

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI AMBAJLAMA UYGULAMALARININ ÇERİ
DOMATESİN RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YAĞMUR SOLA

DENİZLİ, NİSAN - 2023

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



FARKLI AMBAJLAMA UYGULAMALARININ ÇERİ
DOMATESİN RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YAĞMUR SOLA

DENİZLİ, NİSAN - 2023

Bu tez alışması BAP tarafından 2020FEBE049 no'lu proje ile desteklenmiştir.

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

Yağmur SOLA

ÖZET

FARKLI AMBAJLAMA UYGULAMALARININ ÇERİ DOMATESİN RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YAĞMUR SOLA

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. FATMA IŞIK)

DENİZLİ, NİSAN - 2023

Bu çalışmada, farklı ambalajlama uygulamalarının depolamada çeri domateslerin kalite özellikleri üzerine etkilerinin tespit edilebilmesi amaçlanmıştır. Çeri domatesler perforeli PET, LDPE, mikroperforeli PP, deneme ambalajı, modifiye atmosfer paketleme (MAP) ambalajlarında iklimlendirme kabininde 8°C’de 28 gün boyunca depolanmıştır. Perforeli PET kase kontrol grubunu oluşturmuştur. Depolanan çeri domateslerde en fazla kütle kaybı delikli PET kaselerde depolanan domateslerde bulunurken en az kayıp MAP uygulamasıyla muhafaza edilen örneklerde bulunmuştur. Çeri domateslerin renk analizinde günlere ve ambalajlama yöntemlerine bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik görülmemiştir. Tekstür analizi sonucunda tüm ambalaj gruplarında sertliğin azaldığı gözlemlenmiştir. Sertlik değerlerinde ambalajlar arasında en fazla azalma gösteren ambalaj grubu Deneme ambalajken (4.01), en az değişim mikroperforeli (5.34) ambalaj materyalinde kaydedilmiştir. Depolama süresince pH değeri 4.30 ile 4.50 arasında değişim göstermiştir. Gaz kompozisyonları ölçüm sonuçlarında MAP, deneme ambalaj uygulamalarında belirli günlerde denge atmosferi sağlandığı görülmüştür. Uygulamalarda etilen konsantrasyonu sonuçları incelendiğinde etilen salınımı en fazla deneme ambalaj grubunda (100 ppm) gerçekleştiği görülmüştür. Toplam fenolik madde miktarındaki değişimler ve antioksidan aktivite değerlerinde uygulamalar arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı sonucunda mikroorganizma gelişiminin en az görüldüğü ambalaj grubu mikroperfori iken, gelişimin en fazla olduğu grup MAP uygulaması olmuştur. Maya-küf sayıları incelendiğinde mikrobiyal gelişimin en fazla görüldüğü grup deneme ambalaj grubuyken en az gelişim mikroperforeli ambalaj uygulamasında gözlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Çeri domates, modifiye atmosfer paketleme, raf ömrü

ABSTRACT

THE EFFECT OF AMBAGING APPLICATIONS IN DIFFERENT ON THE SHELF LIFE OF CHERRY TOMATOES

MSC THESIS

YAĞMUR SOLA

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR:ASSOC.PROF. FATMA IŞIK)

DENİZLİ, APRIL 2023

In this study, it was intended to determine the effects of different packaging practices on the quality characteristics of cherry tomatoes during storage. Cherry tomatoes were stored in perforated PET, LDPE, microperforated PP, trial packaging, modified atmosphere packaging (MAP) packages in an air conditioning cabinet at 8°C for 28 days. The highest mass loss in stored cherry tomatoes was found in tomatoes stored in perforated PET bowls, while the lowest loss was found in samples stored with MAP treatment. There was no statistically significant change in the colour analysis of cherry tomatoes due to days and packaging methods. As a result of texture analysis, it was observed that hardness decreased in all packaging groups. The highest decrease in hardness values among the packages was recorded in the test package (4.01), while the lowest change was recorded in the microperforated (5.34) packaging material. The pH value varied between 4.30 and 4.50 during storage. In the results of gas composition measurements, it was observed that an equilibrium atmosphere was provided on certain days in MAP, trial packaging applications. When the results of ethylene concentration in the applications were analysed, it was observed that the highest ethylene release occurred in the experimental packaging group (100 ppm). There was no statistical difference between the treatments in total phenolic matter amount and antioxidant activity values. As a result of the total aerobic mesophilic bacteria count, the packaging group with the least microorganism growth was microperfori, while the highest growth was observed in MAP application. When the yeast-mould counts were analysed, the highest microbial growth was observed in the experimental packaging group, while the lowest growth was observed in the microperforated packaging application.

KEYWORDS: Cherry tomato, modified atmosphere packaging, shelf life

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
TABLO LİSTESİ	v
SEMBOL LİSTESİ	vi
ÖNSÖZ.....	vii
1. GİRİŞ.....	8
1.1 Tezin Amacı	10
1.2 Literatür Özeti	11
1.3 Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP)	17
1.4 Domateslerin Raf Ömrü Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	20
2. MATERYAL VE METOT	25
2.1 Materyal.....	25
2.2 Metot	26
2.2.1 Ürünlerin Hazırlanması ve Ambalajlanması.....	26
2.3 Metot	28
2.3.1 Kütle Kaybı (%).....	29
2.3.2 Tepe boşluğu oksijen, karbondioksit ve etilen konsantrasyonu ..	29
2.3.3 Petlerde Ağırlık Artışı.....	30
2.3.4 Renk Analizi	30
2.3.5 Tekstür Analizi	31
2.3.6 pH Analizi.....	31
2.3.7 Toplam Fenolik Madde Tayini	31
2.3.8 Antioksidan Aktivite Tayini	32
2.3.9 Mikrobiyolojik Analizler	32
2.3.10 İstatiksel Analiz	33
3. SONUÇ VE ÖNERİLER	34
3.1 Gaz Kompozisyonları.....	34
3.2 Kütle Kaybı (%)	41
3.3 PET Kaselerde Ağırlık Artışı	45
3.4 Çeri Domateslerin Renk Değerleri	48
3.5 Çeri Domateslerde Tekstür Analizi Sonuçları.....	53
3.6 pH.....	55
3.7 Toplam Fenolik Madde Miktarı	57
3.8 Antioksidan Aktivite Değerleri	59
3.9 Mikrobiyolojik Analizler.....	61
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	64
5. KAYNAKLAR.....	66
6. ÖZGEÇMİŞ	73

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Domateslerde olgunluk evreleri.....	15
Şekil 2.1: 0.gün çeri domates örnekleri.....	25
Şekil 2.2: Paketlemede kullanılan cihaz ve gaz tüpleri.....	27
Şekil 2.3: Paket içi gaz atmosferinin ölçülmesinde kullanılan cihaz.....	29
Şekil 2.4: Etilen ölçüm cihazı ve etilen tüpü renk skalası.....	30
Şekil 3.1: Domateslerin paketlenildiği mPP ambalajların tepe boşluğundaki gazların depolama sürecinde konsantrasyonları (%).....	35
Şekil 3.2: Domateslerin paketlenildiği LDPE ambalajların tepe boşluğundaki gazların depolama sürecinde konsantrasyonları (%).....	36
Şekil 3.3: Domateslerin paketlenildiği deneme ambalajların tepe boşluğundaki gazların depolama sürecinde konsantrasyonları (%).....	37
Şekil 3.4: Domateslerin %5.0 O ₂ + %95.0 N ₂ gaz kompozisyonuyla MAP koşullarında paketlenildiği ambalajların tepe boşluğundaki gazların depolama sürecinde konsantrasyonları (%).....	38
Şekil 3.5: LDPE ambalaj materyalinde depolanan çeri domateslerin tepe boşluğundaki etilen gaz konsantrasyonu (ppm).....	39
Şekil 3.6: Deneme ambalaj materyalinde depolanan çeri domateslerin tepe boşluğundaki etilen gaz konsantrasyonu (ppm).....	40
Şekil 3.7: MAP ile depolanan çeri domateslerin tepe boşluğundaki etilen gaz konsantrasyonu (ppm).....	40

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1: Dünya domates ekim alanı, üretim ve verimi (FAO, 2020)	12
Tablo 1.2: Türkiye domates ekim alanı, üretim ve verimi (TÜİK, 2022).....	13
Tablo 1.3: Domates ve ürünleri genel kimyasal bileşimi (100 g için).....	14
Tablo 3.2: Depolamanın 1., 3., 5., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde çeri domateslerde kütle kaybı (%).....	44
Tablo 3.3: Depolamanın 1., 3., 5., 7., 14., 21. ve 28. Günlerinde çeri domateslerde su kaybı (%)	47
Tablo 3.4: Depolamanın 1., 3., 5., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde çeri domateslerde Hunter L^* değeri.....	48
Tablo 3.5: Depolamanın 1., 3., 5., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde çeri domateslerde Hunter a^* değeri.....	49
Tablo 3.6: Depolamanın 1., 3., 5., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde çeri domateslerde Hunter b^* değeri.....	50
Tablo 3.7: Depolamanın 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde çeri domateslerde tekstür değerleri (N)	54
Tablo 3.8: Depolamanın 0., 7., 14., 21. Ve 28. Günlerinde çeri domateslerde pH değişimi	56
Tablo 3.9: Depolamanın 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde çeri domateslerde fenolik madde miktarındaki değişimi (mg GAE)/100g.....	57
Tablo 3.10: Depolamanın 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde çeri domateslerde antioksidan değişimi ($\mu\text{mol TE}$)/100g	59
Tablo 3.11: Depolamanın 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde çeri domateslerde toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları (log kob/g).....	61
Tablo 3.12: Depolamanın 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde çeri domateslerde Maya-Küf sayıları (log kob/g).....	62

SEMBOL LİSTESİ

°C	:	Santigrat derece
Atm	:	Fiziksel atmosfer
kob	:	Koloni oluşturan birim
LDPE	:	Düşük yoğunluklu polietilen
MAP	:	Modifiye atmosfer paketlenme
CO₂	:	Karbondiyoksit gazı
O₂	:	Oksijen gazı
g	:	Gram
µg	:	Mikrogram
ppb	:	Mikrogram/litre
L	:	Litre
mL	:	Mililitre
µL	:	Mikrolitre
µmol	:	Mikromol
M	:	Molar
N	:	Normal
W	:	Ağırlık
v	:	Hacim
kcal	:	Kilokalori
mm	:	Milimetre
cm	:	Santimetre
nm	:	Nanometre
cc	:	Santimetreküp
kW	:	Kilowatt
kPa	:	Kilopaskal
N₂	:	Azot gazı

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca bu alanda çalışmama imkân sağlayarak çalışmamı yönlendiren, çalışmalarım boyunca ilgi ve yardımlarını esirgemeyerek katkıda bulunan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Fatma IŞIK'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sırasında bilgi ve görüşlerini benden esirgemeyen bölüm hocalarımdan sayın Doç.Dr. Hakan KARACA'ya ve bölümümüzün tüm öğretim üyelerine teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmam boyunca manevi desteklerini benden esirgemeyen arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Hayatımda aldığım her kararda beni destekleyen, her zaman yanımda olan, hiçbir zaman sevgilerini esirgemeyen, bana maddi ve manevi güç veren değerli aileme sonsuz teşekkürler.

1. GİRİŞ

Asya ile Avrupa kıtalarının bağdaştığı nokta ve Akdeniz ile Karadeniz arasında bulunan Türkiye yüzlerce yıl pek çok uygarlığa ev sahipliği yapmış; en mühim tarım, ticaret ve ulaşım merkezi olmuştur. Türkiye coğrafi yapısındaki avantajlar sayesinde iklim çeşitliliği bulunan bir ülkedir ve bu çeşitlilik bitkisel üretime de yansımaktadır. Anadolu’da hemen hemen tüm ılıman iklim bahçe ürünlerinin önemli bir kısmı üretilebilmektedir. Ürün çeşitliliği ve ekonomik avantajları sayesinde, yağlı tohumlar ve bazı tropik meyveler hariç tutulduğunda, Türkiye temel bitkisel ürünlerde kendisine yetebilen bir ülke konumundadır. Dünyada bulunan iklim koşulları ve bitki örtüleri göz önüne alındığında Türkiye dört mevsime sahip olması ve farklı bitki örtülerinin fiziksel koşullarını sağlaması itibariyle bitkisel zenginliğe sahiptir. Ülkemizde dünyada görülebilen hemen hemen tüm iklim özelliklerinin birlikte görülebilmesi mümkündür. Dolayısıyla her mevsimde pek çok meyve sebzenin yetiştirilme imkânı ülkemiz şartlarında mevcuttur (Şeniz, 1993; Abak, 2006).

Domates, anavatanının Güney Amerika’nın güney ve orta bölümleri olduğu bilinen dünyada tarımı en fazla yapılan meyvelerinden biridir. Orta Amerika ve Güney Meksika’da domatesin farklı tür ve çok sayıda çeşidi vardır. Ekvatorun 30° kuzey enlem ve 30° güney enlemleri arasında bulunan alanlar da yine domatesin anavatanı olarak ifade edilmiş bölgelerdir. Maya uygarlığı döneminde farklı isimlerle anılan domates en bilinen şekliyle ‘xtomatl’ veya ‘tomatl’ olarak ifade edilmiştir. Domatesin Avrupa’ya geçişi ise 16. yüzyılda İspanyolların ülkelerinde bu meyveyi yetiştirmeye başlamaları ile gerçekleşmiştir. Fakat Avrupa bu bilinmeyen meyveyi uzun yıllar boyunca kabullenmemiş, zehirli olabileceği fikriyle kültür bitkisi şeklinde yetiştirmiştir. Tüm bu gelişim süreci sonrasında domatesin Anadolu’ya gelişi 18. yüzyılın sonlarına doğru gerçekleşmiştir (Küçükler., 1994; Yazgan ve Fidan, 1996; Vural ve diğ., 2000; Günay, 2005; Abak, 2016).

Günümüzde domates insan beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Domates, likopen, potasyum, β karoten, A ve C vitaminleri açısından oldukça zengin bir üründür. Öncelikle domates ve karpuz benzeri kırmızı meyve ve sebzelerde bulunmakta olan likopen insan plazması için önemli majör karotenoidlerden biridir. Likopen, belirli biyolojik özelliklere katkıda bulunan benzersiz yapısal ve kimyasal özelliklere sahiptir. Yapılan

çalışmalarda likopenin bazı kanser tipleri, Alzheimer, kalp damar hastalıklarına karşı koruyucu etkisi belirtilmiştir (Sabbağ ve Sürücüoğlu, 2011; Shanzad ve diğ., 2014).

Ürünlerin çürümeleri hasat sonrasında hızlandığı için depolama koşullarının iyileştirilmesi, tüketiciye ulaşma basamaklarının azaltılması ve raf ömrünün uzatılması konularında çalışmalar yapılmasının bu konudaki sorunların çözülmesinde fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Meyve ve sebzelerin tüketilebilirlik süresi bazı değişkenlere bağlı olmakla birlikte bunların başlıcaları; ambalaj materyali, atmosfer bileşimi, ürünün solunum hızı ve depolama koşulları şeklinde sıralanabilir (Gökkurt, 2012).

Modifiye atmosferde paketlenen, ambalaj içerisindeki gaz konsantrasyonları değiştirilerek ürünün olgunlaşma hızının yavaşlatılması ve nem kaybının azaltılması amaçlanmaktadır. Bahsedilen olumlu etkiler sebebiyle modifiye atmosfer ambalajlama yöntemi birçok meyve ve sebzelerin hasat sonrasında ürünün tüketilebilirliğini koruması noktasında araştırmalara konu olmuştur (Sabır ve Ağar., 2010; Laribi ve diğ., 2012).

Domates gerek üretimi açısından gerekse tüketimiyle ülkemiz için en kıymetli tarımsal ürünlerin başında gelmektedir. Ülkemiz dünyada en fazla domates ihracatı yapan ülkeler arasında yer almaktadır. Bu durum domatesin ülkemiz için maddi olarak da önemini göstermektedir (TÜİK, 2022).

Çalışmamızda raf ömrü diğer bazı meyve sebzelere göre daha kısa olan domates meyvesi farklı ambalaj materyalleri ve yöntemleri ile depolanmıştır. Depolama süresi boyunca domateslerde belirlenen aralıklarla fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Bu analizlerin sonuçları incelenerek domates bitkisi için en uygun ambalajlama materyali ve yönteminin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu araştırmayla, ülkemiz için ticari önem arz eden domatesin depolanmasında, ihracatında ve perakende satışında kayıpların azaltılması, ürünün tüketilebilirlik ve hijyenik açıdan daha iyi korunabilmesi de hedeflenmiştir.

1.1 Tezin Amacı

Domates, uzun süreli muhafazaya uygun bir ürün olmadığı için gerek yurtiçi gerekse yurtdışı ticarete ve muhafazada, ürünün tazeliğinin daha uzun süre korunabilmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada; domatesin aktif ve pasif modifikasyon yöntemleriyle plastik film materyaller ile ambalajlanarak depolanması ve domatesi muhafaza etmeye yönelik en uygun ambalajlama yönteminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Aktif ve pasif modifikasyon yöntemleriyle ambalajlamanın depolama sürecinde domateslerdeki etkisinin günümüzde yaygın kullanılan satış ve depolama uygulamalarıyla karşılaştırılması da hedeflenmiştir.

Ayrıca, koronavirüsle mücadele sırasında ambalajlı gıdanın önemi bir kez daha ortaya çıkmıştır. Bilindiği gibi koronavirüsle mücadelede en etkili korunma yöntemleri temizlik ve hijyen olmuştur. Gıda sektörü açısından ele aldığımızda da koronavirüsten korunmanın en önemli yollarından biri: ambalajlı gıdadır. Ambalajsız gıdayla gerek pazarlarda gerekse marketlerde çok sayıda kişi temas etmektedir, ambalajsız gıda insan ve çevre kaynaklı tüm risklere açıktır, ambalajsız şekilde satılan gıdalar bakterilere ve virüslere karşı daha fazla savunmasızdır ve sağlığı tehdit ederler (Kitz ve diğ., 2021). Koronavirüsle sarsılan dünyada insan sağlığı için ambalajlı gıda olmazsa olmaz niteliğindedir.

Hasat sonrası domateslerin halka sağlıklı bir şekilde ulaştırılması günümüzün en önemli problemlerinden biridir. Hasat edilmiş domatesler fiziksel ve mikrobiyolojik tehditlere karşı savunmasız kalırken aynı zamanda klimakterik bir meyve olan domates solunum yapmaya ve olgunlaşmaya devam eder. Bu durum domateslerin ambalajlanması ile önlenmeye çalışılmaktadır. Ambalaj materyallerinin ürünün ihtiyaçlarına uygun seçilmesi beklenir. Bu uygunluk için meyve sebzelerde ürünün solunum hızı, su oranı, etilen üretme hızı vb. özellikleri göz önüne alınmalıdır. Endüstriyel boyutta domatesler delikli PET kapaklı paketlerde, üstü açık kartonlarda, oluklu mukavvadan elde edilmiş paketlerde halka ulaştırılmaktadır. Çalışmamızda bu ambalaj materyallerinin ve bunlara alternatif oluşturabilecek ambalaj materyallerinin meyvenin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır (Locali-Pereira ve diğ., 2021).

Yukarıda da bahsedildiği gibi meyve sebzelerde hasattan sonraki süreçte de solunum devam etmektedir, dolayısıyla satış esnasında kullanılacak kapalı ambalajların içinde solunumda açığa çıkan nemden dolayı su birikmesi olmakta ve meyve/sebze kısa sürede bozulmaktadır. Dolayısıyla kapalı ambalajlar meyve sebzelerde ürünün dayanımı açısından

risk oluşturmaktadırlar. Meyve sebzelerin dayanım süresinin uzatılabildiği veya günümüzdeki ambalajlama yöntemlerini kullanarak elde edilen dayanım süresinin korunabildiği kapalı ambalajlama yöntemlerinin geliştirilmesi ticarete sağlayacağı faydaların yanında perakende satışta halk sağlığı açısından da ekstra fayda sağlayacaktır.

Yapılan araştırmalar sonucunda günümüzde domateslerin uluslararası ticarete üstü açık karton kaplarda, oluklu mukavva kasalarda ve delikli PET kutularda taşındığı bilinmektedir. Ülke içerisinde halka satış noktalarındaki ambalajlama yöntemi ise genellikle üstü delikli PET kutular şeklindedir. Bu çalışmada sektörel anlamda mevcut yöntemlerin takibi yapılarak bununla birlikte farklı ambalaj materyalleri ve ambalajlama yöntemlerinin domateslerin depolama sürecine etkisi araştırılmıştır.

1.2 Literatür Özeti

Dünya nüfusunun yaklaşık % 60-70'i az gelişmiş ülkelerde ve bölgelerde yaşamakta ve bu insanlar genellikle gıda olarak bitkisel ürünleri tüketerek yaşamlarını sürdürmektedirler. Meyve sebze olarak değerlendirilen bitkilerin toprak üstü ve toprak altı kısımları değişik şekillerde çiğ veya pişmiş olarak kullanılabilir. Meyve sebzeler genel olarak insan beslenmesinin önemli bir parçası olduğu gibi; vitamin, lif, antioksidan, kolesterol düşürücü bileşikler gibi, biyolojik aktif maddelerin de önemli bir kaynağıdır (Rao ve Rao, 2007).

İnsan beslenmesinde önemli yere sahip bitkisel kaynaklardan biri de domatestir. Domates vitamin A, vitamin C ve yüksek potasyum mineral kaynağıdır. Bununla birlikte demir ve fosfor mineralleri bakımından da zengin bir içeriğe sahiptir. Kalori ve yağ oranının düşük olması, kolesterol içermeyen iyi bir lif kaynağı olması sebebiyle günlük diyetlerde kendisine bolca yer bulmaktadır. Bunlara ek olarak domates kendine özgü besin değeri ile yani flavanoidler, beta karoten, likopen içeriğiyle koruyucu bir bitki olarak kabul edilir. Domatesin insan beslenmesinde önemi gün geçtikçe yeni çalışmalarla desteklenmekte, bu da domates bitkisinin tüketilme miktarında artışı beraberinde getirmektedir (Kabelka ve diğ., 2004; Seçin ve diğ., 2014; Raiola ve diğ., 2014).

Domates bir hayli dayanıklı kök sistemine sahip, dallanmış kazık kökler ile bu köklerden çıkmış ikincil kökleri tarafında gelişen bir meyvedir. Domates yaprakları sık bir

meyve olup, yaprakların birbirine teması ile bir araya gelmiş şekilde ve tüylerle kaplıdır. Domates, erkek ve dişi organı aynı bitki üzerinde ve aynı çiçek üzerinde bulunan yani kendine döllen bir bitkidir, toprak seçiciliği olmadığı için yeterli besin maddeleri bulunan her toprakta kolayca yetiştirilebilir (Vural ve diğ., 2000).

Domates, dünyada en çok üretilen, tüketilen ve ticarete konu olan tarım ürünlerinin başında gelmesi, insan beslenmesinde vazgeçilmez ürünlerden olması ve gıda sanayinde dondurulmuş konserve, salça, ketçap, turşu gibi çok çeşitli kullanım alanlarına sahip olması nedeniyle önemli meyvelerden biridir. Domates dünyada birçok ülkede yetiştirilmektedir ve Türkiye uygun iklim koşulları sebebiyle üretiminde önemli ülkelerden biridir (Çelik, 2011).

Dünya domates ekim alanı 2020 yılında bir önceki seneye oranla % 1.1 artış göstererek 51 milyon dekar alana ulaşmıştır. Dünya domates üretimi ise önceki seneye göre % 2.0 artış göstererek yaklaşık olarak 187 milyon ton gerçekleşmiştir. Dünyada domates üretiminin büyük bir kısmını karşılayan ülkeler Çin, Hindistan, Türkiye, ABD, İtalya ve İran'dır. 2020 yılında Çin 64,768, Hindistan 20,573 ve Türkiye 13,204 bin ton domates üretimi ile dünyada üretilen toplam domatesin %52.8'ini karşılamışlardır. Tablo 1.1'deki veriler incelendiğinde yıllık verimin son 5 yılda artış gösterdiği görülmektedir (FAO, 2020).

Tablo 1.1: Dünya domates ekim alanı, üretim ve verimi (FAO, 2020)

Yıl	Ekim alanı (bin da)	Üretim (bin ton)	Verim (ton/ha)
2016	45,545	177,383	36.5
2017	48,761	178,024	36.5
2018	50,046	180,231	36.0
2019	49,992	183,015	36.6
2020	50,520	186,821	37.0

Türkiye domates ekim alanı verileri incelendiğinde 2021 yılı ekim alanının 2020 yılına kıyasla yaklaşık %5.2 daraldığı görülmektedir. Türkiye'nin 2021 yılı domates üretimi verileri incelendiğinde önceki seneye kıyasla yaklaşık %0.8 azalma göstererek 13.1 milyon ton üretim gerçekleşmiştir. 2021 yılı verim miktarları incelendiğinde bir önceki seneye kıyasla %4.6 artış göstererek 79.9 ton/hektar olmuştur. Türkiye 2021 yılı domates üretiminin %65.5'i sofralık domates olarak, %34.5'i salçalık olarak gerçekleşmiştir. Günümüzde ülkemizde üretilen meyve sebzelerin üretim miktarları 2022 yılında yaklaşık olarak tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerde 70.2 milyon ton, sebzelerde 31.6 milyon ton, meyveler, içecek ve baharat bitkilerinde 26.8 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Toplam sebze üretimi içerisinde meyvesi için yetiştirilen sebzeler grubunda bulunan domates 2022 yılı içerisinde 13 milyon

ton üretimi yapılarak tüm sebze üretiminin yaklaşık olarak %41.2'sini karşılamaktadır (TÜİK, 2022).

Tablo 1.2: Türkiye domates ekim alanı, üretim ve verimi (TÜİK, 2022)

Yıl	Ekim alanı (bin ha)	Üretim (bin ton)	Verim (ton/ha)
2017	177	12,750	72.0
2018	169	12,150	71.9
2019	173	12,842	74.2
2020	174	13,204	75.9
2021	165	13,095	79.4

Domates dünyada ve ülkemizde üretimi yüksek olan başlıca tarım ürünlerinden biridir. Bunun temel sebeplerinden biri de insanların günlük diyetlerinde önemli bir yer edinmiş olmasıdır. Domatesin kimyasal bileşiminde diğer birçok sebze ve meyve de olduğu gibi oransal olarak yüksek miktarda su ihtiva etmektedir. Domatesin bileşimi pek çok faktöre göre değişiklik gösterebilmektedir. Bu değişiklikler, domatesin çeşidi (beef, iri tip, çeri vb.), yetiştirme ortamı (tarla, örtü), hasat zamanı vb. faktörlere bağlanmıştır (Thakur ve diğ., 1996; Cemeroglu ve diğ., 2001).

Çeri domates (*Solanum lycopersicum*), parlak renge ve eşsiz tada sahip olan bir domates çeşididir, organik asitler, şekerler ve mineraller açısından zengindir ve taze meyve olarak yaygın şekilde tüketilir (Story ve diğ., 2010). Son yıllarda, çeri domatesler de dahil olmak üzere atıştırmalık domateslerin popülaritesi, yüksek şeker içeriği, sağlığı geliştiren bileşikler ve kullanım kolaylığı nedeniyle artmış hem salatalarda hem de meyve şeklinde tüketilmeye başlanmıştır. Özellikle, yaş meyve ve sebzeler artık sadece beslenmek ve öğün oluşturmak amacıyla değil, sağlıklı yaşayabilmek için arındırıcı ve tedavi edici, hastalıklara karşı koruyucu olarak da tüketilmektedir. Bu nedenle, meyve ve sebzeler, içerdikleri maddeler bakımından nitelikleri incelenir ürünler haline gelmiştir (Boyacıoğlu, 2013).

Beslenme bakımından oldukça önemli olan domatesin bileşiminin %93-95'i sudur. Bileşiminde makro düzeyde karbonhidratlar bulunan domates günlük diyetinde oldukça önemli bir yer tutar. Domatesin sahip olduğu basit şekerlerden glikoz ve fruktoz ihtiva ettiği karbonhidratın temel bileşenleridir. Domatesin bileşiminde protein ve yağ oranı %1'in altındadır (Gölükçü ve Tokgöz, 2016) (Tablo 1.3).

Tablo 1.3: Domates ve ürünleri genel kimyasal bileşimi (100 g için)

Ürün	Su (g)	Karbonhidrat (g)	Yağ (g)	Protein (g)	Kül (g)	Diyet Lifi (g)
Çeri	92.53	4.62	0.22	0.87	0.73	1.02
Sofralık	94.29	2.86	0.20	0.89	0.66	1.10
Domates Suyu	94.74	2.11	0.08	0.75	0.96	1.36
Domates Kuru	26.30	29.22	0.53	11.31	10.99	21.65

Domates ve ürünleri günlük beslenme diyetinde yer alma oranları dikkate alındığında bazı mineral maddeler bakımından kıymetli bir gıda kaynağıdır. Birçok epidemiyolojik çalışma, domates ve domates bazlı ürünlerin tüketiminin kardiyovasküler hastalıklar ve kanser gibi kronik hastalık riskini azalttığını göstermektedir. Özellikle, domates ve domates bazlı ürünlerin alımı nispeten tutarlı bir şekilde prostat, akciğer ve mide kanseri riskinin azalması ile ilişkilendirilmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, az miktarda domates ürününün düzenli olarak alınmasının, oksidan türlerin neden olduğu DNA hasarına karşı hücre korumasını arttırabileceğini göstermektedir. Bu koruyucu etki tipik olarak likopen ve diğer karotenoidler, askorbik asit, flavonoidler ve E vitamini gibi antioksidan bileşenlere atfedilir. Domates, nispeten yüksek ortalama tüketimi nedeniyle bu diyet antioksidanlarının önemli bir kaynağıdır (García-Closas ve diğ., 2004; Raffo ve diğ., 2004). İspanya'da C vitamini, E vitamini ve belirli karotenoidlerin diyet kaynakları üzerine yapılan çalışmada incelenmiştir. Analizler için belirlenen ürünler, C vitamini için meyveler (çoğunlukla portakal) ve sebzeler (çoğunlukla domates ve tatlı biber), E vitamini için bitkisel yağlar (ayçiçeği ve zeytin), kabuklu yemişler ve tohumlar, α -karoten için kök sebzeler; β -karoten için yeşil yapraklı gıdalar, kök sebzeler ve meyve sebzeler; likopen için meyve sebzeler (taze domates) şeklinde ifade edilmiştir. Bu çalışmaya göre domates likopen kaynağı olarak birinci (%71.6), C vitamini kaynağı olarak ikinci (%12.0), pro-vitamin A karotenoidleri (%14.6) ve β -karoten (%17.2) ve E vitamini kaynağı olarak üçüncü (%6.0) sırada yer almıştır (García-Closas ve diğ., 2004). Domates diğer meyve sebzelere oranla yüksek ortalama tüketimi nedeniyle diyet antioksidanlarının önemli bir kaynağıdır. Literatüre göre günlük diyetle alınan likopen miktarının %85'i domates ve ürünleri aracılığıyla alınmaktadır (Kun ve diğ., 2006).

Sıcaklık ve ışık yoğunluğu, domates meyvesinin görünüm, sertlik, doku, kuru madde ve duyu özellikleri gibi kalite nitelikleri üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Öte yandan, çevresel faktörler domatesin antioksidan içeriğini de etkileyebilir (Raffo ve diğ., 2004).

Domates olum evreleri hasat dönemini belirleyebilmek için önem arz etmektedir. En doğru hasat zamanı meyvenin uzun süre muhafaza edilebilmesi ve uzun süre raf ömründe kalabilecek düzeyde gelişimini tamamlaması ile gerçekleşir. Hasat dönemi tayin edilirken meyvenin kabuk rengi, meyvelerin bitkiden ayrılma durumu veya daldan kopma direnci, tam çiçeklenmeden hasada kadar geçen gün sayısı, meyve iriliği gibi farklı özelliklerden faydalanılır (Yıldırım ve diğ., 2018). Domatesin olum evreleri aşağıda sıralanmıştır:

1.Yeşil olum (mature green) : Kabuğun tamamen çeşide özgü yeşil renkte olduğu ve uygun koşullarda kırmızı oluma ulaşabilecek fizyolojik olgunluktaki evredir.

2.Dönüşüm dönemi (breaker) : Kabuğun %10-15'inin krem pembe olduğu evre.

3.Pembe olum (pink stage) : Kabuğun %50-60'ının pembe olduğu evre.

4.Açık kırmızı olum (light red) : Kabuğun tümünün kırmızı fakat sertlik derecesinin yüksek olduğu evre.

5.Kırmızı olum (red stage) : Kabuğun cinsine özgü kırmızı evresine eriştiği, tüketilebilir ve işlenebilir olduğu evre (Kaynaş ve Sürmeli, 1994) (Şekil 1.1)



Şekil 1.1: Domateslerde olgunluk evreleri

Yapılan çalışmalar incelendiğinde domates, aktif oksijen türlerini ortadan kaldırma kapasitesine sahip bir karotenoid olan likopenin önemli bir kaynağıdır. Likopen ayrıca kloroplastların ve kromoplastların farklılaşması nedeniyle domatesin kırmızılaşmasından da sorumludur, bu nedenle bu karotenoid, bu bitkisel ürünün nihai besinsel ve pazarlanabilir kalitesi açısından çok önemlidir. Domates meyvelerinde bulunan bir diğer karotenoid de β karotendir, ancak meyvenin toplam karotenoid içeriğinin yalnızca %7'sini oluşturduğu göz önüne alındığında likopenden daha az öneme sahiptir. Antosiyaninler gibi flavonoidler de antioksidan olarak önemlidir, görünür spektrumun turuncu-yeşil ışığını emen ve böylece

klorofillerin fotooksidasyonunu önleyen bir fotokoruyucu olarak hareket ederek bitkilerde oksidatif strese karşı koruma sağlar (Rosales ve diğ., 2006).

Meyve ve sebzelerin klimakterik ve klimakterik olmayan şeklinde iki farklı grupta incelenmesi solunum davranışlarına bağlı olarak tanımlanır. Solunum hızları hasat sonrası olgunlaşmanın erken evrelerinde yükselen meyve sebzeler klimakterik grupta incelenir. Olgunlaşma dönemlerinde solunum hızları düşük seyreden meyve sebzeler klimakterik olmayan grubun içerisinde yer alır (Damarlı, 1995; Chisacova, 2016). Domatesler klimakterik meyve sebze grubunda incelenen bir meyve olması sebebiyle, hasadın olgunlaşmanın erken evrelerinde solunum hızı yükselmeden önce yapılması raf ömrünü uzatmak ve bozulma oranını azaltmak için en iyi strateji olarak kabul edilir. Yapısının oransal olarak büyük bir kısmının sudan oluşması nedeni ile bozulmaya çok yatkın bir meyve türü olan domatesin bu yüzden hasadının, meyvenin olgunlaşma döneminde solunum hızı yükselmeden önce yapılması gerekmektedir. Olgun yeşil aşamada veya kırmızı renge dönmeye önce toplanan meyveler olgunlaşma sürecinin devam etmesiyle tamamen olgunlaştığında tat ve besin kalitesi olumsuz yönde etkilenebilir. Üretimin yoğun olduğu dönemlerde olgun domateslerin işlenerek değerlendirilmesi zorlaşmaktadır. Herhangi bir muhafaza yönteminin kullanılmaması veya muhafazadaki noksanlıklar, domateste önemli düzeyde ürün kayıplarına neden olmaktadır (Demiray ve Tülek, 2008; D'Aquino ve diğ., 2015).

Günümüzde çeri domateslere olan ilginin artmasıyla birlikte meyvenin tüketimi ve üretimi geçmiş yıllara oranla artmıştır. Artışla birlikte kontrolü sağlanan geleneksel dağıtım zincirleri yetersiz kalmış, farklı dağıtım yolları kullanılmış ve paketleme sistemi üzerinde daha sıkı kontroller yapılması ihtiyacı meydana gelmiştir. Bu durumda, sıcaklık ve bağıl nemin etkisi önemlidir. Örneğin, yüksek miktarda su içeriğine ve su aktivitesi değerine sahip meyve sebzeler, düşük bağıl nem altında kolayca su kaybedebilir ve bu da kabuk buruşmasına, solmaya ve istenmeyen renk değişikliklerine yol açar. Ayrıca, yüksek bağıl nem de küf bozulmasının artmasına neden olabilir. Sıcaklık ve bağıl nemin domates kalitesi üzerindeki etkilerine çok sayıda araştırmacı değinmiştir. Ürün solunum hızı da çeri domates kalitesini etkilemektedir (Tumwesigye ve diğ., 2017).

Çeri domatesler genellikle kırmızı olum döneminde hasat edilir ve doğrudan taze pazara gönderilir. Bu nedenle, hasat sonrasında soğuk havada nakliyenin haricinde çoğunlukla, yaklaşık 20°C olan tipik perakende satış noktası teşhir sıcaklıklarına maruz kalırlar. Çeri domateslerin post-klimakterik evrede hasat edilmesi ve meyvelerin daha önce

çalışılan diğer çeşitlere göre çok daha küçük olması, çeri domatesler ile diğer domates türleri arasındaki hasat sonrası davranışların benzer olup olmadığı sorusunu akla getirmektedir. Çeri domatesler oda sıcaklığında depolama sırasında kolayca ağırlık kaybeder ve 10°C'de 28 gün boyunca kayıp yaklaşık %12'ye ulaşır (Guillen ve diğ., 2006). Ağırlık kaybı sadece meyvenin sıklığını ve esnekliğini kaybetmesine neden olmakla kalmaz, aynı zamanda çürümeye yatkınlığı da artırır. MAP, meyve ve sebzeleri plastik film ile paketlenerek hasat sonrası ağırlık kaybını azaltmak ve kaliteyi korumak için etkili olabilecek bir teknolojidir (Batu, 2004).

1.3 Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP)

Gıdaların bileşimlerdeki ve özelliklerindeki arzu edilmeyen değişimlerin sonucunda meydana gelen bozulmaların önlenmesi ve gıdaların raf ömrünün artırılması için, çeşitli gıda proses ve muhafaza yöntemleri geliştirilmiştir. Bu muhafaza yöntemlerinden biri olan modifiye atmosfer paketleme sisteminde temel amaç, geleneksel taze ürünlerin metabolizmalarını kontrol ederek raf ömrünü uzatmaktır. Ürünü çevreleyen tepe boşluğundaki havanın bileşiminin değiştirilmesiyle modifiye bir atmosfer oluşturulmaktadır. Özellikle oksijenin azaltılması sonucu CO₂ ve N₂ konsantrasyonlarının artırılması ile ürünlerde katabolik reaksiyonlarının yavaşlaması (baskın mikrofloranın metabolizmasını engellemek ya da yavaşlatmak), ürünün solunum hızının azaltılması, oksidatif ve enzimatik bozulma reaksiyonlarının yavaşlaması ve mikrobiyolojik bozulmaların azaltılması hedeflenir (Caner, 2021). Modifiye atmosferde paketlemenin avantaj ve dezavantajları şöyle sıralanabilir;

Avantajlar:

- Raf ömrü ve genel kaliteyi artırır ve bozulmayı azaltır.
- Doğaldır, kimyasal madde kullanılmadan raf ömürlerinin uzatılmasına olanak sağlar.
- Uzun mesafelere dağıtımda, küçük partiler olarak dağıtımda masrafların azalmasını sağlar.
- Meyvelerde solunumu, esmerleşme reaksiyonlarını, yumuşama ve çürümeyi geciktirir; ürünün kalitesini korur.
- Ürünlere depolama kolaylığı kazandırır.

Dezavantajlar:

- Ürün fiyatında artışa neden olur.
- Artan ambalaj hacmi, taşıma maliyeti ve markette yerleştirilmesinde alan genişliği gerektirir.
- Özel alet ve ekipman gereksinimi vardır.
- Fermantasyon, şişme ve sızıntı sorunu olabilir.
- Her ürün çeşidi için farklı gaz ve yüzdelerin kullanımı söz konusudur (Caner, 2021).

MAP tekniğinde ortam atmosferinin modifikasyonu ‘pasif’ ve ‘aktif’ modifikasyon olmak üzere iki yolla gerçekleştirilmektedir. Pasif modifikasyon, meyve-sebze gibi solunum yapan ürünlerde, aktif modifikasyon ise her türlü gıdada uygulanabilmektedir (Üçüncü, 2007).

Gıdanın uygun ambalaj materyalleriyle paketlenmesinden sonra ambalaj içindeki atmosferin (hava), gıdaların solunumları sonucunda depolama boyunca kendiliğinden dengeye ulaştığı yönteme ‘pasif modifikasyon’ denir. Meyve sebzeler hasat edildikten sonra dahi fizyolojik solunumlarına devam eder ve ürünler bireysel solunum hızları dikkate alınarak uygun ambalaj filmleriyle paketlenirler. Eğer solunum kapalı bir ambalajda gerçekleşirse; ortam atmosferindeki oksijen konsantrasyonu giderek azalırken, karbondioksit ve diğer metabolitler yükselir ve sonuçta istenilen modifikasyon kendiliğinden oluşur. Bu şekilde bir ambalajlama ile solunum gittikçe yavaşlar ve sonunda durur (Üçüncü, 2007).

Pasif modifikasyonda arzu edilen denge atmosfer bileşiminin sağlanması uzun süren bir olaydır. O₂ ve CO₂ konsantrasyonları ürünün istediği oranların altında veya üstünde kalabilir ve üründe olumsuz kalite değişiklikleri yaşanabilmektedir. Bu nedenle aktif modifikasyon yöntemi geliştirilmiştir (Damarlı, 1995). Aktif MAP uygulamasında, ambalaj kapatılmadan önce ürünü çevreleyen atmosferdeki gazların değiştirilmesi veya uzaklaştırılması sağlanır. MAP’ta depolama boyunca ambalaj içerisindeki gaz oranları değişebilir ancak ambalaj kapatıldıktan sonra ek olarak herhangi bir gaz ayarlaması yapılmaz (Gökkurt, 2012; Öz ve Süfer, 2013). Aktif modifikasyonda ambalaj içerisinde istenen gaz bileşiminin oluşturulması; gazın içeriye enjekte edilmesiyle veya gaz absorbantlarından/ gaz üreticilerinden yararlanılarak gerçekleştirilir (Chisacova, 2016).

Gıdaların modifiye atmosfer paketlemesinde O₂, CO₂ ve N₂ olmak üzere üç temel gaz kullanılır. Gıda ürünlerinin çoğunda iki veya daha fazla gazdan oluşan kombinasyonlar kullanılır. Bozulmanın ana nedeni mikrobiyal gelişme olan solunum yapmayan gıda ürünlerinin modifiye atmosfer paketlemesinde genellikle %30-60 oranında CO₂ kullanılır. Geri kalan kısmı saf N₂ ya da N₂ ve O₂ kombinasyonları ile tamamlanır. Solunum yapan ürünlerde ise solunum hızını en düşük seviyede tutmak için uygun gaz kombinasyonları kullanılır. Modifiye atmosfer paketlemede pek çok farklı gaz kullanılmaktadır. CO, ozon, etilenoksit, helyum propilen oksit gibi gazlar da gıdalarda raf ömrü çalışmalarında kullanılan gazlardandır. MAP'de kullanılacak olan gaz karışımının doğru olarak seçimi önemlidir. Öncelikle kullanılan gazların ürünün bozulması üzerine etkisinin nasıl olduğunun bilinmesi gereklidir (Üçüncü, 2007; Yılmaz, 2008; Caner, 2021).

Oksijen (O₂): Oksijen, gıdalarda istenmeyen pek çok reaksiyondan sorumludur. Bitkisel ve hayvansal yağların acılaşması ve oksidasyonu, hızlı olgunlaşma, sebze ve meyvelerin aşırı olgunlaşması, fırın ürünlerinin bayatlaması ve renk değişimleri bunlara örnek verilebilir. Meyve ve sebzelerde solunumu hızlandırarak bozulmalara neden olmaktadır. Ambalaj tepe boşluğunda oksijenin %2'nin altına düşmesi istenmez, nitekim bu oranda anaerobik solunum (fermantasyon) başlamakta ve ürünün tat ve kokusunda bozulmalar meydana gelmektedir (Batu ve Demirdöven, 2010).

Karbondioksit (CO₂): Karbondioksit kokusuz, renksiz ve havadan ağır bir gazdır. Yaşayan canlıların solunumu sonucu atmosferde iz miktarda bulunan CO₂ bakteriyostatik ve fungustatik özellikleri nedeniyle modifiye atmosfer paketlemede kullanılan önemli bir gazdır. CO₂ %20'nin üzerindeki konsantrasyonlarda mikrobiyal büyümeyi önemli ölçüde azaltabilir. Küf ve aerobik bakteriler gibi mikroorganizmaların gelişmesini geciktiren veya önleyen bir gazdır. Mayalar üzerindeki etkisi ise oldukça azdır. Dokuda çözünen karbondioksit pH'nın düşmesine sebebiyet verirken tadın ekşi bir hal almasını sağlayabilir (Üçüncü, 2007; Tiribolulu, 2019).

Azot (N₂): Kokusuz ve renksiz olup, hem suda hem de yağda çok düşük çözünürlüğe sahip reaktif olmayan inert bir gazdır. Genellikle gıda ambalajlarında havanın, özellikle atmosferik oksijenin yerini değiştirmek için kullanılır. Ayrıca oksijenin yerine 'dolgu gazı' olarak kullanılmasıyla ambalajın çökmesi önlenir. Yaygın şekilde MAP'ta doldurucu gaz olarak kullanılmasının bir nedeni de düşük çözünürlüğe sahip olmasıdır. Azot aerobik mikroorganizmaların büyümesini desteklemez bu nedenle aerobik bozulmanın ilerlemesini

engeller ancak anaerobik bakterilerin gelişimini engelleyemez (Üçüncü, 2007; Süfer ve Öz, 2013).

Meyve ve sebzeler kimyasal bileşimlerinde büyük farklılıklar gösterebilirler de su (%70-98), karbonhidrat, vitaminler ve değişen mineraller bakımından zengin, protein bakımından fakir olup hafif asidik özellik göstermektedirler. Hasat sonrası meyve sebzeler solunum yapmayı sürdürür ve diğer metabolik süreçler devam eder. Taze ürünlerin modifiye atmosferde paketlenmesi, meyve sebzelerde hasat sonrası üründe genel fizyolojik aktiviteyi azaltarak ve mekanik hasarları en aza indirerek raf ömrünü uzatmak için uzun süredir üzerinde çalışılan bir konu haline almıştır. Ambalaj, taze meyvelerin depolanmasında önemli bir rol oynar ve gıdayı oksijen, ışık, su buharı gibi olumsuz etkilerin yanı sıra mekanik, kimyasal ve mikrobiyolojik kontaminasyon risklerine karşı da korur (Locali-Pereira ve diğ., 2021).

Azaltılmış O₂ veya zenginleştirilmiş CO₂ seviyeleri solunumu azaltabilir, olgunlaşmayı geciktirebilir, etilen üretimini yavaşlatabilir, dokusal yumuşamayı geciktirebilir, olgunlaşmayla ilişkili bileşimsel değişiklikleri yavaşlatabilir ve böylece raf ömründe uzamaya neden olabilir. Genel olarak, meyve ve sebzelerin MAP'yle depolanması için %3-8 CO₂ ve %2-5 O₂ gaz konsantrasyonları önerilmektedir (Daş ve diğ., 2005).

1.4 Domateslerin Raf Ömrü Üzerine Yapılan Çalışmalar

Önemli ihracat ürünlerinden olan domates depolanması, taşınması esnasında fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik tehditlere karşı hassas bir meyvedir. Domateslerin hasat sonrası çürüme hızlarının yüksek olması raf ömrü çalışmalarına ilginin artmasına neden olmuştur. Yapılan çalışmalarda farklı ambalaj materyalleri, depolama sıcaklıkları ve gaz konsantrasyonları kullanımı, etilen tutucu ilavesi gibi denemeler uygulanmıştır. Çalışmalarda meyvenin raf ömrünü uzatmak, kalite özelliklerini korumak amaçlanmıştır.

Fagundes ve diğ. (2015) tarafından yapılan çalışmada aktif MAP'nin çeri domateslerin hasat sonrası kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada ambalaj materyali olarak 75µm kalınlıktaki iki katlı polipropilen/alçak yoğunluklu polietilen (BOPP/LDPE) torbalar kullanılmış olup domatesler 5°C'de depolanmıştır. Meyveleri içeren paketler iki gruba ayrılmış, ilk grup %5O₂ + %5CO₂ + %90N₂ gaz bileşimi ile doldurulmuş, ikincisi ise hava (kontrol) ile doldurulmuştur. Ürünler 25 gün depolanmış ve bu süreçte

ürünlerde ağırlık kaybı, sertlik, şeker, organik asitler, renk, likopen, solunum hızı ve etilen biyosentezi özellikleri test edilmiştir. Sonuçlar, aktif MAP'nin çeri domateslerin raf ömrünü 25 güne kadar uzatabileceğini ve gaz konsantrasyonunun çeri domateslerin hasat sonrası kalitesini etkileyebileceğini göstermiştir. MAP uygulaması solunum oranını, etilen üretim oranını ve ağırlık kaybını azaltmıştır. MAP kullanımı sayesinde sertliği korumak ve şeker ve organik asit içeriğindeki değişiklikleri geciktirmek mümkün olmuştur. Aktif MAP ve düşük sıcaklık uygulamalarının kombinasyonu, depolama süresi boyunca olgunlaşmanın geciktirilmesi ve çeri domateslerin kalitesinin korunması açısından etkili olmuştur.

Yapılan diğer bir çalışmada (Majidi ve diğ., 2011) kontrollü atmosferde depolamanın (CAS) ve MAP'nin yeşil olgun hasat edilmiş domatesin kalitatif özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu yöntemlerin etkileri geleneksel soğuk depolama ile karşılaştırılmıştır. Kalitatif özellikler arasında sertlik, kırmızılık değeri (a^*), toplam çözünür kuru madde içeriği, titre edilebilir asitlik yer almıştır. MAP uygulamasında ürünler polietilen torbaya (kalınlık 0,05 mm) yerleştirilmiştir. MAP ve CAS uygulamaları için 5 kPa O₂ ve 3 kPa CO₂ başlangıç gaz bileşimi kullanılmıştır. Tüm depolama uygulamaları için sıcaklık 13°C olarak ayarlanmıştır. CAS ve soğuk hava depolarındaki bağıl nem sırasıyla %85-90 ve %60-65 olarak ölçülmüştür. Domates numuneleri hasat gününden itibaren her 10 günde bir kalite analizi için alınmış, 90 gün süreyle depolanmıştır. Sonuçlar, CAS ve MAP' in olgunlaşma sürecini geciktirme kabiliyetinin soğuk depolamadan daha fazla olduğunu göstermiştir. Doku ve rengin korunması açısından CAS uygulaması en başarılı sonucu vermiştir. CAS'da toplam çözünür kuru maddede azalma eğiliminin soğuk depolamaya göre daha yavaş olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, MAP ve özellikle CAS domateslerdeki titre edilebilir asitlikte azalma eğilimini yavaşlatmıştır.

Paulsen ve diğ. (2019) tarafından yapılan çalışmada yemeye hazır çeri domateslerin raf ömrünün uzatılması için pasif MAP teknolojisi uygulanmış, delikli ve deliksiz ambalaj filmlerinin ürünün fizikokimyasal, duyu ve besinsel kalitesi üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Çeri domatesler yıkanmış, 100 mg L⁻¹ NaClO çözeltilisinde 5 dakika süreyle bekletilerek sterilize edilmiş, 30µm kalınlığındaki deliksiz polietilen (PE), delikli polietilen (pPE) ve 40µm kalınlığındaki delikli polipropilen (pPP) içinde paketlenmiştir. Ambalajsız domatesler kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Paketlenmiş domatesler ve paketlenmemiş kontrol domatesler 7°C'de 21 gün boyunca depolanmıştır. Çalışmada MAP teknolojisinin çeri domatesin hasat sonrası muhafazası için faydalı olduğu, kontrole göre

daha az ağırlık kaybı ve duyuşal bozulma gösterdiği kanıtlanmıştır. MAP koşullarında domatesler için renk ve sertlik korunumu gözlenmiştir: renk değerlerinde kontroldeki %18'lik azalmaya karşılık MAP'ta %5 azalma gerçekleşmiş, sertlik MAP'ta sabit kalmış ve kontrol domatesleri için %37'lik bir kayıp göstermiştir. MAP'ın besin kalitesi üzerinde önemli bir etkisi olmamış, kontrol domateslerde gözlendiği gibi %11 antioksidan kapasite kaybı ve %40 likopen kaybı gözlenmiştir. Duyusal kalite göz önünde bulundurulduğunda, deliksiz PE'de paketlenmiş çeri domatesler 7 °C'de en az 21 günlük bir raf ömrü sergilemiştir. Bu, mevcut çalışmada çeri domatesin hasat sonrası buzdolabında depolanması için önerilen paketleme koşulu olmuştur.

Sualeh ve diğ. (2016)'nda domatesler hasat sonrası MAP, yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) ve düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) olmak üzere üç tip ambalajlama yöntemi ile paketlenerek 24 gün buzdolabı (+4° C) ve ortam koşullarında depolanmıştır. Kontrol grubu ambalajsız domateslerden oluşmuştur. En yüksek ağırlık kaybı (%11,68) ambalajsız olarak ortam koşullarında depolanan kontrol domates için kaydedilirken, en az kayıp (%1,67) HDPE ambalajlı olarak buzdolabında muhafaza edilen ürünlerde kaydedilmiştir. Depolanan domates meyvelerinin sertlik değerleri incelendiğinde her iki depolama koşulunda da sertlik değerlerinde önemli bir azalma gözlenmiştir. Depolama sıcaklığının düşürülmesi (buzdolabı), genel olarak sertlik de dahil olmak üzere depolanan ürünün metabolik aktivitesini yavaşlatmıştır.

Vunnam ve diğ. (2012)'nde olgun domatese (*Lycopersicon esculentum* Mill.) 4 farklı ambalajlama yapılarak bazı fiziko-kimyasal özellikleri incelenmiştir. Çalışmada kontrol grubu ve ultraviyole-C (UV-C) ışın uygulaması (3.7 kJ m⁻²) yapılan 2 grup örnek mikroperforeli ambalajlarda, sadece MAP ve UV+C+MAP kombine işlemi uygulanan gruplar MAP ambalajlarında 10°C'de 2 hafta süreyle depolanmışlardır. Bu farklı işlemler uygulanarak depolanan domatesler yüzey rengi, kütle kaybı, sertlik, solunum oranı, toplam çözünür kuru madde ve antioksidan kapasite açısından değerlendirilmişlerdir. UV-C ve MAP'ın kombinasyonu ile muamele edilen domatesler fiziko-kimyasal özelliklerinde en az değişikliğe uğramış, bu da UV-C ve MAP depolama kombinasyonunun taze ürünün özelliklerini korumada başarılı olduğunu göstermiştir. UV-C uygulaması ile domateslerin antioksidan kapasitesinde artış elde edilmesi, hasat sonrası işlemede UV uygulamasının MAP depolama ile başarılı bir şekilde birleştirilebileceğini ve daha iyi besleyici değere sahip bir ürün elde edilebileceğini göstermiştir.

Aydın-Erbeyli koşullarında sonbahar döneminde yapılan çalışmada (Şen ve diğ., 2004) yetiştirilen 4 farklı sera domatesi çeşidinin verim ve kalite özellikleri ile hasat sonrası depolama yetenekleri araştırılmıştır. Denemede meyve iriliği, meyve ağırlığı, erkenci verim ve toplam verim belirlenmiştir. Domates meyvelerinin bir kısmı $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 24 gün (%90), geri kalanı ise $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 12 gün normal depolama koşullarında (%75) ambalajsız muhafaza edilmiştir. Depolama süresince ağırlık kaybı, meyve sertliği, renk (L^* , a^* , b^*), pH, TSS (toplam çözünebilir katı madde), titre edilebilir asitlik ve C vitamini belirlenmiştir. Depolama süresi boyunca tüm örneklerde ağırlık kaybında artış görülmüştür. Ağırlık kaybı 12. gün analizlerinde soğuk depolama yapılan domateslerde %1.26-%1.39 arasında tespit edilirken $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolananlarda %5.31-6.83 olarak tespit edilmiştir. Depolama boyunca L^* değerinde bir gerileme görülmüştür (43.31-41.86). Meyvelerin a/b oranı İkrâm F1 çeşidinde en düşük iken diğer çeşitlerde benzer olmuştur. Çeşitlere bağlı olarak a^*/b^* oranında görülen değişim soğuk depoda saklananlarınkine benzerlik göstermiştir. Meyvelerin a^*/b^* oranı depolama dönemi boyunca önemli bir (% 25) artış göstermiş olup bu kırmızı rengi ifade eden a^* değerindeki artıştan ileri gelmiştir. Meyve kabuğu sertliği, hasat sonrası 6.91 olan sertlik değeri 12.gün 7.38 bulunmuş ve 24. günde 6.32 olmuştur.

Akbudak ve diğ. (2010)'nda sıcak su uygulamasının (SSU) ve MAP'nin çeri domateslerin (*Lycopersicon esculentum* Mill. cvs. "Alona" ve "Naomi" çeşitleri) depolanması ve meyve kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, açık kırmızı çeri domates meyveleri sıcak suya (54°C / 5 dakika) daldırılmış, kurulanmış ve plastik film (50 μm polietilen ve 100 μm polietilen) malzemelere paketlenmiştir. Ambalajlanmış domatesler soğuk depoda $5-7^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta ve 90 ± 5 bağıl nemde 28 gün depolanmıştır. Çeri domateslerde ağırlık kaybı (%), toplam çözünebilir katı madde (TSS), sertlik (N), titre edilebilir asitlik (TA), askorbik asit, likopen, beta-karoten ve MAP'deki O_2/CO_2 oranı gibi parametreler depolama süresi boyunca 7 günlük aralıklarla gözlemlenmiştir. Çalışmanın sonunda, MAP ile kombine edilen sıcak su uygulaması, her iki çeşitte de tek başına MAP'tan daha iyi sonuçlar vermiştir. Bu nedenle, SSU+ MAP uygulamasının depolama sırasında çeri domateslerin olgunlaşmasını geciktirme ve meyve kalitesi açısından etkili olduğu kanıtlanmıştır. SSU + 50 μm PE uygulaması, çalışmada değerlendirilen parametreler açısından 28 günlük depolama sonunda iki çeşitte de en iyi sonucu vermiştir. İki çeşitte de en düşük ağırlık kaybı SSU + 50 μm PE uygulamasında gözlenmiştir. Ancak her iki çeşitte de özellikle normal koşullar altında sıcak su uygulanmayan örneklerde yumuşama daha hızlı ilerlemiştir. Genel olarak, her iki çeşidin meyvelerinde de depolama sonunda sertlik

değerleri özellikle SSU + 50 µm PE uygulamasında daha yüksek bulunmuştur. En düşük beta-karoten içeriği her iki çeşitte de depolama sonunda sıcak su uygulaması yapılmayan örneklerde belirlenmiştir. En yüksek beta-karoten içeriği iki çeşitte de SSU + 50 mPE uygulamasından elde edilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

Çalışmada kullanılan çeri domatesler çalışmanın yapılacağı gün Denizli Hal'inden temin edilerek Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği Laboratuvarına getirilerek ambalajlanması yapılmış ve 8°C'de depolanarak çalışma başlatılmıştır.

Çalışmada kullanılan PET kaseler, lamine film ambalaj (PET+ Coex EVOH, kalınlık: 75±5 µm, O₂ geçirgenliği: ≤5 cm³ /1 atm/m² gün, N₂ geçirgenliği: ≤15 cm³ /1 atm/m² gün ve su buharı geçirgenliği: ≤5 g/m² gün), LDPE film ambalaj (kalınlık: 20µm), mikroperforeli PP film ambalaj (kalınlık: 20µm) ve deneme meyve-sebze muhafaza ambalajı (kalınlık: 60µm), Denizli'deki yerel firmalardan temin edilmiştir.



Şekil 2.1: 0.gün çeri domates örnekleri

2.2 Metot

2.2.1 Ürünlerin Hazırlanması ve Ambalajlanması

Çalışmada kullanılan mikroperforeli PP, LDPE ve deneme ambalajlar bobin halinde alınmış olup Seles marka (DZ-260, Wenzhou Xingye Machinery Equipment Co. Ltd., Pekin, Çin) paketleme makinası ile yapıştırılarak kullanıma hazır hale getirilmiştir. Paketleme makinasında yapıştırılarak hazırlanan film ambalajların boyutları PET kâse ve lamine film ambalajla uyumlu olması bakımından 20x25 cm şeklinde ayarlanmıştır.

Paketleme aşamasında her PET kâse 200 ± 10 g çeri domates tartılmıştır. Kontrol örneklerinde domateslerin solunumuna müsaade etmesi için PET kaselerin kapaklarına 0.3 cm çapında 6 adet delik açılmış ve domateslerin kaseye dolumundan sonra kapaklar kapatılarak depolama süreci başlatılmıştır. Diğer örneklerde ise PET kaseler kapakları kesilerek kullanılmıştır. Kapakları kesilen kaselere domates tartımları yapılmış, ardından kaseler 20x25cm boyutlarındaki film poşetlere yerleştirilmişlerdir. LDPE, mikroperforeli PP ve deneme film ambalajların (piyasada geliştirilme aşamasında olan ambalaj) kullanılacağı ürünlerde domates tartılan kaseler plastik film ambalajların içine yerleştirilmiş ve film ambalajlar paketleme makinesi (Seles, DZ-260, Wenzhou Xingye Machinery Equipment Co. Ltd., Pekin, Çin) ile ısıtılarak kapatılmıştır. Modifiye atmosferde paketleme işlemi uygulanacak olan örneklerde ise içlerine domates tartılan PET kaseler lamine film (PET + COEX EVOH) ambalajlara yerleştirilmiş ve ambalaj içindeki gazın bir kısmı vakumla çekilip ambalaj içine azot (N₂) gazı (Denizgaz Gulf Cryo, Bornova, İzmir) verilerek ambalaj içindeki oksijen (O₂) oranı 5.0 ± 0.5 olacak şekilde ayarlanmıştır. %5 O₂ + %95 N₂ gaz kompozisyonu domateslerin depolanmasında, solunumun yavaşlaması için, uygun gaz kompozisyonu olarak önerilmektedir (Üçüncü, 2000) (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: Paketlemede kullanılan cihaz ve gaz tüpleri

Paketlemesi tamamlanan çeri domatesler iklimlendirme kabininde 8°C’de depolanmışlar, 1., 3., 5., 7., 14., 21., ve 28. günlerde belirlenen kalite analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma 2 tekerrür şeklinde gerçekleştirilmiş olup her tekerrürde her analiz günü için tüm uygulamalardan 2’şer paralel hazırlanmıştır.

Domatesler ülkemizin ihraç ettiği önemli meyve sebzelerden biridir. Endüstriyel şekilde domatesler yurtiçi veya yurt dışına çoğunlukla kağıt (oluklu mukavva veya karton) kaseler veya üstü delikli PET kutular ile taşınmaktadır. Yaptığımız ön denemelerde kontrol grubu (kapaklı kağıt kase veya kapağı delikli PET kase), LDPE, mPP, BOPP (kalınlık: 30 µm), PP ambalaj materyalleri kullanılmıştır. Ön deneme öncesinde domatesler iki gruba ayrılmıştır. İlk grupta meyveler kağıt kaselere tartılmış ve belirlenen ambalaj materyalleri ile paketlenmiştir (Tablo 2.1). İkinci grupta ise domatesler PET kaselere tartılmış ve ambalaj materyalleri ile paketlenmiştir (Tablo 2.2). Depolama 10°C’de 25 gün boyunca devam etmiştir. Deneme sonunda örneklerde kütle kaybı ölçülmüştür.

Tablo 2. 1: Depolamanın 25. gününde kağıt kaselerde çeri domateslerin kütle kaybı (%)

Ambalaj Türü (Kağıt Kaselerde)	Kütle Kaybı (%)
MAP	3.71
LDPE	2.75
PP	2.12
BOPP	2.13
Kontrol	12.53
mPP	9.20

Kontrol: Üstü kapaklı kağıt kasede muhafaza edilen çeri domates.

mPP: Kapaksız kağıt kaseye doldurulup mikroperforeli PP film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

LDPE: Kapaksız kağıt kaseye doldurulup LDPE film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

PP: Kapaksız kağıt kaseye doldurulup PP film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

BOPP: Kapaksız kağıt kaseye doldurulup BOPP film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

MAP: Kapaksız kağıt kaseye doldurulup aktif MAP uygulamasıyla muhafaza edilen çeri domates.

Tablo 2. 2: Depolamanın 25. gününde PET kaselerde çeri domateslerin kütle kaybı (%)

Ambalaj Türü (PET Kaselerde)	Kütle Kaybı (%)
Kontrol	3.87
mPP	2.00
LDPE	0.86
MAP	0.52

Kontrol: Üstü delikli kapaklı PET kasede muhafaza edilen çeri domates.

mPP: Kapaksız PET kaseye doldurulup mikroperforeli PP film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

LDPE: Kapaksız PET kaseye doldurulup LDPE film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

MAP: Kapaksız PET kaseye doldurulup aktif MAP uygulamasıyla muhafaza edilen çeri domates.

Ön denemeler sonucunda PET ve kağıt kaselerde aynı ambalaj materyali ile paketlenmiş domateslerdeki kütle kaybı değerleri karşılaştırılmıştır. Kontrol ve mPP ambalaj uygulamalarında kağıt kaselerde 25 günlük depolama süresinin sonunda yüksek miktarda kütle kaybı gözlenmiştir. Kağıt kaseler ve PET kaselerin aynı tip ambalaj materyaline konması uygulamalarının sonuçları birbirleri arasında kıyaslanmıştır. Kağıt kaselerde her uygulamada PET'e kıyasla daha fazla kütle kaybı gerçekleştiği tespit edilmiştir. Kağıt kaselerdeki kütle kaybının yüksekliği meyvelerde daha hızlı buruşmaya da neden olmuştur (Şekil 2.1). Bu durumun aynı zamanda ürünlerde kütlede azalma ve ekonomik kayba da neden olacağı için uzun süreli depolamalar için uygun olmadığı düşünülmüş, çalışmadaki asıl denemelere kağıt ambalajla devam edilmemesine karar verilmiştir.



Şekil 2. 1: Kağıt ambalajda 25 gün depolanan çeri domateslerin görünümü

2.3 Metot

Ambalajlanmış çeri domateslerin gaz kompozisyonları, etilen ölçümü, (%) kütle artışı ve petlerde ağırlık artışı analizleri depolamanın 1., 3., 5., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde

diğer fiziksel, kimyasal ve mikrobiyoloji analizlerin de 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerde gerçekleştirilmiştir.

2.3.1 Kütle Kaybı (%)

Depolama öncesinde darası alınmış kaplara tartımı yapılarak belirlenen örnekler ağırlıkları, 0.01 g hassasiyetli elektronik terazi (Denver Instrument, Model No: TP-3002, Almanya) ile tartılarak (%) kütle kaybı değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kütle Kaybı} = \frac{0. \text{ gün örnek ağırlığı} - \text{ analiz günü örnek ağırlığı}}{0. \text{ gün örnek ağırlığı}} \times 100$$

2.3.2 Tepe boşluğu oksijen, karbondioksit ve etilen konsantrasyonu

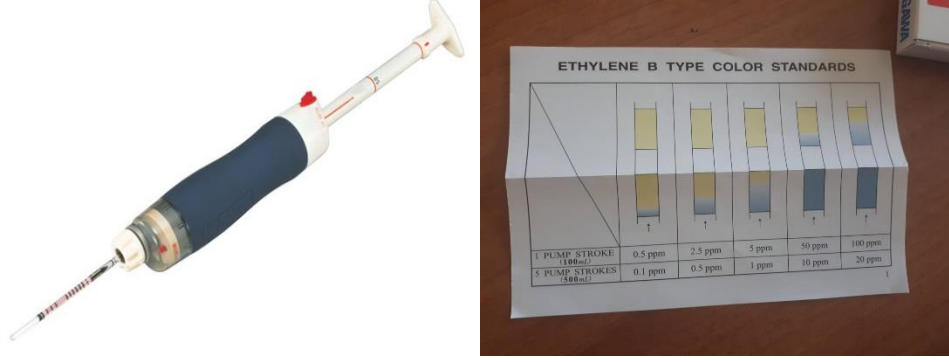
Belirlenmiş analiz günlerinde tepe boşluğu oksijen ve karbondioksit (%v/v) konsantrasyonları gaz analizörü Dansensor (Checkpoint, PBI, Ringsted, Danimarka) kullanılarak ölçümler alınmıştır. Gaz analizörü her ölçüm öncesinde hava ile kalibre edilmiştir. Cihaza bağlı bulunan şırınga ucu, paketin üzerinde uygun olan bir noktadan paketin içine konumlandırılarak 15 saniye boyunca ambalaj içindeki gaz bileşimi cihaz tarafından alınmıştır. Cihaz, O₂ ve CO₂ konsantrasyonlarını % olarak vermekte, N₂ konsantrasyonu ise bu iki değer toplamının 100'den çıkartılmasıyla bulunmaktadır. Her uygulama için her paketten 1 ölçüm yapılmıştır.



Şekil 2.3: Paket içi gaz atmosferinin ölçülmesinde kullanılan cihaz

Etilen konsantrasyonunun belirlenebilmesi amacıyla Kıtawaga AP-20 pistonlu örnek pompası (Japonya) cihazını kullanılmıştır. Cihazın ucuna takılan tek kullanımlık etilen tüpleriyle 0.5 ppm-100 ppm aralığında farklı renk skalasıyla etilen ölçümü yapılmıştır.

Ölçüm pistonlu örnek pompanın ucuna etilen tüpü takıldıktan sonra ambalajın bir ucundan delinerek gaz konsantrasyonundan bir pompa çekişiyle 100 mL gaz alınmasıyla gerçekleştirilir. Çekilen gaz sonrasında tüp 15 saniye kadar ambalajın içinde tutulur ve yaklaşık 30 saniye içerisinde tüpün üzerindeki renk skalasındaki değişim ile etilen miktarı ölçülmüş olur.



Şekil 2.4: Etilen ölçüm cihazı ve etilen tüpü renk skalası

2.3.3 Petlerde Ağırlık Artışı

Depolama öncesi daraları alınan PET kaselerin analiz günlerinde domateslerin kaselerden çıkarılarak ağırlıkları dijital hassas terazi ile ölçülerek ağırlık artışı % olarak aşağıdaki denklem kullanılarak değerlendirilecektir.

$$\%Ağırlık Artışı = \frac{Son\ ağırlık - başlangıç\ ağırlık}{Başlangıç\ ağırlık} \times 100$$

2.3.4 Renk Analizi

Domateslerde renk ölçümünde (Hunter L^* [0-100= koyuluk-açıklık], a^* [a^+ = kırmızı, a^- = yeşil] ve b^* [b^+ = sarı, b^- = mavi]) meyvenin karşılıklı orta noktasından iki ölçüm olarak Hunter-Lab Mini Scan XE renk ölçüm cihazı (Reston, VA, ABD) ile tespit edilmiştir. Analizde her ambalajdan 3 domates örneği alınmış olup, her bir uygulama için 6 ölçümün ortalaması hesaplanmıştır.

2.3.5 Tekstür Analizi

Üründe meydana gelen yumuşamayı belirlemek için tekstür analizi yapılmıştır. Tekstür analizi için örneklerin karşılıklı 3 farklı noktasında tekstür analiz cihazı (Brookfield CT3-4500, ABD) ile domates için; 2mm çapında silindir prob, 5mm/s hız ve 7mm penetrasyon mesafesi kullanılarak, ölçüm yapılmıştır. Her bir paralelden 3 örnek alınmış olup, her uygulama için 18 ölçümün ortalaması alınmıştır. Tekstür analizi sonuçları maksimum penetrasyon kuvveti, (Newton (N)) olarak ifade edilmiştir.

2.3.6 pH Analizi

pH ölçümleri için homojenize edilen çözeltilerden 20 g alınıp 200 mL'lik balonjoje de saf su ile çizgisine kadar tamamlanmış ve ardından hazırlanan çözelti filtre kağıdından geçirilmiştir. Oluşan süzüntü bir behere 20 ml alınarak pH metre (Hanna Instruments HI 8314, ABD) ile ölçüm yapılmıştır. Her paralelden 2 ölçüm yapıp her uygulama için 6 ölçümün ortalaması alınmıştır.

2.3.7 Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde tayini ve antioksidan tayini için öncesinde domates örneklerinden ekstrakt hazırlanmıştır.

Analiz günü paketleri açılan domateslerin her paketten 3 adet çeri domates alınarak blenderden geçirilmiş, homojen olarak parçalanmıştır. Homojen domates örneklerinden 1 g tartılarak falcon tüplerine alınmıştır. 10 ml %70'lik metanol çözeltisi tüplere eklenerek homojenizatörde 12 rpm'de 1 dakika boyunca homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler falcon tüplerinde erlenler yardımıyla ultrasonik su banyosunda(Elma E 60 H, Almanya) 10 dakika boyunca bekletilmiştir. Örnekler erlenlerde orbital çalkalayıcıya (WiseShake SHO-1D, Almanya) geçirilmiş ve burada 15 dakika süresince 160 devirde çalkalanmıştır. Daha sonra örnekler serum ve çökelti kısmının ayrılabilmesi amacıyla 4°C'de 8500 rpm'de 20 dakika süresince santrifüjlenmiştir (Hettich, Universal 30 RF, Almanya). Santrifüjden çıkan örneklerin serum kısımları pastör pipeti ile 25 ml'lik balon jodelere alınmıştır. Kalan çökelti kısmı için tüm aşamalar bir kez daha tekrarlanmış ve serum kısmı balon jodelere eklenmiştir. Daha sonra balon jodelere %70'lik metanol ile 25 ml'ye tamamlanmıştır. Elde edilen kısım koyu renkli şişelerde -18'de depolanmıştır.

Toplam fenolik madde tayini Folin-Ciocalteu (FC) metoduna göre gerçekleştirilmiştir (Singleton ve diğ. 1999). Kalibrasyon eğrisi 5-100 mg/L konsantrasyon aralığında gallik asit çözeltisi aracılığıyla spektrofotometrede meydana getirilmiştir. Domateslerin analizinde tüpler hazırlanırken sırası ile 5 mL 1:10'luk (v/v) FC çözeltisi, 1 g hazırlanmış örnek, 4 mL 75 g/L Na₂CO₃ eklenerek karıştırılmıştır. Örnekler 1/2 oranında seyreltilmiş karanlık bir ortamda 2 saat bekletilerek spektrofotometrede 760 nm'de okutulmuştur. Sonuçlar gallik asit eşdeğeri (GAE)/100g cinsinden hesaplanmıştır.

2.3.8 Antioksidan Aktivite Tayini

Antioksidan aktivite tayini 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Spektrofotometre yardımıyla kalibrasyon eğrisi 10–50 µM konsantrasyonları arasındaki Trolox çözeltileri aracılığıyla oluşturulmuştur. Ön hazırlığı bulunan antioksidan aktivite tayini için 24mg DPPH tartımı yapılır daha sonra 100 ml'ye metanole tamamlanır, hazırlanan çözelti stok olarak kullanılır.

Antioksidan aktivite için gerekli DPPH çalışma çözeltisi 55 nm dalga boyunda spektrofotometre de absorbansın 1.1 – 1.2 aralığında olması gerekmektedir. Bu sonuca stok çözeltisinin yaklaşık 5 kat seyreltilmesi ile ulaşılabilmektedir. Domates örneklerinin antioksidan aktivitesi analizi için tüplere 150 µL hazırlanmış örnekten alınmış üzerine 2850 µL çalışma çözeltisi ilave edilmiştir. Tüpler vorteks ile karıştırılmıştır. Örnekler 1/2 oranında seyreltilmiştir. Örnekler 24 saat karanlıkta ve oda sıcaklığında bekletildikten sonra ölçümleri için spektrometrede 515 nm'de okumaları yapılmıştır. Sonuçlar µmol Trolox eşdeğeri (TE)/100g cinsinden hesaplanmıştır.

2.3.9 Mikrobiyolojik Analizler

Çalışmamızda kullanılacak domates örneklerinin depolama süresince mikrobiyolojik özelliklerini belirlemek için toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), maya-küf ve toplam aerofilik psikrofilik analizleri gerçekleştirilmiştir. TAMB sayısını belirlemek için plate count agar (PCA) bulunan petriler, maya-küf sayısını belirlemek için dichloran-rose bengal chloramphenicol (DRBC) ve toplam aerofilik psikrofil sayımını belirlemek için plate count agar (PCA) besiyerlerine yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır (Halkman 2005). Ekim yapılan PCA petrileri 35-37°C'de 24-48 saat, DRBC petrileri 25°C 'de 3-5 gün, PCA besiyeri bulunan petriler ise 4°C'de 24-48 saat inkübasyona tabi tutulmuştur. Petri kaplarında gelişen

koloniler sayılmış, sonuçlar log kob/g cinsinden ifade edilmiştir. Mikrobiyolojik analizler 2 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

2.3.10 İstatiksel Analiz

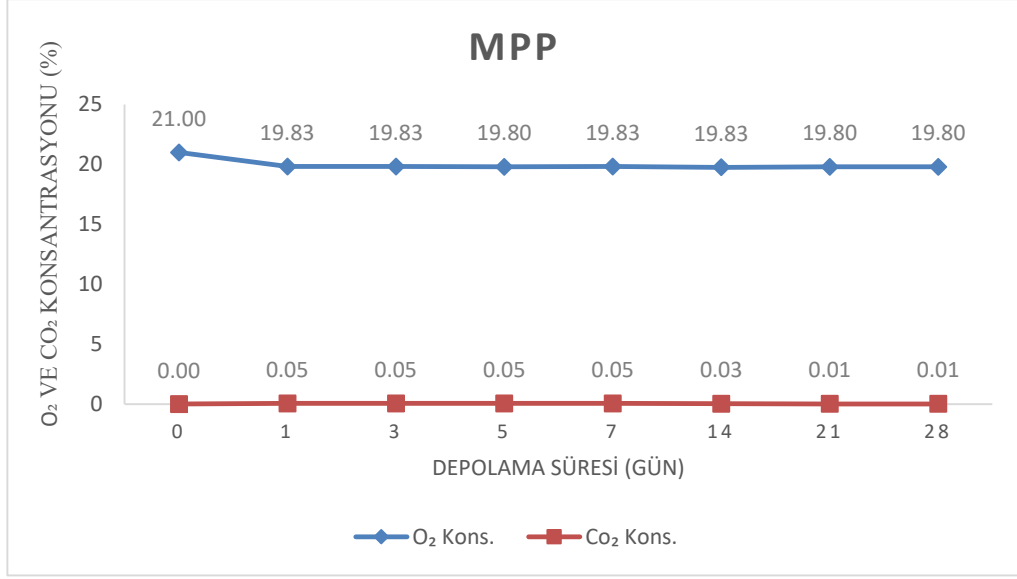
Sonuçlar; “Minitab 16 Statistical Software” programı kullanılarak varyans analizlerine tabi tutulmuştur. Gruplara arasındaki farklılıklar Tukey testi ile analiz edilmiş, veriler $\alpha= 0.05$ güven aralığında test edilmiştir.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

3.1 Gaz Kompozisyonları

Domates, hasat sonrasında solunum yapmaya devam eden meyvelerden biridir. Şekil 3.1, 3.2, 3.3 ve 3.4'te farklı ambalaj materyalleri ve farklı depolama sürelerinde ambalajların tepe boşluğunda ölçülen gaz oranları (%O₂ ve CO₂) verilmiştir. Domateslerin doldurulmuş olduğu PET kaselerin yerleştirildiği mPP, LDPE ve deneme ambalajlarda paketin içindeki gaz konsantrasyonlarına müdahale edilmemiş olup örneğin solunum yapmasına ve ambalaj materyalinin geçirgenliğine bağlı bir denge gaz bileşimi oluşumu hedeflenmiştir. Aktif MAP'ta ise örneklerde anaerobik fermantasyonun oluşumunu önleyebilmek amacıyla, ambalaj ortamının oksijen seviyesinin %2 düzeyinin üzerinde kalması ve denge gaz bileşimi oluşturulması amaçlanmıştır.

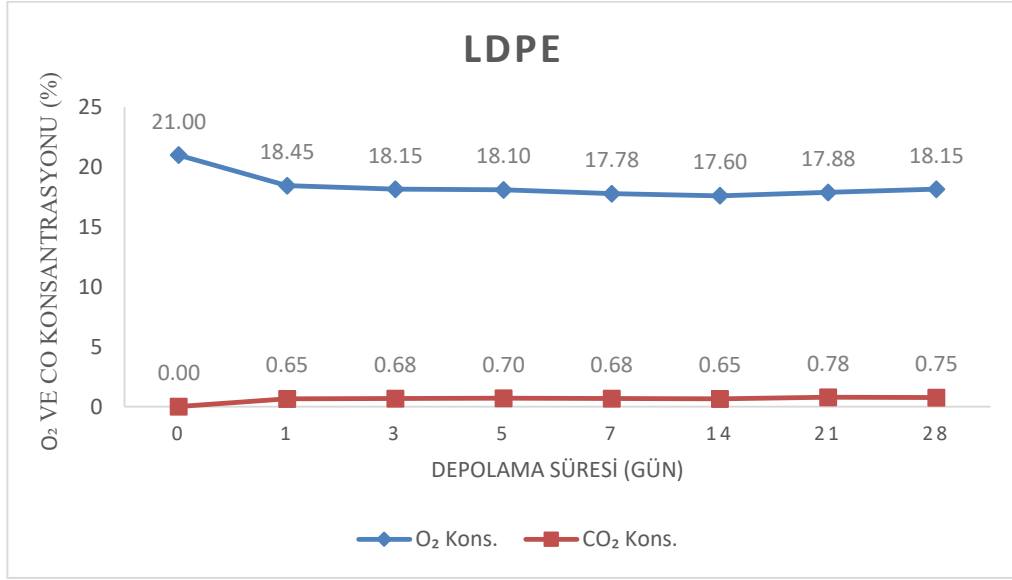
Mikroperforeli ambalaj materyalinin çeri domateslerin 28 günlük depolama süresi boyunca gaz ölçüm sonuçları Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Ölçümler ilk hafta iki günde bir yapılmış olup ilerleyen süreçte haftada bir yapılmıştır. Sonuçlar depolama süresi boyunca birbirine benzer olarak elde edilmiştir. Bu durumun ambalaj materyalinin fiziksel özellikleri ile açıklanabileceği düşünülmektedir. Ambalaj materyalinin geçirgen yapısı sebebiyle atmosferdeki oksijenin ambalaj içine, solunum sonucu oluşan CO₂'in ambalaj dışına transferi gerçekleşmiş ve bu da ölçüm sonuçlarının tümünün benzerliğine sebep olmuştur.



Şekil 3.1: Domateslerin paketlenildiği mPP ambalajların tepe boşluğundaki gazların depolama sürecinde konsantrasyonları (%)

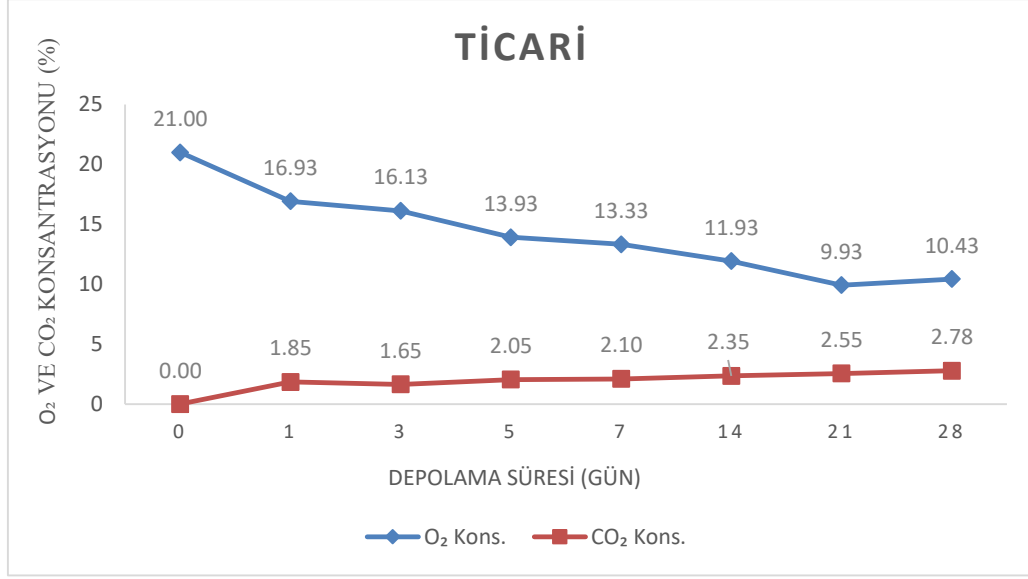
Domates doldurulmuş olan PET ambalaj materyalinin LDPE poşetlere yerleştirilme sürecinde paket içi atmosfer gaz koşullarına müdahale edilmemiş olup poşetlere sadece kapatma işlemi uygulanmıştır. 28 Günlük depolama süresi sonunda elde edilen sonuçlarda oksijen konsantrasyonunda bir miktar düşüş, karbondioksit konsantrasyonunda da bir miktar artış olduğu, sonuçların mPP ambalaj materyali sonuçlarından farklı ($p < 0.05$) olduğu görülmüştür (Şekil 3.2). Bu farklılığın sebebi; LDPE ambalaj materyalinin gaz geçirgenliğinin mPP'den daha düşük olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Domatesin solunumunda oksijenin kullanılması ve karbondioksit oluşmasıyla ambalaj tepe boşluğundaki gaz konsantrasyonunun mPP poşetlerdekinden farklı oranlarda dengeye geldiği düşünülmüştür. Analizlerde bir diğer dikkati çeken sonuç da domateslerde solunumun devam etmesine rağmen depolama sürecinde ambalaj içindeki O₂ oranının hala oldukça yüksek, CO₂ oranının da düşük seyretmiş olmasıdır. Bu durum LDPE'nin O₂ ve CO₂ geçirgenlik özelliğinin diğer birçok plastiğe göre yüksek olmasıyla, atmosferden ambalaj içine ve dışına gaz transferinin depolama sürecinde devam etmesiyle ilişkilendirilebilir (Üçüncü, 2000).

Çeri domateslerin pasif modifikasyonda polietilen ile ambalajlanarak 21 gün depolandığı Paulsen ve diğ. (2019)'nda da depolamanın ilk 7 gününde ambalaj içinde O₂ oranında 20.9 kPa'dan 14.2 kPa'a azalma, CO₂ oranında 0.4 kPa'dan 3.0 kPa'a artış gerçekleşmiştir. 7. Günden 21. güne kadar olan süreçte gaz konsantrasyonlarında bazı değişimler gözlemlense de bunlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.



Şekil 3.2: Domateslerin paketlenildiği LDPE ambalajların tepe boşluğundaki gazların depolama sürecinde konsantrasyonları (%)

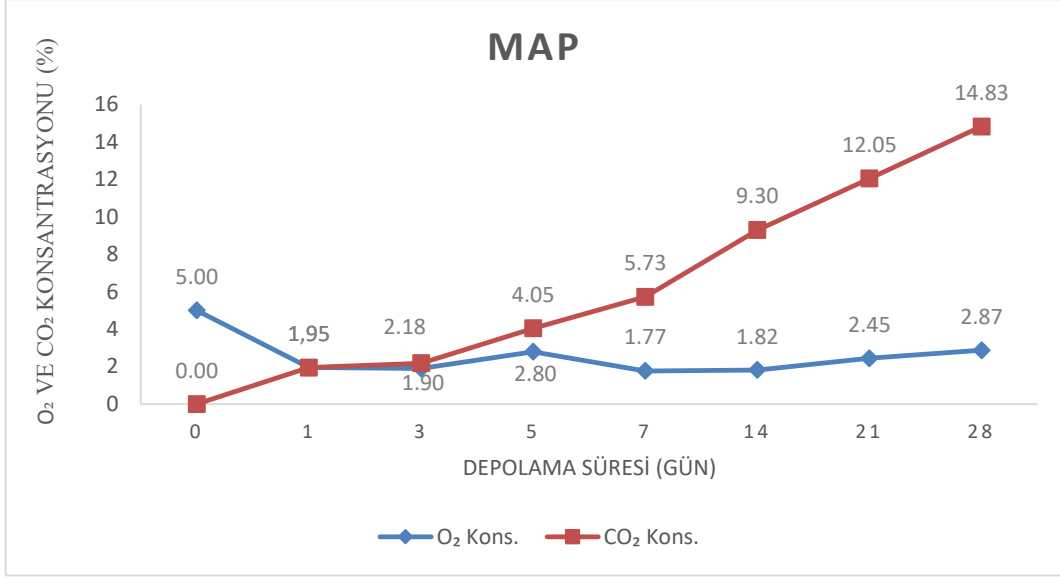
Deneme ambalaj materyalinin tepe boşluğundaki O₂ oranı depolamanın 1. gününde %16.93'e düşmüş olup ilerleyen süreçte de düşme devam etmiş, 28. günde %10.43 olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.3). CO₂ Oranı da depolamada artmış, 28. günde %2.78 olarak tespit edilmiştir. Tepe boşluğundaki O₂ ve CO₂ oranlarının 14, 21 ve 28. günlerde benzer ($p < 0.05$) çıkmış olması 14. günden itibaren denge gaz bileşiminin oluştuğuna işaret etmektedir (Üçüncü, 2000). 28 günlük depolama süresinde gaz konsantrasyonunda meydana gelen değişim meyvenin solunumuyla ve ambalaj malzemesinin geçirgenlik özelliğiyle ilişkilendirilmiştir.



Şekil 3.3: Domateslerin paketleniği deneme ambalajların tepe boşluğundaki gazların depolama sürecinde konsantrasyonları (%)

MAP ambalaj materyalinde paketleme işleminde paket içi O₂ oranı tüm paketlerde literatürün (Caner, 2021) domates meyvesi için önerdiği gibi %5.0 olacak şekilde ayarlanmıştır (Şekil 3.4). Sonuçlarda depolamanın ilk 24 saatinde paket içi O₂ konsantrasyonunun önemli derecede ($p < 0.05$) düştüğü, 1. günden sonraki ilerleyen süreçte 0. günden farklı olmakla birlikte 28. güne kadar benzer ($p > 0.05$) seyrettiği görülmüştür. CO₂ Konsantrasyonu ise depolamanın ilerleyen süreciyle birlikte sürekli önemli ($p < 0.05$) artışlar göstermiştir.

Fagundes ve diğ. (2015)'nde aktif MAP'ın lamine BOPP/LDPE torbalarda 25 gün boyunca %80-85 bağıl nemde ve 5°C'de depolanan çeri domateslerin hasat sonrası kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Paketlemede kullanılan gaz bileşimleri; %5 O₂ + %5 CO₂ + %90 N₂ (MAP) ve atmosfer koşullarıdır (kontrol). Yapılan çalışmada, ürünün depolandığı ilk saatlerde, mevcut O₂ miktarının daha fazla olması nedeniyle solunum oranının yüksek olduğu ifade edilmiştir. İlerleyen saatlerde, meyve tarafından tüketilebilecek O₂ miktarının azalması nedeniyle solunum hızı düşmüş, 100 saatlik depolamadan sonra ürün solunum hızı dengeye ulaşmıştır. MAP altında depolanan örnekler kontrol örneklerine kıyasla daha düşük solunum oranları göstermiş, depolama süresi boyunca, CO₂ konsantrasyonu %5,00'ten %5,97'ye yükselmiş ve O₂ konsantrasyonu %5.00'ten %4.35'e düşmüştür.



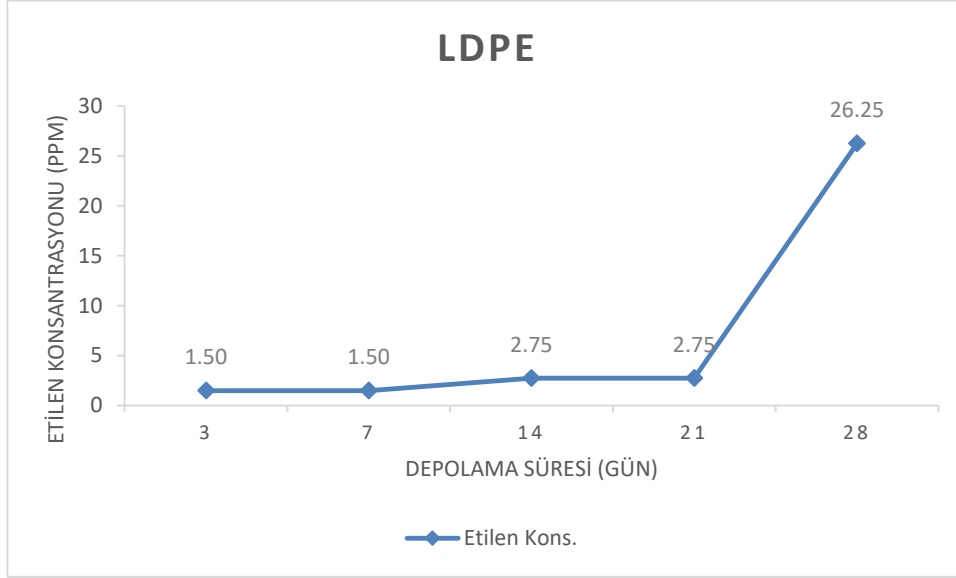
Şekil 3.4: Domateslerin %5.0 O₂+ %95.0 N₂ gaz kompozisyonuyla MAP koşullarında paketlenmiş ambalajların tepe boşluğundaki gazların depolama sürecinde konsantrasyonları (%)

Demir (2015)'in yaptığı çalışmada çeri domatesleri aktif ve pasif modifiye atmosfer paketleme altında etilen tutucu şase içeren ve içermeyen 2 farklı dökme polipropilen ile ambalajmıştır. Çalışmada aktif modifikasyonda %5O₂+ %5CO₂+ %90N₂ gaz kompozisyonu kullanılmış olup domatesler 28 gün depolanmıştır. %5O₂+ %5CO₂+ %90N₂ gaz kompozisyonu ile paketlemede başlangıçtaki %5.0 olan O₂ konsantrasyonunun depolama sonunda %2.3'e düştüğü gözlenmiştir. %5O₂+ %5CO₂+ %90N₂ gaz kompozisyonu ile ambalajlanan ve etilen tutucu içermeyen gruplarda CO₂ oranının da %7.60-8.65 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Etilen tutucu kullanmanın O₂ ve CO₂ üzerinde etkisinin olmadığı belirtilmiştir. Elde edilen bulgular mevcut çalışmayla kısmen benzerlik göstermektedir.

Depolama süresi boyunca mikroperforeli ambalaj materyalinde yapılan ölçümler sonucu etilen artışı gözlenmemiştir. Bu durum mikroperforeli ambalajının gözenek içermesi ve yüksek geçirgenliğe sahip olmasıyla açıklanabilmektedir. Ortamda ürün tarafından salınan etilenin depolanmaması sebze ve meyvelerde olgunlaşmayı tetikleyen enzimatik reaksiyon döngüsünün artmasına sebebiyet vermediğinden çeri domateslerin olgunlaşma aşamalarında yavaşlamadan söz edilmesi mümkündür (Gökkurt, 2012).

LDPE ambalaj materyali uygulamasında 28 günlük depolama sürecinde etilen miktarında artış gözlenmiştir (Şekil 3.5). LDPE ambalaj uygulamasında başlangıç ölçümü olan 3. günde 1.50 ppm etilen düzeyi tespit edilmiş ikinci ölçüm olarak kabul edilen 7.günde

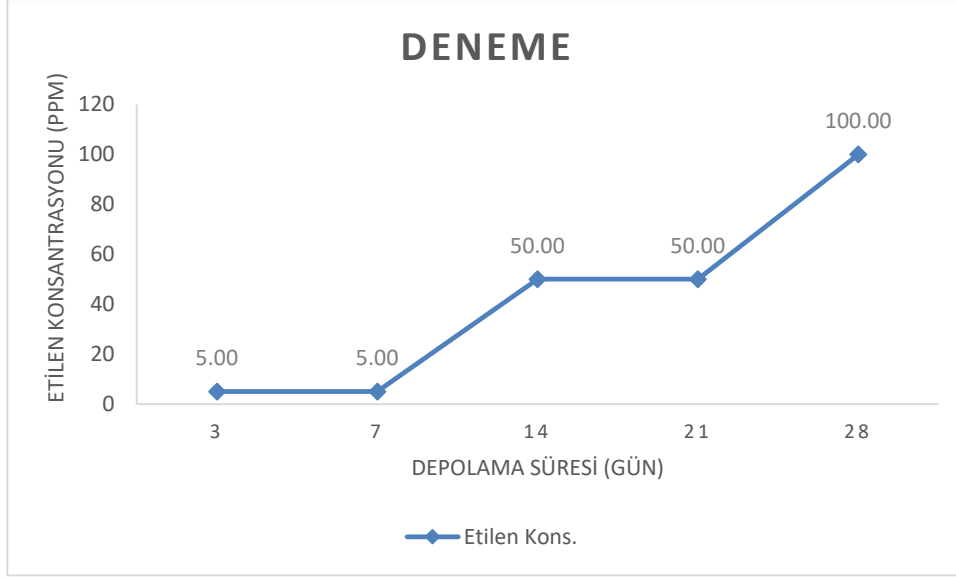
ortamda etilen miktarı sabit kalmıştır. 14. günde etilen ölçümü sonucu 2.75 ppm düzeyinde belirlenirken, 21.günde etilen miktarı yine bir önceki ölçümle aynı sonucu vermiştir. 28.gün etilen ölçümü 26.25 ppm düzeyinde bulunmuş ve bu sonuç diğer günlere göre önemli bir artış göstermiştir. Depolama sonucu bu artışın meyvenin olgunluk durumuna ve buna bağlı solunum mekanizmasına bağlı olarak gelişmiş olabileceği düşünülmektedir.



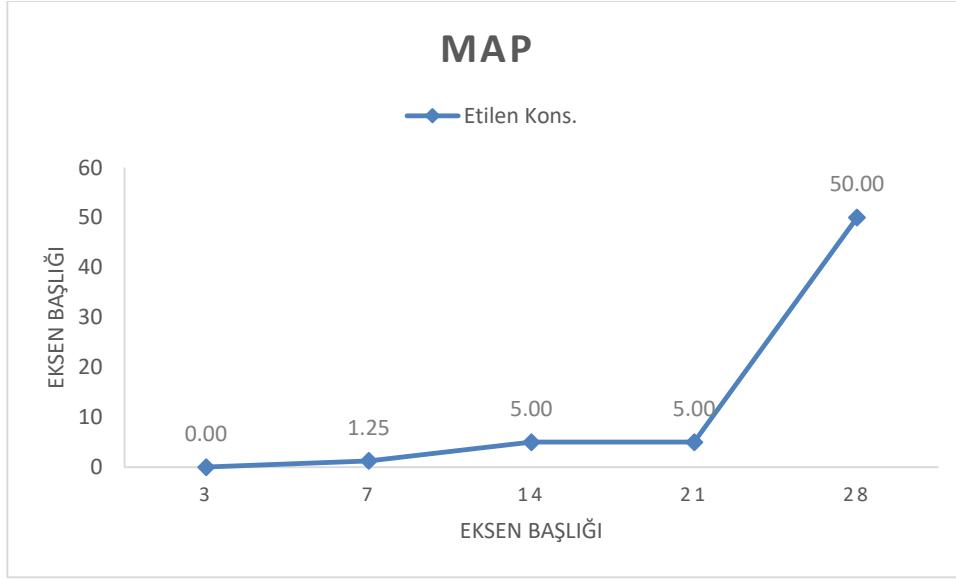
Şekil 3.5: LDPE ambalaj materyalinde depolanan çeri domateslerin tepe boşluğundaki etilen gaz konsantrasyonu (ppm)

Ölçüm sonuçlarında deneme ambalajda muhafaza etmenin en fazla etilen oluşumuna neden olduğu görülmektedir (Şekil 3.6). Deneme ambalaj materyalinde ilk ölçüm olan 3. günde 5 ppm olan etilen oranı 7. gün ölçümünde benzer sonuç göstererek 5ppm değerini vermiştir. Depolamanın devamında oran artarak 28. günde 100 ppm sonucuna ulaşılmıştır. Üretilen etilenin ambalaj materyali atmosferinde kalmış olması olgunlaşma hızını arttırmış, bu durum ürünün duyuşal görünüş ve doku özelliklerini de olumsuz etkilemiştir.

MAP ile ambalajlanan uygulamalarda 3. gün 0.00 ppm etilen ile başlayan süreç 7. günde 1.25 ppm sonucuna ulaşılmış, 14. ve 21. günlerde 5.00 ppm seviyesinde tespit edilmiştir (Şekil 3.7). Etilen oranı depolamanın 21. gününden 28. gününe kadar olan süreçte önemli bir artış göstermiş ve 28. günde 50.00 ppm olarak saptanmıştır.



Şekil 3.6: Deneme ambalaj materyalinde depolanan çeri domateslerin tepe boşluğundaki etilen gaz konsantrasyonu (ppm)



Şekil 3.7: MAP ile depolanan çeri domateslerin tepe boşluğundaki etilen gaz konsantrasyonu (ppm)

Ortamda bulunan düşük O_2 ve yüksek CO_2 konsantrasyonları, etilen sentezinin meyve tarafından algılanmasını azaltarak olgunlaşma ve bozulma oranlarını önemli ölçüde azaltabilir. Olgunlaşma sırasında şekerlerde, klorofilde ve hücre duvarı bileşenlerinde meydana gelen değişiklikler, düşük O_2 / yüksek CO_2 atmosferlerinin kullanılması yoluyla etilen etkisini ortadan kaldırarak azaltabilir (Abeles ve diğ., 1992).

Çeri domateslerin %5 O₂+ %5 CO₂+ %90 N₂ gaz kompozisyonuyla 2 farklı dökme polipropilen (CPP) ile ambalajlandığı Demir (2015)'de 28 günlük depolama süresinin sonunda paketlerdeki etilen miktarları 19.40 ve 19.45 ppm olarak ölçülmüştür.

Fagundes ve diğ. (2015) tarafından yapılan çalışma da aktif modifiye atmosfer paketlemenin (MAP) (%5 O₂ + %5 CO₂ + %90 N₂) soğukta (5°C) ve iki yönlü polipropilen/alçak yoğunluklu polietilen BOPP/LDPE torbalarda 25 gün boyunca %80-85 bağıl nemde depolanan çeri domateslerin hasat sonrası kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Depolama süresince etilen konsantrasyonlarında kontrol için 43.66 µg kg⁻¹ ve MAP için 19.80 µg kg⁻¹ artış olmuş, depolamanın ilk 15 gününde etilen üretiminde önemli artış olduğu gözlenmiştir. Bu süreden sonra, ürün için etilen üretiminin azaldığı, her iki depolama koşulu için de sabit kaldığı ifade edilmiştir. Sonuçlar, MAP'nin 5°C'de depolanan çeri domateslerin etilen üretimini azalttığını göstermiştir. Benzer çalışmalarda Hong ve Gross'a (2001) göre, 5°C'de MAP altında domates dilimlerinin etilen üretiminde O₂ konsantrasyonunun CO₂ konsantrasyonundan daha önemli olabileceği görülmektedir. Bununla birlikte, kaplardaki atmosferik bileşimin değişimi 5°C'de MAP altındaki dilimlerin etilen üretimini etkilemekten sorumlu olduğu mekanizmalar açık değildir. Odriozola-Serrano ve diğ. (2008)'ne göre, 5°C'de MAP (5 kPa O₂ + 5 kPa CO₂) içinde depolanan domates dilimleri, ilk 7 gün boyunca etilen üretiminde kademeli bir artış sergilemiş, ardından konsantrasyon değişmeden kalmıştır.

Tiribolulu (2019)'nun çalışmasında 4°C ve 10°C'de çeri domateslerde MAP uygulaması (%5 O₂ - %10 CO₂ - %85 N₂) ve LDPE ambalajda 32 gün boyunca depolanmıştır. 8.gün ölçülen etilen konsantrasyonu 4°C'de depolanan numuneler için 1.04 ppm iken 10°C'de depolanan numuneler için 1.45 ppm olarak tespit edilmiştir. 4°C ve 10°C'de depolanmış çeri domatesler arasında 32. günün sonunda önemli farklılık bulunmuştur. Depolama sonunda 4°C'de depolanan ürünlerde etilen konsantrasyonu 1,18 ppm iken, 10°C'de depolanan ürünlerde 1,67 ppm bulunmuştur. Tiribolulu (2019)'da bulunan etilen konsantrasyonu değerleri mevcut çalışmada bulunan değerden düşüktür.

3.2 Kütle Kaybı (%)

Farklı ambalaj materyalleriyle pasif ambalajlama yöntemlerinin depolama boyunca çeri domates numunelerinin kütle kaybı (%) üzerindeki değişimine etkisi Tablo 3.2'de gösterilmiştir. Taze meyve ve sebzelerde kütle kaybı, raf ömrünün azalmasına ve ticari değer

kaybına neden olan ana parametrelerden biridir (Robertson, 2006). Bununla birlikte ürünün çekiciliğini kaybetmesi sebebiyle üreticiye ekonomik zarar verirken tüketici yönünden ise ürünün tüketilebilirliğini azalması gibi sorunlar ortaya çıkar (Sezer ve diğ., 2017).

Çalışmada, 8°C’de depolanan çeri domateslerde tüm ambalajlama yöntemleriyle muhafazada ilerleyen 28 günlük süreçte kütle kaybı değerinde önemli ($p<0.05$) artışların olduğu tespit edilmiştir. Tüm ambalajlama yöntemleri arasında en fazla kütle kaybına kontrol grubunun sahip olduğu görülmüştür. Bu durumun kontrol grubu ambalajlama yönteminde solunumda açığa çıkan suyun ambalajda hapsolmayıp atmosfere transfer olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Tüm ambalajlama yöntemlerinde 28 Günlük depolama süresinin sonunda en fazla kütle kaybı %4.81 ile kontrol grubunda görülmüş olup en az değişim ise %0.68 ile MAP ambalajda tespit edilmiştir. Thompson (1998)’nın yaptığı çalışmada, ambalajsız çeri domateslerde, 25 günlük depolamadan sonra %10'luk bir ağırlık kaybı olduğu gözlenmiştir. Bu durum hasat sonrası depolama sırasında meyvedeki dehidrasyona bağlanmıştır. Guillén ve diğ. (2006) tarafından yapılan benzer bir çalışmada 10°C’de 28 gün boyunca depolanan çeri domatesleri değerlendirirken, kontrol grubundaki ambalajsız domateslerde yaklaşık %12’lik bir ağırlık kaybı olduğunu ifade edilmiştir.

MAP teknolojisinin ağırlık kaybı üzerindeki olumlu etkisi, esas olarak polimer filmin su buharı kaybına karşı bir bariyer oluşturarak üründen dış atmosfere transferini sınırlamasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, ambalaj içindeki atmosfer doymuş hale gelir ve dehidrasyon önemli ölçüde azalır (Paulsen ve diğ., 2018). Çeri domateslerin ağırlık kaybı esas olarak solunum ve nem kaybı kaynaklanmaktadır (Ali ve ark, 2010). Batu ve Thompson (1998), Linke ve Geyer (2002), Aguayo ve diğ. (2004) de domateslerle yaptıkları çalışmalarda plastik film malzemesiyle sarılan ve dolayısıyla atmosferik kombinasyonları değiştirilen meyvelerdeki ağırlık kaybının sarılmadan depolananlara kıyasla daha az olduğunu tespit etmişlerdir.

D’Aquino ve diğ. (2016) tarafından yapılan çalışmada domatesler 30 µm kalınlığındaki polipropilen materyallere farklı işlemler kullanılarak ambalajlanmışlar ve 21 gün süresince 20°C’de depolanmışlardır. Depolama sonunda ambalajsız numunelerde %20 kütle kaybı bulunurken pasif modifiye atmosfer altında PP materyallere paketlenmiş numunelerde %4’ün altında kütle kaybı saptanmıştır.

Akbudak ve diğ. (2009)'nin yaptıkları çalışmada harpin (H) ve modifiye atmosfer paketlemenin (MAP) Alona ve Salkım çeri domates çeşitlerinin depolama ve meyve kalitesi üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Çalışmada harpin, fidelerin bir kısmına uygulanmış, bir kısmına uygulanmamıştır. Bu uygulama 4 kez 20 günlük aralıklarla devam etmiştir. Daha sonra muamele edilmiş ve edilmemiş meyveler 50µ ve 100µ kalınlıklardaki polietilen materyallerinde 28 gün boyunca depolanmıştır. Çalışmada harpin ile muamele edilmiş ve edilmemiş örneklerle 50µm ve 100µm PE filmlere paketleme ile normal atmosfer (NA) koşullarında ve modifiye atmosfer şartlarında (5-7°C %90±5 bağıl nem) depolama şeklinde 8'er farklı işlem uygulanmıştır. Yapılan çalışmada sonuçlar incelendiğinde kütle kaybı NA uygulamasında oldukça yüksek görülmüş, diğer uygulamalarda düşük seviyede kalmıştır. NA ile karşılaştırıldığında meyvelerdeki düşük ağırlık kayıplarının, atmosfer sınırlaması nedeniyle meyvelerdeki düşük su kaybından kaynaklandığı belirtilmiştir. Bu parametredeki değişimler çeşitler bazında incelendiğinde, iki çeşitte de en düşük ağırlık kaybı H + 50µm PE (%0.90) ve H + 100µm PE (%0.52) uygulamalarında gözlenmiştir. Kuenwoo ve diğ. (2000)'nin yaptıkları benzer bir çalışmada, olgun domates meyveleri LDPE içinde paketlenmiş ve 4 veya 10°C'de 28 gün boyunca depolanmıştır. Çalışmada, taze ağırlığın 4°C ve 40µ PE uygulamalarında daha iyi korunduğu belirlenmiştir.

Cheng ve diğ. (2021) tarafından çeri domateslerde MAP'ın ağırlık kaybı ve doku özellikleri arasındaki matematiksel korelasyon araştırılmıştır. Depolanan domatesler düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) film torba ile paketlenmiş, 10 gün boyunca oda sıcaklığında (26±2°C, bağıl nem %85-90) muhafaza edilmiştir. Yapılan çalışmada çeri domateslerin ağırlık kaybının depolama sırasında kademeli olarak arttığı, ancak artışta farklı aşamalar arasında bazı farklılıklar olduğu; ağırlık kaybının ilk 3 gün boyunca daha yavaş (%0.00'dan %1.20'ye), sonraki 6 günlük süreçte daha hızla gerçekleştiği bildirilmiştir (%1.20'den %6.50'e). Hasattan sonra, çeri domateslerde solunum hala devam etmekte, bu da şeker tüketimine yol açmaktadır. Çalışmada; özellikle depolamanın sonunda, ağırlık kaybının keskin bir şekilde artmasının, artan metabolik aktivite ve çeri domateslerin ilgili dokularının yaşlanması ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir (Sogvar ve diğ., 2016; Zhang ve diğ., 2019).

Tablo 3.4: Depolamanın 1., 3., 5., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde çeri domateslerde kütle kaybı (%)

Ambalaj tipi	1.gün	3.gün	5.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün
Kontrol	0.58±0.11 Ba	1.02±0.12 Ba	1.02±0.15 Ba	1.35±0.05 Ba	2.69±0.75 ABa	2.93±0.46 Aba	4.81±0.34 Aa
mPP	0.23±0.08 Cb	0.33±0.02 BCb	0.56±0.05 BCb	0.71±0.03 BCb	1.36±0.40 ABCab	1.47±0.28 ABb	2.53±0.63 Ab
LDPE	0.10±0.04 Cb	0.17±0.0 Cb	0.26±0.03 BCbc	0.29±0.04 BCc	0.48±0.16 BCb	0.71±0.19 ABbc	1.01±0.17 Abc
Deneme	0.12±0.07 Cb	0.20±0.06 Cb	0.18±0.06 Cc	0.24±0.01 Cc	0.36±0.12 Cb	0.84±0.12 Bbc	1.61±0.13 Ac
Aktif MAP	0.12±0.03 Bb	0.20±0.10 Bb	0.21±0.07 Bc	0.22±0.03 Bc	0.32±0.08 Bb	0.35±0.01 Bc	0.68±0.16 Ac

Kontrol: Üstü delikli kapaklı PET kasede muhafaza edilen çeri domates.

mPP: Kapaksız PET kaseye doldurulup mikroporeli PP film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

LDPE: Kapaksız PET kaseye doldurulup LDPE film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

Deneme: Kapaksız PET kaseye doldurulup deneme meyve-sebze depolama film ambalajında muhafaza edilen çeri domates.

Aktif MAP: Kapaksız PET kaseye doldurulup lamine ambalajda modifiye atmosfer (%5.0 O₂+ %95.0 N₂) uygulaması ile muhafaza edilen çeri domates.

*: Aynı sütunda farklı küçük harfle (a, b, c, ...), aynı satırda farklı büyük harfle (A, B, C, ...) gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Cheng ve diğ. (2021) tarafından çeri domateslerde MAP'ın ağırlık kaybı ve doku özelliklerine etkisi arasındaki matematiksel korelasyon araştırılmıştır. Depolanan domatesler düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) film torba ile paketlenmiş, 10 gün boyunca oda sıcaklığında ($26\pm 2^{\circ}\text{C}$, bağıl nem %85-90) muhafaza edilmiştir. Yapılan çalışmada çeri domateslerin ağırlık kaybının depolama sırasında kademeli olarak arttığı, ancak artışta farklı aşamalar arasında bazı farklılıklar olduğu; ağırlık kaybının ilk 3 gün boyunca daha yavaş (%0.00'dan %1.20'ye), sonraki 6 günlük süreçte daha hızla gerçekleştiği bildirilmiştir (%1.20'den %6.50'e). Hasattan sonra, çeri domateslerde solunum hala devam etmekte, bu da şeker tüketimine yol açmaktadır. Çalışmada; özellikle depolamanın sonunda, ağırlık kaybının keskin bir şekilde artmasının, artan metabolik aktivite ve çeri domateslerin ilgili dokularının yaşlanması ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir (Sogvar ve diğ., 2016; Zhang ve diğ., 2019).

Fagundes ve diğ. (2015) tarafından yapılan çalışmada $75\mu\text{m}$ kalınlıktaki lamine (BOPP/LDPE) torbalara MAP ile paketlenen çeri domatesleri 5°C 'de depolamanın hasat sonrası ürün kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Meyveleri içeren paketler iki gruba ayrılmış, ilk grup %5 O_2 + %5 CO_2 + %90 N_2 (MAP) gaz bileşimi ile doldurulmuş, ikincisi ise hava (%21 O_2 + %0,03 CO_2 + %78 N_2) (kontrol) ile doldurulmuştur. MAP ve kontrol grubu örneklerde 25 günlük depolama süresinin sonundaki ağırlık kaybı %0.18 ve 0.26 bulunmuştur. Mevcut çalışmada MAP ile depolamada bulunan değer de Fagundes ve diğ. (2015)'in sonucuyla uyumludur.

Özer ve diğ. (2022)'nda da pasif MAP uygulaması yapıp 8°C 'de 21 gün depolanan geleneksel ve organik çeri domateslerdeki kütle kaybı %2.01 ve %1.13 olarak tespit edilmiştir. Özer ve diğ. (2022)'nda bulunan sonuçlar, mevcut çalışmada pasif modifikasyon uygulanan LDPE ve deneme ambalajda paketlenen çeri domatesler için bulunan sonuçlarla benzerlik arz etmektedir.

3.3 PET Kaselerde Ağırlık Artışı

PET'lerde ağırlık artışı depolama süresince çeri domateslerin ambalajlara bıraktığı suyu ifade eder. Salınan nem ambalaj materyalinin gözenek çaplarına, geçirgenliğine bağlı olarak ambalajın içinde birikebilir veya buharlaşabilir. Ambalajın içinde biriken nem, ortamı

domatesler için mikrobiyal açıdan daha riskli hale getirmektedir. Bu noktada PET kaselerdeki nem artışı numunenin raf ömrü ve tüketilebilirliği hakkında öngöründe bulunmamıza yardımcı olur. Depolama süresinin ve farklı ambalaj materyallerinin PET kaselerin içlerinde nem birikmesine bağlı ağırlık artışı üzerine etkisi çeri domatesler için Tablo 3.3'te verilmiştir.

Depolama süresi boyunca tüm ambalajlama yöntemlerinde PET kaselerde ağırlık artışı gözlenmiştir. 28 günlük depolama süresinin sonunda kaselerde en fazla ağırlık artışının olduğu ambalajlama uygulaması %0.93 ile MAP olurken en az ağırlık artışının ise %0.24 ile kontrol grubu örneklerde olduğu tespit edilmiştir. MAP ambalajının lamine malzemenen üretilmiş olması ve su buharı geçirgenliğinin düşük olması sebebiyle kaselerde nem birikimin en fazla MAP ambajında olması beklenen bir sonuçtur. Sonuçlarda dikkati çeken bir husus da; kütle kaybının en yüksek bulunduğu örnek kontrol grubu olsa da bu örneğin aynı zamanda PET ambalajda ağırlık artışının en düşük tespit edildiği örnek de olmasıdır. Bu sonuç; PET kaselerin kapağında 0.3 cm çapında 6'şar adet delik olması ve solunumda açığa çıkan suyun büyük kısmının bu deliklerden ambalaj dışına buharlaşmasıyla açıklanabilir. Benzer yorum daha küçük deliklere sahip olan mPP ambalajlarda depolanmış örnekler için de yapılabilir. Nitekim mPP ambalajda depolama yapılan örnek için kütle kaybı ve PET'lerde ağırlık artışı analizlerinde bulunan sonuçlar kontrol örneğini takip etmektedirler.

Tablo 3.5: Depolamanın 1., 3., 5., 7., 14., 21. ve 28. Günlerinde çeri domateslerde su kaybı (%)

Ambalaj tipi	1.Gün	3.Gün	5.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün	28.Gün
Kontrol	0.06±0.03Aa	0.15±0.01Aa	0.16±0.01Aa	0.16±0.00Ab	0.16±0.00Aa	0.24±0.11Aa	0.24±0.11Aa
mPP	0.15±0.08Aa	0.15±0.08Aa	0.15±0.14Aa	0.30±0.00Aa	0.31±0.01Aa	0.31±0.01Aa	0.31±0.01Aa
LDPE	0.16±0.08Aa	0.31±0.01Aa	0.32±0.00Aa	0.31±0.01Aa	0.47±0.22Aa	0.78±0.22Aa	0.62±0.15Aa
Deneme	0.31±0.44Aa	0.32±0.16Aa	0.31±0.00Aa	0.31±0.00Aa	0.47±0.22Aa	0.62±0.00Aa	0.78±0.23Aa
Aktif MAP	0.31±0.13Aa	0.31±0.01Aa	0.31±0.00Aa	0.31±0.01Aa	0.46±0.23Aa	0.77±0.23Aa	0.93±0.17Aa

Kontrol: Üstü delikli kapaklı PET kasede muhafaza edilen çeri domates.

mPP: Kapaksız PET kaseye doldurulup mikroporeli PP film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

LDPE: Kapaksız PET kaseye doldurulup LDPE film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

Deneme: Kapaksız PET kaseye doldurulup deneme meyve-sebze depolama film ambalajında muhafaza edilen çeri domates.

Aktif MAP: Kapaksız PET kaseye doldurulup lamine ambalajda modifiye atmosfer (%5.0 O₂+ %95.0 N₂) uygulaması ile muhafaza edilen çeri domates.

*: Aynı sütunda farklı küçük harfle (a, b, c, ...), aynı satırda farklı büyük harfle (A, B, C, ...) gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

3.4 Çeri Domateslerin Renk Değerleri

Çeri domateslerde farklı ambalajlama uygulamalarıyla depolamanın L^* değeri üzerindeki etkisi Tablo 3.4'te verilmiştir. Renk parametresi, olgun meyve ve sebzelerde numunenin raf ömrü üzerine etkili olan önemli parametrelerden biridir (Fagundes ve diğ., 2015). Çalışmada; farklı ambalajlama yöntemlerinin, 28 günlük depolama sürecinde LDPE'de depolanan örnekler haricinde çeri domateslerin L^* renk değerlerinde anlamlı bir farklılığa neden olmadıkları ($p>0.05$) tespit edilmiştir. 10 Farklı yerel genotipteki ticari domatesin kalite özelliklerinin araştırıldığı Gölükçü ve diğ. (2018)'nda, örneklerin L^* değerlerinin 35.79 – 46.78 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Mevcut çalışmada kullanılmış olan çeri domateslerin L^* değerleri de Gölükçü ve diğ. (2018)'ndeki aralıkta yer almaktadır.

Tablo 3.6: Depolamanın 1., 3., 5., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde çeri domateslerde Hunter L^* değeri

Ambalaj tipi	0.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün	28.Gün
Kontrol	39.54±0.98 Aa	41.82±3.30 Aa	39.51±1.40 Aa	40.65±1.52 Aa	39.58±4.27 Aa
mPP	39.54±0.98 Aa	41.32±2.30 Aa	38.40±1.78 Aa	38.37±1.78 Aa	37.07±1.85 Aa
LDPE	39.56±1.02 Aba	41.88±2.59 Aa	38.86±1.30 ABa	37.26±1.70 Ba	36.17±2.35 Ba
Deneme	39.56±1.01 Aa	40.56±1.90 Aa	38.40±2.02 Aa	38.90±1.90 Aa	37.04±2.94 Aa
Aktif MAP	39.56±1.02 Aa	41.28±2.30 Aa	37.85±1.15 Aa	38.68±2.50 Aa	37.11±2.24 Aa

Kontrol: Üstü delikli kapaklı PET kasede muhafaza edilen çeri domates.

mPP: Kapaksız PET kaseye doldurulup mikroperforeli PP film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

LDPE: Kapaksız PET kaseye doldurulup LDPE film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

Deneme: Kapaksız PET kaseye doldurulup deneme meyve-sebze depolama film ambalajında muhafaza edilen çeri domates.

Aktif MAP: Kapaksız PET kaseye doldurulup lamine ambalajda modifiye atmosfer (%5.0 O₂+ %95.0 N₂) uygulaması ile muhafaza edilen çeri domates.

*: Aynı sütunda farklı küçük harfle (a, b, c, ...), aynı satırda farklı büyük harfle (A, B, C, ...) gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çeri domateslerde farklı ambalajlama uygulamalarıyla depolamanın a^* değeri üzerindeki etkisi Tablo 3.5'te verilmiştir. Yeşil renkten (-) kırmızı renge (+) geçişi sayısal olarak ifade eden a^* değeri, domateslerde olgunluğun ifade biçimlerinden biridir.

Tablo 3.7: Depolamanın 1., 3., 5., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde çeri domateslerde Hunter a^* değeri

Ambalaj tipi	0.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün	28.Gün
Kontrol	14.727±1.70 Aa	13.29±1.31 Aa	14.23±1.22 Aa	15.70±2.50 Aa	16.97±4.18 Aa
mPP	14.727±1.70 Aa	14.19±1.24 Aa	16.50±1.99 Aa	15.98±4.28 Aa	16.69±2.92 Aa
LDPE	14.727±1.70 Aa	13.87±2.38 Aa	17.60±1.60 Aa	14.28±1.51 Aa	15.22±3.37 Aa
Deneme	14.660±1.81 Aa	14.47±1.26 Aa	17.16±1.50 Aa	15.25±1.17 Aa	16.78±4.04 Aa
Aktif MAP	14.660±1.81 Aa	12.30±3.86 Aa	14.40±1.60 Aa	15.55±2.48 Aa	16.38±2.91 Aa

Kontrol: Üstü delikli kapaklı PET kâsede muhafaza edilen çeri domates.

mPP: Kapaksız PET kâseye doldurulup mikroperforeli PP film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

LDPE: Kapaksız PET kâseye doldurulup LDPE film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

Deneme: Kapaksız PET kâseye doldurulup deneme meyve-sebze depolama film ambalajında muhafaza edilen çeri domates.

Aktif MAP: Kapaksız PET kaseye doldurulup lamine ambalajda modifiye atmosfer (%5.0 O₂+ %95.0 N₂) uygulaması ile muhafaza edilen çeri domates.

*: Aynı sütunda farklı küçük harfle (a, b, c, ...), aynı satırda farklı büyük harfle (A, B, C, ...) gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Çeri domates örneklerinde a^* değerinde depolama süresince istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik görülmemiştir (p>0.05). Farklı ambalaj materyalleri ile paketlenen örneklerin aynı güne ait a^* değerinde de istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir (p>0.05).

Farklı ambalajlama uygulamalarıyla depolamanın çeri domateslerde b^* değeri üzerindeki etkisi Tablo 3.6' da verilmiştir. Üründe sarılığı ifade eden b^* değerinde, çeri domates örneklerinde depolama süresine bağlı farklı günlerde b^* değerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik görülmemiştir (p>0.05). Aynı gün farklı ambalaj materyalleri ile paketlenen örneklerin b^* değerinde de istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (p>0.05).

Tablo 3.8: Depolamanın 1., 3., 5., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde çeri domateslerde Hunter L^* değeri

Ambalaj tipi	0.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün	28.Gün
Kontrol	11.19±2.71 Aa	10.39±1.78 Aa	8.93±1.07 Aa	10.41±3.38 Aa	12.37±4.25 Aa
mPP	11.19±2.71 Aa	11.45±3.33 Aa	12.30±2.81 Aa	12.18±5.23 Aa	12.77±3.81 Aa
LDPE	11.19±2.71 Aa	11.12±3.17 Aa	12.20±1.86 Aa	10.75±2.73 Aa	11.08±3.14 Aa
Deneme	11.19±2.71 Aa	10.99±3.03 Aa	12.29±2.36 Aa	11.55±2.59 Aa	11.88±3.65 Aa
Aktif MAP	11.19±2.71 Aa	10.77±4.60 Aa	10.86±1.94 Aa	12.94±2.93 Aa	12.84±3.70 Aa

Kontrol: Üstü delikli kapaklı PET kasede muhafaza edilen çeri domates.

mPP: Kapaksız PET kaseye doldurulup mikroperforeli PP film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

LDPE: Kapaksız PET kaseye doldurulup LDPE film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

Deneme: Kapaksız PET kaseye doldurulup deneme meyve-sebze depolama film ambalajında muhafaza edilen çeri domates.

Aktif MAP: Kapaksız PET kaseye doldurulup lamine ambalajda modifiye atmosfer (%5.0 O₂+ %95.0 N₂) uygulaması ile muhafaza edilen çeri domates.

*: Aynı sütunda farklı küçük harfle (a, b, c, ...), aynı satırda farklı büyük harfle (A, B, C, ...) gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Meheriuk ve diğ. (1995) tarafından yapılan çalışmada domatesler 10 hafta boyunca 0°C'de 38µm kalınlığındaki LDPE torbalarda aktif modifiye atmosfer (%5 O₂+ %5 CO₂+ %90 N₂) altında depolanmıştır. Depolama başında 31.6 olan L^* değeri, depolama sonunda 27.2 ölçülmüş ve bu farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirtilmiştir. Çalışmada, depolama sürecinin sonunda L^* değerinde meydana gelmiş olan bu düşüşün yani renkte koyulaşmanın numunelerin yüzeylerinde meydana gelen kahverengileşmeden kaynaklandığı belirtilmiştir. Mevcut çalışmada da 28 günlük depolamanın sonunda LDPE'de depolanan domateslerin L^* değerinde önemli bir düşüş gerçekleşmiştir.

Özer ve diğ. (2022) yaptıkları çalışmada, 8°C ve %90 bağıl nem koşullarında 21 gün boyunca soğukta depolanan domates meyvesinin (*Solanum lycopersicum* cv.) kalite özellikleri ve biyoaktif bileşikleri üzerinde yetiştirme sistemi (organik ve konvansiyonel) ve MAP uygulamalarının etkilerini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Çalışmada konveksiyonel paketsiz, organik paketsiz, konveksiyonel MAP ve organik MAP olarak 4 farklı grup oluşturulmuştur. Analizler hasat günü, 7., 14. ve 21.gün şeklinde yapılmıştır. Çalışmada hasatta, organik olarak üretilen domateslerin L^* değerinin geleneksel olarak yetiştirilen domateslerden önemli ölçüde daha yüksek olduğu görülmüştür. Depolamanın 7. gününde, en yüksek L^* (38.97) değeri organik MAP uygulamasında ölçülmüştür. Soğuk depolamanın 14. ve 21. günlerinde en yüksek L^* değeri organik-paketsiz uygulamada ölçülmüştür.

21günlük depolama sonunda L^* değerinin hasat sonrası ilk ölçüme kıyasla önemli bir düşüş gösterdiği bulunmuştur.

Paulsen ve diğ. (2018) tarafından yapılan çalışmada paketlenmiş domatesler ve kontrol olarak paketlenmemiş domatesler 7 °C'de 21 gün boyunca depolanmıştır. Pasif MAP teknolojisi uygulanmış bu uygulamada polietilen (30 x 25 cm, 30 µm kalınlık), delikli polietilen ve delikli polipropilen (30 × 25 cm, 40 µm kalınlık) ambalajlar kullanılmıştır. Farklı filmlerde paketlenmiş çeri domateslerin depolanması boyunca L^* değeri zamanla azalmış ve bu azalma depolamanın ilk haftasında daha belirgin olmuştur.

Sonuçlar incelendiğinde L^* değerinin 35.4 – 25.8 aralığında değiştiği bildirilmiştir. Domateslerin depolanması sırasında L^* 'nin azalması diğer yazarlar tarafından da gözlemlenmiş olup, bu durum olgunlukla ilişkili bir meyve kararmasını temsil etmektedir (Fagundes ve diğ., 2015; Pinheiro ve diğ., 2015; D'Aquino ve diğ., 2016; Park ve diğ., 2018).

Akbudak ve diğ. (2009)'nde harpin ve MAP'ın çeri domatesin depolama ve meyve kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada harpin ile muamele edilmiş (H) ve edilmemiş (WH) meyveler 50µm ve 100µm PE ambalajlarda normal atmosfer (NA) ve modifiye atmosfer şartlarında (5-7°C %90±5 bağıl nem) 28 gün boyunca depolanmıştır. Çalışmada H ve WH meyveleri arasında açıklık değerleri (L^*) açısından önemli bir fark olduğu, H domateslerin L^* değeri açısından yüksek olduğu tespit edilmiştir. Depolama sırasında domateslerin L^* değerinde önemli değişiklikler meydana gelmemiştir. H örnekleri WH örnekleri ile karşılaştırıldığında harpin uygulamasının kırmızı renk oluşumunun (a^*) hızlanması üzerinde kısmen daha geciktirici bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Dolayısıyla, genel olarak, H her iki çeşitte de meyvelerdeki renk değişimini geciktirici bir etkiye sahip olmuştur. Bu etki özellikle MAP uygulamasının dahil edilmesiyle hızlanmıştır. Bu nedenle, H + 50mPE uygulaması renk değişimi açısından en iyi sonucu vermiştir. Meyveler sarı renk oluşumu (b^*) açısından değerlendirildiğinde, en yüksek sarı renk miktarı H örneklerinde gözlenmiştir. Çalışmada depolamanın erken aşamalarındaki renk değişimlerinin bazı uygulamalarda daha hızlı ilerlediği bildirilmiştir. Meyveler genel olarak değerlendirildiğinde, yüksek oranda ağırlık kaybının tespit edildiği NA meyvelerinde bozulmaların artması, domateslerde lekelenme gibi nedenler ile renk değişimleri gözlenmiştir.

Demir (2015)'in yaptığı çalışmada kokteyl domatesler aktif (%5 O₂, %CO₂, %90 N₂) ve pasif (atmosfer koşulları) modifiye atmosfer koşulları altında farklı geçirgenlik özelliklerine sahip iki farklı polipropilen ambalaj materyalinde (35 µm kalınlığında dökme propilen) 28 gün boyunca 10°C'de %90 bağıl nemde depolanmıştır. Domatesler pasif modifiye atmosferde etilen tutuculu/tutucusuz ve aktif modifiye atmosferde etilen tutuculu/tutucusuz şeklinde ambalajlanarak ve kontrol örneği olarak açık tabaklara konularak depolanmıştır. Yapılan çalışmada *L** değerinin başlangıçta 34.31 değerinde bulunduğu, ilk günlerde kontrol haricinde diğer tüm örneklerde düşüş gösterdiği bildirilmiştir. Depolama süresince *L** değeri inişli çıkışlı bir seyir izlemiş depolamanın son gününde ise MAP uygulamalarının *L** değerleri, kontrol örneğinden düşük olarak, 28.58-32.79 aralığında tespit edilmiştir. *L** değerinin en düşük MAP uygulamasında görülmesi domates örneklerinin renklerinin homojen olarak dağılmaması ile ilgili olabileceği bildirilmiştir.

Batu ve Thompson (1998), Kader ve Ben-Yehoshua (2000) ve Sandei ve diğ. (2003) yaptıkları çalışmalarda MAP'a tabi tutulan domateslerde özellikle depolamanın erken dönemlerinde yüksek O₂ konsantrasyonuna bağlı olarak renk değişiminin daha hızlı ilerlediğini belirlerken, Whitaker (1994) ile Kantola ve Helen (2001) normal atmosfer veya MAP koşullarında depolanan domateslerde depolama süresince kırmızı renk değerlerinde (*a**) artışlar olduğunu ancak bu artışların istenilen seviyelerde gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Yapılan diğer bir çalışmada (Majidi ve diğ., 2014) kontrollü atmosferde depolama (CAS) ve modifiye atmosferde paketlemesinin (MAP) geleneksel soğuk depolama ile karşılaştırmalı olarak yeşil olgun hasat edilmiş domatesin kalitatif özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. CAS ve MAP koşulları altında, gaz bileşimi 5 kPa O₂ ve 3 kPa CO₂ olarak belirlenmiştir. MAP uygulamasında kapalı bir polietilen torba (kalınlık 0.05 mm) kullanılmıştır. CAS ve geleneksel soğuk hava depolarındaki bağıl nem sırasıyla %85-90 ve %60-65'dir. Tüm uygulamalarda 13°C'de depolama yapılmıştır. Depolama 90 gün boyunca devam etmiştir. 40 günlük depolamadan sonra *a** değeri incelendiğinde, CAS'taki domatesler hala nispeten yeşilken, geleneksel soğuk depoda açıkta tutulan örnekler oldukça kırmızı bulunmuştur. Depolama uygulamaları arasındaki farkın, geleneksel soğuk depolamada olgunlaşma ve solunum hızının CAS ve MAP'dakilerden daha yüksek olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Depolamanın ilk 40 gününde geleneksel

soğuk depolama uygulanan örneklerin a^* değerinde önemli bir artış olurken, MAP ve CAS uygulanan örneklerin a^* değerindeki değişim önemsiz bulunmuştur. Mevcut çalışmada da MAP uygulanan domateslerin 28 günlük depolama süresinin sonunda L^* , a^* ve b^* değerlerindeki değişim istatistiksel olarak anlamsız ($p>0.05$) bulunmuştur.

Olgun domateslerin perforeli ambalajda ve MAP ambalajında muhafaza edildiği Vunnam ve diğ. (2014)'da 10°C 'de 14 gün depolamanın sonunda MAP uygulamasıyla muhafaza edilen domateslerdeki renk değişiminin perforeli ambalajda muhafaza edilenden daha az olduğu tespit edilmiştir. Mevcut çalışmada ise aktif ve pasif MAP uygulamaları, depolamanın tüm süreçlerinde perforeli ambalajlarda depolamayla benzer renk değerleri vermişlerdir.

3.5 Çeri Domateslerde Tekstür Analizi Sonuçları

Farklı ambalajlama yöntemleri ve depolama süresinin çeri domateslerin dokusal özellikleri üzerine etkisini inceleyebilmek için saptanan sertlik değerleri Tablo 3.7'de verilmiştir. Penetrasyon kuvveti ürünlerde yumuşama ve sertleşmeyi belirtir ve Newton (N) cinsinden verilir.

Tablo 3.7'de görüldüğü gibi aynı gün içerisindeki ölçümlerde farklı ambalajlama yöntemlerinde istatistiksel olarak bir fark ($p>0.05$) gözlenmemiştir. Aynı ambalaj türünün depolama süresi boyunca ölçülen sonuçları incelendiğinde ürünlerin sertlik değerlerinde bir azalma eğilimi olduğu dikkati çekmektedir. Sertlik değerindeki bu düşüş LDPE, deneme ambalaj ve MAP koşullarında muhafaza edilen örneklerde anlamlı çıkmıştır ($p<0.05$). Bu sonuçların ışığında sertlik dereceleri en yüksek kalan ambalajlama uygulamaları kontrol ve mPP olarak ölçülmüştür. Meyve sebzelerde yumuşama, hücre duvarı yapısındaki karbonhidratların parçalanması ve çözünebilir pektin maddelerinin artması nedeniyle hücre duvarlarının zayıflaması ve hücreleri birbirine bağlayan kohezif kuvvetlerin azalması ile sonuçlanır (Heyes ve diğ. 1994; O'Donoghue ve diğ. 1997). MAP, LDPE ve deneme ambalajda muhafazada çeri domateslerinin sertlik değerlerinin depolama sırasında gösterdiği düşüşlerin nedeninin pektin bozunması olabileceği düşünülmektedir (Ali ve diğ. 2008; Lin ve diğ., 2014).

MAP koşullarında depolama üzerine yapılan bazı çalışmalarda (Thompson, 1998; Kuenwoo ve diğ., 2000) plastik filmdeki CO_2 konsantrasyonu ne kadar az olursa

domateslerin sertliğinin o kadar iyi korunacağı belirtilmiştir. Bu bilgiyle uyumlu olarak mevcut çalışmada da ambalaj içinde bir miktar CO₂ birikimi olan LDPE, deneme ve MAP uygulamalarında (Şekil 3.2, 3.3 ve 3.4) depolama süresi sonunda domateslerin sertlik değerlerinin diğer uygulamalardan önemli derecede düşük olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.9: Depolamanın 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde çeri domateslerde tekstür değerleri (N)

Ambalaj tipi	0.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün	28.Gün
Kontrol	5.55±0.36 Aa	5.60±0.94 Aa	6.13±0.39 Aa	5.81±0.41 Aa	5.27±0.97 Aa
mPP	5.48±0.32 Aa	5.25±0.44 Aa	5.51±0.12 Aa	5.99±0.43 Aa	5.34±0.39 Aa
LDPE	5.48±0.33 Aa	5.60±0.15 Aa	5.73±0.16 Aa	5.45±1.04 Aa	4.05±1.66 Bb
Deneme	5.55±0.36 Aa	5.70±0.33 Aa	5.25±0.53 Aa	4.62±0.93 Aab	4.01±0.56 ABb
Aktif MAP	5.48±0.33 Aa	5.35±0.36 Aa	5.31±0.51 ABab	4.57±0.62 ABab	4.23±0.59 Bb

Kontrol: Üstü delikli kapaklı PET kasede muhafaza edilen çeri domates.

mPP: Kapaksız PET kaseye doldurulup mikroperforeli PP film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

LDPE: Kapaksız PET kaseye doldurulup LDPE film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

Deneme: Kapaksız PET kaseye doldurulup deneme meyve-sebze depolama film ambalajında muhafaza edilen çeri domates.

Aktif MAP: Kapaksız PET kaseye doldurulup lamine ambalajda modifiye atmosfer (%5.0 O₂+ %95.0 N₂) uygulaması ile muhafaza edilen çeri domates.

*: Aynı sütunda farklı küçük harfle (a, b, c, ...), aynı satırda farklı büyük harfle (A, B, C, ...) gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Çeri domatesler üzerinde yapılan bir çalışmada (Çölgeçen ve Aday, 2015) domatesler pasif modifiye atmosfer altında polipropilen tepsilere (190x144x50 mm) konmuş ve kapak filmi olarak 35 µ çift yönlü gerdirilmiş polipropilen film kullanılarak atmosfer altında 4°C'de 5 hafta süresince depolanmış ve kalite kriterlerindeki değişimler incelenmiştir. Depolama süresinin başında 7.85 N olan sertlik değeri depolamanın sonunda 4.14 N olarak tespit edilmiştir. Çalışmada kütle kaybı ve sertliğin azalması ilişkilendirilmiştir.

Akbudak ve ark. (2009) tarafından yapılan 2 çeşit çeri domates (Alona ve Salkım) depolama çalışmasında meyvelerin sertlik değerlerinde ağırlık kaybına paralel şekilde yumuşama meydana gelmiştir. Çalışmada domatesler 5-7°C %90±5 bağıl nem'de 28 gün depolanmışlardır.

Demir (2015)'in yaptığı çalışmada çeri domatesleri aktif ve pasif modifiye atmosfer paketlenme altında etilen tutucu şase içeren ve içermeyen 2 farklı dökme polipropilen ile ambalajmıştır. Çalışmada aktif modifikasyonda %5 O₂+ %5 CO₂+ %90 N₂ gaz kompozisyonu kullanılmış olup domatesler 28 gün depolanmıştır. Kontrol örneği ise açık tabaklara konularak depolanmıştır. Çalışmada domateslerin 0. gün sertlik değerlerinin 4.76 N olduğu, 28 günlük depolamanın ardından en fazla sertlik kaybının 2.09 değeriyle kontrol grubunda saptandığı belirtilmiştir. Diğer ambalajlama ve gaz konsantrasyonlarında sertlik değerleri 3.19- 4.69 arasında seyretmiştir. Kaynaş ve Sürmeli (1995)'de meyvelerde azalan sertliğin poligalakturonaz (PG) enzim aktivitesinin artması sebebi ile pektin bileşiklerinde meydana gelen değişimler ile bağlantılı olduğu meyvede olgunluk miktarı arttıkça toplam pektinin azalması neticesinde oluştuğu bildirilmektedir.

Tiribolulu'nun 2019'da çeri domateslerde yaptığı çalışmada örnekler üzerinde aktif ambalajlama (%5 O₂, %10 CO₂ ve %85 N₂) ile etilen tutucu sistemlerin etkisi incelenmiştir. Çalışmada domatesler 4°C ve 10°C sıcaklıklarda depolanmıştır. Örnekler, LDPE ambalaj materyalinde (4°C'de ambalajsız, 4°C'de LDPE, 4°C'de LDPE/Etilen tutuculu, 10°C'de ambalajsız, 10°C'de LDPE ve 10°C'de LDPE/Etilen tutuculu) 32 gün depolanarak sertlik değerleri incelenmiştir. Domateslerin 0. gün penetrasyon kuvveti 5.81 N olarak tespit edilmiştir. Penetrasyon kuvveti en yüksek grup 4°C'de etilen tutucu içeren grup olmuştur ve bu grubun değerleri 5.81- 4.84 N arasında değişmiştir. Penetrasyon kuvvetinin daha az olduğu gruplar ise 10°C'de depolanan ürünlerde 5.81-1.67 N arasında seyretmiştir. En düşük değere sahip 10°C grubu (1.67) ambalajlanmamış çeri domatesler olmuştur. Solunum hızının artması sebebiyle 10°C'de depolanan örneklerde olgunlaşmanın 4°C'te depolanan örneklerden daha hızlı gerçekleştiği düşünülmüştür.

3.6 Çeri Domateslerde pH Değeri Sonuçları

Farklı ambalajlama yöntemlerinin pH üzerine etkileri Tablo 3.8'de verilmiştir. Çeri domateslerde elde edilen verilere göre depolama süresinin sonunda kontrol örneklerinde ve LDPE ambalajda depolanan örneklerde pH değerlerinde önemli düşüş (p<0.05) gerçekleşmiştir. pH Değerindeki düşüşün sebebinin meyve sebzelerde hasat sonrası devam eden solunumla ve organik asitlerde değişimle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Sonuçlarda ayrıca ilerleyen depolama sürecinde pH değerlerinde bazı iniş çıkışların olduğu da dikkati çekmektedir. Depolama sürecindeki iniş çıkışlara mevcut çalışmayla ilişkili diğer çalışmalarda da (Davras ve diğ., 2019; Tiribolulu, 2019) rastlanmıştır. Davras (2019)'ta

depolama sonunda pH değerinde önemli artış olduğu, Tiribolu (2019)'da ise istatistiksel olarak benzer bulunmakla birlikte depolama sonunda ambalajsız ürünün pH değerinde azalma olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.10: Depolamanın 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde çeri domateslerde pH değerleri

Ambalaj tipi	0.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün	28.Gün
Kontrol	4.47±0.03 Aa	4.26±0.08 Ca	4.38±0.02 Ba	4.30±0.02 BCa	4.32±0.02 BCa
mPP	4.47±0.03 Aa	4.38±0.06 Aa	4.38±0.06 Aa	4.43±0.08 Aa	4.37±0.01 Aa
LDPE	4.47±0.03 Aa	4.34±0.05 ABa	4.36±0.08 Aba	4.25±0.10 Ba	4.18±0.15 Ba
Deneme	4.47±0.03 Aa	4.43±0.11 Aa	4.41±0.09 Aa	4.43±0.14 Aa	4.30±0.20 Aa
Aktif MAP	4.47±0.03 Aa	4.39±0.10 Aa	4.42±0.07 Aa	4.45±0.14 Aa	4.41±0.08 Aa

Kontrol: Üstü delikli kapaklı PET kasede muhafaza edilen çeri domates.

mPP: Kapaksız PET kaseye doldurulup mikroperforeli PP film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

LDPE: Kapaksız PET kaseye doldurulup LDPE film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

Deneme: Kapaksız PET kaseye doldurulup deneme meyve-sebze depolama film ambalajında muhafaza edilen çeri domates.

Aktif MAP: Kapaksız PET kaseye doldurulup lamine ambalajda modifiye atmosfer (%5.0 O₂+ %95.0 N₂) uygulaması ile muhafaza edilen çeri domates.

*: Aynı sütunda farklı küçük harfle (a, b, c, ...), aynı satırda farklı büyük harfle (A, B, C, ...) gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Aktif ve pasif MAP ile paketlenen çeri domateslerde 28 günlük depolama boyunca pH değerinin arttığını ve bu değerlerin 4.30 ile 4.50 arasında olduğu bildirilmiştir (Demir, 2015). Daş (2004) farklı atmosfer değerlerinde ve farklı sıcaklıklarda domates örnekleri üzerinde yaptığı çalışmada pH değerini 3.00- 4.00 aralığında tespit etmiştir.

Tamari ve diğ., (1995) domates örnekleri üzerinde çalışmışlar ve pH değerleri 4.20-4.39 aralığında olduklarını tespit etmişler ve buna ek olarak bu pH değer aralıklarında mikrobiyal gelişmenin tamamen durdurulmadığını eklemişlerdir.

Çeri domatesler üzerinde yaptığımız çalışmada ulaşılan pH değerleri literatür bilgisiyle uyumaktadır. Sonuçlarımız literatür sınırları içerisinde kalmıştır. Yapılan çalışmalara göre domateslerde pH'nın ürün çeşidine göre farklılık gösterdiği, MAP uygulamalarının bazı çalışmalarda pH üzerine etkisinin olduğu bazılarının üzerinde etkisi olmadığı ifade edilmiştir (Gill ve diğ.,2002; Daş 2004).

3.7 Toplam Fenolik Madde Miktarı

Fenolik bileşikler meyve ve sebzelerde hem lezzetinin oluşmasında, özellikle ağızda acılık ve burukluk gibi iki önemli tat unsurunun oluşmasında etkili iken, hem de renklerinin oluşmasını sağlamaktadırlar (Nizamlioğlu ve Nas, 2010). Çeri domates örneklerinin modifiye atmosfer koşullarında 28 günlük depolama süresinde 0., 7., 14., 21. ve 28.günlerde ölçülen fenolik madde değerleri Tablo 3.9’da gösterilmiştir.

Tablo 3.11: Depolamanın 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde çeri domateslerde fenolik madde miktarındaki değişimi (mg GAE/100g)

Ambalaj tipi	0.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün	28.Gün
Kontrol	41.04±1.25 Aa	35.51±1.60 Aa	38.50±0.83 Aa	40.85±0.60 Aa	38,21±0.92 Aa
mPP	41.04±1.25 Aa	41.53±0,55 Aa	39.28±2.22 Aa	47.75±2.28 Aa	46.53±1,64 Aa
LDPE	41.04±1.25 Aa	43.34±6,99 Aa	37.76±0.90 Aa	41.43±0.55 Aa	41.84±0.78 Aa
Deneme	41.04±1.25 Aa	36.53±2.08 Aa	36.24±1.66 Aa	42.95±3.53 Aa	41.16±1.78 Aa
Aktif MAP	41.04±1.25 Aa	39.53±3.27 Aa	38.50±5.54 Aa	46.28±2.42 Aa	48.21±3.16 Aa

Kontrol: Üstü delikli kapaklı PET kasede muhafaza edilen çeri domates.

mPP: Kapaksız PET kaseye doldurulup mikroperforeli PP film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

LDPE: Kapaksız PET kaseye doldurulup LDPE film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

Deneme: Kapaksız PET kaseye doldurulup deneme meyve-sebze depolama film ambalajında muhafaza edilen çeri domates.

Aktif MAP: Kapaksız PET kaseye doldurulup lamine ambalajda modifiye atmosfer (%5.0 O₂+ %95.0 N₂) uygulaması ile muhafaza edilen çeri domates.

*: Aynı sütunda farklı küçük harfle (a, b, c, ...), aynı satırda farklı büyük harfle (A, B, C, ...) gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Sonuçlarda; farklı ambalajlama uygulamalarının ve soğukta 28 gün depolamanın domateslerin toplam fenolik madde içeriklerinde önemli bir değişime neden olmadıkları (p>0.05) görülmektedir. Sonuçlarda ayrıca depolama süresi boyunca domateslerin fenolik madde içeriğinde iniş çıkışlar olduğu da görülmektedir. Literatürde depolamanın ürünlerin fenolik madde oranlarına farklı etkilerde bulunduğu görülmektedir.

Yapılan çalışmalarda toplam fenolik madde oranının gıdaların özelliklerine ve depolama şartlarına bağlı olarak azaldığı, arttığı veya benzer seyrettiği tespit edilmiştir. Chitravathi ve diğ. (2015) kırmızı biberlerde yaptıkları çalışmada 28 gün süren depolama sonucunda tespit edilen fenolik madde artışının sebebini flavonoidlerin ikincil fenolik maddelere dönüşmesi şeklinde ifade etmişlerdir. Barbagallo ve diğ. (2012)’nda 30 günlük

depolama süresince kırmızı biberlerin toplam fenolik madde miktarı araştırılmış, depolama süresi boyunca toplam fenolik madde miktarında kademeli bir azalış tespit edilmiştir.

Çeri domateslerin konveksiyonel paketsiz, organik paketsiz, konveksiyonel MAP ve organik MAP olarak 4 farklı grup şeklinde depolandığı Özer ve diğ. (2022)'da ürünler 8°C'de depolanmış, analizler hasat günü, 7., 14. ve 21.gün şeklinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada toplam fenolikler açısından, hasat ve soğuk depolama sırasında uygulamalar arasında önemli farklılıklar görülmüştür. Hasatta, organik domateslerin toplam fenolikleri, geleneksel meyvelerden önemli ölçüde daha yüksek olduğu bulunmuştur. En yüksek toplam fenolik değerleri MAP ile muamele edilen organik domateslerde elde edilirken, en düşük değerler geleneksel-paketsiz domateslerde belirlenmiştir. Toplam fenoliklerin organik-MAP uygulamasında diğer uygulamalardan daha yüksek olduğu kaydedilmiştir. Bu çalışmada, soğuk depolama sırasında MAP'taki domates meyvelerinin toplam fenolik, seviyelerinin daha yüksek olması, MAP uygulamasındaki düşük oksijen ve yüksek karbondioksit koşulları nedeniyle fenol bileşiklerinin kaybının gecikmesi ile açıklanmıştır.

Tilahun ve diğ. (2021) tarafından çeri domatesin kalitesini korumak ve dağıtım süresini uzatmak amacıyla ambalaj içindeki hava bileşimi değiştirilmiş ve meyvelerin 1-Metilsiklopropan (1-MCP) ve yüksek CO₂ ile kısa süreli ön depolama işleminin etkileri araştırılmıştır. Ön depolaması yapılmış domatesler ambalajlanarak depolama süreci boyunca dört grup ambalajlama uygulaması gerçekleştirilmiştir. Aktif modifiye atmosfer paketleme (AMAP) (%5 CO₂, %6 O₂, %89 N₂), yüksek CO₂ (%40, 24 saat), 1-MCP (1 ppm, 24 saat) ve MAP (gaz basılmamış) şeklinde ifade edilmiştir. Gruplardan ön depolama işlemi görenler ambalajlama gerçekleşmeden önce 24 saat boyunca CO₂ ve 1-MCP uygulamasına maruz bırakılmıştır. Ambalajlanan domatesler 10°C ve 20°C ile %85 bağıl nemde 15 gün boyunca depolanmıştır. Depolama sonunda her iki sıcaklık değerinde en yüksek fenolik madde miktarı AMAP ambalaj uygulamasında gözlenmiştir. En düşük fenolik madde miktarı MAP uygulamasında görülmüştür. En yüksek değerler 10°C'de depolamanın 11. gününde MAP +1 MCP uygulanmış meyvelerde kaydedilmiş, bunu sırasıyla MAP + CO₂ ve AMAP izlemiştir. Dolayısıyla, MAP + 1-MCP, MAP + CO₂ ve AMAP hem 20 hem de 10 °C depolama koşullarında toplam fenolik içeriğini korumuştur.

3.8 Antioksidan Aktivite Değerleri

Çeri domates örneklerinin modifiye atmosfer koşullarında 28 günlük depolama süresinde 0., 7., 14., 21. ve 28.günlerde ölçülen antioksidan aktivite değerleri Tablo 3.10'da gösterilmiştir.

Tablo 3.12: Depolamanın 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde çeri domateslerde antioksidan değişimi ($\mu\text{mol TE}/100\text{g}$)

Ambalaj tipi	0.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün	28.Gün
Kontrol	9.40±0.72 ABa	7.50±0.75 Bb	10.10±0.38 Aa	10.70±0.02 Aa	9.24±0.34 ABb
mPP	9.40±0.72 Ab	10.01±0.83 Ab	9.75±0.20 Aa	10.47±0.87 Aa	11.30±0.98 Aa
LDPE	9.40±0.72 Aa	9.50±0.41 Aab	9.08±0.80 Aa	9.90±0.15 Aa	10.14±0.11 Aab
Deneme	9.40±0.72 Aa	8.50±0.39 Aab	8.70±0.64 Aa	9.26±0.23 Aa	10.15±0.19 Aab
Aktif MAP	9.40±0.72 Aa	8.01±0.11 Aab	10.20±1.30 Aa	10.62±0.19 Aa	10.12±0.08 Aab

Kontrol: Üstü delikli kapaklı PET kasede muhafaza edilen çeri domates.

MPER: Kapaksız PET kaseye doldurulup mikroporeli PP film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

LDPE: Kapaksız PET kaseye doldurulup LDPE film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

Deneme: Kapaksız PET kaseye doldurulup deneme meyve-sebze depolama film ambalajında muhafaza edilen çeri domates.

Aktif MAP: Kapaksız PET kaseye doldurulup lamine ambalajda modifiye atmosfer (%5.0 O₂+ %95.0 N₂) uygulaması ile muhafaza edilen çeri domates.

*: Aynı sütunda farklı küçük harfle (a, b, c, ...), aynı satırda farklı büyük harfle (A, B, C, ...) gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Domateslerde 0. günde 9.40 $\mu\text{molTE}/100\text{g}$ olarak belirlenen antioksidan aktivite değeri tüm uygulamalarda standart bir artış veya azalışa bağlı kalmamıştır.

Paulsen ve diğ. tarafından (2019) yapılan çalışmada yemeye hazır çeri domatesler deliksiz (PE) ve delikli (pPE) polietilen ve delikli polipropilen (pPP) içinde 7°C'de 21 gün boyunca depolanmıştır. Çeri domateslerin DPPH ve ABTS testleri kullanılarak antioksidan kapasitesi (AOK) özellikleri incelenmiştir. DPPH açısından, domatesler ambalaj koşulundan bağımsız olarak depolamanın ilk haftasında AOK'de bir düşüş göstermiştir. Depolama süresinin sonunda paketleme koşulları arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Başlangıç ölçümlerine kıyasla kullanılan her ambalaj materyalinde depolama sonucu antioksidan kapasitesinde düşüş gözlenmiştir. AOK, incelenen tüm koşullarda 21 günlük depolamada ortalama %11 oranında azalmıştır. Sonuçlar incelendiğinde MAP'ın AOK üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermemiştir: MAP domateslerinin davranışı ambalajsız

domateslerinkine benzer olmuştur. Paulsen ve diğ. (2019)'daki bu bulgu mevcut çalışmadaki bulgularla uyumludur.

Çeri domateslerin geleneksel paketsiz, organik paketsiz, geleneksel MAP ve organik MAP olarak 4 farklı grup şeklinde depolandığı Özer ve diğ. (2022)'da ürünler 8°C'de depolanmıştır. Analizler hasat günü, 7., 14. ve 21.gün şeklinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada antioksidan aktivite açısından, hasat ve soğuk depolamadaki uygulamalar arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir. Hasattan sonra organik domateslerin antioksidan aktivite değeri geleneksel meyvelerden önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Depolama süresinin sonunda en yüksek antioksidan aktivite değerleri MAP ile muamele edilen organik domateslerde elde edilirken, en düşük değerler geleneksel-paketsiz domateslerde belirlenmiştir. Çalışmada, depolama sonrasında MAP'ta depolanan domates meyvelerinin antioksidan aktivite değerlerinin daha yüksek bulunması, MAP uygulamasındaki düşük oksijen ve yüksek karbondioksit koşulları nedeniyle fenol bileşiklerinin kaybının gecikmesi ile açıklanabilir. Brecht ve diğ. (2003)'nda, MAP' ın antioksidan aktivite değeri üzerine etkisinin meyve tür ve çeşidine, olgunluk aşamasına, depolama sıcaklığına, bileşimine ve depolama süresine bağlı olarak değişebileceği bildirilmiştir.

Tilahun ve diğ. (2021) tarafından çeri domatesin kalitesini korumak ve dağıtım süresini uzatmak amacıyla ambalaj içindeki hava bileşimi değiştirilmiş ve meyvelerin 1-Metilsiklopropan (1-MCP) ve yüksek CO₂ ile kısa süreli ön depolama işleminin etkileri araştırılmıştır. Ön depolaması yapılmış domatesler ambalajlanarak depolama süreci boyunca dört grup ambalajlama uygulaması gerçekleştirilmiştir: Aktif modifiye atmosfer paketleme (AMAP) (%5 CO₂, %6 O₂, %89 N₂), yüksek CO₂ (%40, 24 saat), 1-MCP (1 ppm, 24 saat) ve MAP (gaz basılmamış) şeklinde ifade edilmiştir. Gruplardan ön depolama işlemi görenler ambalajlama gerçekleşmeden önce 24 saat boyunca CO₂ ve 1-MCP uygulamasına maruz bırakılmıştır. Ambalajlanan domatesler 10°C ve 20°C ile %85 bağıl nemde 15 gün boyunca depolanmıştır. 24 saatlik muamele süresi boyunca her iki depolama koşulu için antioksidan aktivitelerde benzer artış gözlemlenmiştir. Meyvelerin 20°C'de 1. günden 3. güne kadar azalma eğilimleri gözlemlenmiş, sonrasında 11. güne kadar devam etmiştir. 10°C'de depolama durumunda 13. güne kadar tüm uygulamalarda artış eğilimi gözlenmiş ve sonrasında azalma gerçekleşmiştir. Genel sonuçlar incelendiğinde uygulamaların ve paketleme işlemlerinin depolama sonuna kadar meyvenin antioksidan aktivitesini %90'ın üzerinde koruduğu gözlemlenmiştir.

3.9 Mikrobiyolojik Analizler

Çeri domates örneklerinin modifiye atmosfer koşullarında 8°C’de 28 günlük depolama süresi boyunca farklı ambalaj materyallerinin, ambalaj içi atmosfer konsantrasyonlarının toplam aerobik mezofilik bakteri gelişiminde etkisi Tablo 3.11’de gösterilmiştir.

Tablo 3.13: Depolamanın 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde çeri domateslerde toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları (log kob/g)

Ambalaj tipi	0.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün	28.Gün
Kontrol	2.15±0.17Ba	2.07±0.15Ba	3.02±0.32Aab	3.35±0.96Abc	3.37±0.33Ac
mPP	2.15±0.17Da	2.50±0.23CDa	2.74±0.30BCb	3.08±0.11ABc	3.34±0.18Ac
LDPE	2.15±0.17Ca	2.47±0.33BCa	2.86±0.46Bb	3.87±0.23Ab	4.18±0.85Ab
Deneme	2.15±0.17Ca	2.41±0.47Ca	3.45±0.51Bab	4.86±0.50Aa	4.13±0.22ABb
Aktif MAP	2.15±0.17Ca	2.43±0.34Ca	3.67±0.09Ba	4.91±0.51Aa	4.92±0.46Aa

Kontrol: Üstü delikli kapaklı PET kasede muhafaza edilen çeri domates.

mPP: Kapaksız PET kaseye doldurulup mikroperforeli PP film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

LDPE: Kapaksız PET kaseye doldurulup LDPE film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

Deneme: Kapaksız PET kaseye doldurulup deneme meyve-sebze depolama film ambalajında muhafaza edilen çeri domates.

Aktif MAP: Kapaksız PET kaseye doldurulup lamine ambalajda modifiye atmosfer (%5.0 O₂+ %95.0 N₂) uygulaması ile muhafaza edilen çeri domates.

*: Aynı sütunda farklı küçük harfle (a, b, c, ...), aynı satırda farklı büyük harfle (A, B, C, ...) gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Çeri domateslerde 0. gün 2.15 log kob/g olarak tespit edilen toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı ilerleyen depolama süresi boyunca tüm uygulamalarda önemli (p<0.05) artış göstermiştir. Depolamanın sonunda kontrol ve mikroperforeli ambalaj uygulamalarında beklenenin aksine diğer uygulamalardan önemli derecede (p<0.05) düşük toplam aerobik mezofilik bakteri sayım sonuçları tespit edilmiştir.

Paulsen ve diğ. (2019)’da ambalajsız olarak depolanan ve polietilen, perforeli polietilen, perforeli polipropilen ile ambalajlanarak pasif modifikasyonla depolanan tüm domates örneklerinde 7°C’de 21 günlük depolamanın sonunda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Tüm uygulamalarda; başlangıçta 1.6 log kob/ g olan toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı depolama süresi sonunda ortalama 3.7 log kob/g’a yükselmiştir.

Demir (2015)'de de pasif modifiye atmosferde etilenli/etilensiz ve aktif modifiye atmosferde etilenli/etilensiz şeklinde ambalajlanarak ve kontrol örneği olarak açık tabaklara konularak depolanan kokteyl domateslerin başlangıçtaki toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı 3.65 log kob/g iken 28 günlük depolama süresi sonunda 5.00-7.19 log kob/g bulunmuştur. Çalışmada genel olarak MAP uygulamalarında beklenenin aksine daha fazla toplam aerobik mezofilik bakteri belirlenirken (6.31-7.19 log kob/g), kontrol uygulamasında daha düşük sayım sonuçları (5.00 log kob/g) bulunmuştur. MAP uygulamalarında mikrobiyal yükün kontrol uygulamasından yüksek bulunmasının nedeni olarak ambalajlanmış örneklerde nem içeriğinin daha yüksek olması ve ürün yüzeyinde yoğuşması gösterilmiştir. Mevcut çalışmada da içinde nem birikmesinin daha az tespit edildiği perforeli PET ve mPP ambalajlarda depolanmış olan örneklerde toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı diğer örneklerden daha düşük çıkmıştır.

Çeri domates örneklerinin modifiye atmosfer koşullarında 8°C'de 28 günlük depolama süresi boyunca farklı ambalaj materyallerinin, ambalaj içi atmosfer konsantrasyonlarının maya-küf gelişiminde etkisi Tablo 3.12'de gösterilmiştir.

Tablo 3.14: Depolamanın 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde çeri domateslerde maya-küf sayıları (log kob/g)

Ambalaj tipi	0.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün	28.Gün
Kontrol	2.59±0.12Ba	2.27±0.19Bb	2.73±0.11Bb	2.89±0.58Bc	3.86±0.25Aa
mPP	2.59±0.12Aba	2.27±0.19Bb	2.69±0.36ABb	3.51±0.30Aabc	2.82±0.79ABb
LDPE	2.59±0.12Ba	2.68±0.12Bab	3.28±0.32Aa	3.65±0.23Aab	3.63±0.24Aab
Deneme	2.59±0.12Ca	2.73±0.29Ca	3.72±0.17Ba	4.26±0.14Aa	4.32±0.17Aa
Aktif MAP	2.59±0.12Ba	2.52±0.17Bab	3.51±0.18Aa	3.48±0.31Abc	3.68±0.14Aab

Kontrol: Üstü delikli kapaklı PET kasede muhafaza edilen çeri domates.

mPP: Kapaksız PET kaseye doldurulup mikroperforeli PP film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

LDPE: Kapaksız PET kaseye doldurulup LDPE film ambalajda muhafaza edilen çeri domates.

Deneme: Kapaksız PET kaseye doldurulup deneme meyve-sebze depolama film ambalajında muhafaza edilen çeri domates.

Aktif MAP: Kapaksız PET kaseye doldurulup lamine ambalajda modifiye atmosfer (%5.0 O₂+ %95.0 N₂) uygulaması ile muhafaza edilen çeri domates.

*: Aynı sütunda farklı küçük harfle (a, b, c, ...), aynı satırda farklı büyük harfle (A, B, C, ...) gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Çeri domateslerde 0. günde 2.59 log kob/g olarak tespit edilen maya-küf sayısı ilerleyen depolama sürecinde mPP uygulaması haricindeki örneklerde önemli ($p<0.05$) artış göstermiştir. Depolama süresinin sonunda LDPE uygulamasıyla muhafaza edilen örnekler en yüksek maya-küf sayısını verirken mPP uygulamasıyla muhafaza edilen örnekler de en düşük maya-küf sayısını vermiştir.

Demir (2015)'de başlangıçta 2.68 log kob/g olan maya-küf sayısı 10°C'de 28 günlük depolamadan sonra 4.66-5.65 log kob/g tespit edilmiştir. Açıkta muhafaza edilen domatesler en düşük (4.66 log kob/g) maya-küf sayısına sahip olurken hava ve aktif MAP (%5 O₂ + %5 CO₂ + %90 N₂) ile etilen tutucu içermeyen ambalajlarda muhafaza edilen domatesler 4.95-5.65 log kob/g maya-küf sayısına sahip olmuştur.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma, çeri domatesin farklı ambalaj materyalleri ile depolanmasının domateslerin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerindeki değişime etkisinin araştırılması amacıyla yapılmıştır. Çalışmanın amaçlarından biri ise pandeminin ağır etkilerini atlatan dünyada, pandemiyle birlikte gıda maddelerinin ambalajlı olmasının öneminin bir kez daha anlaşılmasıyla ürün bazında doğru ambalaj materyallerinin belirlenebilmesidir. Çalışmada, seçilen her ambalajlama yönteminin çeri domateslerinin kalite kriterlerine olan etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla düşük yoğunluklu polietilen (LDPE), mikroperforeli (mPP), delikli PET, deneme, modifiye atmosfer paketleme (MAP) ambalajları kullanılmıştır. MAP uygulaması için lamine ambalaj kullanılarak, aktif modifikasyon (%5 O₂, %95 N₂) uygulaması gerçekleştirildi. LDPE, mPP ve deneme ambalajına pasif modifikasyon işlemi uygulanmıştır. Paketlenmiş ürünler iklimlendirme kabiniinde 8°C'de 28 gün depolanmışlar, depolamanın 0., 1., 3., 5., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde bazı ölçümler yapılmıştır. Bu şekilde çeri domateslerin solunum hızları ve kalite parametreleri takip edilmiştir. Kapağında delikler açılmış olan PET kase kontrol grubunu temsil etmiştir. Mikroperforeli PP ambalaj ise gözenekli yapısı nedeniyle genel anlamda kontrol grubu ile benzer özellikleri göstermiştir.

Çalışmada en fazla kütle kaybı kontrol grubunda, en az kütle kaybı da aktif MAP uygulamasında gözlenmiştir. PET kaselerde ağırlık artışı (ambalajda yoğunlaşan su oranı) incelendiğinde en yüksek değer MAP ambalajda tespit edilmiştir. Kontrol grubunda ağırlık artışının en az seviyede gerçekleşmesi kaselerin üstünde açılan deliklerin solunumu kolaylaştırması ve ambalaj içinde biriken nemin atmosfere daha kolay karışmasına bağlanabilir. Renk değerleri tüm ambalaj materyallerinde depolama süresince benzer sonuçlar göstermiştir. L^* , a^* , b^* değerleri depolama sonunda incelendiğinde ambalaj materyallerinin meyvenin renk kriterlerini koruduğu gözlemlenmiştir. Etilen konsantrasyonları incelenen ambalaj materyalleri içerisinde en yüksek etilen değeri (100ppm) deneme ambalajında ölçülmüştür. Ölçülebilen etilen konsantrasyonu en az bulunan ambalaj materyali LDPE (26.25 ppm) olarak tespit edilmiştir. mPP ambalaj materyalinde gözenek yapısı sebebiyle etilen birikimi oluşmamıştır. Çalışma sonunda tekstür sonuçları incelendiğinde tekstürel anlamda en az değişim kontrol grubunda iken en fazla değişim deneme ambalajında ölçülmüştür. Tekstür değerlerindeki değişimin en fazla deneme ambalajda bulunmuş olması etilen ölçüm değerlerini desteklemiştir. Ortamda etilenin

yüksek düzeyde olmasının meyvenin solunumunu hızlandırarak olgunlaşmayı hızlandırdığı, olgunlaşmanın ilerleyen aşamalarında meyvenin yumuşamaya başladığı düşünülmüştür. Mikrobiyal analizlerde en fazla toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı aktif MAP uygulamasında görülmüştür. Bu sonucun aktif MAP uygulanan örneklerin PET kaselerindeki ağırlık artışı sonucuyla ilişkili olduğu, bu örneklerde ambalaj içindeki yüksek nem seviyesinin toplam aerobik mezofilik bakteri sayısında artışa yol açtığı düşünülmüştür. Maya-küf sayısı incelenen ambalaj gruplarında mikrobiyal gelişim en fazla deneme ambalajda gözlenmiştir.

Çalışmamızın sonucunda meyve sebze ambalajlama işleminde ürünün türüne ve gereksinimlerine göre MAP sistemi kütle kaybını en aza indirmiş, meyvenin kütle kaybını azaltmıştır. Bununla birlikte mikroperforeli ambalajının gözenek yapısı sebebiyle solunuma izin vermesi iç atmosferi dengede tutması ile ortamda etilen tutumuna izin vermemesiyle olgunlaşmanın hızlanmasının engellendiği düşünülmektedir. Endüstriyel deneme meyve-sebze depolama ambalajı ve LDPE ambalajlarının iç atmosferde etileni tutma potansiyelleri meyvede olgunlaşmayı, dolayısıyla bozulmayı hızlandırmış, raf ömrünü bu noktada kısaltmıştır.

5. KAYNAKLAR

- Abak, K., ‘Türkiye Sebzeçiliği ve Geleceği. VI. Sebze Tarımı Sempozyumu’, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 19-22 Eylül, 1-5s. Kahramanmaraş, (2006).
- Abeles, F.B., Morgan, P.W., Saltveit, M.E., ‘Ethylene in Plant Biology’, 2nd ed. Acad. Press, San Diego, CA, (1992).
- Aguayo, E., Escalona, V., Artes, F., ‘Quality of fresh-cut tomato as affected by type of cut, packaging, temperature and storage time’, *Eur. Food Res. Technol.*, 219, 492–499, (2004).
- Ağar, İ., Şenel, Ş., Sabır, F., ‘Sıcak Su Uygulaması ve Modifiye Atmosfer Paketlemenin Mirella F1 Çeşidinin Muhafaza Süresi ve Kalitesi Üzerine Etkileri’, *Alatarım*, 9 (2), 22-29, (2010).
- Akbudak, B., Akbudak, N., Seniz, V., Eris, A., ‘Effect of pre-harvest harpin and modified atmosphere packaging on quality of cherry tomato cultivars “Alona” and “Cluster”, *Brit Food J*, Vol. 114 No. 2, 180-196, (2012).
- Ali, A., Maqbool, M., Ramachandran, S., Alderson, P. G., ‘Gumarabic as a novel edible coating for enhancing shelf-life and improving postharvest quality of tomato (*Solanum lycopersicum L.*) fruit’, *Postharvest Biol Tec*, 58(1), 42–47, (2010).
- Batu, A., ‘Determination of acceptable firmness and colour values of tomatoes’, *J Food Eng*, 61(3), 471-475, (2004).
- Batu, A., ve Demirdöven, A., ‘Modifiye Atmosferde Paketleme ve Soğukta Depolamanın Elmanın Duyusal Kalitesi Üzerine Etkileri’, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarih Bilim Dergisi* 20(2), 58-67, (2010).
- Batu, A. and Thompson, A.K., “Effects of modified atmosphere packaging on post-harvest qualities of pink tomatoes”, *Turk. J Agric For.*, 22, 365-72, (1998).
- Cemeroğlu, B., Karadeniz, F., Özkan, M., ‘Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi’, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, 28, Ankara, 690 s, (2003).
- Cheng, X., Zhao, Y., Xue, H., Bi, Y., Sun, C., Xue, Z., ‘Model fit based on the weight loss and texture parameters of MAP cherry tomatoes during storage’ *J Food Process Pres*, 46, 204-206, (2021).

Chisacova, I., ‘Pasif modifikasyon ve aktif modifikasyonla modifiye atmosferde ambalajlama ve aktif ambalajlama teknolojilerinin taze doğranmış ıspanağın raf ömrü ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi’ Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, (2016).

Çelik, D., ‘Domates Bakteriyel Kanser Hastalığı (*Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis*)’na Karşı Dayanıklı Domates Bitkilerinde Genetik Kalıtımın Belirlenmesi’, Yüksek Lisans Tezi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat*, (2011).

Çölgeçen, İ., ve Aday, M., ‘The Efficacy of The Combined Use of Chlorine Dioxide and Passive Modified Atmosphere Packaging on Sweet Cherry Quality’, *Postharvest Biol and Tec*, 109, 10-19, (2015).

Daş, E., Gürakan, C., Bayındırlı, A., ‘Effect of Controlled Atmosphere Storage, Modified Atmosphere Packaging and Gaseous Ozone Treatment on The Survival of Salmonella Enteritidis on Cherry Tomatoes’, *Food Microbiol*, 23, 430-438, (2005).

D’Aquino, S., Mistriotis, A., Briassoulis, D., Lorenzo, M.L., Malinconico, M., Palma, A., ‘Influence of Modified Atmosphere Packaging on Postharvest Quality of Cherry Tomatoes Held at 20°C’, *Postharvest Biol Tec*, 115, 103-112, (2016).

Davidek, J., Velisek, J., Pokorny, J., ‘Chemical Changes During Food Processing, 4.10: Ascorbic And Dehydroascorbic Acid (Vitamin C)’, *Czech Med Press, Avicenum, Prague*, (1990).

Demir, S.S., ‘Modifiye Atmosferde Paketlemenin TYTY F1 Kokteyl Domatesinin Kalite ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi’, Yüksek Lisans Tezi, *Mustafa Kemal Üniveristesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay*, (2015).

Demiray, E., Tülek, Y., ‘Domates kurutma teknolojisi ve kurutma işleminin domatesteki bazı antioksidan bileşiklere etkisi’, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, (3), 9-20, (2008).

Fagundes, C., Moraes, K., Gago, M.B., Palou, L., Maraschin, M., Monteiro, M.M., ‘Effect of Active Modified Atmosphere and Cold Storage on The Postharvest Quality of Cherry Tomatoes’, *Postharvest Biol Tec*, 109, 73-81 (2015).

Fox BA, Cameron AG, ‘Food Science, Nutrition & Health’, 6th Edition, Chapter 13: Vitamins. J.W. Arrowsmith Ltd., Bristol, UK, pp. 236–242, (1995).

FAO, 2020. Food and Agriculture Organization, (10Haziran 2020) (<https://www.fao.org/faostat/en/tomato/data>).

Giovanelli G, Lavelli V, Peri C, Nobili, 'Variation In Antioxidant Compounds Of Tomato During Vine And Post-Harvest Ripening', *J Sci Food Agr*, 79, 1583–1588, (1999).

Gökkurt, T., Taze Meyve ve Sebzelerin Raf Ömrünü Uzatmaya Yönelik AYPE Ambalajların Geliştirilmesi, Doktora Tezi, *Sakarya Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, (2012).

Giovanelli, G., Zanoni, B., Lavelli, V., Nani, R., 'Water Sorption, Drying and Antioxidant Properties of Dried Tomato Products', *J Food Eng*, 52, 135-141, (2002).

Guillén, F., Castillo, S., Zapata, P. J., Martínez-Romero, D., Valero, D., Serrano., M., 'Efficacy of 1-MCP treatment in tomato fruit: 2. Effect of cultivar and ripening stage at harvest', *Postharvest Biol Tec*, 42(3), 235–242, (2006).

Heyes JA, Blaikie FM, Downs CG, Sealey DF, 'Textural and physiological changes in pepino (*Solanum muricatum* Ait.) ripening', *Sci Hort*, 58, 1–15, (1994).

Kabelka, E., W. Yang, and D.M. Francis, 'Improved tomato fruit color within an inbred backcross line derived from *Lycopersicon esculentum* and *L. hirsutum* involves the interaction of loci', *J Am Soc Hort Sci*, 129(2), 250-257, (2004).

Kader, A.A. and Ben-Yehoshua, S., "Effects of superatmospheric oxygen levels on post-harvest physiology and quality of fresh fruits and vegetables", *Post-harvest Biol Tec*, 20, 1-13, (2000).

Kantola, M., Helen, H., "A research note quality changes in organic tomatoes packaged in biodegradable plastic films", *J Food Quality*, 24, 91-179, (2001).

Karagöz, Ş., Demirdöven, A., 'Gıda Ambalajlamada Güncel Uygulamalar: Modifiye Atmosfer, Aktif, Akıllı ve Nanoteknolojik Ambalajlama Uygulamaları' *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6(1), 9-21, (2017).

Kaynaş, K., Sürmeli, N., 'Farklı Olgunluk Dönemlerindeki Domates Meyvelerinin Bazı Kimyasal Özellikleri ve Solunum Hızındaki Değişimler', *Turk J Agric For*, 18, 71-79, (1994).

Kuenwoo, P., Homin, K., Dongman, K. and Hyungwoo, P., "Effect of the packaging films and storage temperatures on modified atmosphere storage of ripe tomato", *Post-harvest News and Information*, 11, 1082, (2000).

Kun, Y., Lule, U., S., Xiao-Lin, D., 'Lycopene: Its Properties and Relationship to Human Health', *Food Rev Int*, 22, 309–333, (2006).

Küçükler, O., 'Tıbbi Biyologlar için Botanik Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları, İstanbul, 183-184, (1994).

Laribi, A. I., L. Palou, D. S. Intrigliolo, P. A. Nortes, C. RojasArgudo, V. Taberner, J. Bartual, and PerezGago M. B., 'Effect of sustained and regulated deficit irrigation on fruit quality of pomegranate cv. 'Mollar de Elche' at harvest and during cold storage', *Agr Water Manage*, 125, 61-70, (2012).

Lin, Y. Y., Xie, J., Yu, J. T., Yang, S. P., & Wu, J. C., 'Effect of 1-MCP and chitosan on tomato quality during storage', *Food Mach*, 30(1), 169–171, (2014).

Linke, M. and Geyer, M., "Post-harvest behaviour of tomatoes in different transport packaging units", *Acta Hortic*, 599, 115-22, (2002).

Majidi, H., Minaei, S., Mostofi, Y., 'Tomato quality in controlled atmosphere storage, modified', *J Food Sci Technol*, 51(9), 2155-2161, (2014).

O'Donoghue, E., Somerfield, SD de Vré LA, Heyes JA, 'Developmental and ripening-related effects on the cell wall of pepino (*Solanum muricatum*) fruit', *J Sci Food Agric*, 73, 455–463, (1997).

Odrizola-Serrano, I., Soliva-Fortuny, R., Martin-Belloso, O., 'Effect of minimal processing on bioactive compounds and color attributes of fresh-cut tomatoes' *Food Sci Tech*, 41(2), 217-226, (2008).

Ozer, H., Yılmaz, C., Ozturk, B., 'The influence of cultivation system and modified atmosphere packaging on quality attributes of tomato fruit during cold storage' *Biol Agric & Hortic*, 38, 4, 258-270, (2022).

Öz, A. T., Süfer, Ö., 'Taze Meyve ve Sebzelerin Muhafazasında Modifiye Atmosfer Paketlemenin Doğal Bileşiklerle Birlikte Kullanımı', *Akademik Gıda Dergisi*, 11(2), 110-115, (2013).

Park, M., Sangwanankul, P., & Beak, D., 'Changes in carotenoid and chlorophyll content of black tomatoes (*Lycopersicon esculentum* L.) during storage at various temperatures', *Saudi J Biol Sci*, 25, 57-65, (2018).

Paulsen, E., Barrios, S., Baenas, N., Moreno, D. A., Heinzen, H., & Lema, P., 'Effect of temperature on glucosinoloates content and shelf life of ready-to-eat broccoli florets packaged in passive modified atmosphere', *Postharvest Biol Tec*, 138, 125–133, (2018).

Paulsen, E., Barrios, S., Lema, P., 'Ready-to-eat cherry tomatoes: Passive modified atmosphere packaging conditions for shelf life extension' *Food Packaging and Shelf Life*, 22 (2019).

- Pinheiro, J., Alegria, C., Abreu, M., Gonçalves, E. M., & Silva, C. L. M., 'Influence of postharvest ultrasounds treatments on tomato (*Solanum lycopersicum*, cv. Zinac) quality and microbial load during storage', *Ultrason Sonochem*, 27, 552–559, (2015).
- Raiola, A., Rigano, MM., Calafiore., R, Frusciante., L, Barone., A, 'Enhancing the health-promoting effects of tomato fruit for biofortified food', *Mediat inflamm*, 2014, 139873, (2014).
- Rao, A. V., Rao, L. G., 'Carotenoids and human health', *Pharmacol Res*, 55 (3), 207-216, (2007).
- Sabbağ, Ç., Sürücüoğlu, M. S., 'Likopen: İnsan Sağlığında Vazgeçilmez Bir Bileşen', *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6 (3), 27-41, (2011).
- Sabır, F.K., Şenel, B. S, Açar, İ. T., 'Sıcak Su Uygulaması ve Modifiye Atmosferde Paketlemenin Mirella F1 Domates Çeşidinin Muhafaza Süresi ve Kalitesi Üzerine Etkileri', *Alatırım Dergisi*, 9(2), 22-29, (2010).
- Seçgin, Z., Arvas., YE, Ssendawula., SP, Kaya., Y, 'Selection of Root-Knot Nematod Resistance in Inbred Tomato Lines Using CAPS Molecular Markers', *Int J Life Sci Biotech*, 1(1), 10-16, (2018).
- Shahidi F., Janitha, PK., Wanasundara PD., 'Phenolic Antioxidants', *CRC Cr Rev Food Sci*, 32-67, (1992).
- Shahidi F., Nacz M., 'Food Phenolics—Sources, Chemistry, Effects, Applications. Chapter 1: Food Phenolics: An Overview, And Chapter 8: Antioxidant Properties Of Food Phenolics', Technomic, PA, USA, (1995).
- Sualeh, A., Ibrahim, A. M., Daba, A., 'Effect of Storage Conditions and Packing Materials on Shelf life of Tomato' *Food Science and Quality Management*, 56, 2224-6088, (2016).
- Sogvar, O. B., Koushesh Saba, M., & Emamifar, A., 'Aloe vera and ascorbic acid coatings maintain postharvest quality and reduce microbial load of strawberry fruit', *Postharvest Biol Tec*, 114, 9–35, (2016).
- Stewart, AJ., Bozonnet, S., Mullen, W., 'Occurrence Of Flavonols In Tomatoes And Tomato-Based Products', *J Agr Food Chem*, 48, 2663–2669, (2000).
- Story, E. N., Kopec, R. E., Schwartz, S. J., & Keith Harris, G., 'An update on the health effects of tomato lycopene', *Annu Rev Food Sci T*, 1(1), 189–210, (2010).

Sandei, L., Leoni, C. and Cabassi, A., “Effects of technological operations and storage conditions on color and carotenoids content of tomato powder”, *Acta Horti*, 613, 415-21, (2003).

Şen, F., Teksür, P., Türk B., ‘Perakende Modifiye Atmosfer Ambalajlarının Kiraz Meyvelerinin Depo ve Raf Ömrüne Etkilerinin Araştırılması’, VII. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu 1, 100-104, (2016).

Şen, F., Uğur, A., Bozokalfa, M. K., Eşiyok, D., Boztok, K., ‘Bazı Sera Domates Çeşitlerinin Verim Kalite ve Depolama Özelliklerinin Belirlenmesi’ *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(2), 9-17, (2004).

Şeniz, V., Eser, B., Daşgan, Y., Akbudak, N., İlbi, H., Sürmeli, N., Başay, S., ‘Sebze Üretiminde Gelişme ve Hedefler’, VI. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi 3-7 Ocak, (2005).

Thakur, B., R., Singh, R., K., Nelson, P., E., ‘Quality Attributes of Processed Tomato Products: A review’, *Food Rev Int*, 12 (3), 375-401, (1996).

Thompson, A.K., ‘Controlled Atmosphere Storage of Fruits and Vegetables’, CABI Publishing, Wallingford, 278, (1998).

Tilahun, S., Lee, Y.M., Choi, H.R., Baek, M.W., Lee, J., Park, D.S., ‘Modified atmosphere packaging combined with CO₂ and 1-methylcyclopropene prolong the storability and maintain antioxidant properties of cherry tomato’, *Scientia Horticulturae*, 288, (2021).

Tiribolulu, T., ‘Aktif Ambalajlama ve Depo Sıcaklığının Kiraz Domates ve Badem Hıyarın Raf Ömrüne Etkisi’, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, (2019).

Tumwesigye, K. S., Sousa, A. R., Oliveira, J. C., Sousa-Gallagher, M. J., ‘Evaluation of novel bitter cassava film for equilibrium modified atmosphere packaging of cherry tomatoes’, *Food Packag Shelf Life*, 13, 1–14, (2017).

TÜİK, “Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri”, (30 Aralık 2022), [http:// data.tuik.gov.tr/](http://data.tuik.gov.tr/), (2022).

Üçüncü, M., Gıda Ambalajlama Teknolojisi, İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, 733-786, (2007).

Vunnam, R., Hussain, A., Nair, G., Bandla, R., Garipey. Y., Donnelly D.J., Kubow, S., Raghavan, G.S.V., ‘Physico-chemical changes in tomato with modified atmosphere storage and UV treatment’ *J Food Sci Technol*, 51(9), 2106–2112, (2014).

Vural, H., Eşiyok, D., Duman, D., ‘Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme)’, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, İzmir (2000).

Whitaker, B.D., “A reassessment of heat treatment as a means of reducing chilling injury in tomato fruit”, *Postharvest Biol Tec*, 14, 75-83, (1994).

Yazgan, A., Fidan, S., ‘Tokat Koşullarına Uygun Kiraz Domates (*Lycopersicon esculentum* Mill. var. *Cerasiforme*) Çeşitlerinin Belirlenmesi’, Sebze Tarımı Sempozyumu, 19-23s. Şanlıurfa, (1996).

Yıldırım, S., Röcker, B., Pettersen, M.K., Nilsen-Nygaard, J., Ayhan, Z., Rutkaite, R., Radusin, T., Suminska, P., Marcos, B., Coma, V., ‘Active Packaging Applications For Food’, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 17, 165-199, (2018).

Yılmaz, E., ‘The Chemistry of Fresh Tomato Flavor’, *Turk J Agric For*, 25, 149-155, (2001).

Zhang, X. T., Zhang, X. L., Liu, X. C., Tian, Y. Q., ‘Effect of Polysaccharide Derived from *Osmunda Japonica* Thunb-incorporated Carboxymethyl Cellulose Coatings on Preservation of Tomatoes’, *J Food Process Preserv*, 43(12), (2019).