 22°C'de 18 gün boyunca izlenmiştir. Ekmek içi su aktivitesi uygulamalar arasında fazla değişiklik göstermezken, ekmek kabuğundaki su aktivitesi değerlerinin depolama süresi boyunca artış gösterdiği belirlenmiştir, bu durum ekmek içinden ekmek kabuğuna nem geçişi ile ilişkilendirilebilir. Zamana bağlı olarak tüm gruplarda mikrobiyel yükte artış olmuştur. Yüksek kapasiteli oksijen tutucu içeren ve %100 N₂ yapılan grup renk, tekstür ve tat değerlendirmesinde tüm uygulamalar arasında en yüksek duyu puanı almıştır ve 12 gün boyunca kabul edilebilir bulunmuştur. Çalışma sonunda %100 N₂ ile yüksek kapasiteli oksijen tutucu kombine edildiğinde 22°C'de dilim ekmeğin raf ömrü 12 gün bulunmuştur.

Akan ve ark. (2019) yapmış oldukları çalışmada yeşil sarımsak yapraklarını 2°C sıcaklıkta %75-85 oransal nemde 12 gün süre ile ön soğutma sonrasında düşük yoğunluklu polietilen torbalarda paketleyerek depolamışlardır. Depolama süresince yeşil sarımsak yapraklarının kalite korunumu üzerinde MAP'ın etkisini incelemişlerdir. Yapılan çalışma neticesinde muhafaza sürecinde suda çözünür kuru madde kapsamındaki düşüş ile ağırlık kayıplarında artış olduğu, yeşil sarımsak yapraklarının modifiye atmosferik koşullarda paketlenerek depolanmasının tüketici tercihlerini olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir.

Akan ve Horzum (2020) yapmış oldukları çalışmada soğuk depolama döneminde yeşil sarımsak yaprak kalitesi üzerinde MAP uygulamasının etkinliğini araştırmışlardır. Yapmış oldukları çalışmada yeşil sarımsak yapraklarını 10°C sıcaklıkta %80±5 bağıl nemde ön soğutma sonrasında düşük yoğunluklu polietilen torbalarda paketleyerek 12 gün süre ile depolamışlardır. Çalışma sonucunda MAP yönteminin yeşil sarımsakların yaprak kalitesini olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir.

Tunceli sarımsağının modifiye atmosfer yöntemi ile paketlenmesinin raf ömrüne etkisi konusunda yapılan araştırmalar oldukça sınırlıdır. Çalışmamızda MAP işleminin *Allium tuncelianum*'un (Tunceli sarımsağı) raf ömrü ve kalite korunumuna etkisi incelenmiştir.

2. MATERYAL METOT

2.1. Materyal

Bu araştırmada materyal olarak Tunceli ili Ovacık ilçesinden yerel halk tarafından toplanan tek dişli Tunceli sarımsağı (*Allium tuncelianum*) kullanıldı.

2.2. Metot

Araştırma 2019-2020 yılları arasında Munzur Üniversitesi Mühendislik Fakóltesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Enstrümantal İşlemler Laboratuvarı'nda yürütüldü (Resim 2.1).



Resim 2.1. Munzur Üniversitesi Enstrümantal İşlemler Laboratuvarı (Orijinal)

Çalışmada kullanılan sarımsaklar önce görsel kalitesine göre (üzerinde herhangi bir yara izi olmayanlar) seşilip, dijital kumpas (BTS 12045 200 mm) ile ölçölerek boyutlarına göre ayrıldı (Resim 2.2). Boyutlarına göre ayrılan sarımsaklar yaralanmalara yol açmadan dikkatli bir şekilde kabuklarından ayrıldı. Kabuklarından ayrılan sarımsaklar hassas terazide (marka: AND model: FX-3000İ) 50 gram olacak şekilde tartılarak üç gruba ayrıldı. Üç gruba

ayrılan sarımsaklar Lipovak marka KV-500 model 75cm x 85cm x105 cm boyutlarındaki paslanmaz çelik 304 dış gövdeye sahip modifiye atmosfer paketlenme cihazı kullanılarak yapıldı. Paketleme işlemi sırasında 10 saniye vakum uygulanarak atmosferik hava paketlerden uzaklaştırılmış daha sonra paket içlerine 11 saniye boyunca %5 O₂ - %5 CO₂ (A Grubu) ve %3 O₂ - %8 CO₂ (B Grubu) gaz karışımları verilerek modifiye atmosfer altında paketlenme yapıldı. Ambalaj malzemesi olarak kullanılan kaplar PET (Polietilentereftalat) ve PE (Polietilen) malzemesinden üretilmiştir ve boyutları 135x90x30 mm'dir. Paketleri kapatmak için ise polipropilenden (PP) üretilen ambalaj malzemesi kullanıldı. Paketlenmeyen sarımsaklar (atmosferik hava) ise kontrol grubu olarak kullanıldı. Modifiye atmosferde paketlenen ve paketlenmeyen (kontrol) sarımsaklarda, 0. günde ve depolamanın 7., 14., 21. ve 28. günlerinde aşağıda belirtilen ölçüm ve analizler yapıldı.



Resim 2.2. Boyutlarına göre ayrılan tek dişli Tunceli sarımsakları (Orijinal)

Resim 2.2'de Tunceli sarımsağının boyutlarına göre ayrımları görülmektedir. Resimden de görüleceği üzere sarımsaklar boyutlarına göre küçük, orta ve büyük olarak ayrıldı. Boyutlara göre ayrılan sarımsakların modifiye atmosfer doğrultusunda paketlenme işlemleri yapıldı.



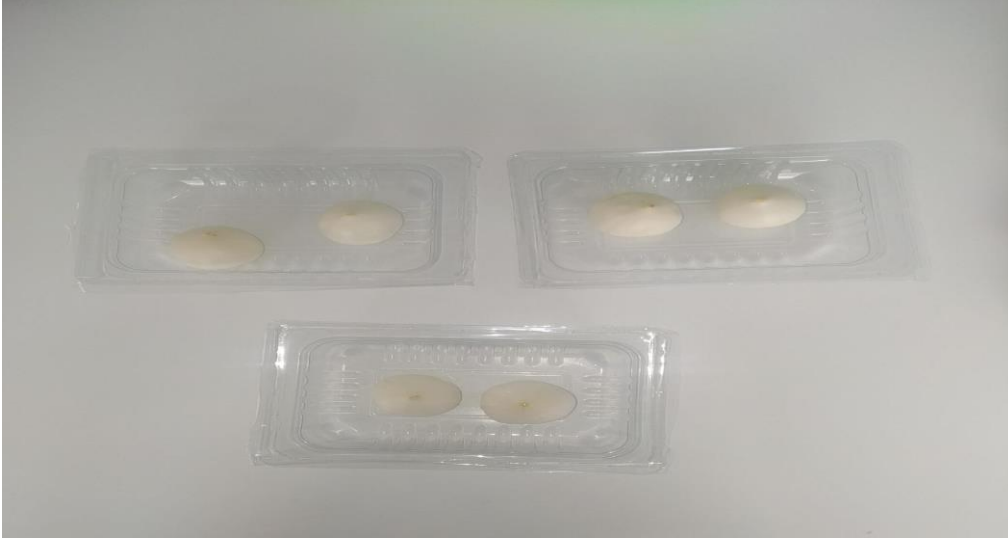
Resim 2.3. MAP ile paketlenmeden önce kabukları ayıklanmış *Allium tuncelianum* görünümü (Orijinal)

Resim 2.3'te Tunceli sarımsaklarının MAP öncesindeki durumları görülmektedir. İlk olarak boyutlarına göre ayrılan sarımsaklar kabuklarından arındırılarak temizlendi. Temiz ve hijyenik hale getirilen sarımsakların MAP ile paketlenmeleri yapıldı.



Resim 2.4. Tunceli Sarımsağı MAP ile Paketlenme Anı (Orijinal)

Resim 2.4' de görüldüğü üzere Tunceli sarımsağının MAP ile paketlenme anındaki görseli sunulmaktadır.



Resim 2.5. Tunceli Sarımsağının MAP ile Paketlenmiş Hali (Orijinal)

Resim 2.5’te görüldüğü üzere Tunceli sarımsağının MAP ile paketlenmiş hali

2.2.1. Ağırlık Kaybı

Sarımsakların ağırlık ölçümleri 0.01 g hassasiyetli terazi (AND FX-3000İ) kullanılarak yapıldı. Sarımsaktaki ağırlık kaybı için başlangıç ağırlıkları alınarak depolamanın 7., 14., 21., ve 28 gününde sarımsak örnekleri tekrar tartıldı. Oluşan ağırlık kayıpları yüzde (%) olarak hesaplandı (Koyuncu ve Yıldız, 1999).

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

A1: Başlangıç ağırlığı; A2: Son ağırlık

2.2.2. Kuru madde tayini

Kuru madde tayini 1 mg hassasiyetli nem tayin cihazı (Radwag-MA-110R, Polonya) kullanılarak yapılmıştır (Resim 2.6). Kuru madde tayini için darası sıfırlanmış numune ölçüm kabına hazırlanmış sarımsak örneklerinden 1 g eklendi. Eklenen sarımsak örneklerinin kurutma işlemi tamamlandı. Örneklerin toplam kuru madde miktarı %KM olarak ifade edildi.



Resim 2.6. Tunceli sarımsağında kurumadde tayini analizinden bir görünüm (Orijinal)

2.2.3. Su aktivitesi tayini

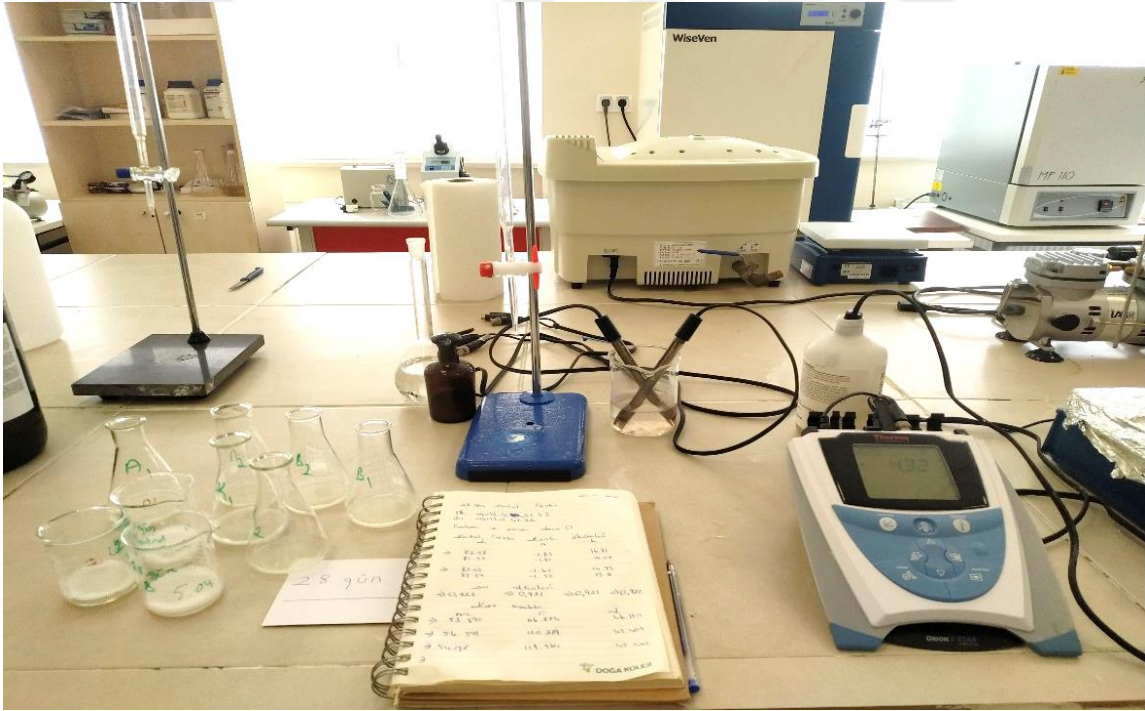
Su aktivitesi (a_w) ölçümü için sarımsaklar ince ince doğrandı daha sonra numune kablarına koyularak okuma hücrelerine yerleştirildi. Su aktivitesinin belirlenmesinde Novasina Labmaster (İsviçre) marka cihaz kullanıldı (Resim 2.7).



Resim 2.7. Tunceli sarımsağında su aktivitesi tayininden bir görünüm (Orijinal)

2.2.4. pH ve Titrasyon asitliği tayini:

Sarımsakta pH ve titrasyon asitliğini belirlemek için 5 g sarımsak örneği beherglası alınıp 25 mL saf su ile seyreltilerek ultra turrax ile (IKA T8 Ultra-Turrax, Almanya) homojen hale getirildi. Homojen hale getirilen örneklerin pH değeri 20°C’de pH ölçüm (Thermo Scientific, Orion3Star, Singapur) cihazının cam elektrodu örneğe daldırılarak belirlendi (Resim 2.8). Titrasyon asitliğini belirlemek için hazırlanan homojen karışımdan 10 mL alınarak fenol fitaleyn indikatörlüğünde 0.1 N NaOH ile titre edildi (Çalhan, 2010).



Resim 2.8. Tunceli sarımsağı örneklerinin pH ve titrasyon asitliği tayininden bir görünüm (Orijinal)

2.2.5. Kül tayini

Sarımsakta kül tayini yapmak için kullanılan 25 ml’lik porselen krozeler kül fırınında (Nüve Fırın, MF11, Türkiye) 800°C’ de 5 saat yakıldı. Sabit tartıma getirilen porselen krozeler desikatöre alınarak soğutuldu. Soğutulan krozelerin daraları alınarak içerilerine 3 g sarımsak örneği tartıldı. Tartılan sarımsak örneklerinin 500°C’ de 5 saat süre yakma işlemi gerçekleştirildi. Yakılan krozeler desikatörde soğutulularak tartıldı.

(Resim 2.9). Yakma işlemi öncesi ve sonrasında tartımlar arası fark alınarak % kül miktarları belirlendi (Ağbaş ve ark., 2013).

$$\text{Kül Miktarı (\%)} = \frac{\text{Kül Miktarı (g)}}{\text{Tartılan örnek miktarı (g)}} \times 100$$



Resim 2.9. Tunceli sarımsağında kül tayininden bir görünüm (Orijinal)

2.2.6. Meyve eti sertliği

Meyve eti sertliği tayini yapılmak üzere sarımsak örnekleri aynı boyutta ve küp şeklinde (10 × 10 mm) kesildi. Kesilen sarımsakların sertlik analizi TA-XT PLUS tekstür analiz cihazı ile yapıldı (Resim 2.10).



Resim 2.10. Tunceli sarımsağında tekstür cihazı ile yapılan meyve eti sertliği tayininden bir görünüm (Orijinal)

2.2.7. Renk tayini

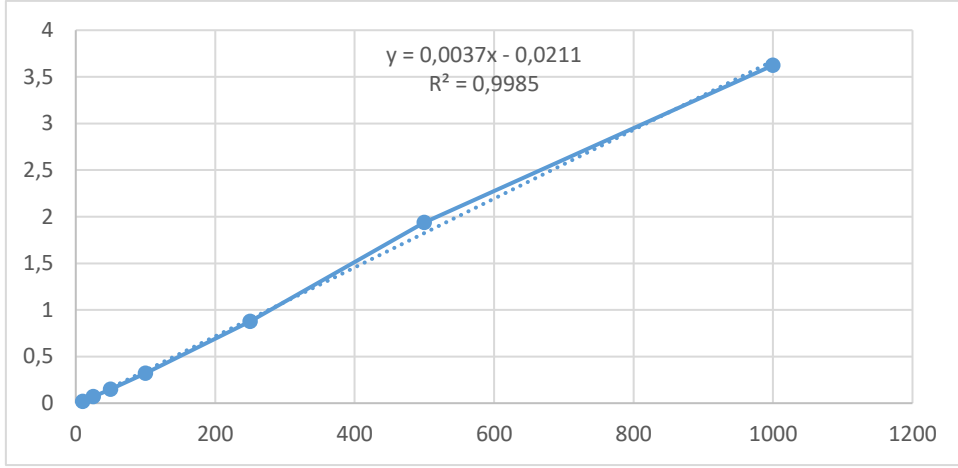
Sarımsakta renk tayini yapılmak üzere örneklerin renk ölçümleri, renk cihazı (Konica Minolta CR-400, Japan) kullanılarak (Resim 2.11) her bir sarımsak örneği için iki paralel halinde yapıldı. Her ölçüm öncesi cihazın kalibrasyonu yapıldı. Cihazın kalibrasyonundan sonra Hunter L* (parlaklık; 100 = beyaz, 0 = siyah), a* (kırmızılık; $\pm$, kırmızı; -, yeşil) ve b* (sarılık; $\pm$, sarı; -, mavi) değerleri okundu (Yüksel, ve ark., 2017).



Resim 2.11. Tunceli sarımsağında renk analizinden bir görünüm (Orijinal)

2.2.8. Toplam fenolik madde tayini:

Sarımsak örneklerindeki toplam fenolik madde miktarı, Singleton ve ark., (1999) metoduna göre Folin-Ciocalteu ayracı kullanılarak spektrofotometrik yöntem ile belirlendi. Ekstrakte edilen örneklerden 100 μ l ekstrakta 2400 μ l saf su ve 500 μ l folin-ciocaltaeu çözeltisi eklendi. 3 dakika sonra 1500 μ l %3'lük Na_2CO_3 çözeltisi eklenerek tüpler 31 vorteks ile (Heidolph Reax Top, Almanya) karıştırıldı. Ortam sıcaklığında, karanlık koşullarda 2 saat bekletilen çözeltilerin absorbensları UV-GB spektrometre (UV-1601, Shimadzu, Kyoto, Japonya) ile 720 nm'de ultra saf suya karşı okundu. Aynı yöntem ile farklı konsantrasyonlarda (mg/L) hazırlanan gallik asit çözeltileri ile kalibrasyon eğrisi çizilerek sonuçlar hesaplandı (Şekil 2.1). Örneklerde bulunan toplam fenolik madde miktarı gallik asit eşdeğeri (GAE) mg/100 mg örnek olarak ifade edildi.



Şekil 2.1. Gallik asit standart eğrisi (Orijinal)



Resim 2.12. Tunceli sarımsağında spektrofotometre cihazı ile yapılan toplam fenolik madde tayininden bir görünüm (Orijinal)

2.2.9. Çürüme ve bozulma oranı

Çürüme ve bozulma oranı her depolamanın sonunda sağlam ve çürük sarımsak örnekleri sayılarak yüzde (%) olarak hesaplandı (Çalhan, 2010).

$$\text{Bozulma Oranı (\%)} = \frac{\text{Bozulan Meyve Adedi}}{\text{Toplam Meyve Adedi}} \times 100$$

2.2.10. İstatistiksel Analiz

Elde edilen analiz sonuçları SPSS 18.00 paket programı kullanılarak varyans analizi ile elde edilen bulgular değerlendirildi. Ortalamalar arasındaki farkı belirlemek için

"Duncan" çoklu karşılaştırma testleri uygulandı. İstatistiki önem düzeyi %95 olarak kabul edildi.



3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. *Allium tuncelianum*'un Modifiye Atmosfer Yöntemi ile Paketlenmesinin Ağırlık Kaybı Üzerine Etkisi

Ambalaj filmi boyunca meydana gelen buhar basıncı farkından kaynaklanan ağırlık kaybı, ambalajdan çevre atmosfere su kaybına ek olarak solunum sırasında CO₂ oluşumu nedeniyle karbon kaybına yol açabilir (Ban ve ark., 2014). Su kaybının, taze ürünlerde solmaya, büzülmeye ve sertlik kaybına neden olduğu belirtilerek, bu durumun ticari ve fizyolojik bozulmanın öncelikli sebeplerinden biri olduğu ifade edilmektedir. Jalali ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmaya göre, nem kaybı ilk ürün kütlesinin yüzde 3 ile 10'una ulaştığında birçok ürünün pazarlanabilirliğini yitirdiği, bazı durumlarda ise yüzde 1 ile 2 nem kaybının bile ürünü pazarlanamaz hale getirdiği vurgulanmaktadır. 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 mikrobiyal bozulmalara yol açabilir (Vázquez-Barrios ve ark., 2006; Yüksel, 2022). 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; Yüksel, 2022) bulunsada kesin olarak belirlenmiş maksimum bir ağırlık kaybı verisi bulunmamaktadır.

Sarımsaklar boyutlarına göre ayrıldıktan sonra modifiye atmosfer paketlenme yöntemi ile paketlenmeyen kontrol grubu ve modifiye atmosfer paketlenme yöntemi ile paketlenen A ve B grubu sarımsak örneklerinin başlangıç ağırlıkları alındı.

Depolamanın 0., 7., 14., 21. ve 28. gününde sarımsak örnekleri tekrar tartıldı oluşan ağırlık kayıpları yüzde olarak hesaplandı.

Denemenin yapıldığı 0., 7., 14., 21. ve 28. gün sarımsak örneklerine ait ağırlık hesaplamaları varyans analizine ve Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutuldu ve sonuçlar Tablo 3.1'de verildi.

Tablo 3.1. Ağırlık kaybı (%) ve standart sapma değerleri

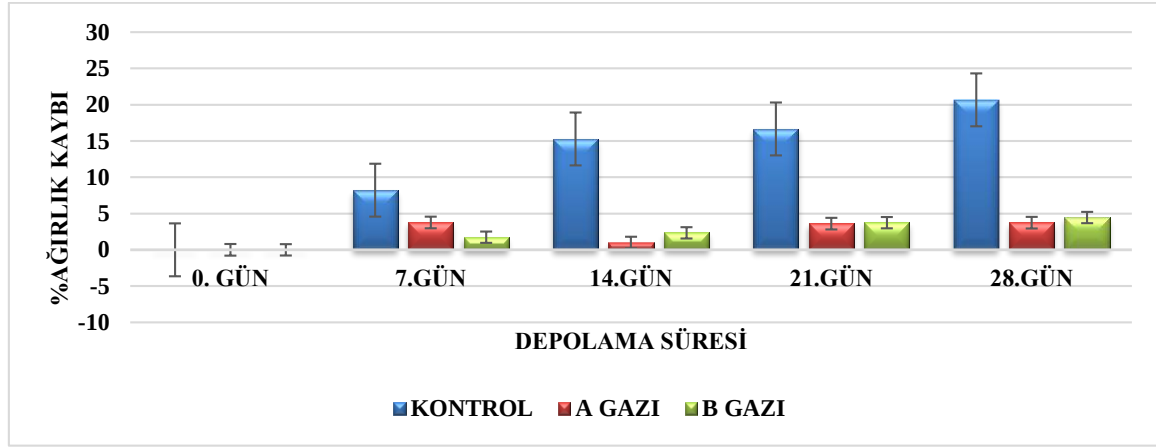
	KONTROL	A GRUBU	B GRUBU
0.GÜN	0,00±0,00 ^{a,A}	0,00±0,00 ^{a,A}	0,00±0,00 ^{a,A}
7.GÜN	8,22 ± 2,41 ^{a,A}	3,77±2,59 ^{a, A}	1,74±0,91 ^{a, AB}
14.GÜN	15,28±4,53 ^{b,B}	1,00±0,12 ^{a,A}	2,34±0,32 ^{a, AB}
21.GÜN	16,66±9,78 ^{a,A}	3,61±1,69 ^{a,A}	3,76±1,29 ^{a,B}
28.GÜN	20,67±12,31 ^{a,A}	3,74±0,47 ^{a,A}	4,45±0,14 ^{a,B}

*Aynı satırda küçük farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

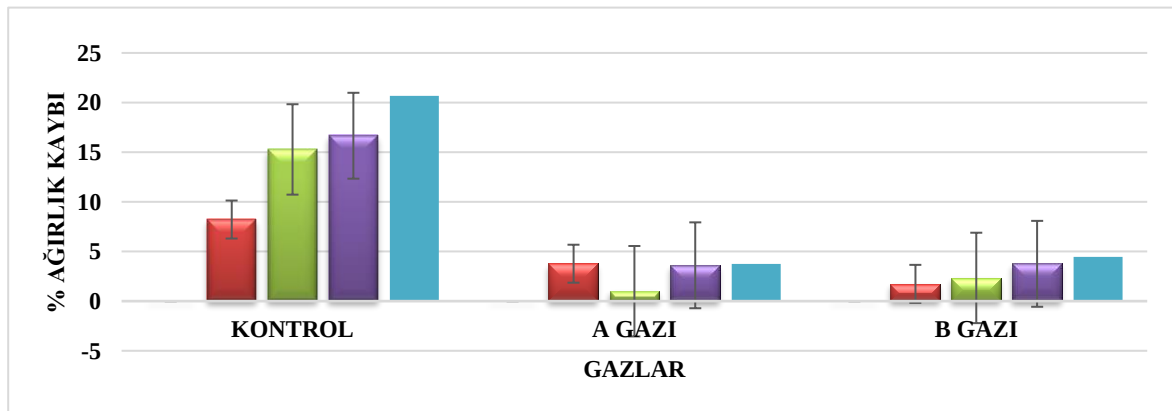
*Aynı sütunda büyük farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

A grubu gaz bileşimi: %5 O₂ - %5 CO₂

B grubu gaz bileşimi: %3 O₂ - %8 CO₂



Şekil 3.1. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı ağırlık değişimi (%)



Şekil 3.2. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı ağırlık kaybı değişimi (%)

Yapılan çalışmada açıkta muhafaza edilen kontrol grubu sarımsak örnekleri ile MAP yöntemi ile paketlenen A ve B grubu sarımsak örneklerinde yapılan (%) ağırlık kaybı ölçümleri istatistiksel olarak değerlendirdiğinde depolamanın 7. Gününde kontrol grubu sarımsak örneklerinin ağırlık kaybı %8,22 olup en yüksek değere sahiptir. B grubu sarımsak örneklerinin ağırlık kaybı ise %1,74 olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 7. gündeki ağırlık kayıpları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Depolamanın 14. gününde kontrol grubu sarımsak örneklerinin ağırlık kaybı %15,28 olup en yüksek değere sahiptir. A grubu sarımsak örneklerinin ağırlık kaybı %1,00 olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 14. gündeki ağırlık kayıpları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($p<0,05$). 21. günde kontrol grubu sarımsak örneklerinin ağırlık kaybı %16,66 olup en yüksek değere sahiptir. A grubu sarımsak örneklerinin ağırlık kaybı %3,61 olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 21. gündeki ağırlık kayıpları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Depolamanın 28. gününde ise kontrol grubu sarımsak örneklerinin ağırlık kaybı %20,67 olup en yüksek değere sahiptir. A grubu sarımsak örneklerinin ağırlık kaybı %3,74 olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 28. gündeki ağırlık kayıpları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Depolama süresi boyunca elde edilen verilere göre MAP yöntemi ile paketlenmeyen kontrol grubu sarımsak örnekleri ile MAP yöntemi ile paketlenen A ve B grubu sarımsak örneklerinde en yüksek ağırlık kaybı depolama süresince kontrol grubu sarımsak örneklerinde olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresince ağırlık kaybı değerlerinin MAP yöntemi ile paketlenen A ve B grubu sarımsak örneklerinde ölçülen değerlerin MAP yöntemi ile paketlenmeyen kontrol grubu sarımsak örneklerin de ölçülen ağırlık kaybı değerlerinden daha düşük olması MAP yönteminin ağırlık kaybındaki artışları önleyebileceğinin bir göstergesidir. Depolama sürelerine göre değerlendirdiğimizde kontrol grubu örneklerinin ve B grubu sarımsak örneklerinin 0., 7., 14., 21., ve 28. günlerinde kuru madde değerleri depolama sürelerince istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,005$). A grubu sarımsak örneklerinin depolama süresince kuru madde değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,005$). MAP yöntemi uygulanan ürüne yüksek bağıl nem sağlar ve bu şekilde üründe su kaybını azaltır (Kader ve ark., 1989). Marongoni ve Stanley, (1991) yaptıkları çalışmada farklı olgunluk dönemlerindeki domateslere MAP uygulamışlar ve MAP uygulanan domateslerdeki ağırlık kaybının kontrol örneklerine oranla daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Akan ve ark., (2019) soğukta muhafaza edilen taze sarımsaklarda modifiye atmosferde paketlemenin yeşil sarımsak yapraklarının ağırlık kaybı (%) üzerine etkisini araştırdığı çalışmada depolama süresince kontrol grubu sarımsak örneklerinin ağırlık kaybının %9,56 iken, modifiye atmosferde paketlenen sarımsak örneklerinin ağırlık kaybının %4,92 olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacı depolama süresine bağlı olarak ağırlık kaybının korunmasında paketlemenin etkisini belirgin bulmuştur.

Modifiye atmosferde ürünlerin paketlenmesi ile ürünlerde meydana gelen su kaybı engellenmiştir. Şen ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada açıkta depolanan kontrol ürünlerinde depodaki bağıl nemin paket içi bağıl neminden düşük olması sebebiyle paketlenmiş ürünlere göre daha fazla su kaybına uğradığını belirtmişlerdir. Bu durumda modifiye atmosferde paketlenme yönteminin sarımsak örneklerindeki ağırlık kaybına olumlu bir etki yaptığının göstergesidir. Daha önce 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. Gantner ve ark., (2017), yaptıkları çalışmada *Agaricus bisporus* 'un 4 °C'de 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. Yüksel (2022) tarafından yapılan çalışmada, 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. Çalışmalar arasındaki farkların çalışmalarda kullanılan mantarların ve ambalaj malzemesinin farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Yüksel (2022) tarafından yapılan çalışmada, kontrol grubu örneklerinin ağırlıklarında depolama süresince azalma görülmüştür. 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 ağırlık kaybının meydana gelmediği ifade edilmiştir. 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). Yapılan bir çalışmada, 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 pakettikten 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. Yüksel (2022) yaptığı çalışmada, Sarımsağın su tutma kapasitesindeki azalmaya bağlı 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. Yapılan bir çalışmada farklı depolama sıcaklıklardaki muhafaza ortamlarına göre ağırlık kaybı değerleri ele alındığında MAP’ın ağırlık kaybının kontrole göre çok az olduğu ortaya çıkmıştır (Başyigit ve Sakaldaş, 2021).

3.2. *Allium tuncelianum*'un Modifiye Atmosfer Yöntemi ile Paketlenmesinin Kuru Madde Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

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 (Yüksel, 2022).

Deneme süresi boyunca modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile paketlenmeyen kontrol grubu ve modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile paketlenen A ve B grubu sarımsak örneklerin kuru madde değerlerine bakılmıştır. Denemenin yapıldığı 0., 7., 14., 21. ve 28. gün sarımsak örneklerine ait kuru madde değerleri Varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve sonuçlar Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3. 2. Depolanan örneklerin kuru madde değerleri ve standart sapma değerleri

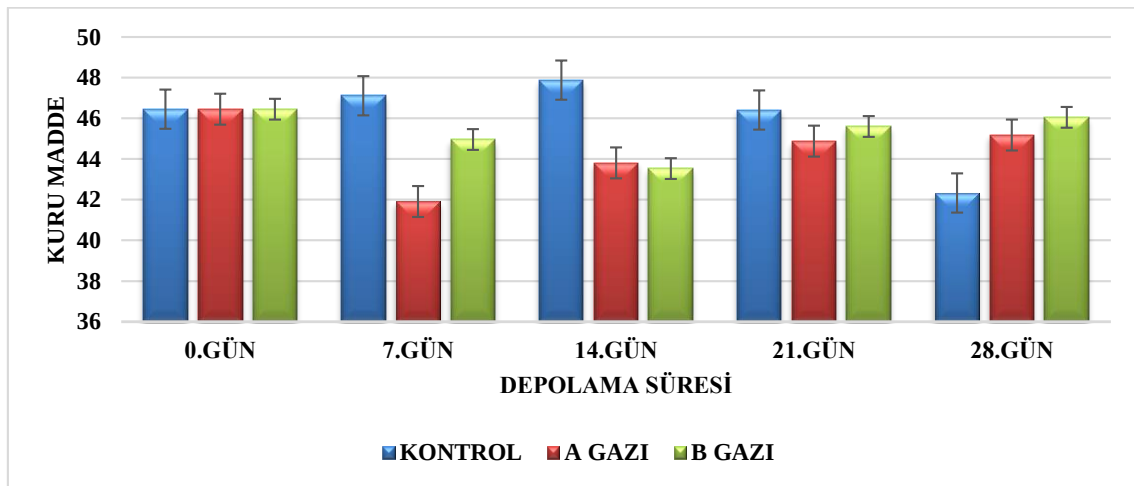
	KONTROL	A	B
0.GÜN	46,45±0,71 ^{a,B}	46,45±0,71 ^{a,C}	46,45±0,71 ^{a,A}
7.GÜN	47,11 ±0,60 ^{b,B}	41,91±0,78 ^{a,A}	44,96±1,12 ^{b,A}
14.GÜN	47,88±0,35 ^{a,B}	43,81±0,78 ^{b,AB}	43,53±1,34 ^{b,A}
21.GÜN	46,41±1,11 ^{a,AB}	44,88±0,68 ^{a,BC}	45,60±0,67 ^{a,A}
28.GÜN	42,33±1,10 ^{a,A}	45,18±0,79 ^{b,BC}	46,05±0,16 ^{b,A}

*Aynı satırda küçük ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

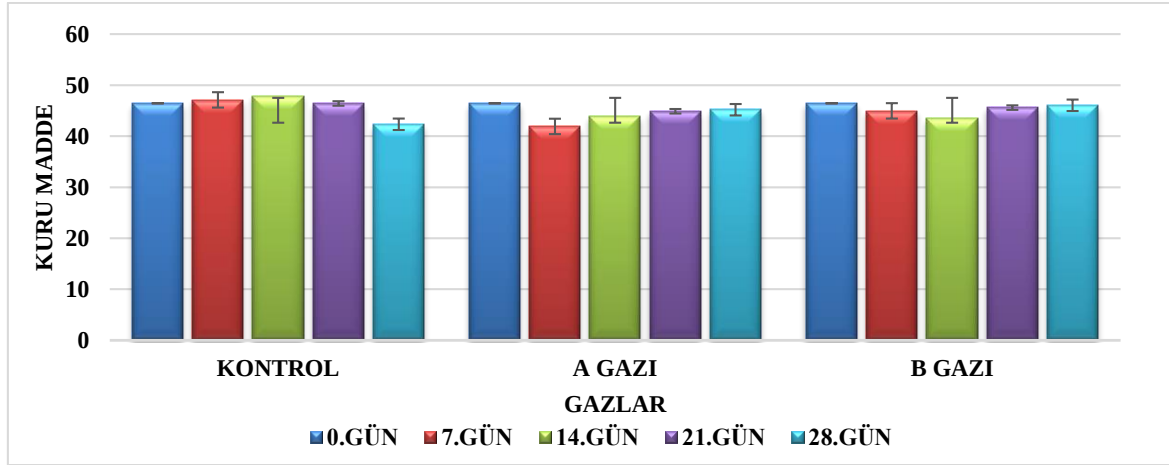
*Aynı sütunda büyük ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

A grubu gaz bileşimi: %5 O₂- %5 CO₂

B grubu gaz bileşimi: %3 O₂- %8 CO₂



Şekil 3.3. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı kuru madde değişimi (%)



Şekil 3.4. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı kuru madde değişimi (%)

MAP yöntemi ile paketlenmeyen kontrol grubu sarımsak örnekleri ile MAP yöntemi ile paketlenen A (%5 O₂- %5 CO₂) grubu ve B (%3 O₂- %8 CO₂) grubu sarımsak örneklerinde yapılan kuru madde analiz değerleri istatistiksel olarak değerlendirdiğinde 7. günde kontrol grubu sarımsak örneklerinin kuru madde miktarları 47,11 g olup en yüksek değere sahiptir. A grubu sarımsak örnekleri kuru madde miktarı 41,91 g olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 7. gündeki kuru madde değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır (p<0,005). Depolamanın 14. gününde kontrol grubu sarımsak örneklerinin kuru madde miktarı 47,88 g olup en yüksek değere sahiptir. B gazı ile paketlenen sarımsak örnekleri ise 43,53 g olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 14. gündeki kuru madde değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır (p<0,05). Depolamanın 21.gününe baktığımızda kontrol grubu sarımsak örneklerinin kuru madde miktarı 46,41 g olup en yüksek değere sahiptir. A grubu sarımsak örnekleri değeri 44,88 g olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 21. gündeki kuru madde değişiminde anlamlı bir fark bulunmamaktadır (p>0,005). Depolamanın 28.gününde ise B grubu sarımsak örneklerinin kuru madde miktarı 46,05 g olup en yüksek değere sahiptir. Açıkta muhafaza edilen kontrol grubu sarımsak örneklerinin kuru madde miktarı 42,33 g olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 28. gündeki kuru madde değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır (p<0,05). Depolama sürelerine göre değerlendirdiğimizde kontrol grubu örneklerinin ve A grubu sarımsak örneklerinin 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde kuru madde değerleri depolama sürelerince istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,005). B grubu sarımsak örneklerinin depolama süresince kuru madde değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır

($p>0,005$). Genel olarak depolama süresince kontrol grubu örneklerinin kuru madde miktarlarında artış A ve B gazı örneklerinin kuru madde miktarlarında ise azalma görülmektedir. Depolama süresi ilerledikçe kontrol grubu örneklerinde ağırlık kaybı fazla olduğundan kuru madde miktarında yükseliş görülmesini, modifiye atmosferde paketlenen A ve B grubu sarımsak örneklerinde ise ağırlık kaybı daha az olduğundan kuru madde miktarlarında düşüş görülmesinin su kaybından olabileceğini düşündürmektedir. Yüksel (2022) tarafından yapılan çalışmada, 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 genellikle düşük kuru madde içeriğine sahip olduğu bilinmektedir. Bu mantarların kalite özelliklerini belirleyen en önemli faktörlerden biri yüksek nem içeriği ve su aktivitesidir (Kalač, 2013). Ragunathan ve Swaminathan (2003), farklı kompostlarda yetiştirilen *Pleurotus* spp. Mantarlarının taze mantarlarda %6,92 ile 9,86 arasında değişen kuru madde içeriğini tespit etmiştir. *Pleurotus eryngii*'nin kuru madde içeriği ise Rodríguez-Seoane ve ark. (2019) tarafından %11,21 olarak belirlenmiştir. Babacan ve ark. (2018) ise yaptığı çalışmada *Pleurotus ostreatus*'un fizikokimyasal özelliklerini inceleyerek, taze mantarın yüzde kuru madde oranını 10,45 olarak rapor etmiştir. Yüksel (2022) tarafından yapılan çalışmada ise taze mantarların kuru madde oranının $\%11,90 \pm 0,49$ olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçların, literatürdeki diğer bulgularla uyumlu olduğu, *Pleurotus eryngii* var. *ferulae*'nin kuru madde içeriğinin diğer mantar türlerinden biraz daha yüksek olduğu kanısına varılmıştır. 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. 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). Çalışmalarda elde edilen yüzde kuru madde miktarlarının farklı olmasının nedeni depolama sıcaklığı ve mantarların solunum hızı farkından kaynaklanabilir. Daha önce yapılan bir çalışmada, 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). Yüksel (2022) tarafından 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. Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde *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. Daha önce yapılan bir çalışmada MAP uygulanmış mantarlarda saptanan SÇKM değerleri önemli seviyede yüksek çıkmıştır (Başyigit ve Sakaldaş, 2021).

3.3. *Allium tuncelianum* 'un Modifiye Atmosfer ile Paketlenmesinin Su Aktivitesi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

Su aktivitesi, aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncının, gıda içerisindeki suyun buhar basıncına oranı olarak ifade edilir. Bu fizikokimyasal özellik, gıdaların içerdiği su miktarını belirlemek ve bu suyun gıdanın çevresindeki su ortamına olan etkisini ölçmek için kullanılır. Su aktivitesi, gıdaların depolanabilirliğini, bozulma süreçlerini ve raf ömrünü belirlemek için önemli bir gösterge olarak kabul edilir. Gıdalar genellikle nem içeriklerine bağlı olarak su aktivitesi değerine sahiptirler. Gıdalar genellikle yüksek (a_w 0,90-1,00), orta (a_w 0,60-0,90) veya düşük nemli ($<0,60$) olarak gruplandırılır. Bu gruplandırma, gıdanın su aktivitesinin bakteri, küf ve diğer mikroorganizmaların büyümesi için uygun ortam oluşturup oluşturmadığını değerlendirmek açısından önemlidir. Özay ve ark. (1993) tarafından yapılan çalışmaya göre, gıdaların nem içerikleri baz alınarak yapılan bu gruplandırma, gıdaların saklama koşullarını belirlemede ve raf ömrünü tahmin etmede kullanılan etkili bir sınıflandırma yöntemidir.

Gıdaların uzun süre bozulmadan muhafazasında su aktivitesi değeri kullanılan önemli bir parametredir (Turan ve İslam, 2016). Su aktivitesinin kontrolü ile gıdalarda istenmeyen kimyasal ve mikrobiyal değişmelerin engellenmesi ve gıdaların emniyetle muhafaza edilmesi kontrol altına alınabilir. (Certel ve Ertugay, 1996). 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). Deneme süresi boyunca MAP yöntemi ile paketlenmeyen kontrol grubu ve MAP ile paketlenen A (%5 O₂- %5 CO₂) grubu ve B (%3 O₂- %8 CO₂) grubu sarımsak örneklerinde su aktivitesi tayinleri yapılmıştır. Denemenin yapıldığı 0., 7., 14., 21. ve 28. gün sarımsak örneklerine ait su aktivitesi değerleri varyans analizine ve duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve sonuçlar Tablo 3.3'te verilmiştir.

Tablo 3.3. Depolanan örneklerin su aktivitesi değerleri ve standart sapma değerleri

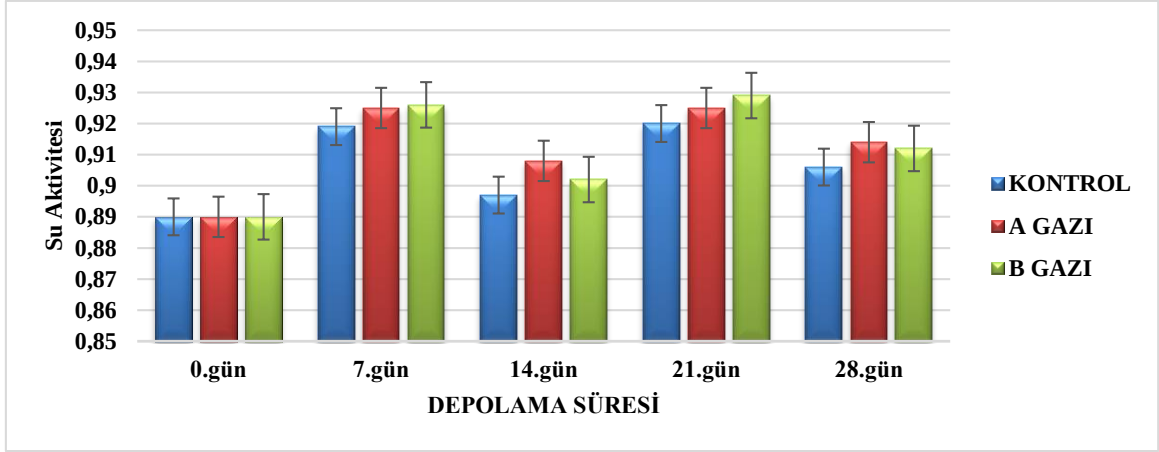
	KONTROL	A GRUBU	B GRUBU
0.GÜN	0,890±0,000 ^{a,A}	0,890±0,000 ^{a,A}	0,890±0,000 ^{a,A}
7.GÜN	0,919±0,003 ^{a,A}	0,925±0,003 ^{a,B}	0,926±0,002 ^{a,B}
14.GÜN	0,897±0,013 ^{a,A}	0,908±0,007 ^{a,A}	0,902±0,005 ^{a,A}
21.GÜN	0,920±0,001 ^{a,A}	0,925±0,001 ^{b,B}	0,929±0,000 ^{c,B}
28.GÜN	0,906±0,006 ^{a,A}	0,914±0,002 ^{a,AB}	0,912±0,003 ^{a,AB}

*Aynı satırda küçük ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

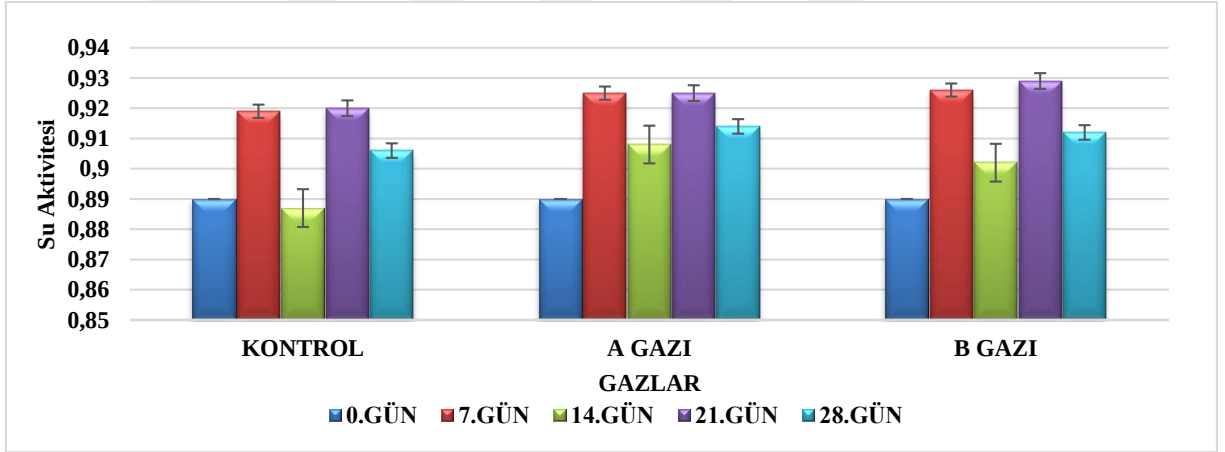
*Aynı sütunda büyük ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

A grubu gaz bileşimi: %5 O₂- %5 CO₂

B grubu gaz bileşimi: %3 O₂- %8 CO₂



Şekil 3.5. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı su aktivitesi değişimi (%)



Şekil 3.6. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı su aktivitesi değişimi (%)

Tablo 3.3'ten de görüldüğü gibi MAP yöntemi ile paketlenmeyen kontrol grubu sarımsak örnekleri ile MAP yöntemi ile paketlenen A (%5 O₂- %5 CO₂) grubu ve B (%3 O₂- %8 CO₂) grubu sarımsak örneklerinde yapılan su aktivitesinin analiz değerleri istatistiksel olarak değerlendirdiğinde 7. Günde MAP yöntemi ile paketlenen B grubu sarımsak örneklerinin su aktivitesi değeri 0,926 olup en yüksek değere sahiptir. Açıkta muhafaza edilen kontrol grubu sarımsak örneklerinin su aktivitesi değeri 0,919 olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 7. gündeki su aktivitesi değişiminde istatistiksel olarak bir fark bulunmamaktadır ($p>0,005$). Depolamanın 14. gününde A grubu sarımsak örneklerinin su aktivitesi değeri 0,908 olup en yüksek değere sahiptir. MAP ile

paketlenmeyen kontrol grubu örneklerinin su aktivitesi değeri ise 0,897 olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 14. gündeki su aktivitesi değişimi istatistiksel olarak aralarında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Depolamanın 21. gününe baktığımızda B grubu sarımsak örneklerinin su aktivitesi değeri 0,929 olup en yüksek değere sahiptir. Kontrol grubu sarımsak örneklerinin değeri 0,920 olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 21. gündeki su aktivitesi değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). Depolamanın 28.gününde ise A grubu sarımsak örneklerinin su aktivitesi değeri 0,914 olup en yüksek değere sahiptir. Açıkta muhafaza edilen kontrol grubu sarımsak örneklerinin su aktivitesi değeri 0,906 olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 28. gündeki su aktivitesi değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Depolama sürelerine göre değerlendirdiğimizde A grubu örneklerinin ve B grubu sarımsak örneklerinin 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde su aktivitesi değerleri depolama sürelerince istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,005$). Kontrol grubu sarımsak örneklerinin depolama süresince su aktivitesi değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,005$). Örneğin, bağıl nemin yüksek olduğu ortamlarda düşük su aktiviteli ürünler depolanırken, ortamdan gıdaya nem transferi olabileceğinden dolayı bu tür ürünlerde bozulma hızlanabilir (Cutter, 2002). Bu durum, mikroorganizma büyümesi ve enzimatik reaksiyonların hızlanması gibi faktörlere bağlı olarak gıdanın kalitesinde olumsuz etkilere yol açabilir. Diğer taraftan, yüksek su aktivitesi değerine sahip paketlenmiş ürünler düşük bağıl neme sahip bir ortamda depolandığında, gıdadan çevreye nem kaybı gerçekleşebilir. Bu durum, üründeki su aktivitesinin çevresindeki düşük bağıl nemden dolayı azalması sonucu oluşabilir. Bu nem kaybı, üründe kuruma, tekstür değişiklikleri ve kalite kayıplarına neden olabilir (Caleb ve ark., 2013). Bu bilgiler, gıdaların depolanması sırasında su aktivitesi ve bağıl nemin dengesinin önemini vurgular. Bu denge, ürünlerin kalitesini korumak ve raf ömrünü uzatmak için dikkate alınması gereken önemli faktörlerden biridir. Yüksel (2022) tarafından yapılan çalışmada 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. Daha önce yapılan bazı çalışmalarda taze kültür mantarının (*Agaricus bisporus*), su aktivitesi değerinin de yüksek olduğu (0,996) görülmüştür (Leong ve ark., 2015). Öztürk, (2019) tarafından yapılan çalışmada pasif MA altında paketlediği *Agaricus bisporus*'un su aktivitesi değerlerinin 16 günlük depolama boyunca 0.95 ile 0.98 aralığında olduğu ve ürünlerin depolama boyunca yüksek su aktivitesi değerini koruduğu

belirlenmiştir. Yüksel (2022) tarafından yapılan çalışmada, 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. Depolamanın 9. haftasında ise, kontrol grubu sarımsak örneklerine ait su aktivitesi değerlerinin, MA paketlenen örneklerden daha düşük olduğu görülmüştür. MA ile paketlenen tüm örneklerde ve kontrol grubunda en düşük su aktivitesi değeri 6. Haftada görülmüştür. Tüm gruplarda depolama boyunca 6. Haftaya kadar su aktivitesi değerlerinde fark belirlenmemiştir. 6. Haftadan sonra su aktivitesi değerlerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlı olup 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. Yüksel (2022) ise taze Tunceli sarımsaklarının su aktivitesi değerini 0, 93 olarak tespit etmiştir.

3.4. *Allium tuncelianum*un Modifiye Atmosfer Yöntemi ile Paketlenmesinin pH Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

Asitlik derecesini, etkili asitliği tanımlamak için pH terimi kullanılmaktadır. pH ortamda bulunan hidrojen iyonu aktivitesinin bir ifadesidir. Asitlik, besinlerde en önemli ve en çok ölçülen özelliklerinden biridir. Ayrıca birçok gıdanın lezzet dengesinin oluşumunda asitliğin önemi büyüktür (Cemeroğlu, 2010).

Deneme süresi boyunca MAP yöntemi ile paketlenmeyen kontrol grubu sarımsak örnekleri ve MAP yöntemi ile paketlenen A (%5 O₂- %5 CO₂) grubu ve B (%3 O₂- %8 CO₂) grubu sarımsak örneklerinin pH değeri ölçümleri yapılmıştır. Denemenin yapıldığı 0. 7., 14., 21. ve 28. gün sarımsak örneklerine ait pH değerleri varyans analizine ve Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve sonuçlar tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4. Depolanan örneklerin pH değerleri ve standart sapma sonuçları

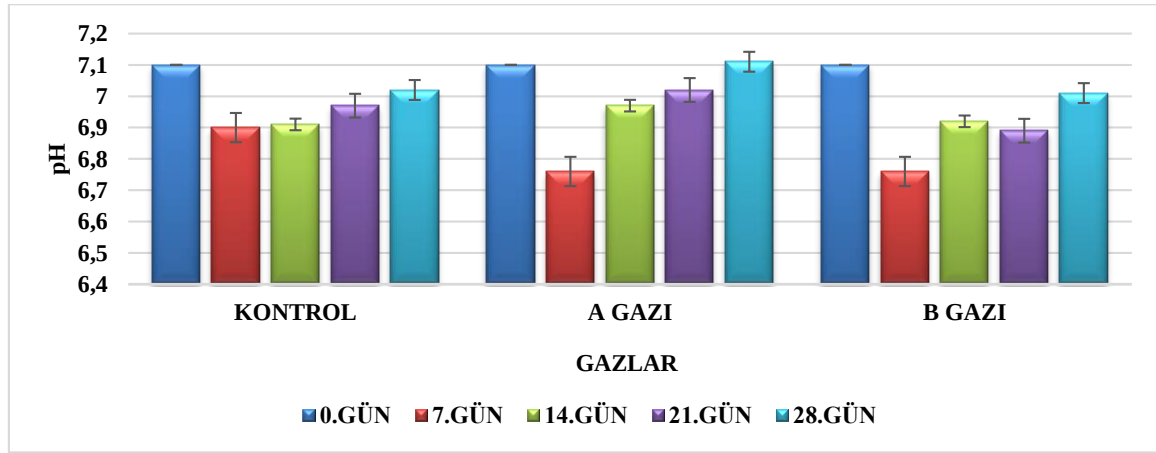
	KONTROL	A GRUBU	B GRUBU
0.GÜN	7,10±0,03 ^{a, B}	7,10±0,03 ^{a, B}	7,10±0,03 ^{a, D}
7.GÜN	6,90±0,08 ^{a, A}	6,76±0,03 ^{a, A}	6,76±0,05 ^{a, A}
14.GÜN	6,91±0,09 ^{a, A}	6,97±0,10 ^{a, B}	6,92±0,06 ^{a, BC}
21.GÜN	6,97±0,01 ^{ab, AB}	7,02±0,02 ^{b, B}	6,89±0,05 ^{a, B}
28.GÜN	7,02±0,01 ^{a, AB}	7,11±0,08 ^{a, B}	7,01±0,02 ^{a, CD}

*Aynı satırda küçük ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

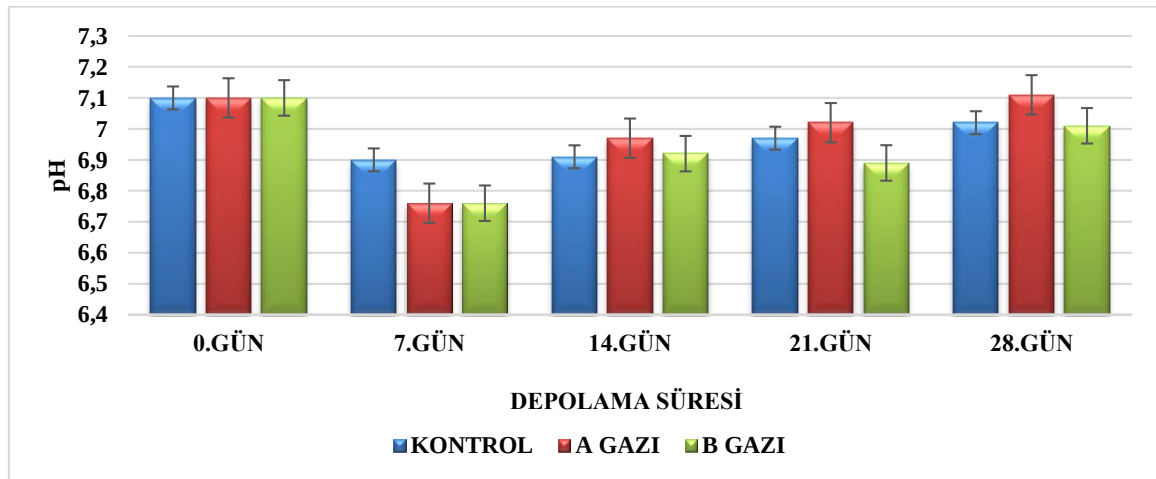
*Aynı sütunda büyük ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

A grubu gaz bileşimi: %5 O₂- %5 CO₂

B grubu gaz bileşimi: %3 O₂- %8 CO₂



Şekil 3.7. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı pH değişimi (%)



Şekil 3.8. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı pH değişimi (%)

MAP uygulamalarının sarımsakların pH değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçlarından elde ettiğimiz veriler değerlendirildiğinde Tablo 3.4'ten de görüldüğü gibi 7.

günde MAP yöntemi ile paketlenmeyen kontrol grubu sarımsak örneklerinin pH değeri 6,90 olup en yüksek değere sahiptir. A ve B grubu sarımsak örneklerinin pH değerleri 6,76 olup kontrol grubu sarımsak örneklerinden daha düşük değerlere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 7. gündeki pH değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Depolamanın 14.gününde A grubu sarımsak örneklerinin pH değeri 6,97 olup en yüksek değere sahiptir. Kontrol grubu sarımsak örneklerinin pH değeri 6,91 olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 14. gündeki pH değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 21.güne baktığımızda A grubu sarımsak örneklerinin pH değeri 7,02 olup en yüksek değere sahiptir. B grubu sarımsak örneklerinin ise pH değeri 6,89 olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 21. gündeki pH değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). Depolamanın 28. gününde A grubu sarımsak örneklerinin pH değeri 7,11 olup en yüksek değere sahiptir. B grubu sarımsak örnekleri pH değeri 7,01 olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 28. gündeki pH değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Depolama sürelerine göre değerlendirdiğimizde A grubu, B grubu ve kontrol grubu sarımsak örneklerinin 0. 7. 14. 21. ve 28. günlerinde pH değerleri depolama sürelerince istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,005$). 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. Yüksel (2022) tarafından yapılan çalışmada mantarın pH değeri 6,35 olarak ölçülmüş olup, bu değer 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 çalışmada 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 oC, 4 oC 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

düşüğünü 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'nin düşüğünü 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'nin diğer gruplardan daha düşük olması içerdiği yüksek CO₂ oranına bağlanabilir.

3.5. *Allium tuncelianum*'un Modifiye Atmosfer ile Paketlenmesinin Titre Edilebilir Asitlik Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

Deneme süresi boyunca modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile paketlenmeyen kontrol grubu ve modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile paketlenen A (%5 O₂- %5 CO₂) grubu ve B (%3 O₂- %8 CO₂) grubu sarımsak örneklerin titre edilebilir asitlik değerlerine bakılmıştır. Denemenin yapıldığı 0., 7., 14., 21. ve 28. gün sarımsak örneklerine ait titre edilebilir asitlik değerleri varyans analizine ve Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve sonuçlar Tablo 3.5' de verilmiştir.

Tablo 3.5. Depolanan örneklerin titre edilebilir asitlik değerleri ve standart sapma değerleri

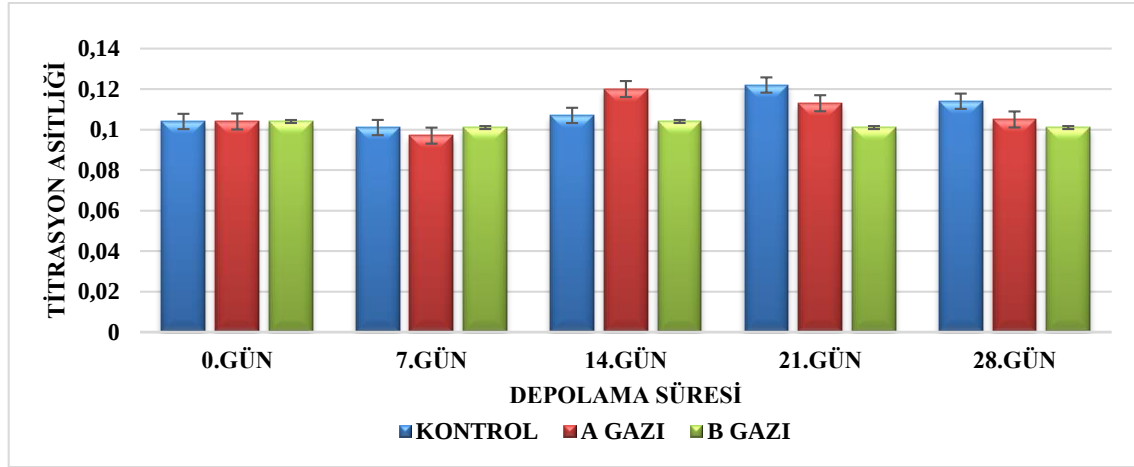
	KONTROL	A GRUBU	B GRUBU
0.GÜN	0,104±0,007 ^{a,A}	0,104±0,007 ^{a,A}	0,104±0,007 ^{a,A}
7.GÜN	0,101±0,019 ^{a, A}	0,097±0,010 ^{a,A}	0,101±0,021 ^{a,A}
14.GÜN	0,107±0,015 ^{a, A}	0,120±0,019 ^{a,A}	0,104±0,010 ^{a,A}
21.GÜN	0,122±0,023 ^{a,A}	0,113±0,007 ^{a,A}	0,101±0,007 ^{a,A}
28.GÜN	0,114±0,029 ^{a,A}	0,105±0,004 ^{a,A}	1,101±0,005 ^{a,A}

*Aynı satırda küçük ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

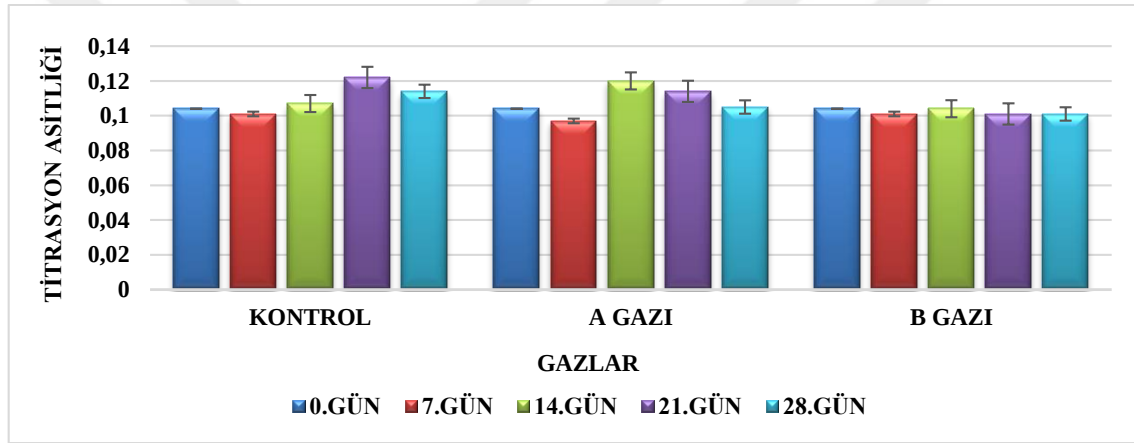
*Aynı sütunda büyük ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

A grubu gaz bileşimi: %5 O₂- %5 CO₂

B grubu gaz bileşimi: %3 O₂- %8 CO₂



Şekil 3.9. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı titrasyon asitliği değişimi



Şekil 3.10. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı pH değişimi (%)

Elde ettiğimiz bulgulara göre MAP yöntemi ile paketlenmeyen kontrol grubu sarımsak örnekleri ile MAP yöntemi ile paketlenen A (%5 O₂- %5 CO₂) ve B (%3 O₂- %8 CO₂) grubu sarımsak örneklerinde tespit edilen TEA değerleri istatistiksel olarak değerlendirdiğinde depolamanın 7. Gününde kontrol ve B grubu sarımsak örneklerinin TEA değerleri 0,101 olup en yüksek değere sahiptir. A grubu sarımsak örneklerinin TEA değerleri 0,097 olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 7. günde TEA değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 14. güne baktığımızda B grubu sarımsak örneklerinin TEA değerleri 0,104 olup en düşük değere sahiptir. A grubu sarımsak örneklerinin titre edilebilir asitlik değerleri 0,120 olup en yüksek değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 14. günde TEA değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 21. güne bakıldığında B grubu sarımsak örneklerinin TEA değerleri 0,101 olup en düşük değere sahiptir. Kontrol grubu sarımsak örneklerinin TEA

değerleri 0,122 olup en yüksek değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 21. gündeki TEA değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Depolamanın 28. gününde ise B grubu sarımsak örneklerinin TEA değeri 0,101 olup en düşük değere sahiptir. Kontrol grubu sarımsak örneklerinin TEA değerleri 0,114 olup en yüksek değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 28. gündeki TEA değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Genel olarak bakıldığında 14. gün hariç 7. 21 ve 28. günlerde kontrol örneklerinin TEA değeri A ve B grubu sarımsak örneklerine göre daha yüksek değere sahiptir. Depolama periyotlarına göre değerlendirdiğimizde kontrol grubu, A grubu ve B grubu sarımsak örneklerinin 0., 7., 14., 21. ve 28. günün TEA değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Akan ve ark., (2019)'nın soğukta muhafaza edilen taze sarımsaklarda MAP yönteminin yeşil sarımsak yaprakları üzerine etkisine ait yaptıkları çalışmada % titre edilebilir asitlik miktarının kontrol örneklerinde %0.33 miktarında olup modifiye atmosferde paketlenen örneklerde %0.31 miktarında olduğunu kontrol örneklerinin paketlenen örneklere göre daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Soccol ve ark., (2006)'ın yaptığı çalışmada *Penicillium* spp. Kaynaklı mikrobiyal aktivitenin artışıyla doğru orantılı olarak muhafaza edilen ürünlerde asit miktarının da arttığı belirtilmiştir. Yüksel (2022) tarafından yapılan çalışmada, 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. 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 titrasyon asitliğinde artan eğilimler gözlemlemişlerdir. Bolel, (2017), Modifiye Atmosfer altında paketlediği narlarda 5 aylık depolama; Yaşar, (2017) kirazlarda 35 günlük depolama sonunda titrasyon asitliğinde azalma meydana geldiğini söylemiştir. Yüksel (2022) tarafından yapılan çalışmada 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 açıklanmıştır (Karaçalı, 2012; Şen ve Eroğul, 2012).

3.6. *Allium tuncelianum* 'un Modifiye Atmosfer ile Paketlenmesinin Kül Tayini Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

Kül, gıdalardaki organik maddelerin yanması sonucu ortamda kalan inorganik maddeleri temsil eder. Bu inorganik maddeler genellikle gıdanın içerdiği minerallerden oluşur. Kül tayini, gıdaların kalitesini değerlendirmek için kullanılan önemli bir parametredir. Mantarlar, iyi bir diyet lifi kaynağı olarak bilinir ve genellikle kuru madde içinde %5-12 arasında kül içerirler (Kalač, 2009).

Deneme süresi boyunca modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile paketlenmeyen kontrol grubu ve modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile paketlenen A (%5 O₂- %5 CO₂) grubu ve B (%3 O₂- %8 CO₂) grubu sarımsak örneklerinin kül değerlerine bakılmıştır. Denemenin yapıldığı 0., 7., 14., 21. ve 28.gün sarımsak örneklerine ait kül değerleri varyans analizi ve duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve sonuçlar Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6. Depolanan örneklerin (%) kül değerleri ve standart sapma değerleri

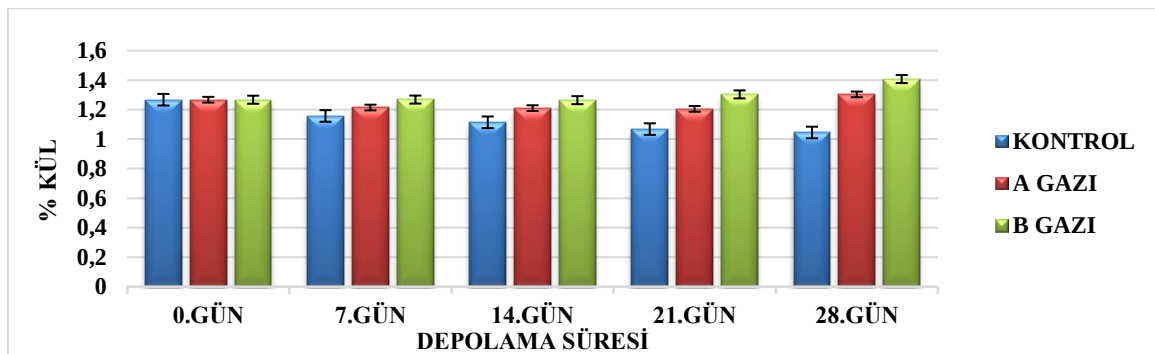
	KONTROL	A	B
0.GÜN	1,267±0,030 ^{a, A}	1,267±0,030 ^{a, A}	1,267±0,030 ^{a, A}
7.GÜN	1,157±0,067 ^{a, A}	1,214±0,075 ^{a, A}	1,268±0,068 ^{a, A}
14.GÜN	1,114±0,229 ^{a, A}	1,210±0,072 ^{a, A}	1,264±0,098 ^{a, A}
21.GÜN	1,068±0,086 ^{a, A}	1,205±0,091 ^{a, A}	1,303±0,108 ^{a, A}
28.GÜN	1,045±0,040 ^{a, A}	1,303±0,053 ^{b, A}	1,407±0,047 ^{b, A}

*Aynı satırda küçük ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

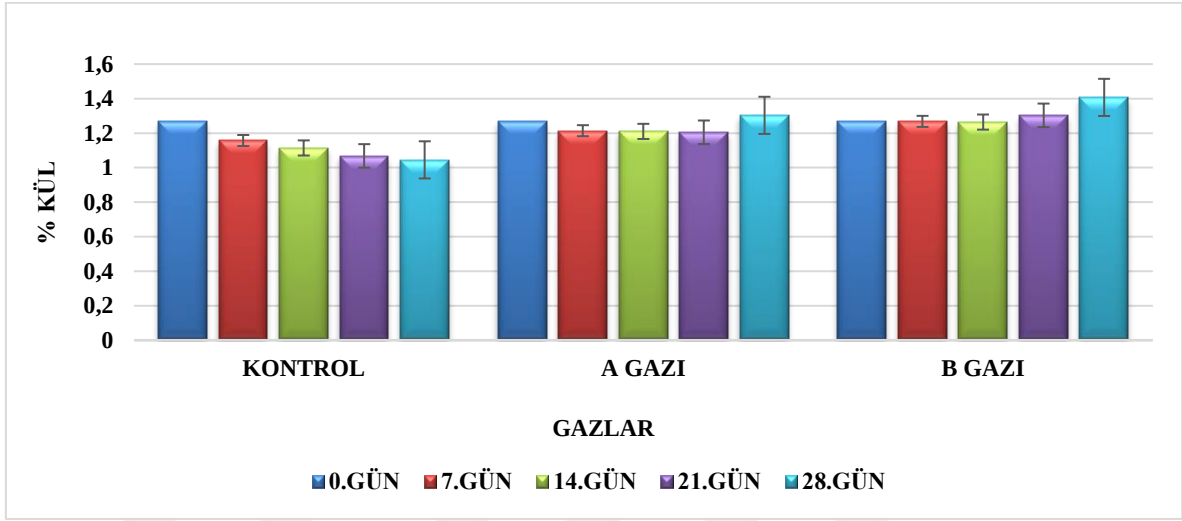
*Aynı sütunda büyük ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

A grubu gaz bileşimi: %5 O₂- %5 CO₂

B grubu gaz bileşimi: %3 O₂- %8 CO₂



Şekil 3.11. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı kül miktarı değişimi (%)



Şekil 3.12. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı kül miktarı değişimi (%)

Organik bileşiklerin yanmasıyla su ve karbondioksit oluşur yanma sonucunda geriye kalan inorganik çökelti ise gıdanın külüdür. Yakma işlemi ise 500-600 °C sıcaklıkta karbon içermeyen kül rengi elde edilinceye kadar 5-6 saat kül fırınında yakma işlemi yapılır. Gıdalar yakıldıklarında uçucu bileşikler ve su buharlaşarak uzaklaşır ve içerdikleri organik bileşikler yanar. Yakılan gıdanın içeriğine ve yakma şartlarına göre mineral bileşikler; silikatlar, fosfatlar, sülfatlar olarak kalıntıda kalır. Külde sodyum, potasyum ve magnezyum fazla miktarda bulunurken çinko, mangan, iyot, arsenik, bakır, demir ve diğer iz elementleri az miktarda bulunur. Gıda maddelerinin kalitesini belirlemek kül tayini yapılarak mümkündür (Ağbaş ve ark., 2013).

MAP yöntemi ile paketlenmeyen kontrol grubu sarımsak örnekleri ile MAP yöntemi ile paketlenen A (%5 O₂- %5 CO₂) ve B (%3 O₂- %8 CO₂) grubu sarımsak örneklerinde tespit edilen (%) kül değerleri istatistiksel olarak değerlendirdiğinde depolamanın 7. gününde B grubu sarımsak örneklerinin kül değeri %1,268 olup en yüksek değere sahiptir. Kontrol grubu sarımsak örneklerinin kül değeri %1,157 olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 7. gündeki kül miktarı değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır (p>0,05). 14. günde B grubu sarımsak örneklerinin kül değeri %1,264 olup en yüksek değere sahiptir. Kontrol grubu sarımsak örneklerinin kül değeri %1,114 olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 14. gündeki kül miktarı değişim

değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Depolamanın 21. gününde B grubu sarımsak örneklerinin kül değeri %1,303 olup en yüksek değere sahiptir. Kontrol grubu sarımsak örneklerinin kül değeri %1,068 olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 21. günde kül miktarı değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 28. güne baktığımızda B grubu sarımsak örneklerinin kül değeri %1,407 olup en yüksek değere sahiptir. Kontrol grubu sarımsak örneklerinin kül değeri %1,045 olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 28. günde kül miktarı değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). Depolama periyotlarına göre baktığımızda kontrol grubu, A grubu ve B grubu sarımsak örneklerinin kül miktarı değişimleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Genel olarak baktığımızda depolama süresince kontrol grubu sarımsak örneklerinin % kül değerleri A ve B grubu sarımsak örneklerinin % kül değerlerinden daha düşük değerlere sahiptir. En yüksek kül değerleri ise B grubu paketlenmiş sarımsak örneklerine aittir. Daha önce yapılan çalışmalarda kurutulmuş mantarlarda kül oranının azaldığı rapor edilmiştir (Vetter, 2003; Alam ve ark., 2007). Yapılan bir çalışmada kontrol grubunda depolama süresince kül miktarında artış tespit edilmiş, 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). Daha önce yürütülen çalışmalarda taze kültür mantarlarının kül miktarları $0,6\pm0,62$ (Doğan 2016), %1,2 (Taş, 2021) olarak belirlenmiştir. Kuru madde üzerinden yapılan çalışmalarda ise kül miktarının %5-12 arasında olduğu belirtilmiştir (Yüksel 2022). Korkmaz ve Kırbağ (2014) *P. ostreatus*'un kuru madde üzerinden %4,9-5,7 kül içerdiğini tespit etmiştir. Yüksel (2022) tarafından yapılan çalışmada taze kunkor mantarının kül miktarı %1,51 olarak belirlenmiştir. Kül miktarlarındaki farklılıkların mantarların yetiştiği ortamlarda bulunan substratların değişkenlik göstermesinden kaynaklandığı kanısına varılmıştır. Ramdas (2012), farklı depolama sıcaklıklarında (0-3 °C, 3-5 °C ve 8-10 °C) depolama süresi arttıkça istiridye mantarlarının kül içeriğinin azaldığını bildirmiştir. Ayrıca kültürü yapılan mantarlar ile yenilebilir yaban mantarlarının farklı kül içeriklerine sahip olduğu Kalač, (2009) tarafından da bildirilmiştir. 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.

3.7. *Allium tuncelianum*'un Modifiye Atmosfer ile Paketlenmesinin Meyve Eti Sertliği Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

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; Yüksel, 2022).

Deneme süresi boyunca modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile paketlenmeyen kontrol grubu ve modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile paketlenen a (%5 O₂- %5 CO₂) grubu ve b (%3 O₂- %8 CO₂) grubu sarımsak örneklerinin meyve eti sertlik oranlarına bakılmıştır. Denemenin yapıldığı 0., 7., 14., 21. ve 28.gün sarımsak örneklerine ait meyve eti sertlik oranları varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve sonuçlar Tablo 3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.7. Depolanan örneklerin meyve eti sertliği tayininde okunan değerleri ve standart sapma değerleri

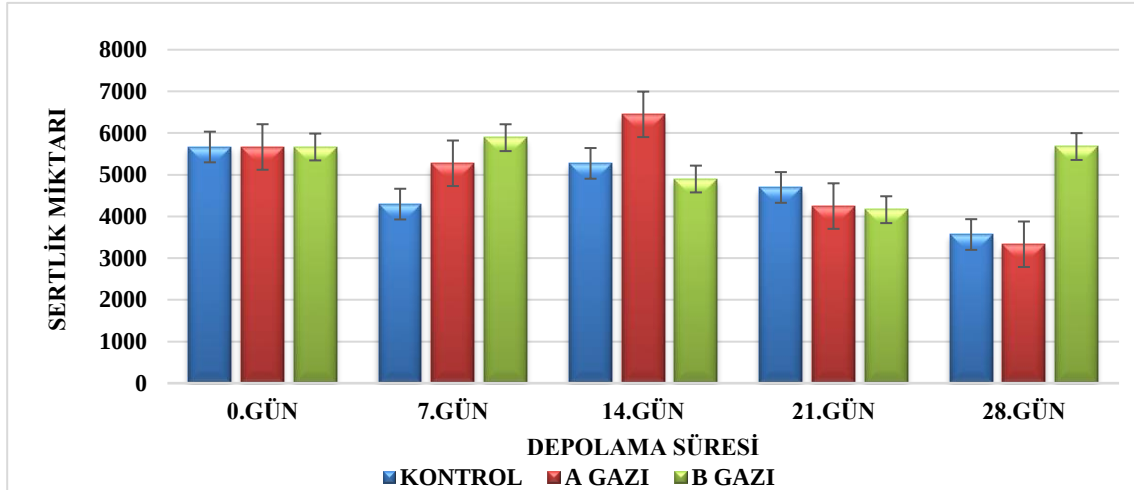
		0. gün	7. Gün	14. gün	21. gün	28. gün
Sertlik	Kontrol	5666,64±453,17 ^{a,B}	4296,58±633,55 ^{a,A,B}	5273,34±1034,23 ^{a,A,B}	4695,79±428,17 ^{a,A,B}	3566,73±183,88 ^{a,A}
	A Gazı	5666,64±453,17 ^{a,B,C}	5275,68±502,30 ^{a,A,B,C}	6449,92±558,75 ^{a,C}	4249,10±637,40 ^{a,A,B}	3333,13±528,61 ^{a,A}
	B Gazı	5666,64±453,17 ^{a,A}	5889,55±1135,96 ^{a,A}	4898,14±417,03 ^{a,A}	4162,26±478,05 ^{a,A}	5627,57±361,11 ^{b,A}
İç yapışkanlık	Kontrol	-6,53±1,20 ^{a,A}	-3,81±1,22 ^{a,A}	-5,60±1,17 ^{a,A}	-6,45±0,99 ^{a,A}	-5,47±1,34 ^{a,A}
	A Gazı	-6,53±1,20 ^{a,A}	-6,96±0,83 ^{a,A}	-5,98±1,28 ^{a,A}	-4,93±1,24 ^{a,A}	-3,79±1,15 ^{a,A}
	B Gazı	-6,53±1,20 ^{a,A}	-6,78±1,57 ^{a,A}	-5,67±0,70 ^{a,A}	-3,23±0,83 ^{a,A}	-4,96±0,80 ^{a,A}
Esneklik	Kontrol	0,74±0,01 ^{a,A}	0,73±0,06 ^{a,A}	0,76±0,03 ^{a,A}	0,75±0,01 ^{a,A}	0,71±0,03 ^{a,A}
	A Gazı	0,74±0,01 ^{a,A}	0,71±0,08 ^{a,A}	0,75±0,00 ^{a,A}	2,08±1,37 ^{a,A}	0,78±0,01 ^{b,A}
	B Gazı	0,74±0,01 ^{a,AB}	0,81±0,04 ^{a,B}	0,73±0,01 ^{a,A}	0,76±0,01 ^{a,AB}	0,77±0,05 ^{b,AB}
Bağlılık	Kontrol	0,58±0,02 ^{a,A}	0,66±0,03 ^{a,A}	0,68±0,01 ^{a,A}	0,68±0,03 ^{a,A}	0,69±0,02 ^{a,A}
	A Gazı	0,58±0,02 ^{a,A}	0,68±0,03 ^{a,A,B}	0,68±0,01 ^{a,A,B}	0,69±0,02 ^{a,b,A,B}	0,70±0,01 ^{a,B}
	B Gazı	0,58±0,02 ^{a,A}	0,67±0,00 ^{a,B}	0,65±0,02 ^{a,A,B}	0,76±0,01 ^{b,C}	0,71±0,01 ^{a,B,C}
Sakızimsılık	Kontrol	3388,21±349,96 ^{a,A}	2814,04±362,98 ^{a,A}	3581,22±655,96 ^{a,A}	3242,64±355,92 ^{a,A}	2459,96±107,57 ^{a,A}
	A Gazı	3388,21±349,96 ^{a,A}	3611,99±372,32 ^{a,A,B}	4138,61±412,01 ^{a,B}	2893,58±408,16 ^{a,A,B}	2333,52±343,37 ^{a,A}
	B Gazı	3388,21±349,96 ^{a,A}	3955,65±760,73 ^{a,A}	3174,21±266,56 ^{a,A}	3147,99±315,79 ^{a,A}	4034,24±274,19 ^{b,A}
Çiğnenebilirlik	Kontrol	2543,01±274,86 ^{a,A}	2003,51±198,92 ^{a,A}	2680,97±430,90 ^{a,A}	2485,14±315,58 ^{a,A}	1753,94±92,36 ^{a,A}
	A Gazı	2543,01±274,86 ^{a,A}	2531,38±270,05 ^{a,A}	3107,60±295,63 ^{a,A}	3891,77±11657,48 ^{a,A}	1815,00±248,75 ^{a,A}
	B Gazı	2543,01±274,86 ^{a,A}	3147,58±613,94 ^{a,A}	2321,74±189,98 ^{a,A}	2412,54±228,43 ^{a,A}	3130,31±232,76 ^{b,A}
Dayanıklılık	Kontrol	0,44±0,03 ^{a,A}	0,52±0,03 ^{a,A}	0,53±0,01 ^{a,A}	0,55±0,04 ^{a,A}	0,55±0,03 ^{a,A}
	A Gazı	0,44±0,03 ^{a,A}	0,57±0,05 ^{a,B}	0,49±0,01 ^{a,A,B}	0,55±0,03 ^{a,A,B}	0,54±0,02 ^{a,A,B}
	B Gazı	0,44±0,03 ^{a,A}	0,52±0,01 ^{a,A,B}	0,50±0,02 ^{a,A,B}	0,64±0,02 ^{a,C}	0,55±0,01 ^{a,B,C}

*Aynı satırda küçük ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

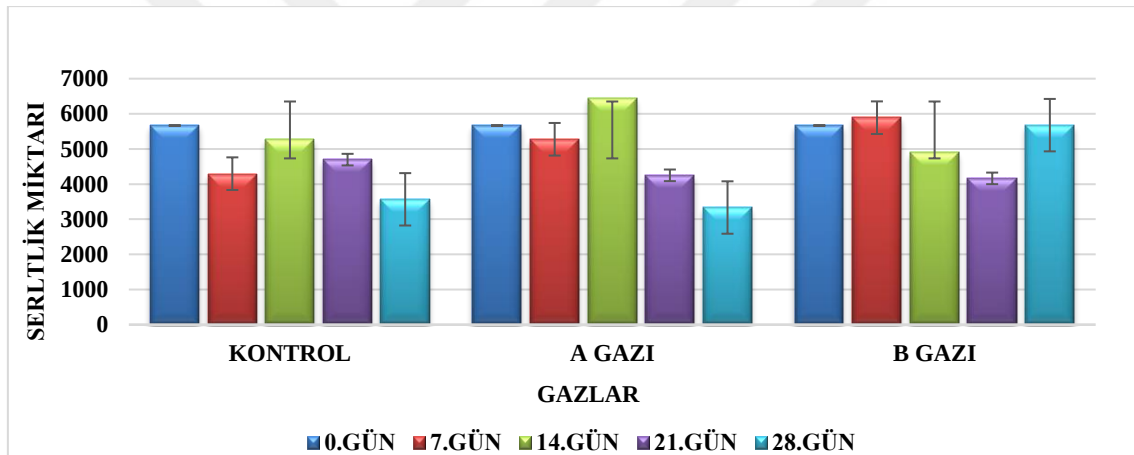
*Aynı sütunda büyük ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

A grubu gaz bileşimi: %5 O₂- %5 CO₂

B grubu gaz bileşimi: %3 O₂- %8 CO₂



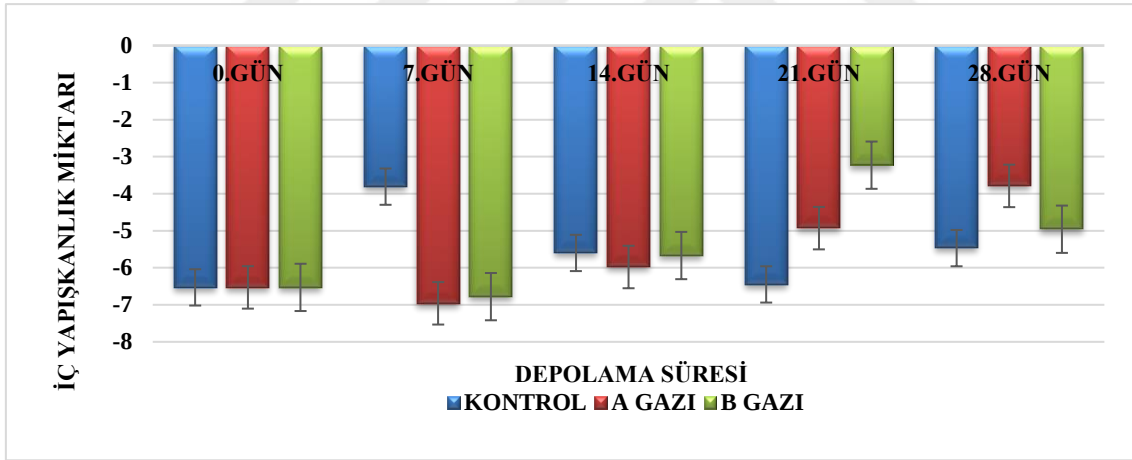
Şekil 3.13. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı meyve eti sertliği değişimi



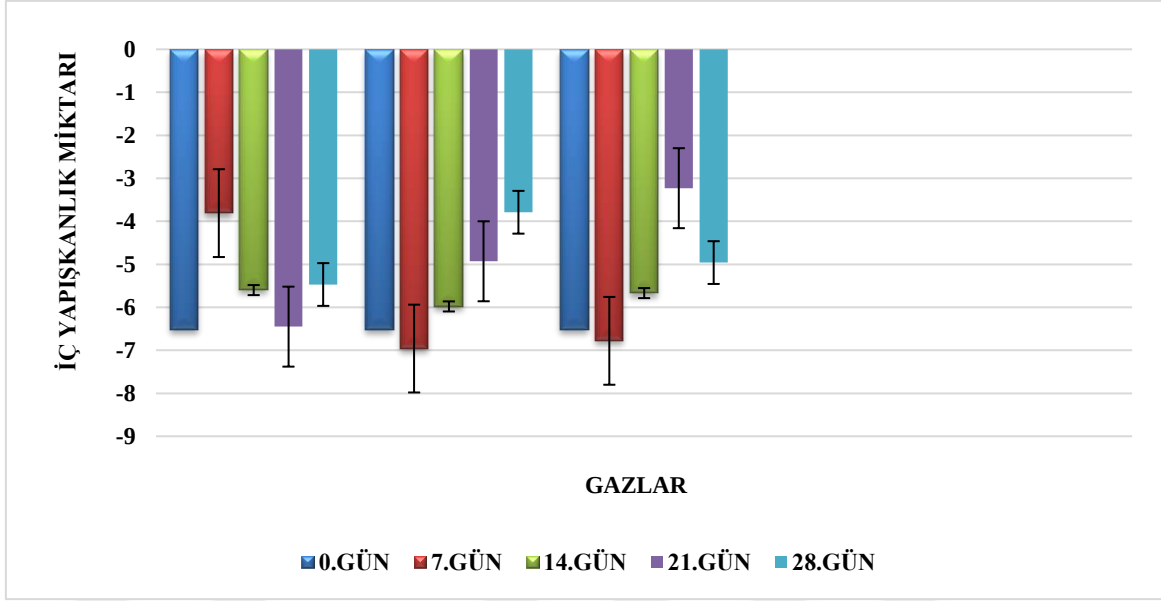
Şekil 3.14. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı meyve eti sertliği değişimi (%)

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda 7. günde kontrol grubu sarımsak örneklerinde meyve eti sertlik değeri A ve B gazı uygulanan gruplara göre daha düşüktür. Gaz konsantrasyonlarının 7. gündeki meyve eti sertlik değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Depolamanın 14. gününde B grubu sarımsak örneklerinde meyve eti sertlik değeri kontrol ve A grubu sarımsak örneklerinden daha düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 14. gündeki meyve eti sertlik değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 21. günde. B grubu örneklerin meyve eti sertlik değeri açıkta muhafaza edilen kontrol grubu ve A grubu örneklerinden daha düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 21. gündeki meyve eti sertlik değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Depolamanın 28. gününde A grubu örneklerin

meyve eti sertlik değeri kontrol ve B grubu örneklerinden daha düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 28. gündeki meyve eti sertlik değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). Depolama sürelerine göre değerlendirdiğimizde A grubu örneklerinin ve kontrol grubu sarımsak örneklerinin 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde meyve eti sertlik değerleri depolama sürelerince istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,005$). B grubu sarımsak örneklerinin depolama süresince meyve eti sertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,005$). 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). Sharma ve ark., (2020), yaptığı çalışmada sarımsaklarda meydana gelen sertlik kaybının sarımsakların filizlenmesinden kaynaklandığını belirtmiştir. 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.

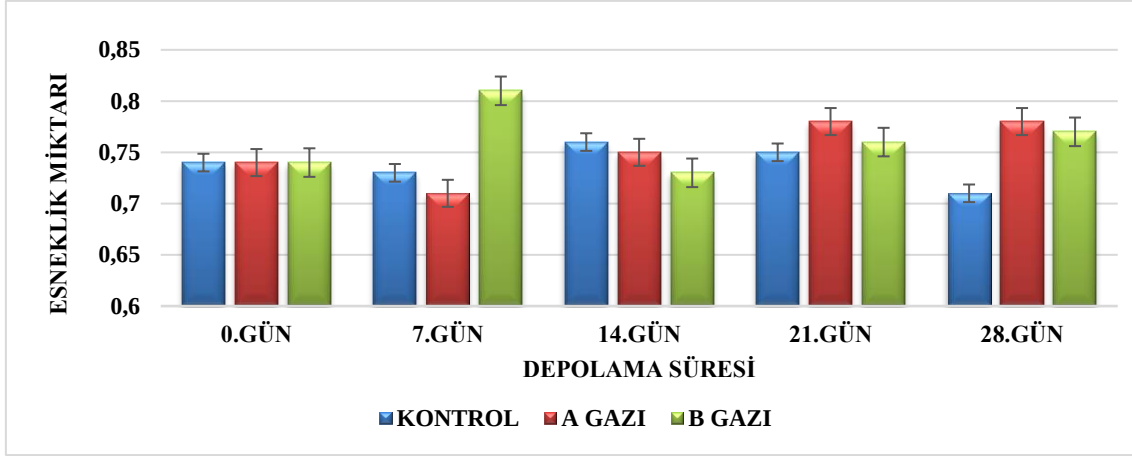


Şekil 3.15. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı meyve iç yapışkanlık değişimi (%)

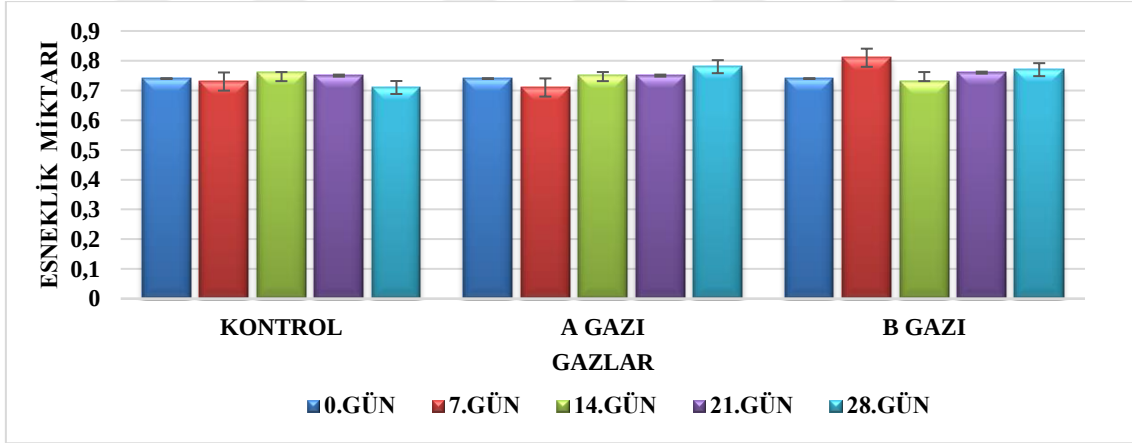


Şekil 3.16. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı iç yapışkanlık değişimi (%)

İç yapışkanlık değerleri incelendiğinde 7. günde A grubunun iç yapışkanlık değeri kontrol ve B gazına göre daha düşüktür. Gaz konsantrasyonlarının 7. gündeki iç yapışkanlık değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 14. günde A grubunun iç yapışkanlık değeri kontrol ve B grubuna göre daha düşüktür. Gaz konsantrasyonlarının 14. gündeki iç yapışkanlık değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 21. gün değerlendirildiğinde kontrol grubun iç yapışkanlık değeri A ve B gazı uygulanan gruba göre daha düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 21. gündeki iç yapışkanlık değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 28. günde kontrol grubu iç yapışkanlık değeri A ve B gazı uygulanan gruba göre daha düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 28. gündeki iç yapışkanlık değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Depolama sürelerine göre değerlendirdiğimizde A grubu, B grubu ve kontrol grubu sarımsak örneklerinin 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde iç yapışkanlık değerleri depolama sürelerince aralarında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$).



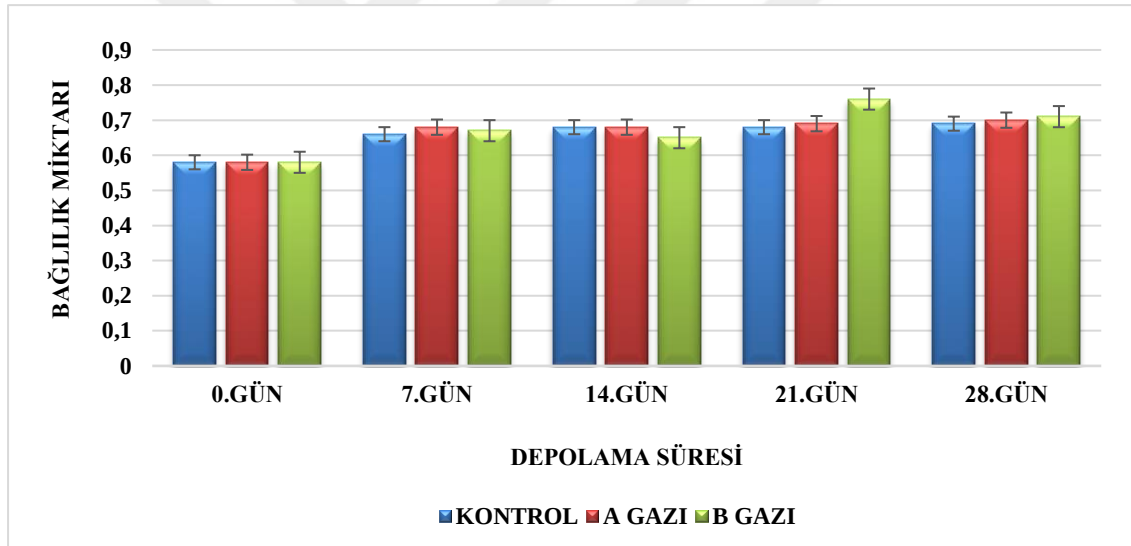
Şekil 3.17. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı esneklik değişimi (%)



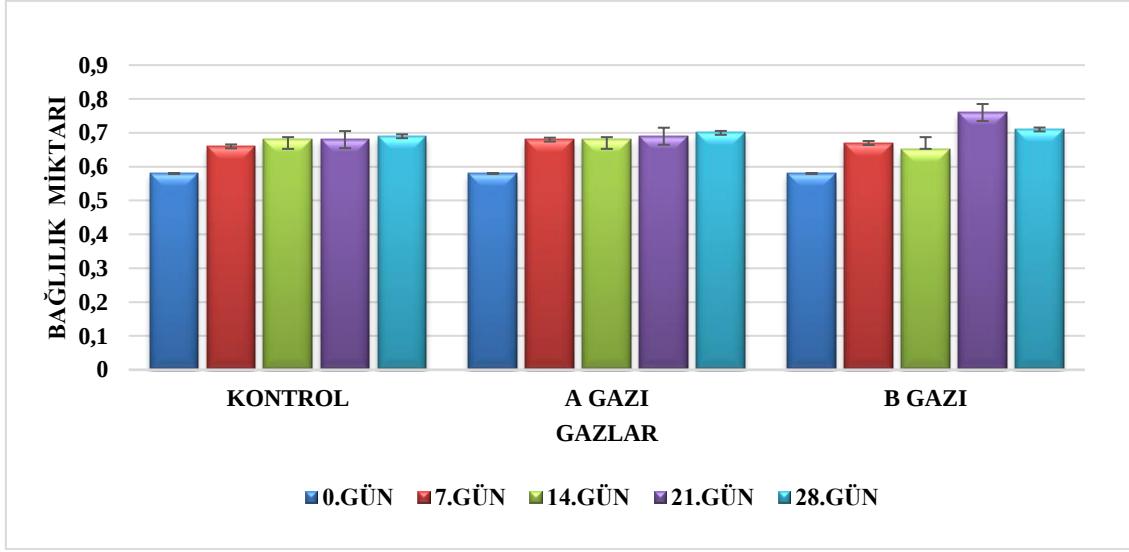
Şekil 3.18. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı esneklik değişimi (%)

Esneklik değerleri incelendiğinde 7. günde B gazı uygulanan grupta esneklik değerinin, A gazı uygulanan ve açıkta muhafaza edilen kontrol grubuna göre daha yüksektir. Gaz konsantrasyonlarının 7. gündeki esneklik değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 14. Günde kontrol grubunun esneklik değeri A ve B grubuna göre daha yüksektir. Gaz konsantrasyonlarının 14. gündeki esneklik değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 21. Günde ise A gazı uygulanan grubun esneklik değerinin B gazı uygulanan ve açıkta muhafaza edilen kontrol grubuna göre daha yüksektir. Gaz konsantrasyonlarının 21. gündeki esneklik değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 28. Günde ise kontrol grubu esneklik değeri A ve B grubuna göre daha düşük olduğu görüldü. Gaz konsantrasyonlarının 28. gündeki

esneklik değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). Depolama sürelerine göre değerlendirdiğimizde kontrol grubu ve A grubu sarımsak örneklerinin 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde esneklik değerleri depolama sürelerince aralarında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). B grubu sarımsak örneklerinin depolama süresince esneklik değerleri arasında istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p>0,005$). 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).

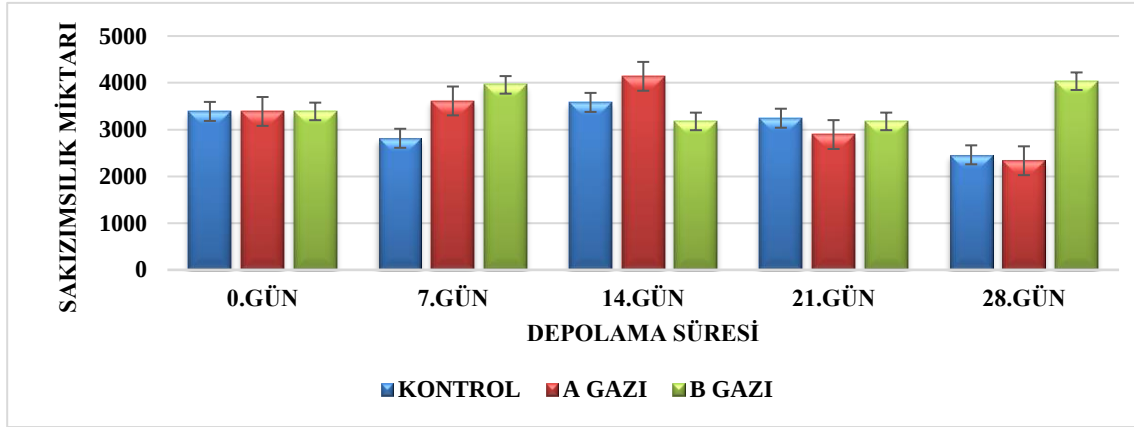


Şekil 3.19. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı bağlılık değişimi (%)

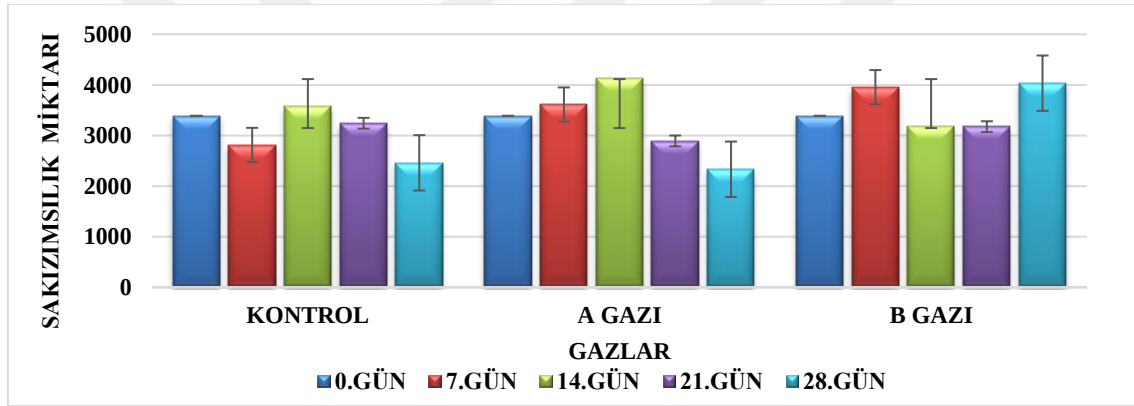


Şekil 3.20. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı bağlılık değişimi (%)

Bağlılık değeri incelendiğinde 7. günde kontrol grubunun bağlılık değeri A ve B grubuna göre daha düşük değerde görüldü. Gaz konsantrasyonlarının 7. gündeki bağlılık değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 14. günde B grubu sarımsak örneklerinin bağlılık değeri, A grubu ve kontrol grubundan daha düşük görüldü. Gaz konsantrasyonlarının 14. gündeki bağlılık değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 21. Günde kontrol grubu sarımsak örneklerinin bağlılık değeri A ve B grubu sarımsak örneklerinden daha düşük görüldü. Gaz konsantrasyonlarının 21. gündeki bağlılık değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). 28. günde kontrol grubu sarımsak örneklerinin bağlılık değeri A ve B grubu sarımsak örneklerine göre daha düşük görüldü. Gaz konsantrasyonlarının 28. gündeki bağlılık değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Depolama sürelerine göre değerlendirdiğimizde A grubu örneklerinin 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde bağlılık değerleri depolama sürelerince istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p<0,005$). Kontrol grubu ve B grubu sarımsak örneklerinin depolama süresince bağlılık değerleri arasında istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p>0,005$).



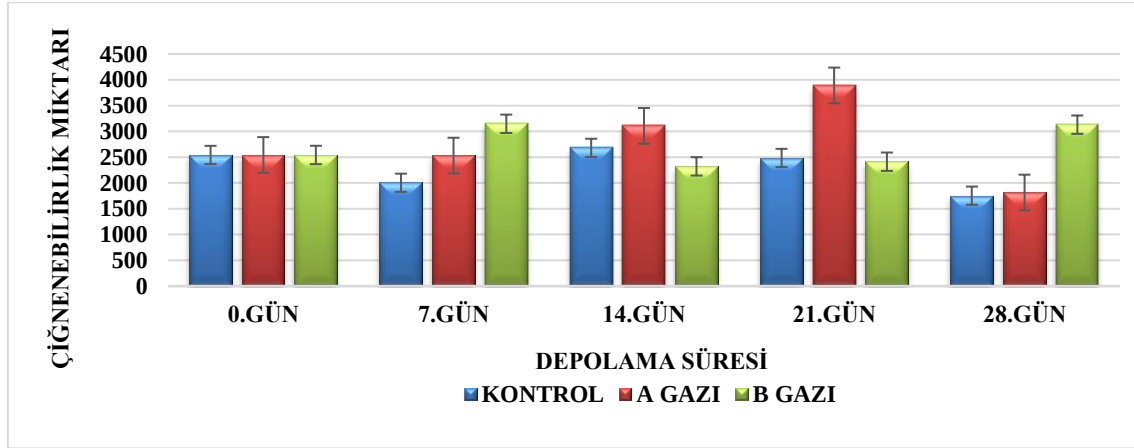
Şekil 3.21. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı sakızimsılık değişimi



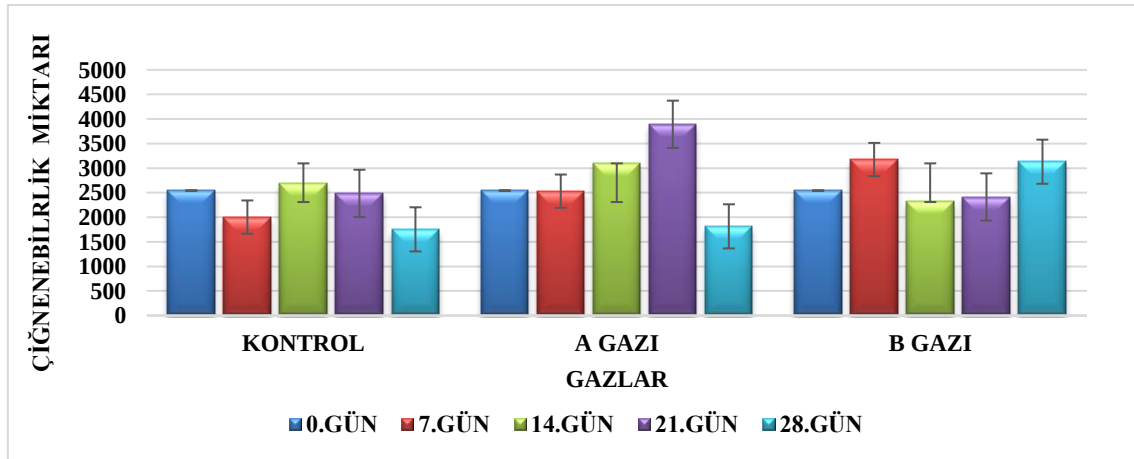
Şekil 3.22. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı sakızimsılık değişimi

Sakızimsılık değerine baktığımızda 7. Günde kontrol grubu sarımsak örneklerinin sakızimsılık değeri A ve B grubu sarımsak örneklerinden daha düşük olduğu görüldü. Gaz konsantrasyonlarının 7. gündeki sakızimsılık değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 14. günde B grubu sarımsak örneklerinin sakızimsılık değeri A ve kontrol grubu sarımsak örneklerinden daha düşük görüldü. Gaz konsantrasyonlarının 14. gündeki sakızimsılık değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 21.günde ise günde A grubu sarımsak örneklerinin sakızimsılık değeri B ve kontrol grubu sarımsak örneklerinden daha düşük görüldü. Gaz konsantrasyonlarının 21. gündeki sakızimsılık değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 28. günde A grubu sarımsak örneklerinin sakızimsılık değeri B ve kontrol grubu sarımsak örneklerinden daha düşük görüldü. Gaz konsantrasyonlarının 28. gündeki sakızimsılık

değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). Depolama sürelerine göre değerlendirdiğimizde kontrol grubu ve B grubu örneklerinin 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde sakızımsılık değerleri depolama sürelerince istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p<0,005$). A grubu sarımsak örneklerinin depolama süresince sakızımsılık değerleri arasında istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p>0,005$).



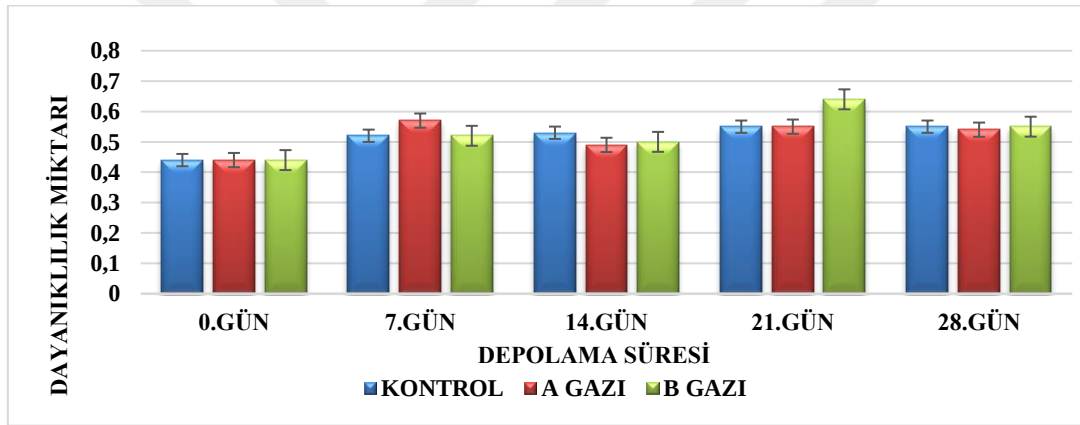
Şekil 3.23. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı çiğnenebilirlik değişimi



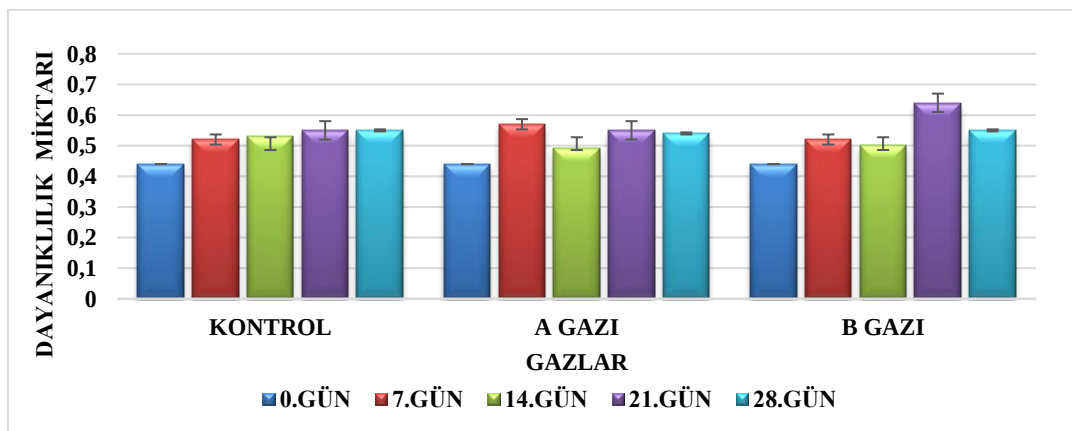
Şekil 3.24. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı çiğnenebilirlik değişimi

Yapılan istatistiksel analiz neticesinde kontrol grubunda 7. gün çiğnenebilirlik değeri A ve B gazı uygulanan gruba göre daha düşüktür. Gaz konsantrasyonlarının 7. gündeki çiğnenebilirlik değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 14. günde A gazı uygulanan grubunun çiğnenebilirlik değeri B grubu ve kontrol grubuna göre daha düşüktür. Gaz konsantrasyonlarının 14. gündeki çiğnenebilirlik değişim değerleri

arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 21.günde ise günde B grubu sarımsak örneklerinin çiğnenebilirlik değeri A grubu ve kontrol grubu sarımsak örneklerinden daha düşüktür. Gaz konsantrasyonlarının 21. gündeki çiğnenebilirlik değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 28. günde ise kontrol grubu sarımsak örneklerinin çiğnenebilirlik değeri A ve B gazı uygulanan gruba sarımsak örneklerinden daha düşüktür. Gaz konsantrasyonlarının 28. gündeki çiğnenebilirlik değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). Depolama sürelerine göre değerlendirdiğimizde kontrol ve B grubu örneklerinin 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde çiğnenebilirlik değerleri depolama sürelerince istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p<0,005$). A grubu sarımsak örneklerinin depolama süresince çiğnenebilirlik değerleri arasında istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p>0,005$).



Şekil 3.25. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı dayanıklılık değişimi



Şekil 3. 26. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı dayanıklılık değişimi

Dayanıklılık değerine baktığımızda 7. günde A gazı uygulanan grubun dayanıklılık değeri kontrol ve B grubuna göre daha yüksektir. Gaz konsantrasyonlarının 7. Gündeki dayanıklılık değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 14. günde kontrol grubunun dayanıklılık değeri A grubu ve B grubuna göre daha yüksektir. Gaz konsantrasyonlarının 14. günde dayanıklılık değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Depolamanın 21. gününde kontrol grubunun dayanıklılık değeri A grubu ve B grubuna göre daha yüksektir. Gaz konsantrasyonlarının 21. Gündeki dayanıklılık değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Depolamanın 28. gününde B grubunun dayanıklılık değeri kontrol ve B grubuna göre daha yüksektir. Gaz konsantrasyonlarının 21. günde dayanıklılık değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Depolama sürelerine göre değerlendirdiğimizde kontrol grubu örneklerinin 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde dayanıklılık değerleri depolama sürelerince istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p<0,005$). A grubu ve B grubu sarımsak örneklerinin depolama süresince dayanıklılık değerleri arasında istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p>0,005$). Yüksel (2022) tarafından yapılan çalışmada, depolama işlemi başlangıcında (0.günde) kunkor mantar örneklerinin sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, kohezyon, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin sırasıyla 2222,22 g.force , -1,70 g.sec, 0,92, 0,73, 1646,13 ve 1441,83 olduğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada Tunceli mantar örneklerinin depolama işlemi başlangıcında (0. Haftada) sarımsak örneklerinin sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, kohezyon, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin sırasıyla 4483,35 g.force, -1,72 g.sec, 0,73, 0,66, 2925,03 ve 2254,33 olduğu tespit edilmiştir. 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). 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.

3.8. *Allium tuncelianum*'un Modifiye Atmosfer ile Paketlenmesinin Meyve Rengi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

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). Deneme süresi boyunca modifiye atmosfer paketlenme yöntemi ile paketlenmeyen kontrol grubu ve modifiye atmosfer paketlenme yöntemi ile paketlenen a (%5 O₂- %5 CO₂) grubu ve b (%3 O₂- %8 CO₂) grubu sarımsak örneklerinin renk değerlerine bakılmıştır. Denemenin yapıldığı 7., 14., 21. ve 28.gün sarımsak örneklerine ait renk oranları varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve sonuçlar Tablo 3.8'da verilmiştir.

Tablo 3.8. Depolanan örneklerin renk tayininde okunan değerleri ve standart sapma değerleri

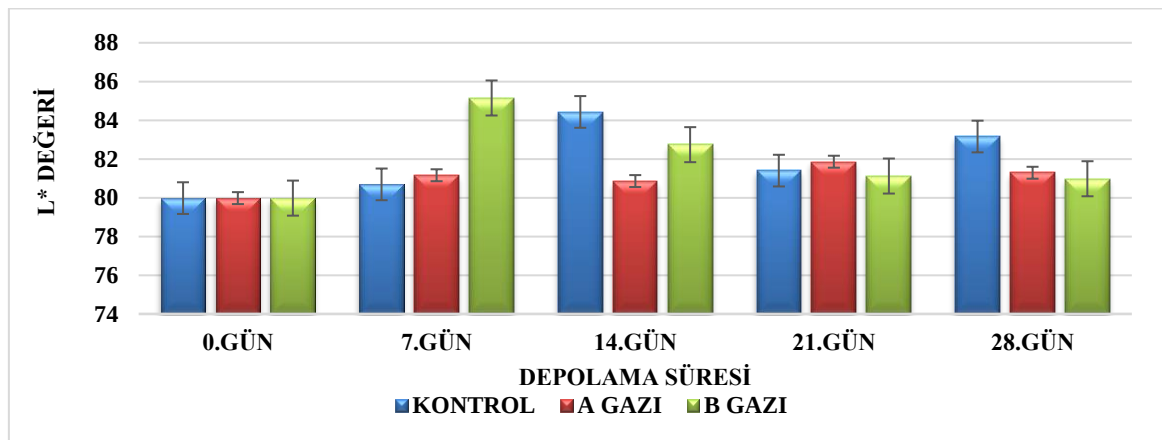
		0. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün
L *	Kontrol	79,98±,66 ^{a,A}	80,69±1,14 ^{a,A}	84,43±,85 ^{b,B}	81,40±1,32 ^{a,A,B}	83,16±,89 ^{a,A,B}
	A Gazı	79,98±,66 ^{a,A}	81,16±,38 ^{a,A}	80,86±,32 ^{a,A}	81,86±,35 ^{a,A}	81,29±,42 ^{a,A}
	B Gazı	79,98±,66 ^{a,A}	85,15±,17 ^{b,B}	82,74±1,02 ^{a,b,A,B}	81,12±,55 ^{a,A}	80,98±1,75 ^{a,A}
a *	Kontrol	-1,97±,06 ^{a,A}	-1,15±,27 ^{b,B}	-1,71±,04 ^{a,A}	-1,84±,05 ^{a,A}	-,69±,22 ^{b,A}
	A Gazı	-1,97±,06 ^{a,A}	-2,06±,15 ^{a,A}	-2,02±,10 ^{a,A}	-1,62±,04 ^{b,B}	-,170±,07 ^{a,b,A}
	B Gazı	-1,97±,06 ^{a,A}	-1,77±,07 ^{a,A}	-1,79±,14 ^{a,A}	-1,93±,12 ^{a,A}	-1,85±,04 ^{a,A}
b *	Kontrol	12,10±,49 ^{a,A}	14,88±2,09 ^{a,A}	13,96±,70 ^{a,A}	15,62±1,56 ^{a,A}	15,18±0,81 ^{a,A}
	A Gazı	12,10±,49 ^{a,A}	13,14±,41 ^{a,A}	13,91±,53 ^{a,A}	12,81±,55 ^{a,A}	18,35±,77 ^{b,B}
	B Gazı	12,10±,49 ^{a,A}	12,62±,07 ^{a,A,B}	13,83±,83 ^{a,A,B}	14,31±,34 ^{a,A,B}	14,55±,52 ^{a,B}
ΔE	Kontrol	-	4,60±1,29 ^{b,A}	4,94±,78 ^{b,A}	5,03±,74 ^{b,B}	4,64±1,80 ^{a,A}
	A Gazı	-	1,82±,26 ^{a,A}	2,32±,59 ^{a,A,B}	2,19±,34 ^{a,A,B}	3,76±1,57 ^{a,B}
	B Gazı	-	5,20±,16 ^{b,B}	3,82±,40 ^{a,b,A,B}	2,74±,45 ^{a,A}	3,85±1,72 ^{a,A,B}
ΔC	Kontrol	-	3,73±1,62 ^{a,A}	1,88±,52 ^{a,A}	3,52±1,56 ^{a,A}	3,10±0,79 ^{a,A}
	A Gazı	-	1,07±,41 ^{a,A}	1,98±,69 ^{a,A,B}	1,16±,27 ^{a,A}	3,19±,78 ^{a,B}
	B Gazı	-	0,56±,09 ^{a,A}	1,81±,57 ^{a,A,B}	2,21±,34 ^{a,B}	2,46±,52 ^{a,B}
Hu Angle	Kontrol	-	80,60±,35 ^{a,B}	-84,85±1,78 ^{a,A}	-82,99±,16 ^{a,A}	-83,02±,87 ^{a,A}
	A Gazı	-	80,60±,35 ^{a,C}	-81,12±,40 ^{b,B,C}	-81,70±,14 ^{b,B,C}	-82,76±,13 ^{a,B}
	B Gazı	-	80,60±,35 ^{a,B}	82,00±,37 ^{a,b,A,B}	-82,64±0,28 ^{a,A}	-82,30±,34 ^{a,A}
Chroma	Kontrol	12,26±,49 ^{a,A}	14,94±2,06 ^{a,A}	14,06±,53 ^{a,A}	15,73±1,54 ^{a,A}	15,27±0,81 ^{a,A}
	A Gazı	12,26±,49 ^{a,A}	13,30±,43 ^{a,A}	14,06±,83 ^{a,A}	12,91±,55 ^{a,A}	18,41±,76 ^{b,B}
	B Gazı	12,26±,49 ^{a,A}	12,74±,06 ^{a,A,B}	13,95±,64 ^{a,A,B}	14,44±,33 ^{a,A,B}	14,67±,52 ^{a,B}

*Aynı sütunda küçük ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

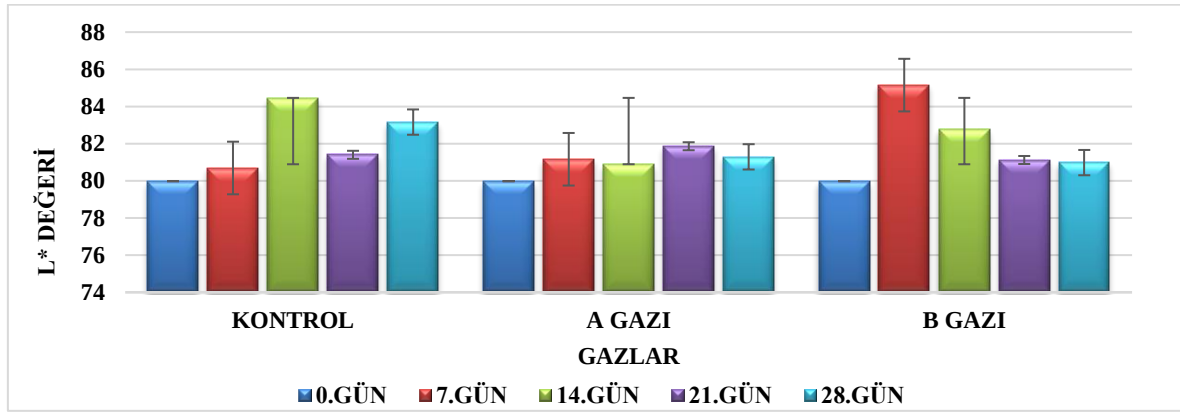
*Aynı satırda büyük ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

A grubu gaz bileşimi: %5 O₂- %5 CO₂

B grubu gaz bileşimi: %3 O₂- %8 CO₂

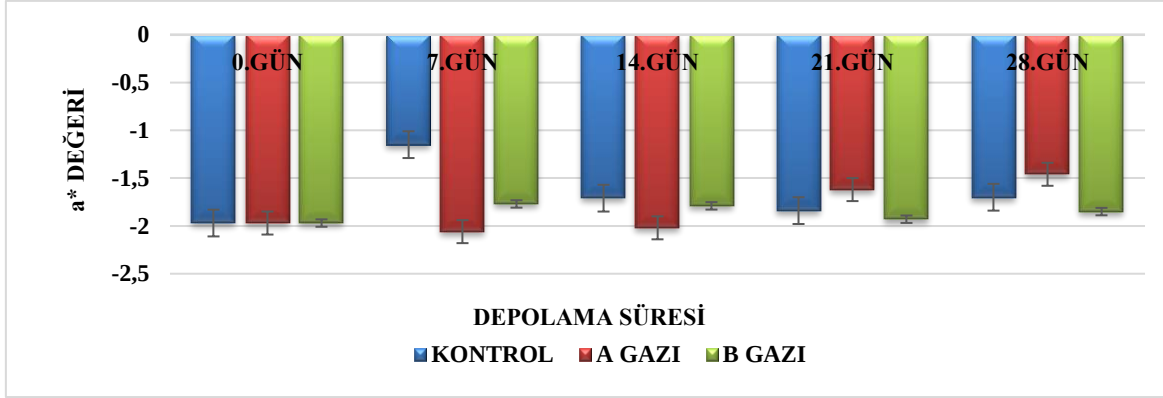


Şekil 3.27. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı L* değeri değişimi

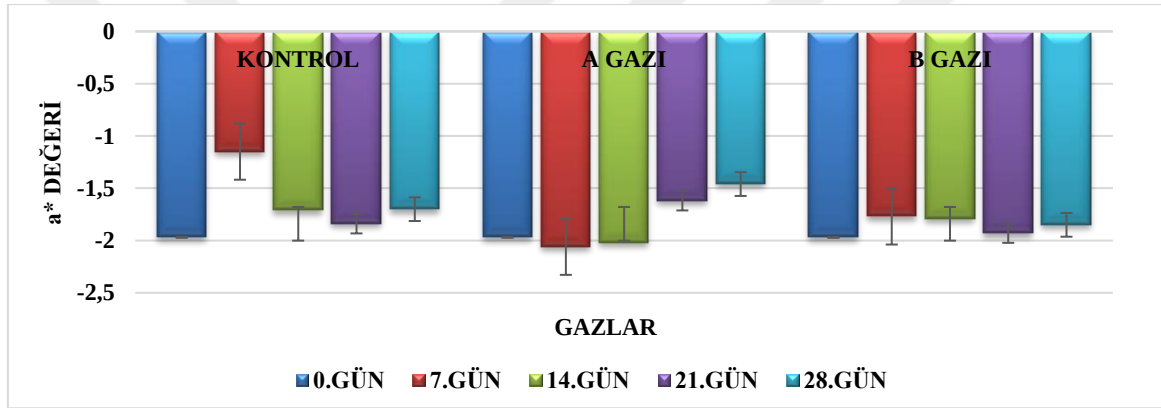


Şekil 3.28. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı L* değeri değişimi

Yapılan analiz sonucunda 7. günde B gazı uygulanan sarımsakların L* (parlaklık) değerinin kontrol grubu ve A gazı uygulanan gruba göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Gaz konsantrasyonlarının 7. gündeki L* değeri değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p < 0,005$). 14. günde kontrol grubundaki sarımsakların L* değerinin A ve B gazı uygulanan gruba göre daha yüksek olduğu görüldü. Gaz konsantrasyonlarının 14. gündeki L* değeri değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p < 0,005$). Depolamanın 21. Gününe bakıldığında açıkta muhafaza edilen kontrol grubu örneklerinin L* değerleri A ve B grubu örneklerinin L* değerinden daha yüksektir. Gaz konsantrasyonlarının 21. Gündeki L* değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p > 0,05$). 28. günde kontrol grubundaki sarımsakların L* değerinin A ve B gazı uygulanan gruba göre daha yüksek olduğu görüldü. Gaz konsantrasyonlarının 28. Gündeki L* değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p > 0,05$). Depolama periyotlarına göre değerlendirdiğimizde kontrol grubu ve B grubu örneklerinin 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde L* değerleri depolama sürelerince istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p < 0,005$). A grubu sarımsak örneklerinin depolama süresince L* değerleri arasında istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p > 0,005$).



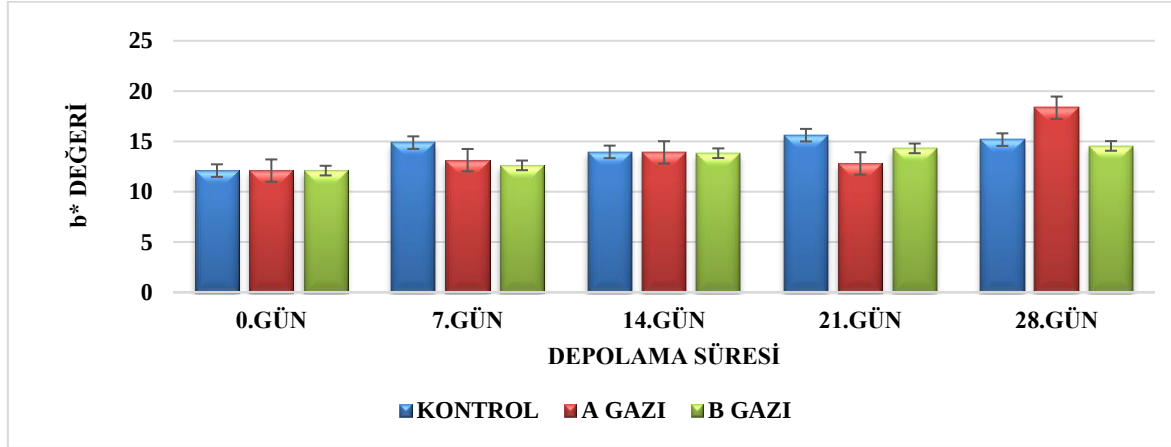
Şekil 3.29. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı a* değeri değişimi



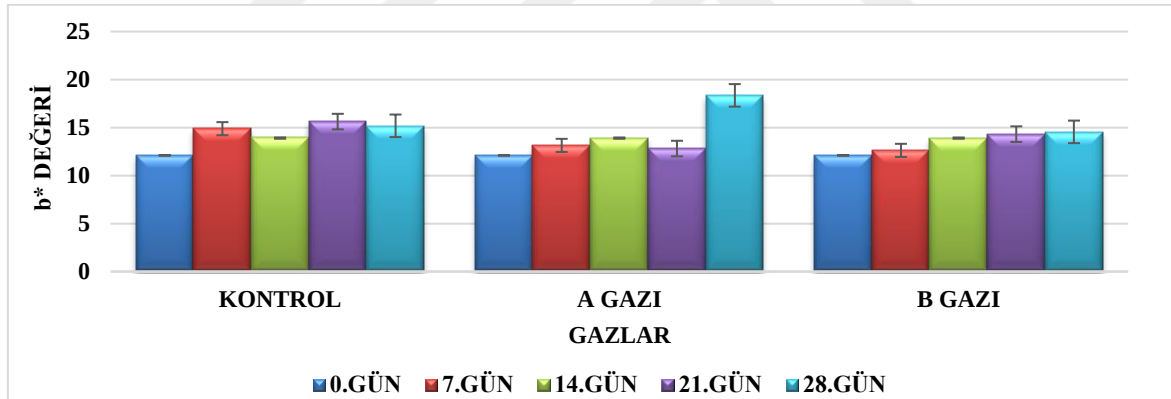
Şekil 3.30. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı a* değeri değişimi

Kırmızılık değerleri olan a* değerleri incelendiğinde 7. Günde kontrol grubundaki sarımsakların a* değerleri A gazı ve B gazı uygulanan gruplara göre daha yüksek olduğu görüldü. Gaz konsantrasyonlarının 7. gündeki a* değeri değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). Depolamanın 14. gününde kontrol grubunun a* değerleri A gazı ve B gazı uygulanan gruplara göre daha yüksek olduğu görüldü. Gaz konsantrasyonlarının 14. Gündeki a* değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 21. günde A grubunun a* değerleri kontrol ve B gruplarına göre daha yüksek olduğu görüldü. Gaz konsantrasyonlarının 21. gündeki a* değeri değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). 28. günde kontrol grubundaki sarımsakların a* değerleri A gazı ve B gazı uygulanan gruplara göre daha yüksek olduğu görüldü. Gaz konsantrasyonlarının 28. gündeki a* değeri değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). Depolama periyotlarına göre değerlendirdiğimizde kontrol grubu ve A grubu örneklerinin 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde

a* değerleri depolama sürelerince istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p < 0,005$). B grubu sarımsak örneklerinin depolama süresince a* değerleri arasında istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p > 0,005$).



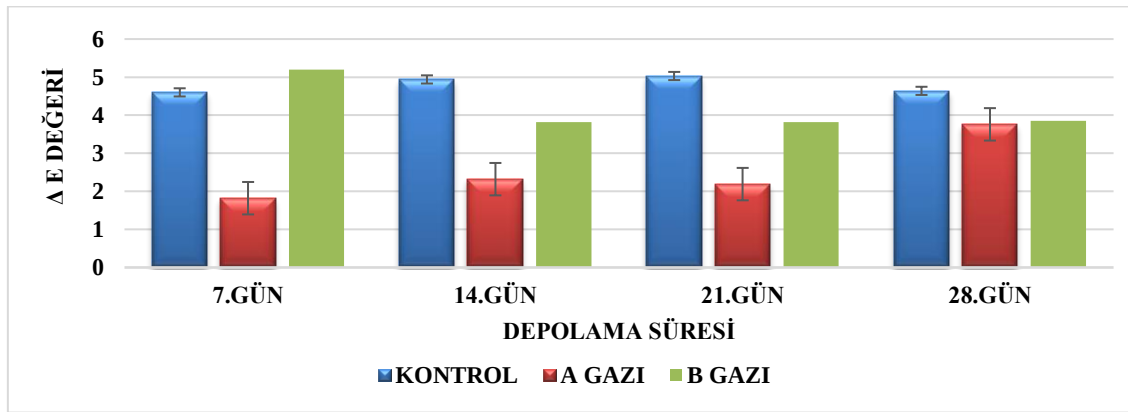
Şekil 3.31. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı b* değeri değişimi



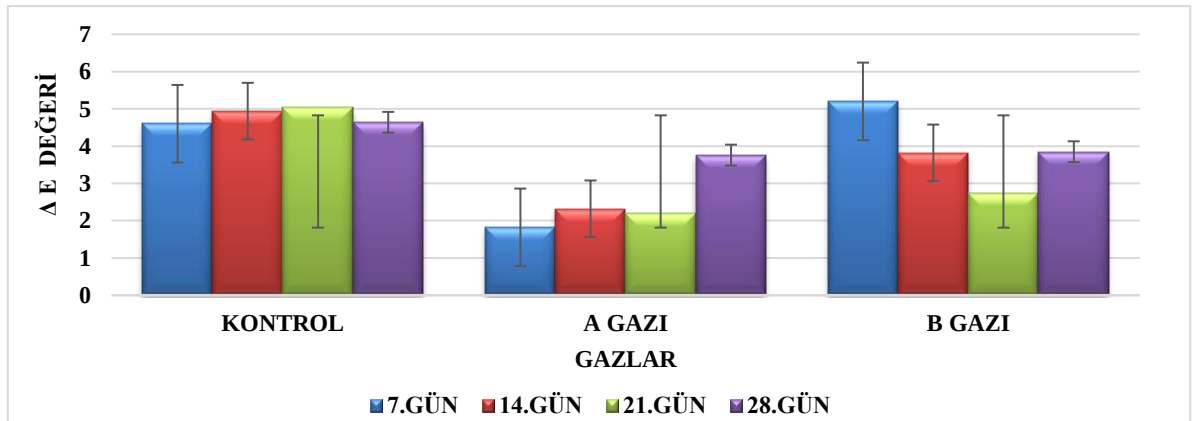
Şekil 3.32. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı b* değeri değişimi

Gruplar b*(sarılık-mavilik) değeri açısından incelendiğinde 7. günde kontrol grubundaki sarımsakların b* değeri A gazı ve B gazı uygulanan gruba daha yüksektir. Gaz konsantrasyonlarının 7. gündeki b* değeri değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p < 0,005$). 14. Günde ise kontrol grubundaki sarımsakların b* değeri A gazı ve B gazı uygulanan gruplara göre daha yüksektir. Gaz konsantrasyonlarının 14. gündeki b* değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p > 0,05$). 21. güne bakıldığında kontrol grubu örneklerinin b* değerleri A ve B grubu örneklerinin b* değerlerinden daha yüksektir. Gaz

konsantrasyonlarının 21. Gündeki b^* değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Depolamanın 28. gününde B grubu örneklerin b^* değerleri kontrol ve A grubu örneklerin b^* değerinden daha yüksektir. Gaz konsantrasyonlarının 28. günündeki b^* değeri değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). Depolama periyotlarına göre değerlendirdiğimizde A ve B grubu örneklerinin 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde b^* değerleri depolama sürelerince istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). Kontrol grubu sarımsak örneklerinin depolama süresince b^* değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,005$).



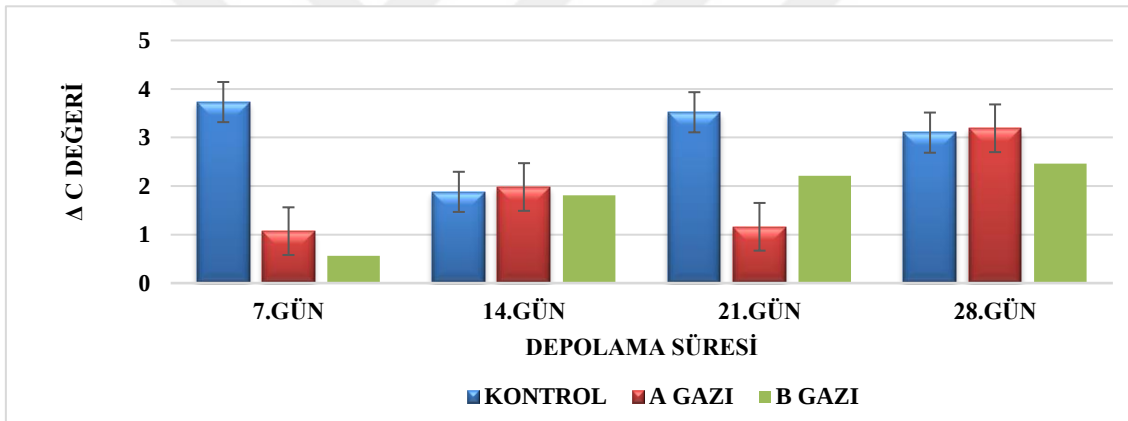
Şekil 3.33. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı ΔE değeri değişimi



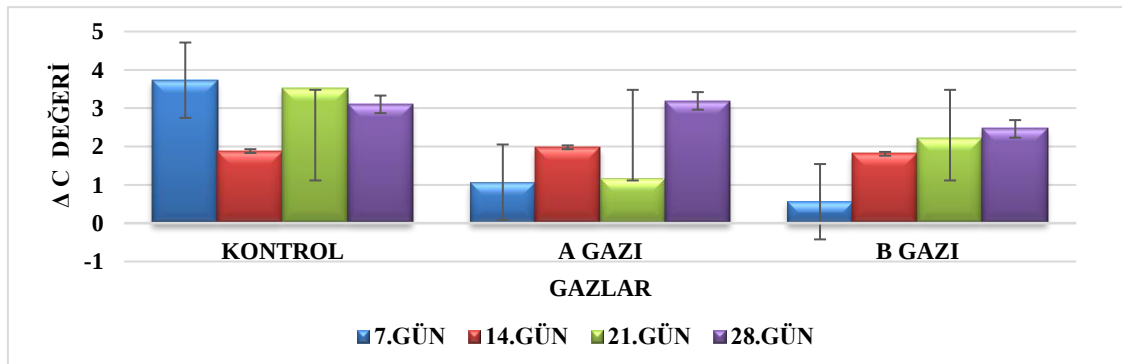
Şekil 3.34. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı ΔE değeri değişimi

Gruplar ΔE değeri açısından incelendiğinde 7. Günde B grubundaki sarımsakların ΔE değeri A ve kontrol grubu örneklerin ΔE değerinden daha yüksektir. Gaz

konsantrasyonlarının 7. gündeki ΔE değeri değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). 14. Günde ise kontrol grubundaki sarımsakların ΔE değeri A gazı ve B gazı uygulanan gruplara göre daha yüksektir. Gaz konsantrasyonlarının 7. gündeki ΔE değeri değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). 21. güne bakıldığında kontrol grubu örneklerinin ΔE değerleri A ve B grubu örneklerinin ΔE değerlerinden daha yüksektir. Gaz konsantrasyonlarının 21. gündeki ΔE değeri değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). Depolamanın 28. gününde kontrol grubu örneklerin ΔE değerleri A ve B grubu örneklerin ΔE değerinden daha yüksektir Gaz konsantrasyonlarının 28. gündeki ΔE değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Depolama periyotlarına göre değerlendirdiğimizde açıkta muhafaza edilen kontrol grubu, A gazı ve B gazı uygulanan örneklerin 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde ΔE değerleri depolama sürelerince istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$).

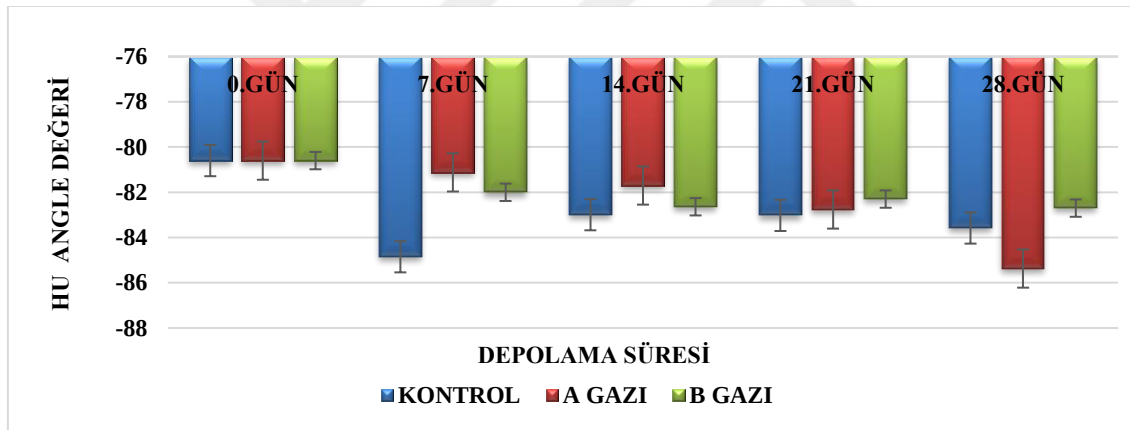


Şekil 3.35. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı ΔC değeri değişimi

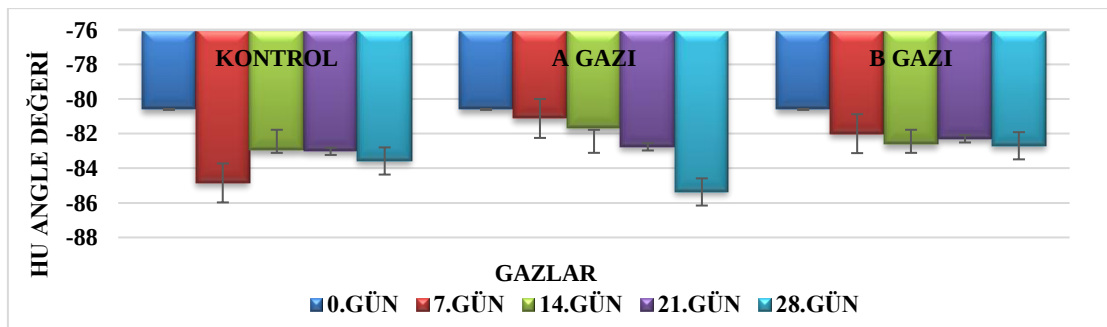


Şekil 3. 36. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı ΔC değeri değişimi

ΔC değeri incelendiğinde 7.günde kontrol grubunun değeri A ve B gazı uygulanan gruba göre daha yüksek olduğu görüldü. Gaz konsantrasyonlarının 7. gündeki ΔC değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 14. günde B gazı uygulanan grubun ΔC değeri A grubundan ve kontrol grubundan daha yüksek olduğu görüldü. Gaz konsantrasyonlarının 14. gündeki ΔC değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 21. günde kontrol grubunun ΔC değeri A ve B gazı uygulanan gruba göre daha yüksek değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 21. gündeki ΔC değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 28. Günde A grubu örneklerin değeri ΔC değeri kontrol grubu ve B grubu örneklerin ΔC değerlerinden daha yüksek değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 28. gündeki ΔC değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Depolama periyotlarına göre değerlendirdiğimizde A ve B grubu örneklerinin 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde ΔC değerleri depolama sürelerinde istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). Kontrol grubu sarımsak örneklerinin depolama süresince ΔC değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,005$).

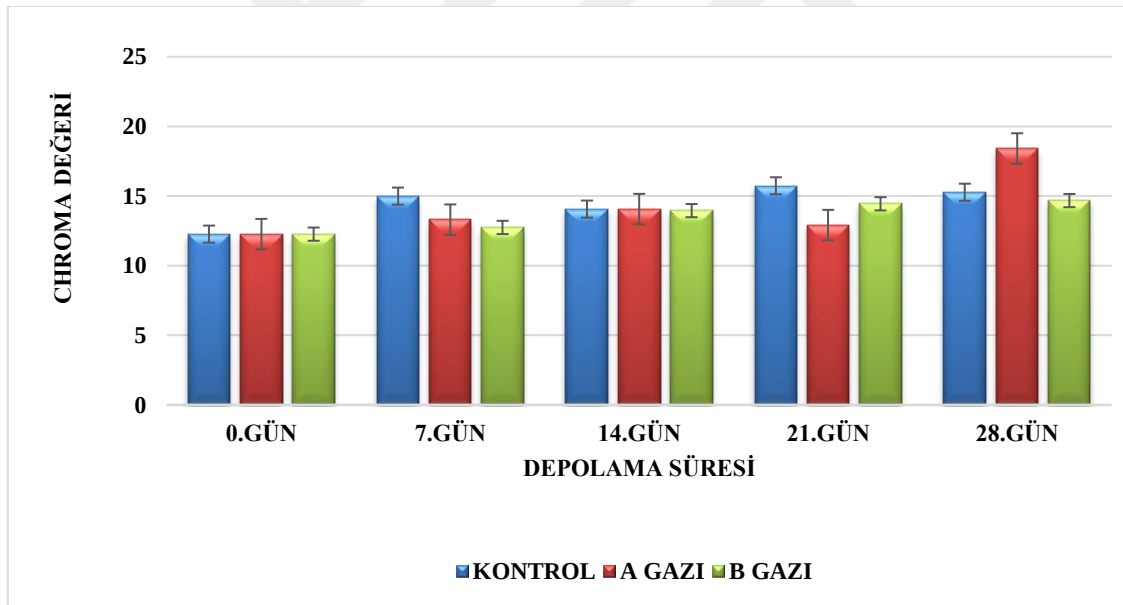


Şekil 3.37. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı Hu açısı değer değişimi

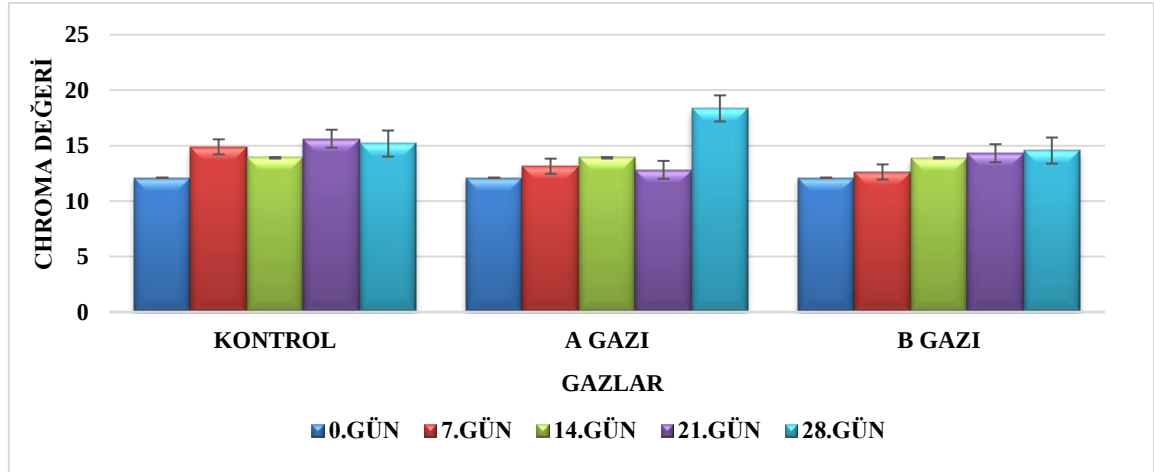


Şekil 3. 38. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı Hu açısı değeri değişimi

Hu açısı değerine baktığımızda 7. günde A grubu örneklerinin değeri B ve kontrol grubu örneklerinden daha yüksektir. Gaz konsantrasyonlarının 7. gündeki Hu açısı değeri değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). 14. güne baktığımızda A grubu sarımsak örneklerinin Hu açısı değeri B grubu ve kontrol grubundan daha yüksektir. Gaz konsantrasyonlarının 14. gündeki Hu açısı değeri değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). 21. günde B grubu örneklerin Hu açısı değeri A grubu ve kontrol grubu değerlerine göre daha yüksektir. Gaz konsantrasyonlarının 21. gündeki Hu açısı değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Depolamanın 28. günde B grubu örneklerin Hu açısı değeri A ve kontrol grubunun değerlerine göre daha yüksektir. Gaz konsantrasyonlarının 28. gündeki Hu açısı değeri değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). Depolama periyotlarına göre değerlendirdiğimizde açıkta muhafaza edilen kontrol grubu, A gazı ve B gazı uygulanan örneklerin 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde Hu değerleri depolama sürelerince istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$).



Şekil 3.39. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı kroma değer değişimi



Şekil 3.40. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı kroma değeri değişimi

Kroma değeri incelendiğinde 7.günde kontrol grubunun değeri A ve B gazı uygulanan grupların kroma değerlerinden daha yüksektir. Gaz konsantrasyonlarının 7. gündeki kroma değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 14. günde kontrol ve A grubu örneklerinin kroma değerleri eşit ve B grubunun kroma değerinden daha yüksektir. Gaz konsantrasyonlarının 14. gündeki kroma değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 21. günde kontrol grubu örneklerin kroma değeri A ve B gazı uygulanan gruplara göre daha yüksektir. Gaz konsantrasyonlarının 21. gündeki kroma değişim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Depolamanın 28. gününde A grubunun kroma değeri kontrol ve B grubunun kroma değerinden daha yüksektir. Gaz konsantrasyonlarının 28. gündeki kroma değeri değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). Depolama periyotlarına göre değerlendirdiğimizde A ve B grubu örneklerinin 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde kroma değerleri depolama sürelerince istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). Kontrol grubu sarımsak örneklerinin depolama süresince kroma değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,005$). Yüksel (2022) tarafından 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 CO_2 veya %1-3 O_2 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. 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. 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 dışlarının maksimum derecede renk değişimi gösterdiği belirtilmiştir.

3.9. *Allium tuncelianum*'un Modifiye Atmosfer ile Paketlenmesinin Toplam Fenolik Bileşik Miktarına Etkisinin Belirlenmesi

Deneme süresi boyunca modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile paketlenmeyen kontrol grubu ve modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile paketlenen A (%5 O₂- %5 CO₂) grubu ve B (%3 O₂- %8 CO₂) grubu sarımsak örneklerinin toplam fenolik bileşik oranlarına bakılmıştır. Denemenin yapıldığı 7., 14., 21. ve 28.gün sarımsak örneklerine ait toplam fenolik bileşik oranları varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve sonuçlar Tablo 3.9'da verilmiştir.

Tablo 3.9. *Allium tuncelianum* Modifiye Atmosfer ile Paketlenmesinin Toplam Fenolik Bileşik Miktarı Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

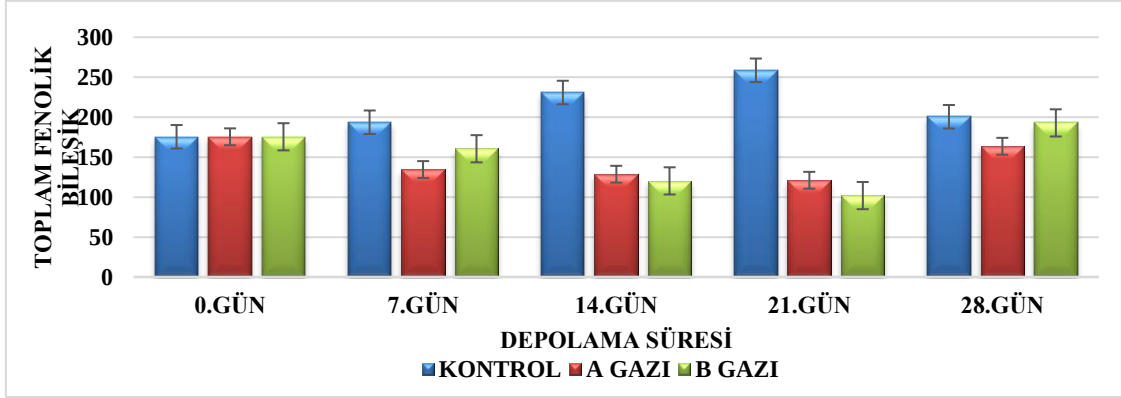
	KONTROL	A GRUBU	B GRUBU
0.GÜN	175,43±1,97 ^{a,A}	175,43±1,97 ^{a,D}	175,43±1,97 ^{a,B}
7.GÜN	193,63±1,01 ^{c,B}	134,48±5,94 ^{b,C}	160,47±3,81 ^{a,A}
14.GÜN	230,83±2,73 ^{b,C}	128,58±7,70 ^{a,B}	120,25±4,69 ^{a,A}
21.GÜN	258,63±0,70 ^{c,D}	121,06±4,11 ^{a,A}	101,87±2,99 ^{b,A}
28.GÜN	200,52±5,74 ^{b,B}	163,58±3,42 ^{b,E}	192,81±2,39 ^{a,B}

*Aynı satırda küçük ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

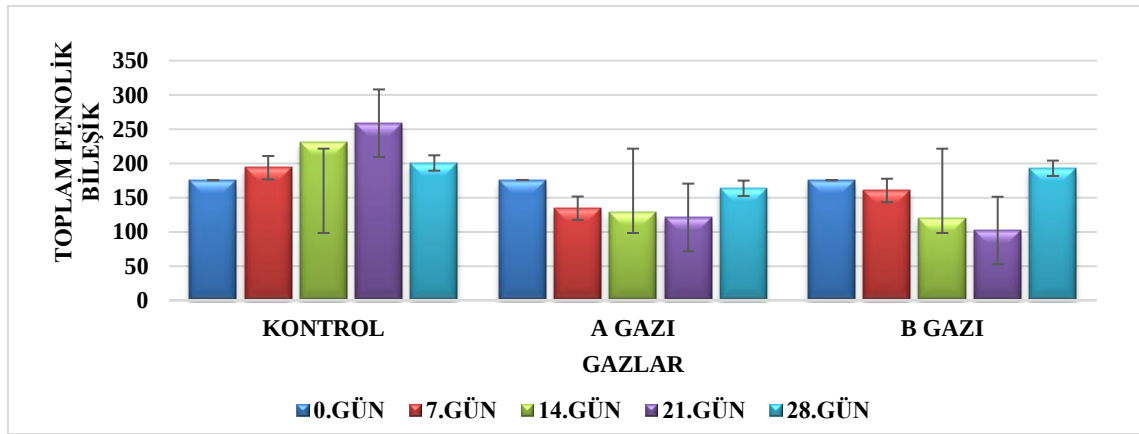
*Aynı sütunda büyük ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

A grubu gaz bileşimi: %5 O₂- %5 CO₂

B grubu gaz bileşimi: %3 O₂- %8 CO₂



Şekil 3.41. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı toplam fenolik bileşik miktarı değişimi



Şekil 3.42. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı toplam fenolik bileşik miktarı değişimi (%)

MAP yönteminin toplam fenolik bileşik değeri üzerine etkileri incelendiğinde 7. günde kontrol grubunun fenolik bileşik değeri 193,63 olup en yüksek değere sahiptir. A grubunun fenolik bileşik değeri 134,48 olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 7. gündeki fenolik bileşik değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). 14. günde kontrol grubundaki sarımsakların fenolik bileşik değeri 230,83 olup en yüksek değere sahiptir. B grubu sarımsak örneklerinin fenolik bileşik değeri 120,25 olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 14. gündeki fenolik bileşik değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). 21.günde kontrol grubu örneklerin fenolik bileşik değeri 258,63 olup en yüksek değere sahiptir. B grubu örneklerin fenolik bileşik değeri 101,87 olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 21. gündeki fenolik bileşik değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). Depolamanın 28.gününde kontrol grubu örneklerinin fenolik bileşik değeri 200,52 olup en yüksek değere sahiptir. A grubu örneklerin fenolik bileşik değeri 163,58 olup en düşük değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 28.

gündeki fenolik bileşik değişimi istatistiksel olarak da anlamlıdır ($p<0,005$). Depolama sürelerine göre bakıldığında A grubu, B grubu ve kontrol grubu sarımsak örneklerinin 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde fenolik bileşik değerleri depolama sürelerince istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,005$). 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. Yüksel (2022) tarafından yapılan çalışmada 12 haftalık depolamanın sonunda fenolik madde miktarının arttığı belirlenmiştir. Son zamanlarda yapılan 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.

3.10. *Allium tuncelianum*'un Modifiye Atmosfer ile Paketlenmesinin Çimlenme Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

Deneme süresi boyunca modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile paketlenmeyen kontrol grubu ve modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile paketlenen A (%5 O₂ - %5 CO₂) grubu ve B (%3 O₂ - %8 CO₂) grubu sarımsak örneklerinin çimlenme oranlarına bakılmıştır. Denemenin yapıldığı 7., 14., 21. ve 28.gün sarımsak örneklerine ait çimlenme oranları varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve sonuçlar Tablo 3.10'da verilmiştir.

Tablo 3.10. Depolanan örneklerin (%) çimlenme değerleri ve standart sapma değerleri

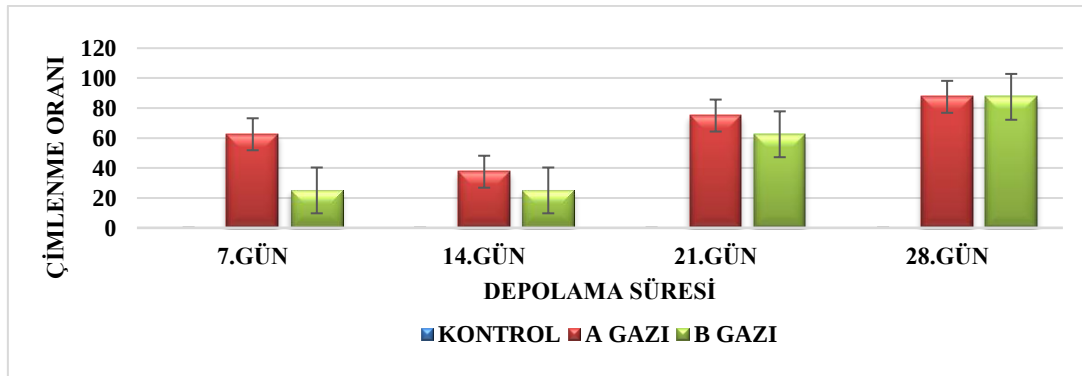
	KONTROL	A GRUBU	B GRUBU
7.GÜN	00,00±0,00 ^{a,A}	62,50±53,03 ^{a,A}	25,00±35,35 ^{a,A}
14.GÜN	00,00±0,00 ^{a,A}	37,50±17,67 ^{a,A}	25,00±35,35 ^{a,A}
21.GÜN	00,00±0,00 ^{a,A}	75,00±25,00 ^{a,A}	62,50±37,50 ^{a,A}
28.GÜN	00,00±0,00 ^{a,A}	87,50±17,67 ^{a,A}	87,50±17,67 ^{a,A}

*Aynı satırda küçük ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

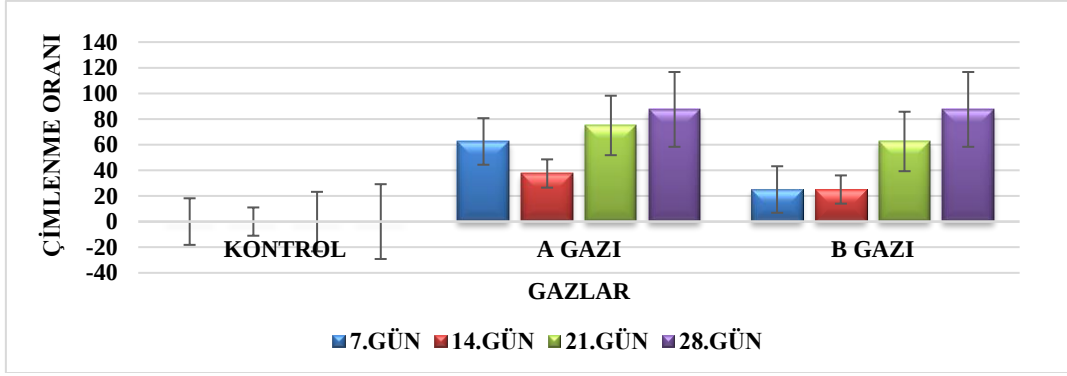
*Aynı sütunda büyük ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

A grubu gaz bileşimi: %5 O₂ - %5 CO₂

B grubu gaz bileşimi: %3 O₂ - %8 CO₂



Şekil 3.43. Tunceli sarımsağının depolama süresince gaz konsantrasyonuna bağlı çimlenme oranı değişimi (%)



Şekil 3.44. Tunceli sarımsağının modifiye atmosferle paketlenme süresince zamana bağlı çimlenme oranı değişimi (%)

Elde ettiğimiz verilere göre depolama süresince MAP yöntemi ile paketlenmeyen kontrol grubu sarımsak örneklerinde çimlenme görülmezken, MAP yöntemi ile paketlenen A ve B grubu sarımsak örneklerinde çimlenme görüldü. MAP yöntemi ile paketlenmeyen kontrol grubu sarımsak örnekleri ile MAP yöntemi ile paketlenen A ve B grubu sarımsak örneklerinde yapılan (%) çimlenme değerleri istatistiksel olarak değerlendirdiğinde depolamanın 7. gününde kontrol grubunda çimlenme görülmedi. %62,50 çimlenme oranı olan A grubunda en yüksek çimlenme oranı görüldü. Gaz konsantrasyonlarının 7.gündeki çimlenme oranları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 14. günde kontrol grubu sarımsak örneklerinde çimlenme görülmedi. A grubu sarımsak örneklerinde %37,50 oranında en yüksek çimlenme değeri görüldü. Gaz konsantrasyonlarının 14. gündeki çimlenme oranları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 21.günde kontrol grubunda çimlenme görülmedi. %75,00 çimlenme değeri olan A grubunda en yüksek çimlenme değeri görüldü. Gaz konsantrasyonlarının 21.gündeki çimlenme oranları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). 28. günde ise kontrol grubunda çimlenme görülmedi. %87,50 çimlenme değeri A grubunda olup en yüksek değere sahiptir. Gaz konsantrasyonlarının 28.gündeki çimlenme oranları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Depolama sürelerine göre bakıldığında A grubu, B grubu ve kontrol grubu sarımsak örneklerinin 7., 14., 21. ve 28. günlerinde çimlenme oranı değerleri arasında depolama sürelerince istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($p>0,005$).

Depolama süresince modifiye atmosferli paketlenen A ve B grubu sarımsak örneklerindeki çimlenmenin sebebinin su aktivitesi oranının kontrol grubu sarımsak örneklerine oranla daha yüksek değere sahip olduğu için ve paket içerisine nem tutucu özellikteki materyallerin yerleştirilmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Su içeriği

yüksek ve solunum yapan gıdaların ambalaj içindeki yoğuşmasının azaltılmasında ve gıda kurutulmadan gıdanın üzerindeki su tabakasının ortadan kaldırılmasında nem emiciler etkilidirler (Pereira ve ark., 2012). Bu sebeple kullanılabilecek materyaller; nem çekici filmler veya kesecikler, nem tutucu pedler veya arzu edilen seviyede su buharı geçirgenlik özelliğinde olan filmlerdir (Üçüncü, 2013).

Modifiye atmosfer paketleme işlemi ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda ortaya çıkan genel sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Kılınç ve Çaklı (2004) tarafından yapılan çalışmada; modifiye atmosfer paketleme işleminin balık ürünlerinin raf ömrünü yükselttiği ve modifiye atmosfer paketlemenin başarısının; düşük sıcaklıklarda depolamaya, yüksek kalitede taze materyale, CO₂'nin kısmi basıncının uygunluğuna ve gaz hacminin ürün hacmine oranına bağlı olduğu belirlenmiştir.

Başıyigit ve Sakaldaş (2021) tarafından yürütülen çalışmada ortaya çıkan sonuçlara göre modifiye atmosfer paketleme (MAP), tüm depolama sıcaklıklarında kalitenin korunumunu önemli seviyede sağlamıştır. Diğer taraftan; 0°C sıcaklık kalitenin korunumu açısından en iyi sonuçları vermesine karşın; ürünün diğer depolama sıcaklıklarında da büyük kalite kayıpları olmadan MAP uygulamasıyla muhafaza edilebildiği saptanmıştır.

Batu ve ark., (2008) tarafından yürütülen çalışma sonucunda raf ömrünün uzatılabilmesi bakımından modifiye atmosferde paketleme olarak adlandırılan paket içi O₂ konsantrasyonunun düşürülmesi ve özellikle CO₂ konsantrasyonunun artırılmasının oldukça önemli bir yere sahip olduğu ve bu bağlamda kaymağın raf ömrünün uzatılabilmesi için kaymağa yüksek oranda CO₂ uygulamasının yerinde olacağı kanısına varılmıştır.

Nikpeyma ve ark., (2019) tarafından yapılan çalışmada MAP ve Tanık muamelesine alınan kiraz meyveleri +4°C'de 30 günlük muhafaza süresince meyve ağırlıkları, meyve sertliği ve meyve renk değerleri değişimi incelenmiştir. Farklı rakımlardan alınan kirazların depolama süresince MAP muamelesinde meyve ağırlık kaybı veren değişimi tanığa göre daha az olmuştur. Meyve eti sertliği ise MAP muamelesinde daha fazla olmuştur. Aynı zamanda MAP uygulamasının renk değişimini önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir.

Özellikle modifiye atmosferli paketleme (MAP) işlemleri taze mantar muhafazasında etkili olmuştur. Raf ömrünün uzaması, ürünü çevreleyen atmosferde düşük O₂ ve yüksek CO₂ konsantrasyonuna bağlı olarak, solunum hızının düşmesi ve mikrobiyal gelişiminin engellenmesi ile sağlanmaktadır (Farber ve ark., 2003; Ekinci ve ark., 2019). MAP ürünün solunum oranını, mikrobiyal büyümeyi ve fizyolojik bozulmaları azaltmak için uygun bir

atmosfer sağlayarak, normal hava bileşiminin değiştirilmesine, kalitesinin korunmasına ve raf ömrünün artmasına neden olmaktadır (Ares ve ark., 2007; Ekinci ve ark., 2019).

Nem kayıplarının azaltıldığı, O₂ ve CO₂ miktarının kontrol altında tutulduğu işlemde mantar türüne, O₂ ve CO₂ miktarına göre farklı sürelerde muhafaza sağlayabilmektedir. *Agaricus bisporus*'da modifiye atmosferli paketlemede (%2.5 CO₂ ve %10-20 O₂) görünüşü koruduğu ve bakteri sayısını azalttığı (Simon ve ark., 2005), %26 CO₂ içeren modifiye atmosferli paketlemede ağırlık kayıplarının azaldığı (Roy ve ark., 1995) belirlenmiştir. Modifiye atmosfer altında (%15 O₂, %5 CO₂ ve %80 N₂) paketlenmiş *Agaricus bisporus*'da 4 °C'de 22 güne kadar kalitenin korunarak depolama sağlanabilmektedir (Gholami ve ark., 2017). Çavuşoğlu (2018) *Agaricus bisporus*'da 20 gün süre ile 4 °C'de ve %90-95 oransal nem içeren ortamda MAP ve streç film ile paketlemenin etkisini araştırmış, bu süre boyunca mantarın iyi bir şekilde depolanabildiğini, ağırlık kaybının MAP ile daha az olduğunu, renk değerleri, titre edilebilir asitlik ve solunum açısından ise streç film uygulamasının daha iyi sonuç verdiğini tespit etmiştir.

Pleurotus mantarında 4°C'de 15 kPa O₂+ 5 kPa CO₂ şeklindeki modifiye atmosferli paketlemenin 7 günlük bir depolamada kaliteyi koruduğu belirlenmiştir (Villaescusa ve Gil, 2003). Pleurotus mantarında 4 °C'de 1kPa O₂+5kPa CO₂ MAP ortamında 14 gün (Popa ve ark., 1999), 1°C'de 1 kPa O₂+30 kPa CO₂ MAP ortamında 10 gün (Henze, 1989) etkili bir depolama sağladığı belirtilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, Shiitake mantarında 4°C'de MAP'nin muhafaza ömrünü 17 güne kadar uzatabildiği, CO₂ konsantrasyonunun hasat sonrası kaliteyi etkilediği belirlenmiştir (Ye ve ark., 2012).

Ares ve ark. (2007) yaptıkları çalışma sonucunda MAP uygulamalarında ortamdaki O₂ ve CO₂ oranının iyi belirlenmesi gerektiğini aksi halde uygun olmayan modifiye edilmiş atmosfer koşullarının etkisiz olabileceğini veya ürünün raf ömrünü kısaltacağını belirlemişlerdir. Modifiye atmosferli paketleme ve kalsiyum hipoklorit uygulamasının birlikte kullanılması ile de mantarda renk değişimi ve mikrobiyal gelişimde önemli etkiler sağlanarak depolamayı etkilediği belirlenmiştir (Kuyper ve ark., 1993).

Yapılan bir çalışmada hasat sonrasında sitokinin uygulaması (0, 5, 10 ve 15 ppm) yapılmış *Agaricus bisporus* mantarının modifiye atmosferli depoda ve açıkta, streç flim ve polietilen torbalarda 0°C'de %90-95 nemde 9 gün depolanmasının ardından, modifiye atmosferli depolamanın ağırlık kaybı, renk, C vitamini kaybı, fenolik bileşikler ve enzim aktivitesi azalması bakımından açıkta bekletilenlere göre daha iyi sonuç verdiği, yapılan

sitokinin uygulamalarının önemli etkiler sağladığı ve polietilen ve streç kaplama ile 9 gün boyunca mantar muhafazasında başarılı sonuçlar alındığı belirlenmiştir (Gökçenay ve Çavuşoğlu, 2018).



4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda, Türkiye ve dünya genelinde sağlıklı beslenmeye olan ilgi giderek artmaktadır. Günümüzde insanlar, sağlıklı gıdalara daha kolay ulaşmayı ve bu gıdaları güvenle tüketmeyi arzu etmektedir. Bu talepler doğrultusunda, gıda üreticileri, piyasaya sundukları taze ürünlerin kalite özelliklerini uzun süre koruyarak tüketicilere ulaştırmayı amaçlamaktadır. Bu çalışma, tüketicilerin ve üreticilerin ihtiyaçlarına yönelik bir adım olarak, besleyici değeri yüksek taze gıdaların minimum işlenmiş gıdalar kategorisine ulaşmasını sağlamak amacıyla modifiye atmosfer paketlenme yöntemiyle paketlenen, katkı maddesi içermeyen Tunceli sarımsağının kalitesi üzerine etkisi araştırıldı. MAP yönteminin uygulanması ile taze sebze ve meyvelerin kalite özelliklerini daha uzun süre muhafaza ederek raf ömürlerini artırmak amaçlandı. Yapılan bu çalışma sonucunda;

MAP yönteminin ağırlık kaybındaki artışları önlediği, ağırlık kaybını azaltırken oluşan su kaybından kaynaklı ürünün kuru madde miktarını düşürdüğü sonucuna ulaşıldı. MAP işleminde depolama boyunca yüksek su aktivitesi değerinin korunduğu sonucuna varıldı. MAP işleminde özellikle MA ambalajlarında CO₂ birikiminden dolayı karbonik asit oluşumundan kaynaklı pH da düşüş belirlendi. MAP işleminde depolamanın sonunda titrasyon asitliği değerlerinde azalma meydana geldiği tespit edildi. MAP işleminde depolamanın sonunda % kül miktarında artış gözlemlendi. MAP işlemi sonucunda ürünün meyve eti sertliği değerinin değişmediği sonucuna varıldı. MAP işleminin sarımsak örneklerinin L* değerlerinde artış meydana getirdiği belirlendi. MAP yönteminin toplam fenolik bileşik değerini azalttığı sonucuna varıldı.

Depolama süresince MAP yöntemi ile paketlenmeyen kontrol grubu sarımsak örneklerinde çimlenme görülmezken, MAP yöntemi ile paketlenen A ve B grubu sarımsak örneklerinde çimlenme görüldü. Depolama süresince modifiye atmosferli paketlenen A ve B grubu sarımsak örneklerindeki çimlenmenin sebebinin su aktivitesi oranının kontrol grubu sarımsak örneklerine oranla daha yüksek olduğu ve paket içerisine nem tutucu özellikteki materyallerin yerleştirilmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Konu ile ilgili bundan sonra yapılacak çalışmalarda farklı gözenek geçirgenlik katsayılarına sahip ambalaj materyallerinin kullanılması, yine farklı gaz konsantrasyonlarının birlikte denenmesiyle taze ürünlerin raf ömrünün uzatılması ile ilgili olumlu sonuçların elde edilmesi mümkündür. Seçilecek ambalaj materyali hafif olmalıdır. Isı ile kolayca yapışabilmelidir. Buğulanmayı önleme özelliği olmalıdır nem tutucular

kullanılmalıdır. Oluşabilecek mekaniksel zararlara karşı dayanıklı olmalıdır. Kullanılacak gıdaya uygun gaz bileşenleri uygulanmalıdır. Gerek bu çalışma gerekse daha önce yapılan çalışmaların sonucunda modifiye atmosfer paketleme yönteminin taze olarak tüketilen birçok ürünlerin raf ömrünü uzatma ve kalitelerinin korunmasında başarılı bir yöntem olduğu bilinmektedir.

Yapılan bu tez çalışması minimum işlenmiş gıdalar konusunda bölgesel kalkınmada önemli bir potansiyele sahip ülkemizde tarım ürünlerinin kaliteye bağlı raf ömürlerinin belirlenmesi konusunda öncü veriler sunmaktadır. Modifiye Atmosfer paketleme uygulaması ile Tunceli ve bölgesinde endemik olarak yetiştirilen birçok bitki çeşidi ve tarım ürünleri taze olarak uzak yörelere de pazarlanabilecek ve böylelikle ilimiz ve bölgemizin kalkınmasına da katkı sağlanmış olacaktır.

5. KAYNAKLAR

- Abu-Lafi, S., Dembicki, J.W., Goldshlag, P., Hanus, L.O., Dembitsky, V.M.,** 2004. The use of the cryogenic GC/MS and on-column injection for study of organosulfur compounds of the *Allium sativum*. *Journal of Food Com.and Analysis*, 17, 235-245.
- Acquistucci, R., Bucci, R., Magri, A.D., Magri, A.R.,** 1991. Evaluation of the moisture and ash contents in wheat mills by multistep programmed thermogravimetry. *Thermochimica Acta*, 188(1): 51-62.
- Agarwal, K.C.,** 1996. Therapeutic actions of garlic constituents medicinal. *Research Reviews*. 16(1):111-124.
- Ağbaş, B., Karakuş, D., Adıgüzel, R., Keser, S., Demir E.,** 2013. II. Uluslararası Tunceli (Dersim) Sempozyumu, 20-22 Eylül, Tunceli (Sözlü Bildiri).
- Akan S., Horzum Ö., Tuna Güneş N.,** 2019. Modifiye atmosferli paketlemenin yeşil sarımsak (*allium sativum* L.) yapraklarında kalite korunumuna etkisi *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bitkileri Dergisi* 24(3):165-173.
- Akan, S., Horzum, Ö.,** 2020. Use of modified atmosphere packaging to manage quality of green garlic leaves during cold storage period. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 550-558
- Akan, S., Horzum, Ö., Tuna Güneş, N.,** 2019. Taze sarımsak (*Allium sativum* L.) başlarının modifiye atmosferli paketlerde depolanma performansı. *Uluslararası Avrasya Doğal Beslenme ve Sağlıklı Yaşam Zirvesi*, 1, 424-432
- Akçiçek, E.- Ötleş, S.,** 2006. Sarımsak Kitabı, *İzmir Güven Kitabevi*, İzmir, s.55
- Aloğlu, H. Ş., Gökğöz, Y., Bayraktar, M.,** 2018. Kocayemiş (Dağ Çileği-*Arbutus Unedo* L.) Meyveli dondurma üretimi, fiziksel, kimyasal ve duyuşal parametreler açısından irdelenmesi. *Gıda*, 43(6), 1030-1039.
- Ares, G., Lareo, C., Lema, P.,** 2007. Modified atmosphere packaging for postharvest storage of mushrooms. A Review. *Fresh Produce Global Science Books* 1 (1) 32-40.
- Artık, N., Poyrazoğlu, E.S.,** 1994. Kastamonu sarımsağının (*allium sativum* l.) kimyasal bileşiminin belirlenmesi üzerine araştırma. *Gıda*. 19(1):3-9.
- Atmaca, G.,** 2003. Sarımsağın ve tiol içeren bazı bileşiklerin antioksidatif etkileri. *Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*. 20(1-3):54-60.
- Bal, E.,** 2016'a. Derim sonrası Santa Rosa erik çeşidinde kalsiyum klorür ile ultrasound uygulamalarının modifiye atmosfer paketler içerisinde muhafaza süresi ve meyve kalitesi üzerine etkileri. *Meyve Bilimi*, 1, 12-18.
- Bal, E.,** 2016'b. Modifiye atmosfer paketleme ile potasyum permanganat uygulamalarının JH Hale şeftali çeşidinin muhafazası üzerine etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 9-15.

- Ban, Z., Feng, J., Wei, W., Yang, X., Li, J., Guan, J.,** 2015. Synergistic effect of sodium chlorite and edible coating on quality maintenance of minimally processed citrus grandis under passive and active MAP. *Journal of Food Science*, 80(8), C1705–C1712.
- Bansal, V., Siddiqui, M. W., Rahman, M. S.,** 2015. Minimally processed foods: Overview. Food Engineering Series: Food Engineering Series.
- Başığit, S., Sakaldaş, M.,** 2021. İstiridye Mantarında (Pleurotus Ostreatus) Farklı depolama sıcaklıklarında modifiye atmosfer paketleme uygulamalarının kaliteye etkileri. *ÇOMÜ LJAR* (2021) Cilt 2 Sayı 4 (48-55).
- Batu A., Demirdöven, A.,** 2010. Modifiye atmosferde paketleme ve soğukta depolamanın elmanın duyu kalitesi üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(2), 58-67.
- Batu, A.,** 2009. Kayısının Modifiye atmosferde paketlenerek depolanması önerisi. *Tunceli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4 (1): 9-19.
- Batu, A., Çağlar, A., Kara, H.H.,** 2008. Afyon Kaymagının raf ömrünün uzatılmasında modifiye atmosferde paketleme önerisi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 2008 (2) 43-46.
- Bennik, M.H.J., Smid, E.J., Rommbouts, F.M., Gorris, L.G.,** 1995. Growth of Psychrotrophic foodborne pathogens in a solid surface model system under the influence of carbon dioxide and oxygen. *Food Microbiology*, 12, 509-519.
- 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 bioprocess technology*, 6, 303-329.
- Cantwell, M, Hong, G., Suslow T.,** 2001. Heat treatments control extension growth and enhance microbial disinfection of minimally processed green onions. *HortSci* 36(4), 732-737
- 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 Genişletilmiş 2. Baskı Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları Ankara, (34) s.24-36
- Certel, M., Ertugay, M.F.,** 1996. Gıdalarda su aktivitesinin kontrol ve belirleme yöntemleri-II. *Gıda*, 21(5).
- Ceyhan-Sezgin, A.E.** 2013. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Her Yönüyle Gıda Kitabı, Sidaş Medya Ltd.Şti. ISBN No: 978-605-5267-06-3. Syf:85-120.

- Chaix, E., Couvert O., Guillaume C., Gontard N. and Guillard V.,** 2015."Predictive microbiology coupled with gas (o₂/co₂) transfer in food/packaging systems: how to develop an efficient decision support tool for food packaging dimensioning", comprehensive reviews in foodscience and food safety, 14, 1-21.
- Charles F.,** 2003. Sanchez J. and Gontard N., "Active modified atmosphere packaging of fresh fruits and vegetables: modeling with tomatoes and oxygen absorber", journal of food science, 68, 1736-1742.
- Church, N.,** 1994. Developments in modified-atmosphere packaging and related technologies, Trends in Food Science & Tech., 5, 345-352.
- Corbo, M.R., Campaniello, D., Speranza, B., Bevilacqua, A., Sinigaglia, M.,** 2015. Nonconventional 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.
- Çalhan, Ö.,** 2010. Bazı depolama koşullarının Roxana Kayısı çeşidinin soğukta muhafazası üzerine etkisi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 120, Isparta.
- Çavuşoğlu, Ş.,** 2018. Modifiye atmosfer ve metil jasmonat uygulamalarının *Agaricus bisporus*'un hasat sonrası kalite ve muhafaza ömrüne etkileri. *Mantar Der.*, 9 (2) 206-218.
- Çelikkol, I.,** 2011. Bazı ön uygulamaların ve modifiye atmosferde paketlenme (map)'nin taze ve tüketime hazır (Fresh-Cut) Alphonse Lavallée üzüm çeşidinin kalitesi üzerine etkileri. (*Yüksek Lisans Tezi*). Uludağ Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa
- Darji, A.,** 2021. <https://www.slideshare.net/AshishDarji6/modified-atmosphere-packaging-72582831> (Erişim Tarihi: 08.02.2021).
- Davies, A.R.,** 1999. Advances in modified-atmosphere packaging. in: Gould G.W. (ed.), new methods of food preservation. Gaithersburg: Aspen Publishers, Inc., 304-320.
- Davis, P.H.,** 1984. Flora of Turkey and East Aegean Islands, Vol. 8, Edinburgh, Edinburgh University Press
- Day, B.P.F.,** 1990. Modified atmosphere packaging. food storage symposium. Campden food and drink research association, England.
- Devrim, E.,** 2003. Seminer, domates ve sarımsağın beslenme ve insan sağlığındaki yeri.
- Dobrucka, R.,** 2013. The future of active and intelligent packaging industry. *scientific journal of logistics*. 9 (2): 103-110.

- Doğmuş, D., Durucasu, İ.,** 2013. Keten tohumu çeşitlerinin n-bütanol fraksiyonlarının fenolik bileşenlerinin antioksidan aktivitesi. *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*. 9.1:47- 56.
- Dronachari, M., Venkatachalapathy, K. and Rajashekarappa, K.,** 2010. Effect
- Ekin, D.,** 2016. Probiyotik lor peyniri üretiminde modifiye atmosfer paketlemenin (MAP) ürünün raf ömrü ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *Yüksel Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Süt Teknolojisi Anabilim Dalı. İzmir.
- Ellis, W.O., Smith, J.P., Simpson B. K., Khanizadeh S. and Oldham J. H.,** 1993."Control of growth and aflatoxin production of aspergillus flavus undermodified atmosphere packaging (map) conditions", *Food Microbiology*, 10, 9-21.
- Erdinç, B. Acar, J.,** 1996. Gıda muhafazasında modifiye atmosfer paketleme. *Gıda*. 21(1):17-21.
- Erkan M.E.,** 2004. Modifiye atmosfer paketlemenin farklı formlardaki kaşarpeynirlerinin duyuşal, fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisi. *İ.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*.
- Fan X, Niemira BA, Sokorai KJB.,** 2003. Use of ionizing radiation to improve sensory and microbial quality of fresh-cut green onion leaves. *J Food Sci* 68(4), 1478-1483.
- Farber, J.M.,** 1991. Microbiological aspects of modified atmosphere packaging technology: A review. *Journal of Food Protection*, 54(1), 58–70.
- Farber, J.N., Harris, L.J., Parish, M.E., Beuchat, L.R., Suslow, T.V., Gorney, J.R., Garrett, E.H., Busta, F.F.,** 2003) Microbiological safety of controlled and modified atmosphere packaging of fresh and fresh-cut produce. *Compr. Rev. Food Sci. Food Safety*, 2 142-160.
- Farhang, B.,** 2009. Nanotechnology and applications in food safety. in: global issues in food science and technology, Barbosa-Canovas, G (chiefed), Academic Press, 401-410.
- 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 88-95.
- 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.
- Gökçenay, G. ve Çavuşoğlu, Ş.,** 2018. Farklı dozlarda uygulanan sitokininin beyaz şapkallı mantarın (*agaricus bisporus*) muhafazası üzerine etkisi. *Mantar Der.*, 9 (1) 80-91.
- Güleç, A.,** 2019. Gıda ambalajlama, <http://docplayer.biz.tr/22565400-Gida-ambalajlama-yrd-doc-dr-h-ali-gulec.html> Erişim: 24.02.2021
- Güler, B.,** 2019. Modifiye atmosfer paketleme tekniğinin ceviz meyvesinde kullanımı ve ürün kalitesi üzerine etkisi (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

- Gün, M.S.,** 2018. Tunceli sarımsağının (*Allium tuncelianum*) antioksidan aktivitesi oksidatif dna hasarı ve protein oksidasyonu önleyici etkisinin araştırılması. *Doktora Tezi*. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Kimya Anabilim Dalı
- Gün, S.,** 2017. Hünnap meyvesinin (*Ziziphus jujuba Mill.*) soğukta muhafaza performansı üzerine farklı olgunluk safhası ve modifiye atmosfer paketlemenin (MAP) etkisi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Han, J.,** 2005. Innovations in food packaging. elsevier, london: academic press.
- Henze, J.,** 1989. Storage and transport of *pleurotus* mushrooms in atmospheres with high co2 concentrations. *acta hortic.*, 258 579-584.
- Hirschegger, P., Jakše, J., Trontelj, P., Bohanec, B.,** 2010. Origins of *Allium ampeloprasum* horticultural groups and a molecular phylogeny of the section *Allium* (*Allium*: *Alliaceae*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 54(2), 488-497.
- Hotchkiss, J. H.,** 1989. Modified atmosphere packaging of poultry and related products. *Controlled/modified atmosphere/vacuum packaging of foods*, Ed. A.L. Brody, "Food Nutrition Press, Inc., USA 179 p.
- 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.
- Ishangulyyev, R., Kim, S., Lee, S. H.,** 2019. Understanding Food Loss and Waste—Why Are We Losing and Wasting Food?. *Foods*, 8(8):.
- Journal of Dairyng,** *Foods and Home Sciences*, 29: 130-135
- Kader, A. A., D. Zagory And E. L. Kerbel.,** 1989. Modified Atmosphere Packaging Of FruitAndvegetables Crc Critical Reviews Dn Food Science And Nutrition 28(1):1-30.
- Kalac, P.,** 2013. review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms. *J. Sci. Food Agric.*, 93 (2) (2013), pp. 209 218, 10.1002/jsfa.5960
- Kang J, Lee S.,** 1999. Modified atmospherepackaging of peeled garlic cloves. *Food Sci.Biotechnol.* 8: 68-71.
- Karaca, S., Şen, F.** 2014. Nar meyvesinin muhafazasında farklı modifiye atmosfer ambalajlarının çürüklük gelişimi, ağırlık kaybı, renk ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24(2), 21-31
- Karaşahin, Z.,** 2013. "Bazı Hasat Sonrası Uygulamaların Anamur Muzunun Raf Ömrü Süresince Enzimatik ve Pomolojik Özelliklerine Etkisi", *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Adana.

- Kasım, T.**, 2015. Measurement of in vitro antioxidant activity of Tunceli rural garlic (*Allium tuncelianum*), determination of its effect on the antioxidant enzyme activity and anticancer characteristics on rats. *Inonu University. Malatya*.
- Kasim MU, Kasim R, Erkal S.**, 2008. UV-C treatments on fresh-cut green onions enhanced antioxidant activity. maintained green color and controlled ‘telescoping’. *J Food Agric Environ* 6, 63-67.
- Kılınç, B., Çaklı Ş.**, 2004. Su ürünlerinin modifiye atmosferde paketlenmesi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi* 21 (3-4): 349-353.
- Kökosmanlı, M., Keleş, F.** 1996. Pektik maddeler ve sağlık üzerine etkileri. *Gıda Sanayi*, 44: 27-29.
- Kökosmanlı, M., Keleş, F.** 2000. Erzurum’da yetiştirilen kıvılcık meyvesinin marmelat ve pulpa işlenerek değerlendirilmesi. *GIDA*, 25 (4), 289-298.
- Kubzdela, E., Czaczyk, K.**, 2016. The effect of organic acid pretreatment and modified atmosphere on shelf life of dry coleslaw mix. *Journal of Food Processing and Preservation*.
- Kuyper, L., Weinert, I.A.G. ve McGill, A.E.J.**, 1993. The Effect of Modified Atmosphere Packaging and Addition of Calcium Hypochlorite on the Atmosphere Composition, Colour and Microbial Quality of Mushrooms. *Food Sci. Technol.*, 26 (1) 14-20.
- Küşümler A, Özdemir M, Ayyıldız S.**, 2006. Modified atmosphere packaging of peeled garli cloves. *Proceedings of the 3rd Central European Congress on Food*, 7-9 p.
- Kütevin, Z., Türkes, T.**, 1987. *Sebzecilik, İnkılap Kitapevi, İstanbul*, s.154
- Lampila, L. E.**, 1991. Modified atmosphere packaging. *Microbiology of marine food products*, 373-393
- Lanzotti, V.**, 2006. The analysis of onion and garlic. *Journal of chromatography A*, 1112(1-2), 3-22.
- Li, X., Li, L., Wang, X., Zhang, L.**, 2010 Notice of Retraction: Improved keeping quality of fresh-cut garlic sprouts by atmosphere packaging conditions. In *2010 The 2nd Conference on Environmental Science and Information Application Technology* (Vol. 3, pp. 317-320). IEEE.
- Lia X, Lib L, Wangc X, Zhangd L.**, 2010. Improved keeping quality of fresh-cut garlic sprouts by atmosphere packaging conditions. *2010 2nd Conference on Environmental Science and Information Application Technology*. 18:317-320 (in Chinese). Life of peeled garlic stored at different conditions. *Akdeniz University PhD Thesis, Antalya*.
- Lin, D. L.**, 1993. Studies on the modified atmosphere packaging of green garlic. *Research Bulletin Of Tainan District Agricultural Improvement Station*. 30:61-69

- 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):.
- Mangaraj, S.,** 2009. Goswami, T. K. and Mahajan, P. V., "Applications of Plastic Films for Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables: A Review", *Food Engineering Reviews*, 1, 133-158.
- MAP.,** 2021. <https://tr.kbtfoodpack.com/modified-atmosphere-packaging-machines/> (Erişim tarihi: 08.02.2021)
- Marangonia, A.G., Stanley, D.W.,** 1991. Studies on the Long-Term Storage of Mature Green Tomato Fruit. *Journal of Horticultural Science*, 66(1): 81-84.
- Metin, S.,** 2003. Modifiye atmosferde paketleme teknolojisinin alabalık dolmalarının kalitesi ve raf ömrü üzerine etkisi. *Gıda*, 28(1). Of pretreatments and packaging on shelf life of peeled garlic cloves.
- Nikpeyma, Y., Hüyükü, Ç., Koçer, F.,** 2019. Farklı rakımlardan toplanan kirazların modifiye atmosfer ambalajları ile muhafaza süresine etkisi. Cilt 8, Sayı 2, Sayfa 17-22 2019
- Öz, A. T., Süfer, Ö.** 2013. Taze meyve ve sebzelerin muhafazasında modifiye atmosfer paketlemenin doğal bileşiklerle birlikte kullanımı. *Akademik Gıda*, 110-115.
- Özoğul, Y., Özoğul, F., Küley, E.,** 2006. Modifiye edilmiş atmosfer paketlemenin balık ve balık ürünlerine etkisi. *Su Ürünleri Dergisi* 23 (1-2): 193–200.
- P. Rodríguez-Seoane et al. LWT -Food Science and Technology 101.,** 2019. 774-782
- Park, Y.,** 1997. Effects of MA Packaging and shelf temperatures on the quality of garlic cloves during simulated marketing and consumption. In *International Symposium on Vegetable Quality of Fresh and Fermented Vegetables* 483 (pp. 331-338).
- Parry, R.T.,** 1993. Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Food. R.T. Parry (Ed.), Glasgow, UK: Blackie. 1-18,
- Peker, S.,** 2019. Diyarbakır koşullarında sarımsak yetiştiriciliğinde farklı dikim tarihlerinin hasat, verim ve kalite üzerine etkisi (Master's thesis, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Pereira De Abreu, D.A., Cruz, J.M., Losada, P.P.,** 2012. Active and intelligent packaging for the food industry. *food reviews International*, 28: 146–187.
- Phillips, C.A.,** 1996. Review: modified atmosphere packaging and its effects on the microbiological quality and safety of produce. *int. j. Food Sci. Tech.*, 31, 463-479.
- Popa, M., Stanescu, M., Ilie, A., Dumitrescu, R. ve Vraci, I.,** 1999. Some Aspects Regarding Modified Atmosphere Packaging of Mushrooms. In: Haegg, M., Ahvenainen, R., Evers, A.M., Tiilikkala, K. (Eds.), *Agri-Food Quality. II. Quality Management of Fruits and Vegetables*, 4 177-181.

- Postoğlu, E.**, 2018. Aktif ambalajlama ve modifiye atmosfer paketleme uygulamalarının dilimlenmiş ekmeğin raf ömrüne etkisi. Sakarya Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Gıda Güvenliği Anabilim Dalı.
- Ragunathan, R. Swaminathan, K.**, 2003. Nutritional status of *Pleurotus* spp. grown on various agro-wastes. *Food Chemistry* 80(3):371-375.
- Roy, S., Anantheswaran, R.C. ve Beelman, R.B.**, 1995. Fresh Mushroom Quality as Affected by Modified Atmosphere Packing. *J. Food Sci.*, 60 (2) 334-340.
- Sakaldaş, M. S., Gündoğdu, M. A.**, 2020. ‘Sungold’ Kivi çeşidinin kalite özellikleri üzerine modifiye atmosfer paketlemenin etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(2), 186-193.
- Sakaldaş, M., Kaçan, A., Şeker, M., Kaynaş, K.**, 2013. ‘Monroe’ ve ‘Blake’ Geççi şeftali çeşitlerinde modifiye atmosfer paketleme uygulamasının muhafaza süresince meyve kalitesine etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(1), 1-8.
- Sandhya**, 2010. Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs. *Lwt*, 43(3):, 381–392.
- Sellamuthu, P.S., Mafune, M., Sivakumar, D., Soundy, P.**, 2013. Thyme oil vapour and modified atmosphere packaging reduce anthracnose incidence and maintain fruit quality in avocado. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(12), 3024–3031.
- Silveira, A.C., Moreira, G.C., Artés, F., Aguayo, E.**, 2015. Vanillin and cinnamic acid in aqueous solutions or in active modified packaging preserve the quality of fresh-cut cantaloupe melon. *Scientia Horticulturae*, 192, 271–278.
- Simon, A., Gonzalez-Fandos, E., Tobar, V.**, 2005. The Sensory and Microbiological Quality of Fresh Sliced Mushroom (*Agaricus bisporus* L.) Packaged in Modified Atmosphere. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 40 (9) 943-952.
- Soccol CR, Vandenberghe LPS, Rodrigues C, Pandey A.**, 2006. New perspectives for citric acid production and application. *Food Technol Biotechnol* 44(2), 141-149.
- Sorrentino A, Gorrasi G, Vittoria V.**, 2007. Potential perspectives of bionanocomposites for food packaging applications. *Trends Food Sci Technol* 18(2): 84-95.
- Stearn , W.T.**, 1992. How many species of *Allium* are known? *Kew Mag.* 9, 180-182
- Stivertsvik, M., Rosnes, J.T., Bergslien, H.**, 2002. Modified atmosphere packaging. *Minimal processing technologies in the food industry*, 61-86.
- Sürengil, G., Kılınç, B.**, 2011. Gıda- ambalaj sektöründe nanoteknolojik uygulamalar ve su ürünleri açısından önemi. *Journal of Fisheries sciences*, 5 (4): 317-325.
- Swiderski, F., Russel, S., Waszkiewicz-Robak, B., Cholewinska, E.**, 1997. “Evaluation of vacuum-packaged poultry meat and its products”, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 48(2), 193-200.

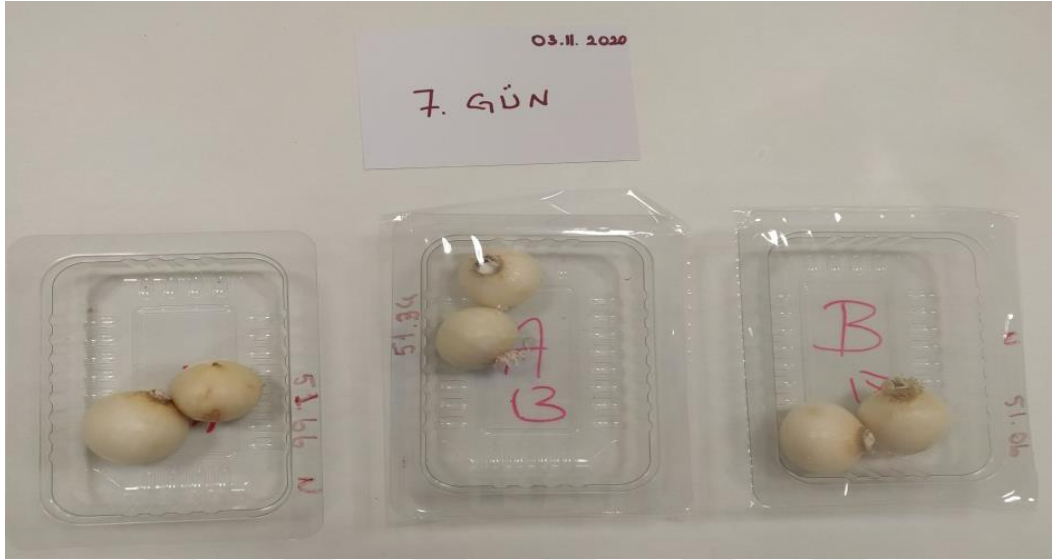
- Şen, L., Batu, A.,** 2007. Patatesin modifiye atmosferde paketlenerek depolanması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1, 7-15.
- Tarımdan.,** 2021. <https://www.tarimdan.com/sarimsaktunceli-sarimsagi-P75117> (Erişim tarihi 17.01.2021).
- Tattelman, E.,** 2005. Health effects of garlic. *American family physician*, 72(1), 103-106.
- Torun, M.,** 2015. Influence of gamma irradiation and edible coating on shelf
- Tuna Güneş, N., Akan, S.,** 2015. Taşköprü sarımsağının hasat sonrası fizyolojisine modifiye atmosferde paketlenme ve metil jasmonat uygulamasının etkisi. Proje Sonuç Raporu, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, Ankara
- TÜİK.,** 2021., <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-1.Tahmini-202137247#:~:text=Buna%20g%C3%B6re%20%C3%BCretim%20miktarlar%C4%B1n%C4%B1n%202021,ton%20olarak%20ger%C3%A7ekle%C5%9Fec%C4%9Fi%20tahmin%20edildi.> (Erişim tarihi: 08.03.2022)
- Türkiye, Bitkileri.,** 2021., <https://www.turkiyebitkileri.com/tr/foto%C4%9Fraf-galerisi/view-photo/6136/28900.html> (Erişim tarihi: 08.02.2021)
- Üçüncü, M.,** 2013. Aktif ambalajlama teknolojisi ve akıllı ambalajlar. Plastik, ambalaj, makina ve kalıp sektörünün aylık teknik dergisi; Plastik ve Ambalaj Teknolojisi.
- Üstünel, M. A., Eştürk, O., Ayhan, Z.,** 2008. Modifiye atmosferde paketlenmenin kirazın fiziksel özelliklerine (Renk ve Tekstür) Etkisi. *Türkiye*, 10, 21-23.
- Var, I., Sağlam, S.,** 2015. Gıda endüstrisinde nanoteknoloji uygulamaları. *Gıda*, 40 (2): 101-108.
- Vareverbeke, E.A., Verboven, P., Oostveldt, P.V., Nicolai, B.M.,** 2003. Prediction of moisture loss across the cuticula of apple during storage part 1. model development and determination of diffusion coefficients. *Postharvest Biol. Tec.*, 30:75-88.
- Villaescusa, R., Gil, M.I.,** 2003. Quality Improvement of *Pleurotus* Mushrooms by Modified Atmosphere Packaging and Moisture Absorbers. *Postharvest Biol. Technol.*, 28 169-179.
- 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.
- Weiss, J., Gibis, M.,** 2013. Nanotechnology in the food industry. *ernaehrungs umschau international*, 4: 44-51.
- Yahia, E.M., Barry-Ryan, C., Dris, R.** 2004. Treatments and Techniques to Minimise The Postharvest Losses of Perishable Food Crops. *Production Practices and Quality Assessment of Food Crops*, Vol:4, Postharvest Treatment and Technology, 95-133. Netherlands.

- Ye, J., Li, J., Han, X., Zhang, L., Jiang, T., Xia, M.,** 2012. Effects of Active Modified Atmosphere Packaging on Postharvest Quality of Shiitake Mushrooms (*Lentinula edodes*) Stored at Cold Storage. *J. Integr. Agric.*, 11 (3) 474-482.
- Yuan, J. T.,** 2003. Modified atmosphere packaging for shelf-life extension. *Microbial safety of minimally processed foods*, 205-220.
- Yumrutaş, Ö., Demirörs, Saygıdeğer, S., Doğan, M.,** 2009. The in vitro antioxidant activity of *Allium tuncelianum*: An endemic. *Journal of Applied Biological Sciences*, 3, 3, 61-64.
- Yüksel, A. K., Yüksel, M., Şat, İ. G.,** 2017. Determination of certain physicochemical characteristics and sensory properties of green tea powder (matcha) added ice creams and detection of their organic acid and mineral contents. *Gıda/J Food*, 42(2), 116-126.
- 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, 172-193

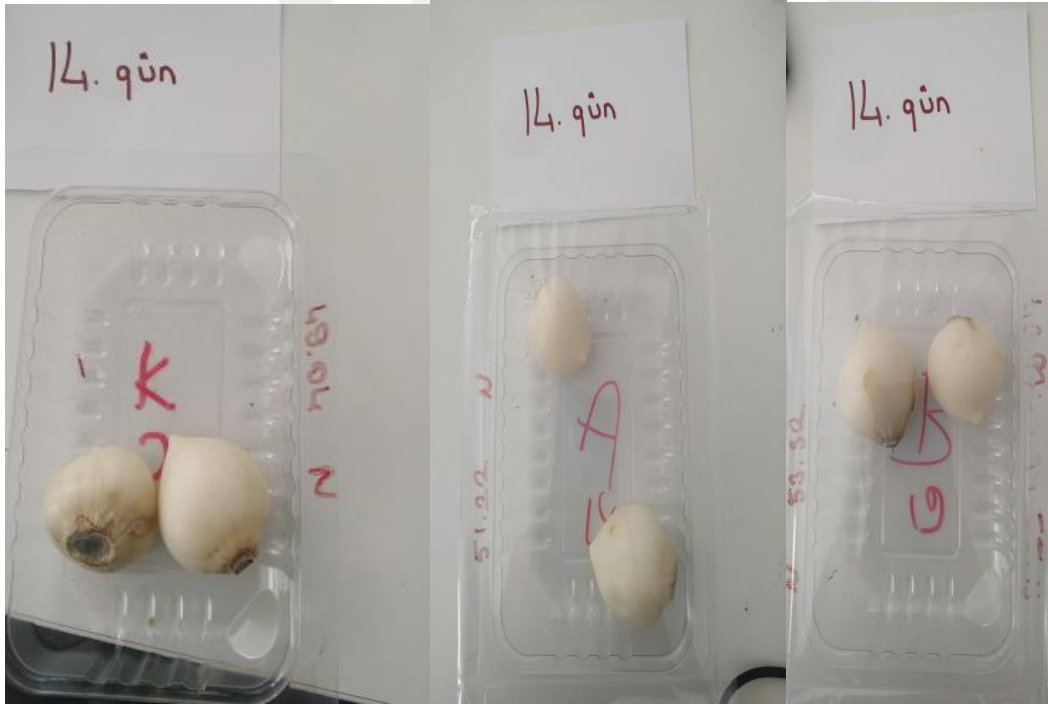
ÖZGEÇMİŞ



EKLER



EK 1. 7.Günde depolanan sarımsakların görünümü



EK 2. 14.Günde depolanan sarımsakların görünümü



EK 3. 21.Gün depolanmasında sarımsakların görünümü



Ek 4. 28.Günde depolanan örneklerin görünümü