

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MEYVELERDE (MUZ VE KİVİ) RAF ÖMRÜNÜN
ARTIRILMASI İÇİN ETİLEN TUTUCU AKTİF
AMBALAJLAMA SİSTEMLERİNİN UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Meliha ÖZTÜRK

Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Zehra AYHAN

Ocak 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MEYVELERDE (MUZ VE KİVİ) RAF ÖMRÜNÜN
ARTIRILMASI İÇİN ETİLEN TUTUCU AKTİF
AMBALAJLAMA SİSTEMLERİNİN UYGULANMASI**

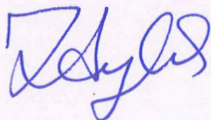
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Meliha ÖZTÜRK

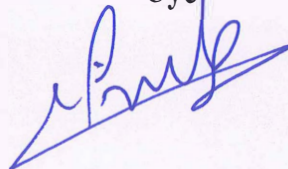
Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 31/01/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

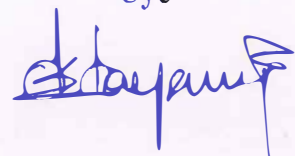
**Prof. Dr.
Zehra AYHAN
Jüri Başkanı**



**Prof. Dr.
Gülbüz GÜNEŞ
Üye**



**Doç. Dr.
Oktay YEMİŞ
Üye**

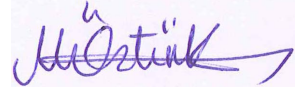


BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Meliha ÖZTÜRK

31/01/2019



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen, tez çalışmamın belirlenmesi, planlanması ve yürütülmesi aşamalarında büyük titizlikle benle ilgilenen ve destek olan çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Zehra AYHAN'a teşekkürlerimi sunarım. Jüri üyeleri Prof. Dr. Gürbüz GÜNEŞ ve Doç. Dr. Oktay YEMİŞ'e ayırdıkları zaman ve katkıları için teşekkür ederim.

Bu çalışmada emeği geçen ve bana büyük destekte bulunan değerli Arş. Gör. Elif SEZER'e, yüksek lisans arkadaşlarım değerli Elif POSTOĞLU'na, Nurdan ALP'e ve Tuncay TİRİBOLULU'ya teşekkür ederim.

Ayrıca bu çalışmanın maddi açıdan desteklenmesine olanak sağlayan Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Komisyon Başkanlığına (Proje No: 2017-50-01-017) teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	x
SUMMARY	xi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
LİTERATÜR ÖZETİ.....	5
2.1. Modifiye Atmosfer Paketleme	5
2.2. Aktif Ambalajlama	6
2.3. Muz Meyvesi.....	9
2.3.1. Muzda yapılan MAP ve aktif ambalajlama çalışmaları	10
2.4. Kivi Meyvesi	15
2.4.1. Kivide yapılan MAP ve aktif ambalajlama çalışmaları	15
BÖLÜM 3.	
MATERYAL VE YÖNTEM	22
3.1. Materyal.....	22
3.2. Yöntem	23
3.2.1. Ambalaj materyallerinin hazırlanması	23
3.2.2. Muz meyvesinin ambalajlanması.....	23

3.2.3. Kivi meyvesinin ambalajlanması	24
3.3. Analizler	26
3.3.1. Tepe boşluğu oksijen ve karbondioksit konsantrasyonu (%).....	26
3.3.2. Etilen gaz konsantrasyonu (ppm).....	26
3.3.3. Kütle kaybı (%).....	27
3.3.4. Renk	27
3.3.5. Tekstür	28
3.3.6. Suda çözünür kuru madde (%).....	29
3.3.7. Titrasyon asitliği (%)	30
3.3.8. pH.....	31
3.3.9. Duyusal değerlendirme	31
3.3.10. İstatistiksel analiz	32
 BÖLÜM 4.	
BULGULAR VE TARTIŞMA	34
4.1. Tepe Boşluğu Gaz Bileşimi.....	34
4.1.1. Tepe boşluğu gaz bileşimi (muz)	34
4.1.2. Tepe boşluğu gaz bileşimi (kivi).....	37
4.2. Etilen Konsantrasyonu	40
4.2.1. Etilen konsantrasyonu (muz)	40
4.2.2. Etilen konsantrasyonu (kivi)	41
4.3. Kütle Kaybı (%)	43
4.3.1. Muzda kütle kaybı (%).....	43
4.3.2. Kivide kütle kaybı (%).....	44
4.4. Renk.....	45
4.4.1. Renk analiz sonuçları (muz).....	45
4.4.2. Renk analiz sonuçları (kivi)	47
4.5. Tekstür.....	55
4.5.1. Tekstür analiz sonuçları (muz).....	55
4.5.2. Tekstür analiz sonuçları (kivi)	56
4.6. Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM, %).....	60
4.6.1. Suda çözünür kuru madde (SÇKM, %) (muz).....	60

4.6.2. Suda çözünür kuru madde (SÇKM, %) (kivi).....	61
4.7. Titrasyon Asitliği (%).....	63
4.7.1. Titrasyon asitliği analiz sonuçları (% malik asit) (muz)	63
4.7.2. Titrasyon asitliği analiz sonuçları (% sitrik asit) (kivi).....	64
4.8. pH (kivi)	66
4.9. Duyusal Değerlendirme.....	68
4.9.1. Duyusal değerlendirme ve kabuk açıklığı (muz)	68
4.9.2. Duyusal değerlendirme (kivi)	72
BÖLÜM 5.	
SONUÇ	76
KAYNAKLAR	79
ÖZGEÇMİŞ	87

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

CFB	: Oluklu elyaf kutusu
C ₂ H ₄	: Etilen
CO ₂	: Karbondioksit
CPP	: Dökme propilen
HDPE	: Yüksek yoğunluklu polietilen
KMnO ₄	: Potasyum permanganat
LDPE	: Düşük yoğunluklu polietilen
MAP	: Modifiye atmosfer paketleme
MCP	: Metil siklo propilen
O ₂	: Oksijen
OPP	: Tek yönlü gerdirilmiş polipropilen
OTR	: Oksijen geçiş oranı
PdCl	: Paladyum klorür
PE	: Polietilen
PVC	: Polivinil klorür
SÇKM	: Suda çözünür kuru madde
WVTR	: Su buharı geçiş oranı

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Muzun olgunlaşma aşamaları.....	10
Şekil 3.1. Açık ve ambalajlı muz uygulamaları	24
Şekil 3.2. Açık ve ambalajlı kivi uygulamaları	25
Şekil 3.3. Etilen kalibrasyon kurvesi	26
Şekil 3.4. Muzda renk ölçümü.....	28
Şekil 3.5. Muzda tekstür (penetrasyon kuvveti) ölçümü	29
Şekil 3.6. Dilim kivide tekstür (penetrasyon kuvveti) ölçümü.....	29
Şekil 3.7. Muz duyusal değerlendirme formu	32
Şekil 3.8. Kivi duyusal değerlendirme formu	33
Şekil 4.1. Katkısız LDPE ve etilen tutucu içeren aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muzun ambalaj tepe boşluğu oksijen oranına etkisi	34
Şekil 4.2. Katkısız LDPE ve etilen tutucu içeren aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muzun ambalaj tepe boşluğu karbondioksit oranına etkisi.....	35
Şekil 4.3. Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivin ambalaj tepe boşluğu oksijen oranına etkisi.....	38
Şekil 4.4. Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivin ambalaj tepe boşluğu karbondioksit oranına etkisi	38
Şekil 4.5. Katkısız LDPE ve etilen tutucu içeren aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muzun etilen konsantrasyonuna etkisi	41
Şekil 4.6. Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivin etilen konsantrasyonuna etkisi	43

Şekil 4.7. Katkısız LDPE ve etilen tutucu içeren aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muzun kütle kaybına (%) etkisi	44
Şekil 4.8. Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi'nin kütle kaybına (%) etkisi.....	45
Şekil 4.9. Depolama süresince muz meyve kabuğunda görülen açılma.....	70
Şekil 4.10. Muzda depolama süresince tüm uygulamalara ait değişimler	71
Şekil 4.11. Kivide depolama süresince tüm uygulamalara ait değişimler.....	75



TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 2.1.	Bazı meyve ve sebzelerin etilen üretim düzeyi, etilen hassasiyeti ve etilen üretim oranı.....	8
Tablo 4.1.	Katkısız LDPE ve etilen tutucu içeren aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muzun ambalaj tepe boşluğu oksijen ve karbondioksit oranına etkisi.....	36
Tablo 4.2.	Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi'nin ambalaj tepe boşluğu oksijen ve karbondioksit oranına etkisi.....	39
Tablo 4.3.	Katkısız LDPE ve etilen tutucu içeren aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muzun L*, a* ve b* değerlerine etkisi.....	46
Tablo 4.4.	Muzda renk (L*, a* ve b*), sertlik, briks ve TA için deneysel faktörlerin ve etkileşimlerinin p değeri.....	47
Tablo 4.5.	Kivide kabuk ve meyve eti rengi (L*, a* ve b*) için deneysel faktörlerin ve etkileşimlerinin p değeri.....	48
Tablo 4.6.	Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi'nin kabuk (dış) rengine (L*, a* ve b*) etkisi.....	49
Tablo 4.7.	Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi'nin iç rengine (L*, a* ve b*) etkisi.....	52
Tablo 4.8.	Katkısız LDPE ve etilen tutucu içeren aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muzun penetrasyon kuvvetine (N) etkisi.....	56
Tablo 4.9.	Kivide kabuk ve meyve eti sertliği, briks, pH ve TA için deneysel faktörlerin ve etkileşimlerinin p değeri.....	57
Tablo 4.10.	Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi'nin kabuk penetrasyon kuvvetine (N) etkisi.....	58

Tablo 4.11. Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi'nin meyve eti penetrasyon kuvvetine (N) etkisi.....	59
Tablo 4.12. Katkısız LDPE ve etilen tutucu içeren aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muzun suda çözünür kuru madde içeriğine etkisi.....	61
Tablo 4.13. Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi'nin suda çözünür kuru madde içeriğine etkisi.....	62
Tablo 4.14. Katkısız LDPE ve etilen tutucu içeren aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muzun titrasyon asitliğine etkisi.....	63
Tablo 4.15. Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi'nin titrasyon asitliğine etkisi.....	65
Tablo 4.16. Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi'nin pH değeri üzerine etkisi.....	67
Tablo 4.17. Katkısız LDPE ve etilen tutucu içeren aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muzun duyuşal özelliklerine etkisi.....	69
Tablo 4.18. Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi'nin duyuşal özelliklerine etkisi.....	73

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Aktif ambalaj, etilen tutucu sistemler, kivi, MAP, muz, raf ömrü

Bu çalışmada etilen tutucu aktif ambalajlama sistemleri ile modifiye atmosfer paketlenme (MAP) uygulamaları birlikte kullanılarak muz ve kivi'nin kalite özelliklerinin korunması ve raf ömürlerinin uzatılması amaçlanmıştır. Muz, etilen tutucu kese içeren düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) ve zeolit katkılı LDPE torbalarda pasif MAP ile ambalajlanarak 13°C'de 12 gün depolanmıştır. Ambalajsız ve etilen tutucu içermeyen LDPE ambalajlı örnekler kontrol grubunu oluşturmuştur. Çalışmada tepe boşluğu O₂, CO₂ ve etilen analizi, kütle kaybı, tekstür, renk, briks, titrasyon asitliği ve duyusal analiz gerçekleştirilmiştir. LDPE ambalajlarda tepe boşluğu O₂ konsantrasyonu 6. günde % 2'nin altına düşerken, etilen tutucu kese içeren LDPE (%2,1) ve zeolit katkılı LDPE (%2,7) ambalajlarda kritik konsantrasyonun (%2) üzerinde kalmıştır. En düşük etilen konsantrasyonu depolama sonunda etilen tutucu kese içeren ve zeolit katkılı LDPE torbalarda ölçülmüştür (0,45 ppm). Depolama sonunda en düşük briks etilen tutucu kese içeren LDPE ve zeolit katkılı LDPE grubu muzlarda tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre de etilen tutucu sistemler ile paketlenen muzlar 9. günde kabul edilebilir bulunmuş olup, raf ömrü 9 gün olarak belirlenmiştir.

Kivi etilen tutucu kese içeren LDPE ve zeolit katkılı LDPE ambalajlarda pasif ve aktif (%5O₂, %5CO₂) MAP ile paketlenerek 4°C'de 30 gün depolanmıştır. Ambalajsız örnekler, etilen tutucu içermeyen pasif ve aktif MAP altında LDPE ile ambalajlı örnekler kontrol gruplarını oluşturmuştur. Çalışmada tepe boşluğu O₂, CO₂ ve etilen analizi, kütle kaybı, tekstür, renk, briks, titrasyon asitliği, pH ve duyusal analiz gerçekleştirilmiştir. Pasif MAP ile ambalajlanan LDPE, etilen tutucu kese içeren ve zeolit katkılı LDPE ambalajlarda O₂ oranı 5. günde %13'e düşmüş ve denge atmosferi kurulmuştur. Aktif MAP ile ambalajlanan kontrol LDPE, etilen tutucu kese içeren ve zeolit katkılı LDPE ambalajlarda O₂ oranı 5. günde yükselmiş daha sonra azalarak, denge atmosfer oluşmuştur. Pasif MAP uygulanmış LDPE ambalajların etilen konsantrasyonunda depolama süresince artış görülmüştür ancak diğer gruplarda etilen üretimi 15. günden sonra başlamıştır. Depolama süresi sonunda en düşük etilen konsantrasyonu pasif MAP uygulanan ve etilen tutucu kese içeren LDPE (0,47 ppm) ve zeolit katkılı LDPE (0,50 ppm) ambalajlarda ölçülmüştür. Depolama sonunda pasif MAP ile ambalajlı kiviler aktif MAP ile ambalajlanan kivilere göre daha sert bulunurken, etilen tutucu içeren kivilerin sertliği her iki MAP uygulamasında da farklılık göstermemiştir. Pasif MAP ve etilen tutucu içeren her iki uygulamada kiviler 30. günde duyusal olarak kabul edilebilirliğini korumuştur. Bu sonuçlara göre etilen tutucu sistemlerin kullanıldığı ve pasif MAP uygulanan kivi'nin raf ömrü en az 30 gün olarak belirlenmiştir.

THE APPLICATION OF ETHYLENE SCAVENGING ACTIVE PACKAGING SYSTEMS TO INCREASE THE SHELF LIFE OF FRUITS (BANANA AND KIWI)

SUMMARY

Keywords: Active packaging, banana, ethylene-scavengers, kiwi, MAP, shelf life

The aim of this study is to maintain general quality characteristics and extend the shelf life of banana and kiwi by using ethylene scavenging systems combined with modified atmosphere packaging (MAP). Banana was packaged with low density polyethylene (LDPE) bags containing ethylene absorbing sachet and zeolite incorporated LDPE bags under passive MAP, and stored at 13°C for 12 days. LDPE bags with no ethylene absorber and unpackaged samples were the control groups. O₂, CO₂ and ethylene concentrations, mass loss, texture, color, brix, titratable acidity and sensory analysis were performed during storage. O₂ concentration in the headspace of control LDPE packages decreased below 2% on the 6th day, while LDPE bags containing sachet (2.1%) and LDPE bags with zeolite (2.7%) remained above the critical level (2%). The lowest ethylene concentration was measured in both sachet containing and zeolite added bags at 12th day (0.45ppm). The lowest brix was determined for applications with ethylene scavenging systems at the end of the storage. According to sensory evaluation, bananas packaged with both ethylene scavenging systems were acceptable on the 9th day, suggesting the shelf life up to 9 days. Kiwi was packaged using LDPE bags containing ethylene absorbing sachet and zeolite under passive and active (5%O₂, 5%CO₂) MAP, and stored at 4°C for 30 days. LDPE bags with no ethylene absorber and unpackaged samples were the control groups. O₂, CO₂ and ethylene concentrations, mass loss, texture, color, brix, pH, titratable acidity and sensory analysis were performed during storage. O₂ concentration decreased to 13% in the control LDPE, sachet containing LDPE and zeolite added LDPE under passive MAP during 5th day, and thereafter reached to equilibrium. O₂ concentration tended to increase in the control LDPE, LDPE containing sachet and LDPE with zeolite under active MAP on the 5th day, and then reached to equilibrium. The ethylene concentration in the LDPE bags under passive MAP increased during whole storage, but there was no ethylene production for other applications till 15th day of storage. The lowest ethylene concentration was determined in the LDPE with sachet (0.47ppm) and LDPE with zeolite (0.50ppm) under passive MAP at the end of the storage. Kiwi fruits packaged with the control LDPE under passive MAP were firmer than the fruits packaged with LDPE under active MAP. However, the hardness of the fruits packaged with both ethylene scavenging systems under both MAP applications did not differ. Overall, the longest shelf life of kiwi was determined as 30 days using both ethylene absorbing systems under passive MAP.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Meyve ve sebzeler içerdikleri karbonhidrat, yağ, protein, vitamin, mineral ve lifli maddeler ile insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Ancak bazı meyve ve sebzeler metabolik faaliyetler sonucunda kısa sürede bozularak tüketilemez hale gelir. Taze meyve ve sebzeler hasat sonrası solunumlarına devam ederek karbondioksit, su ve etilen gazı üretmektedirler (Küçük, 2006). Meyve ve sebzeler, solunum davranışlarına göre klimakterik ve klimakterik olmayan meyve ve sebzeler olarak iki gruba ayrılmaktadırlar (Farcuh ve ark., 2017). Hasat sonrası olgunlaşmaya devam eden meyve ve sebzeler klimakterik, olgunlaşmaya devam etmeyen meyve ve sebzeler ise klimakterik olmayan grup içerisinde yer alır. Klimakterik meyve ve sebzelerde etilen ile olgunlaşma arasında ilişki vardır.

Etilen, iki karbonlu, molekül ağırlığı 28.05, donma noktası -181°C , buharlaşma sıcaklığı -169.5°C , kaynama noktası -103.7°C olan; yanıcı, renksiz, eter benzeri kokusu olan ve bitkilerde çeşitli fizyolojik süreçleri kontrol eden bir bitki hormonudur (Romero ve ark., 2007; Kasım ve Kasım, 2007; Coloma ve ark., 2014; Prasad ve Kochhar, 2014). Etilen gazı ile ilgili dikkate alınması gereken iki husus vardır. İlki ürünün etilen üretim düzeyidir. İkinci husus ise üretilen etilenden etkilenme durumu yani, etilen hassasiyetidir. Her meyve ve sebzenin fizyolojisi birbirinden farklı olduğu gibi etilen üretim düzeyleri ve etilen hassasiyetleri de birbirinden farklıdır. Meyveler etilen hassasiyeti ile etilen üretimi açısından düşük, orta ve yüksek olarak sınıflandırılmaktadır.

Meyve ve sebzelerin olgunlaşmasını hızlandırıcı etkide bulunan etilen, ürünün erken olgunlaşmasına ve erken olgunlaşma ile ürünlerin çürümesi ve raf ömrünün kısılmasına neden olmaktadır. Etilenin, meyve ve sebzeler üzerindeki zararlı etkileri; yeşil sebzelerin sararması, klorofil kaybının hızlanması, aşırı yumuşama, esmerleşme ve acı tat şeklinde sıralanabilmektedir (Saltveit, 1999; Batu, 2009).

Meyve ve sebzeler tam olgunlaştığı zaman solunum hızı %50 artmakta ve buna bağlı olarak etilen üretim miktarı da yaklaşık 10 kat artmaktadır (Güloğlu ve Akosman, 2010; Batu ve Şen, 2014; Batu, 2009). Bu sonuca göre; taze meyve ve sebzelerin solunum hızı ile etilen ve bozulma mekanizması arasında direkt bir ilişki söz konusudur (Gökkurt, 2012). Solunum hızı; ürünün gelişme durumu, dokusu, ürün büyüklüğü ve yüzeyi gibi iç faktörler ile sıcaklık, depolama koşulları (atmosfer bileşimi) ve nem gibi dış faktörlere bağlıdır (Demirdöven ve Batu, 2004). Ürünün depolandığı sıcaklık ve atmosfer bileşimi en önemli faktörlerdendir. Ortam sıcaklığı arttıkça solunum hızı yükselmekte, sıcaklık azaldıkça solunum hızı da yavaşlamaktadır (Batu ve Gerçekçioğlu, 1998). Sıcaklıktaki her 10° C'lik artış solunum, terleme ve olgunlaşma gibi metabolik olayları 2-3 kat arttırmaktadır. Ancak bazı ürünlerde düşük sıcaklıkta depolama fizyolojik bozulmalara neden olmaktadır (Exama ve ark., 2006; Beaudry, 1999). Soğuk zararlanması denilen bu olay, ürün referans sıcaklığının altındaki bir sıcaklıkta depolanması ile ortaya çıkan, meyve etinde kahverengileşme ve yarı saydam renk bozulması olarak ortaya çıkmaktadır (Candan ve ark., 2008).

Solunum hızını etkileyen diğer önemli faktör ürünün saklandığı atmosferdeki oksijen oranıdır. Oksijen oranının belirli seviyenin üstünde bulunması solunumu hızlandırmakta, oksijen oranının düşük tutulup, karbondioksit oranının arttırılması ise solunum hızını baskılayıcı etkide bulunmaktadır. Oksijen oranının çok düşük; %2'nin altında olması ise oksijensiz solunuma (fermantasyona) neden olmaktadır.

Solunum ile direkt ilişkili olan etilenin, olumsuz etkilerini azaltmadaki temel strateji, ürünlerin hasat, ambalajlama, depolama ve taşıma sırasında etilen üretimini en aza indirmek ve etilene maruz kalmasını önlemektir (Watkins, 2006).

Son dönemlerde meyve ve sebzelerin raf ömrünü arttırmak amacıyla yapılan çalışmalar, ambalajlama alanında yoğunluk göstermektedir. Ambalajlama ile depolama ve taşıma koşullarında ürünlerin kalite özellikleri korunmaktadır. Ambalaj üreticileri gıdanın raf ömrünü uzatmaya çalışırken, tüketiciler ise daha az katkı maddesi içeren ürünleri ve gıdanın tazeliğini paketi açmadan görmek istemektedirler (Sürengil ve Kılınç, 2011). Özellikle meyve ve sebze grubu ürünlerin muhafazası ile ilgili çalışmaların çoğunda kontrollü atmosferde depolama tekniği üzerine çalışılmış ancak bu teknikte uygun ortamı oluşturmak için gerekli tesisin masraflarının pahalı olması ve raf ömrünü arttıracak koşulların sadece depo içerisinde sağlanması gibi olumsuzluklar nedeniyle çalışmalar sınırlı düzeyde kalmıştır (Öz, 2006). Bu olumsuzluklardan dolayı gıdaların raf ömrünün uzatılması amacıyla son dönemlerde aktif ambalajlama sistemleri üzerine çalışmalar yapılmaktadır.

Aktif ambalajlama teknolojisinde, çeşitli bileşenler ambalaj malzemesine eklenerek ya da ambalaj içerisine kesecikler halinde konularak ambalaja etilen, karbondioksit gibi gazları tutma özelliği, antimikrobiyel özellik ve antioksidan özellik kazandırılarak gıdaların raf ömrünün uzatılması hedeflenmektedir. Bazı meyve ve sebzelerin raf ömrünün kısa olmasının temelindeki etilen üretimini baskılamak için etilen tutucu aktif ambalajlama sistemlerinden faydalanılmaktadır. Etilen tutucu sistemler ile ambalaja etilen tutucu mineraller eklenerek ya da ambalaj içerisine etilen tutucu kesecikler yerleştirilerek meyve ve sebzelerde solunum ile üretilen etilen gazının ambalaj içerisinde birikmesi önlenabilmektedir. Böylece meyve ve sebzelerin olgunlaşma hormonu olarak bilinen etilene maruz kalması engellenerek, olgunlaşmanın ve olgunlaşmaya bağlı bozulmanın geciktirilerek raf ömrünün artırılması mümkün olmaktadır. Etilen gazı tüm meyve ve sebzelerin raf ömrünü tehdit eden bir unsur değildir. Bazı meyve ve sebzeler çok az miktarda (ya da hiç) etilen üretirken bazıları çok fazla etilen üretmektedir. Buna karşın bazı meyve ve sebzeler çok az miktardaki etilene çok yüksek düzeyde hassasiyet gösterirken,

bazıları çok az duyarlı olabilir ya da hiç hassasiyet göstermemektedir. Literatürde etilen tutucu aktif ambalajlama sistemleri ile ilgili çalışmalar yer almaktadır. Ancak muz meyvesinin etilen tutucu sistemler ile ambalajlanmasına dair sayılı çalışma yer almaktadır. Aynı zamanda muz meyvesinin raf ömrü 1-2 gün olup oldukça kısadır ve etilen gazına hassasiyeti yüksek düzeydedir. Kivi meyvesi ile ilgili ise literatürdeki çalışmaların bir kısmı hasat sonrası ürün kalitesini arttırmaya bir kısmı ise yeme olgunluğuna gelmiş kivi meyvelerinin kalitesini arttırmaya yöneliktir (Sezer ve ark., 2017). Olgunlaşmış kivi raf ömrü oldukça kısadır. 20°C’de 1 ppm gibi çok düşük etilen miktarından bile etkilenecek şekilde hızlı olgunlaşmaktadır (Crisosto ve Kader, 1999; Yıldırım, 2010).

Bu çalışmanın amacı, etilen hassasiyeti yüksek olan muz ve kivi meyvelerinin, etilen tutucu kesecik ve yapısında etilen tutucu içeren film kullanılarak ve modifiye atmosfer paketlenme uygulanarak genel kalite özelliklerinin korunması ve raf ömrünün uzatılmasıdır.

BÖLÜM 2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP)

Modifiye atmosfer paketleme, ambalajlanmış gıdaların çevresini saran atmosferin değiştirilerek üründe oluşacak mikrobiyolojik, biyokimyasal olayların engellenmesi ve genel ürün kalitesinin korunarak raf ömrünün uzatılması prensibine dayanan ambalajlama yöntemidir (Church ve Parsons, 1995). Modifiye atmosfer paketlemede kullanılan temel üç gaz; oksijen, karbondioksit ve azottur (Farber, 1991).

Tepe boşluğunda bulunan fazla oksijen yağların oksidasyonunda ve esmerleşme reaksiyonunda etkili olup, meyve ve sebzelerde de solunumu hızlandırarak bozulmalara neden olmaktadır. Bu nedenle ambalaj tepe boşluğunda oksijenin azaltılması gerekmektedir. Ancak tepe boşluğu oksijen oranı %2'nin altına düştüğünde anaerobik solunum (fermentasyon) başlamakta ve ürünün tat ve kokusunda bozulmalar meydana gelmektedir (Batu ve Demirdöven, 2010).

MAP'da kullanılan karbondioksit gazı ise bakterilere ve küflere karşı ürünü korumaktadır. Mikroorganizmaların sitoplazmasında pH'yı düşürmesi ve hücre zarını etkilemesi ile mikrobiyel gelişimi engellemektedir. Azot gazının ise iki önemli rolü vardır. Birincisi; oksijenle yer değiştirerek dolaylı olarak oksidatif reaksiyonların oluşmasını engellemek ve ikinci husus ise inert bir gaz olarak, ambalajın çökmesini engellemek ve dolgu sağlamaktır (Erdoğan ve Acar, 1996).

Modifiye atmosferde uygulanan temel teknik işlem, ambalaj ortamındaki havanın çıkarılarak yerine bir gaz veya çeşitli gazların karışımı verilerek ambalajın hermetik olarak kapatılmasıdır (Erkan ve ark., 2000). Modifiye atmosfer paketleme aktif ve pasif modifikasyon olarak ikiye ayrılmaktadır. Pasif MAP; meyve ve sebze gibi

solunum yapan ürünlerin hava atmosferi ile paketlenmesidir. Normal hava kompozisyonu %21 oksijen, %78 azot ve %0,1'den az karbondioksittir. Aktif MAP ise ambalaj kapatılmadan önce ürünü çevreleyen atmosferdeki gazların değiştirilmesi veya uzaklaştırılmasıdır (Öz ve Süfer, 2013).

Modifiye atmosfer paketlenme yöntemi; potansiyel raf ömrünü arttırarak ekonomik kayıpları azaltması, yüksek kaliteli ürün sağlaması, ürünlerin daha uzak mesafelere dağıtılması ve dağıtım masrafının azaltılması gibi birçok avantaja sahiptir. Bu yöntemin dezavantajı ise ek maliyet gerektirmesi, sıcaklık kontrolü gerekliliği, her ürün için farklı gaz formülasyonları gerektirmesi, özel ekipman ve eğitim gerektirmesidir (Farber, 1991).

Modifiye atmosfer paketlenme teknolojisine alternatif olarak son yıllarda aktif ambalajlama sistemleri üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır. Gıda ürünlerinin kalite özelliklerini korumak ve raf ömrünü arttırma amacıyla MAP teknolojisi ile aktif ambalajlama sistemleri birlikte kullanılmaktadır.

2.2. Aktif Ambalajlama

Aktif ambalajlama, tüketici ihtiyaçlarından ortaya çıkmış olup, ambalaj materyaline aktif bileşenlerin katılmasıyla gıdanın kalitesini en iyi şekilde koruyarak raf ömrünü uzatmayı hedefleyen ambalajlama tekniğidir (Ova ve Kaftan, 2011). Aktif ambalajlama sistemleri ile antimikrobiyal ve antioksidan aktivite, istenmeyen koku ve aroma maddelerini ambalaj içerisinden uzaklaştırma ve ambalaj içerisindeki oksijen, nem ve etilen konsantrasyonun kontrolü gibi birçok fonksiyon sağlanabilmektedir (Çelik ve Tümer, 2016). Aktif paketlenme sistemleri içerisinde tutucular ve yayıcılar yer almaktadır (Hempel ve ark., 2013; Yıldırım ve ark., 2018). Tutucular, oksijen, karbondioksit, etilen, nem gibi bozulma etmenlerine karşı kullanılan sistemlerken; yayıcılar karbondioksit, etanol, antioksidan ve antimikrobiyal yayıcı sistemlerden oluşmaktadır (Göncü ve Özkal, 2017).

Aktif ambalajlama sistemlerinden biri olan etilen tutucular ile meyve ve sebzelerin olgunlaştırılması geciktirilerek raf ömrü uzatılmaktadır. Etilen tutucu aktif ambalajlama sistemlerinin temel prensibi, paket içerisinde solunum sonucu biriken etilen gazının ambalaj içerisinden uzaklaştırılmasıdır (Chisacova ve Esmer, 2016).

Etilen tutucu aktif ambalajlama sistemlerinde potasyum permanganat, kil veya zeolit kullanılarak ambalaj içerisindeki etilen birikimi önlenmektedir (Karagöz ve Demirdöven, 2017). Killer katmanlı kristal yapıya sahiptir (Rios ve Vargas, 2011). Zeolit ise gözenekli 3 boyutlu kristal yapıda olup etilen tutma özelliğinin yanı sıra ambalaj filmine dahil edilmesi ile filmin gaz geçirgenliğinin artırıldığı da rapor edilmiştir (Yıldırım ve ark., 2018). Etilen tutucuların ana mekanizmalarından biri potasyum permanganat (%4-6) kullanımına dayanır (Prasad ve Kochhar, 2014; Svensson, 2004). Etken malzeme olan potasyum permanganat perlit, alümina, slikajel, zeolit ve aktif karbon gibi etilen absorpsiyon özelliğine sahip maddelere eklenerek kullanılmaktadır. Ancak potasyum permanganat toksik bir madde olduğu için gıdayla temas etmeyecek şekilde keseciklerin içinde kullanılması gerekmektedir (Küçük, 2006). Diğer bir yöntem ise zeolit ve oya taşı gibi mineral maddelerin ambalaj filmine eklenmesi prensibine dayanmaktadır. Bu şekilde film materyalinin geçirgenlik özellikleri geliştirilmekte, film malzemesine eklenmiş bu mineraller, etileni absorbe ederek ambalaj içerisinde etilen birikimini önleyebilmektedir (Zagory, 1995; Vermeiren ve ark., 1999; Üçüncü, 2007). Kore’de ‘Orega’ olarak adlandırılan zeolit, aktif karbon, kristobalit, klinoptilolit gibi mineral içeren, etilen tutucu özelliğe sahip ve ince gözenekli film geliştirilmiştir (Zagory, 1995; Brody ve ark., 2001; Svensson, 2004). Avusturya’da içeriğindeki mineral tanımlanmamış olan ‘ProFresh’ adında etilen tutucu film geliştirilmiş olup, ticari olarak birkaç ülkede kullanılmaktadır (Brody ve ark., 2001). Bir başka uygulama ise, aktif karbon tabanlı farklı metal kristalleri ile etilenin uzaklaştırılmasıdır (Ergün, 2016). Aktif karbon esaslı paladyum klorür içeren etilen tutucu sistemlerde, aktif karbon etileni absorbe etmekte ve etilen PdCl tarafından katalitik olarak parçalanmakta, böylece ambalaj içerisinde etilen birikimi engellenebilmektedir. Aktive edilmiş kömürün paladyum katalisti ile birleştirilmesinden elde edilen, meyve ve sebzeler için kullanılan ‘SedoMate’, ‘Neupalon’ ve ‘HatoFresh’ ticarileşmiştir (Ergün, 2016).

Etilen tutucular, hasat sonrası solunuma devam eden ve etilen gazı üreten meyve ve sebzelerin ambalajlanmasında kullanılmakta olup olgunlaşmayı geciktirerek meyve ve sebzelerin raf ömrünü arttırmaktadır. Ancak her meyve ve sebze yüksek oranda etilen üretmemekte ve üretilen etilene de yüksek oranda hassasiyet göstermemektedir. Bazı meyve ve sebzelerin etilen üretimi ve etilene karşı duyarlılığı yüksek, orta ve düşük olarak derecelendirilerek Tablo 2.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Bazı meyve ve sebzelerin etilen üretim düzeyi, etilen hassasiyeti ve etilen üretim oranı (Söylemezoğlu, 1998; Batu ve Şen, 2014)

Meyve ve Sebze	Etilen Üretim Düzeyi	Etilen Hassasiyeti	Etilen Üretim Oranı $\mu\text{l}/(\text{kg} \cdot \text{saat})$
Muz	O	Y	1,0-10,0
Kivi	D	Y	0,1-1,0
Armut	Y	Y	10,0-100,0
Elma	ÇY	Y	>100,0
Hıyar	D	Y	0,1-1,0
Kavun	O	Y	0,1-1,0
Şeftali	Y	Y	10,0-100,0
Kiraz	ÇD	D	0,01-0,1
Çilek	D	D	0,1-1,0
Brokoli	ÇD	Y	0,01-0,1
Brüksel lahanası	ÇD	Y	0.01-0.1
Havuç	ÇD	D	0.01-0.1
Patlıcan	D	O	0.1-1.0
Domates	O	Y	1.0-10.0

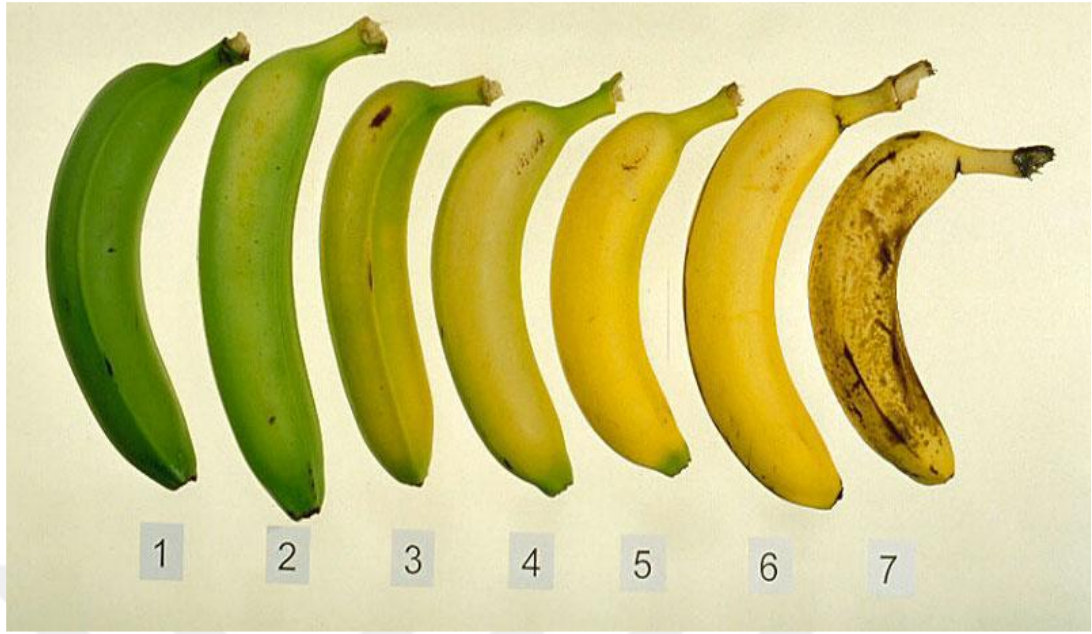
(Y: Yüksek, O: Orta, D: Düşük, ÇD: Çok düşük).

Çalışmada muz ve kivi meyvelerinin raf ömrünü arttırmak ve genel kalite özelliklerini korumak amaçlanmıştır. Tablo 2.1.'e göre muz ve kivi yüksek etilen hassasiyetine sahip meyvelerdir. Bu meyveler solunum ile birlikte etilen gazı üretmektedir. Muzun etilen üretimi orta düzeyde, kivinin ise düşüktür. Ancak etilen gazına karşı yüksek hassasiyet göstermeleri nedeniyle, bu ürünler ambalajlandığında açığa çıkan etilen gazından etkilenecek bozulmaktadırlar.

2.3. Muz Meyvesi

Muz, tropik iklim meyvesi olup, anavatanı Güney Çin, Hindistan ve Hindistan ile Avustralya arasında kalan adalardır (Subaşı ve ark., 2016). Türkiye’de ise Akdeniz Bölgesinde; Anamur, Bozyazı, Alanya, Gazipaşa, Kaledran, Çukurova, Hatay ve Erdemli bölgelerinde yetiştirilmektedir (Turkay, 2007). Muz, sofralık ve pastacılık alanındaki tüketiminden dolayı ve yüksek besin değeri açısından herkes tarafından sevilen önemli bir meyvedir. 100 g muz meyvesi %79 su, %0,58 protein, %17,64 karbonhidrat, %0,28 yağ içermekle birlikte yüksek oranda kalsiyum, demir, sodyum, potasyum (396 mg) ve A, B1, B2, B3 ve C vitamini bulunmaktadır (Onur, 2017). Muz meyvesi tam olgunlaşması beklenmeden hasat edilmektedir. Olgun iken hasat edildiğinde kabuğunda çatlamalara neden olmakta ve meyveler zarar görmektedir. Hasat edilen muz koyu yeşil renkte olmaktadır. Muz meyvelerine hasattan sonra olgunlaştırma yapılmaktadır. Olgunlaşma sırasında klorofilin yıkımıyla yeşil renk sarıya dönmekte, meyve eti yumuşamakta ve yeme olgunluğuna gelmektedir. Olgunlaşma evreleri Şekil 2.1.’de görüldüğü gibi 7 aşamadan oluşmaktadır (Karaşahin, 2013):

- 1. aşama yeşil dönem,
- 2. aşama açık yeşil dönem (nişasta şekere dönüşmeye başlar),
- 3. aşama yarı yeşil dönem (taşımaya uygun),
- 4. aşama $\frac{3}{4}$ ’ü sarı dönem (3-5° C saklama ortamında saklanabilir),
- 5. aşama sarı ama uçları yeşil dönem (manava gönderme zamanı),
- 6. aşama tam sarı dönem (müşteriye sunma için en uygun renk),
- 7. aşama kahverengi noktalı sarı renk, en fazla tat olan dönem.



Şekil 2.1. Muzun olgunlaşma aşamaları

2.3.1. Muzda yapılan MAP ve aktif ambalajlama çalışmaları

Yüksek solunum hızına sahip muz meyvesinin, etilen üretim oranı orta düzeyde, etilen hassasiyeti ise yüksektir. Etilene olan hassasiyeti nedeniyle yumuşayarak çürümeye başlar ve raf ömrü oldukça kısadır. Uygun depolama koşulları ve etilen tutucu aktif ambalajlama sistemleri ile paketleyerek raf ömrü arttırılmaya çalışılmaktadır. Muz meyvesi için önerilen depo koşulları; 12-14°C sıcaklık ve %85-95 bağıl nemdir. Ambalaj tepe boşluğunda oksijen oranı yüksek olduğunda meyve kabuk renginde kahverengileşme meydana gelmekte, solunum hızlanmakta ve yüksek miktarda etilen üretimi gerçekleşmektedir. Oksijen oranı %2'nin altına düştüğünde ise fermentasyona neden olabilmektedir. Bu nedenle, oksijen ve karbondioksit oranı önerilen oranda dengede tutularak, denge atmosferi kurulmalıdır. Ürünün solunumunu yavaşlatmak, mikroorganizma gelişimini önlemek ve hasat anındaki sıcaklığını daha hızlı şekilde depolama sıcaklığına indirmek için ön soğutma işlemi yapmak önemli bir husustur (Alkaş, 2006).

Falcao ve arkadaşlarının (2017) yaptığı çalışmada olgunlaşmanın 2. evresinde hasat edilen Prata Ana ve Grand Naine çeşidi muz meyveleri kullanılmıştır ve potasyum permanganat içeren keseler kullanılarak muzun raf ömrü üzerine çalışılmıştır. Muz

meyveleri etilen tutucu kese (KMnO_4) içeren PP ve etilen tutucu kese içermeyen PP ambalajlarda pasif modifiye atmosfer paketlenme yöntemi ile ambalajlanarak 13°C ve 27°C 'de %60 bağıl nemde 30 gün boyunca depolanmıştır. 13°C 'de depolanan KMnO_4 içeren ambalajdaki muzların suda çözünür kuru madde miktarı/ titrasyon asitliği (SÇKM/ TA) oranı (olgunlaşma göstergesi) Prata Ana ve Grand Naine çeşidi için sırasıyla 34,0 ve 66,9 iken, KMnO_4 içermeyen ambalajlarda bu değerler sırasıyla 38,8 ve 77,2 tespit edilmiştir. 27°C 'de depolanan her iki çeşit muzun SÇKM/ TA oranı KMnO_4 kullanımına bağlı olarak anlamlı farklılık göstermemiştir. Ancak, KMnO_4 kullanılarak ambalajlanan ve 13°C 'de depolanan muzlarda SÇKM/ TA oranının daha düşük tespit edilmesi etilen tutucu kese kullanımı ve düşük sıcaklıklarda depolamanın olgunlaşmayı geciktirdiğini ifade etmektedir.

Ketsa ve arkadaşlarının (2013) bir çalışmada, muzdaki (% 80 olgunlukta) etilen üretiminin kontrol altına alınması için 1-MCP uygulaması yapılmıştır. Muz meyveleri 1000, 1500, 2000 nLL^{-1} 1-MCP ile 25°C 'de 4 saat kapalı ortamda muamele edilmiştir ve 3 gruba ayrılmıştır. Birinci grup sadece 1-MCP uygulanmış meyveler, ikincisi sadece modifiye atmosfer paketlenme (MAP) uygulanan meyveler, üçüncüsü ise 1-MCP+MAP uygulanmış meyvelerdir. Ambalaj olarak polietilen torbalar kullanılmış ve ambalajlanan ürünler 14°C 'de depolanmıştır. Sonuç olarak pasif modifiye atmosfer ve 1-MCP uygulamaları ayrı ayrı uygulandığında her birinin raf ömrü 40 günken, iki yöntem kombine şekilde uygulandığında muzun raf ömrü 100 gün olarak belirlenmiştir ve çok daha düşük etilen üretimi ile sonuçlanmıştır.

Saravanan ve arkadaşlarının (2012) muz ile yaptığı bir çalışmada %90 olgunluktaki muz meyveleri 2 farklı uygulama ile ambalajlanarak $14-15^\circ\text{C}$ 'de depolanmıştır. İlk uygulamada termokol, filtre kâğıdı, kurutma kâğıdı, kil, hindistan cevizi özü, testere tozu, tebeşir gibi malzemeler KMnO_4 çözeltisinin içine batırılmıştır ve küçük keseler haline getirilerek PE torbalar içerisine muz meyveleri ile birlikte konulmuştur. Filtre kâğıdı kullanılarak hazırlanan etilen tutucu keseler ile ambalajlanan muzun raf ömrü 35 gün olarak tespit edilmiş olup olgunlaşmayı geciktirmede daha etkili olmuştur. Kontrol grubunda bu süre 19 gün olarak tespit edilmiştir. İkinci uygulamada ise %4, %6 ve %8 oranında balmumu, etilen tutucu kese (KMnO_4) ve sıcak su (52°C)

kombinasyonları (%4 balmumu, %6 balmumu, %8 balmumu, %4 balmumu+ etilen tutucu kese, %6 balmumu+ etilen tutucu kese, %8 balmumu+ etilen tutucu kese, %4 balmumu+ sıcak su+ etilen tutucu kese, %6 balmumu+ sıcak su+ etilen tutucu kese, %8 balmumu+ sıcak su+ etilen tutucu kese) kullanılarak meyveler PE torbalarda ambalajlanmıştır. İkinci uygulamada %6 balmumu+ sıcak su+ etilen tutucu kese kombinasyonu (farklı konsantrasyonda balmumu+ sıcak su+ etilen tutucu kombinasyonlarına göre) ile ambalajlanan muz meyvelerinin daha uzun süre (54 gün) yeşil yapısı korunmuş ve olgunlaşması geciktirilmiştir.

2012 yılında Gökkurt tarafından yapılan doktora tezinde LDPE ambalaj materyaline etilen tutucu özelliği olan 6 farklı zeolit minerali eklenmiş ve muz meyvesinin raf ömrü üzerine çalışılmıştır. Bu zeolit türleri ilk üç grupta LDPE içerisine ağırlıkça % 4 oranında, kalan üç grupta ise % 8 oranında katılmıştır. Ayrıca ambalaj materyalinde meydana gelen buğulanmayı önlemek amacıyla buğu önleyici katkı ve ambalajda meydana gelebilecek mikrobiyel aktiviteyi engellemek için 3 farklı antimikrobiyel katkı (kimyasal bileşimleri; toz ve sıvı nano gümüş iyonu ve toz zeolit gümüş iyonu içeren) LDPE ambalaj materyali içerisine eklenmiştir. 50µm kalınlıkta ve 260x370 mm ölçüde LDPE film kullanılarak muz pasif modifiye atmosfer yöntemi ile ambalajlanmıştır ve 15°C’de 14 gün depolanmıştır. Katkısız LDPE ile ambalajlanmış ürünler kontrol grubu olarak ayrılmıştır. Kontrol grubu örneklerinin bulunduğu katkısız LDPE içerisinde ilk günün sonunda oksijen seviyesi azalmış ve fermentasyon başlamıştır. Buna bağlı olarak muzun tat, koku ve aromasında bozulmaların meydana geldiği duyusal analiz ile desteklenmiştir. Katkılı LDPE ambalajlarda ise 14 günün sonunda oksijen ~%13 ve karbondioksit ~%12 seviyesinde denge atmosferi oluşmuştur. Böylece ürünlerin duyusal özellikleri 14. günün sonunda kabul edilebilir bulunmuştur. Sonuç olarak, LDPE ambalajlara gaz geçirgenlik özelliği kazandırılarak, gerekli atmosfer ortamı sağlanmıştır ve muzun raf ömrü 14 güne kadar uzatılmıştır.

Prill ve arkadaşlarının 2012 yılındaki çalışmasında muz meyvesinin hasat sonrası kalitesini korumak ve raf ömrünü uzatmak amacıyla farklı uygulamalar kullanılarak muz meyvesi modifiye atmosfer ile paketlenmiştir. Yapılan uygulamalar; T1: kontrol

(açık), T2: LDPE, T3: LDPE+ etilen tutucu kesecik (potasyum permanganat), T4: LDPE+ vakum, T5: LDPE+ etilen tutucu kesecik+ vakumdan oluşmaktadır. Analizler 5 günde tekrarlanmıştır ve ürünler $12\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de $\%93\pm2$ bağıl nemde 35 gün depolanmıştır. Depolamanın 15. gününde en yüksek etilen konsantrasyonu ($\sim 5,5$ ppm) kontrol örneklerinde ölçülürken, 20. günde kontrol, LDPE, LDPE+ etilen tutucu kese, LDPE+ vakum, LDPE+ vakum+ etilen tutucu kese uygulamaları için sırasıyla etilen konsantrasyonları $\sim 0,2$ ppm, ~ 7 ppm, $\sim 0,3$ ppm, ~ 6 ppm ve $\sim 0,3$ ppm olarak tespit edilmiştir. En az kütle kaybı etilen tutucu kese içeren LDPE film ile ambalajlanmış ve etilen tutucu kese içeren vakum ile paketlenmiş muzda tespit edilmiş olup sırasıyla, $\sim \%2,5$ ve $\sim \%3$ 'tür. Sonuç olarak etilen tutucu keseciklerin kullanımının muzun olgunlaşmasını geciktirmede etkili olduğu belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan vakum pakitleme yöntemi klimakterik meyve ve sebzelerin ambalajlanması için uygun bir yöntem değildir. Çünkü klimakterik meyve ve sebzeler hasat sonrasında solunuma devam ederek ambalaj tepe boşluğundaki oksijeni kullanmaktadır. Ambalajlı ürünleri mümkün olduğunca taze tutmanın yolu taze meyve ve sebzelerin solunum oranını en aza indirmektir. Ancak vakum pakitleme gibi ambalaj içerisindeki oksijenin sıfırlandığı bir yöntem tercih edildiğinde anaerobik solunumun başlamasına neden olmaktadır. Anaerobik solunum sonucu etil alkol gibi çeşitli metabolitler oluşur ve meyve ve sebzelerin tat ve aroması olumsuz bir şekilde etkilenmektedir. Bu nedenle taze meyve ve sebzelerin ambalajlanmasında vakum pakitleme yerine ambalaj içerisinde meyve ve sebzelerin solunuma devam etmesi için gerekli oksijenin sağlandığı ambalajlama yöntemleri tercih edilmelidir. Vakumlu ambalajlarda etilen ölçümünün nasıl yapıldığı da pek anlaşılır bulunmamıştır.

Elamin'in 2006 yılındaki çalışmasında muz meyveleri gözenekli ve gözeneksiz PE film ile kaplı karton kutular kullanılarak, 2 farklı şekilde KMnO_4 (granüler veya filtre kağıdına absorbe edilmiş şekilde) uygulaması ile $18\pm2^{\circ}\text{C}$ ve $\%90$ bağıl nemde depolanmıştır. Kontrol örnekleri en düşük yumuşama seviyesine ($0,8 \text{ kg/cm}^2$) depolamanın 10. gününde ulaşırken, filtre kağıdına absorbe edilmiş KMnO_4 kullanılarak gözenekli PE film ile kaplı kutulardaki örnekler aynı seviyeye depolamanın 16. gününde, granüler KMnO_4 kullanılarak gözenekli PE film ile kaplı

kutulardaki örnekler depolamanın 18. gününde, filtre kağıdına absorbe edilmiş KMnO_4 kullanılarak gözeneksiz PE film ile kaplı kutulardaki örnekler aynı seviyeye depolamanın 20. gününde, granüler KMnO_4 kullanılarak gözeneksiz PE film ile kaplı kutulardaki örnekler aynı seviyeye depolamanın 22. gününde ulaşmıştır. Muz meyvesinin yumuşamasını, olgunlaşmasını geciktirmede ve meyvenin raf ömrünü uzatmada granüler yapıda KMnO_4 kullanımı ve gözeneksiz PE ile kaplı kutularda ambalajlama en etkili yöntem olmuştur.

2006 yılında Küçük tarafından yapılan yüksek lisans tezinde muz meyvesinin etilen tutucu sistem kullanılarak raf ömrü üzerine çalışılmıştır. Etilen tutucu özelliği olan zeolitler çekiçli değirmende dövülüp elekten geçirilmiş ve 1-3 mm olan zeolitler kullanılmıştır. Zeolitlere 0,2 ml KMnO_4 / g zeolit olacak şekilde KMnO_4 emdirilmiştir. Gıdyla temas etmesini engellemek amacıyla kuşe poşetlere konularak vakumsuz ortamda ısıyla kapatılmıştır. Daha sonra muz meyvesi HDPE buzdolabı poşetine konularak etilen tutucu kuşe poşette içine yerleştirilmiştir ve ambalajlanmış ürünler 4°C ve 21°C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Sonuç olarak 4°C’de depolanan muzun kütle kaybı arasında istatistiksel açıdan fark yokken, 21°C’de depolanan KMnO_4 ’lı zeolit ile paketlenmiş muzun kütle kaybı (~1,70%) kontrol örneklerine (~2,10%) göre daha az bulunmuştur. KMnO_4 ’lı zeolit ile paketlenmiş muzda renk değişiminin kontrol örneklerine göre daha az olması, KMnO_4 ’lı zeolit ile paketlenmenin ürünün renk kalitesini olumlu etkilediğini göstermiştir. 4°C ve 21°C sıcaklıkta depolanan KMnO_4 ’lı zeolit ile paketlenmiş muzun C vitamini (~1 mg/ 100 ml) değeri kontrole (~0,50 mg/ 100 ml) göre daha yüksek bulunmuştur. Her iki sıcaklıkta depolanan muzun meyve sertliğine bakıldığında da KMnO_4 ’lı zeolit ile paketlenmiş muzlar kontrole göre daha sert (kontrol örnekleri batma derinliği: 120 mm, KMnO_4 ’lı zeolit ile paketlenmiş örnekleri batma derinliği: ~90 mm) bulunmuştur.

2.4. Kivi Meyvesi

Kivi, *Actinidia deliciosa* ve diğer *Actinidia* türleri arası melezlerden elde edilen meyvelerin ortak adıdır. Anavatanı Çin'dir. Türkiye'de ise en çok Doğu Karadeniz Bölgesinde yetiştirilir. Çeşitlere göre değişmekle birlikte meyve 4-5 cm eninde, 6-9 cm boyunda ve 40-150 g ağırlığındadır. %80 oranında su ve %20 oranında kuru madde içermektedir (Alkaş, 2006). Dünyada üretimi en yaygın olan kivi çeşidi Hayward çeşididir.

Kivi, vitamin ve mineral yönünden zengin, üretimi ve tüketimi son yıllarda hızla artış gösteren düşük kalorili bir meyvedir (Sezer ve ark., 2017). Kivi meyvesindeki en dikkat çekici unsur C vitamini içeriğidir ve 100 gramında ortalama 100-400 mg C vitamini bulunmaktadır. Kivi meyvesinin suda çözünen kuru madde miktarı %12,2-15,8 arasında olup, yeme olgunluğundaki kivi meyvesinde %14 civarındadır (Ekşi ve Özen, 2012). pH değeri 3,11-3,47 olan kivi meyvesinde toplam asitlik ise 12,5- 17,9 g/kg (susuz sitrik asit olarak) arasında bulunmaktadır (Ekşi ve Özen, 2012). Hakim olan asit sitrik asittir (Yılmaz, 2016).

2.4.1. Kivide yapılan MAP ve aktif ambalajlama çalışmaları

Öz ve Eriş'in, 2009 yılındaki çalışmalarında 'Hayward' kivi çeşidinin 20°C'de düşük solunum hızına sahip olduğu ve en yüksek solunum hızının 25 mg CO₂/kg.h olduğu saptanmıştır. Solunum hızı düşük olan kivi meyvesinin depolama sırasında raf ömrünü etkileyen en önemli unsur etilen gazıdır. Klimakterik meyve olan kivi, hasat sonrası solunuma devam ederek etilen gazı üretir. Tablo 2.1.'de görüldüğü gibi, kivi meyvesinin etilen üretim oranı düşük düzeyde olup, etilene olan duyarlılığı yüksektir. Bu durumda kivi meyvesi ambalajlandığında orta seviyede de olsa üretilen etilenden, yüksek duyarlılığı nedeniyle etkilenerek solunum hızlanır, ürün hızlı şekilde olgunlaşır ve bozulmaya başlar. Uygun depolama koşulları ve etilen tutucu aktif ambalajlama sistemleri sayesinde kivi meyvesinin raf ömrü arttırılmaktadır. Kivi meyvesi için optimum depolama koşulları olarak 0-5°C sıcaklık, %95 bağıl nem, %3-5 CO₂ + %2-3 O₂ önerilmektedir (Alkaş, 2006). Etilen, kivi meyvesinin raf

ömrünü etkileyen çok önemli bir unsurdur. Çünkü meyve 20°C’de 1 ppm gibi çok düşük etilen miktarlarında bile birkaç saat içinde hızla olgunlaşma göstermektedir (Crisosto ve Kader, 1999; Yıldırım, 2010). Ayrıca meyveler depolanmadan önce ön soğutma yapılarak hasat anındaki sıcaklığının depolama sıcaklığına kısa sürede düşürülmesi sağlanmaktadır. Böylece, ön soğutma ile meyvenin solunum hızı yavaşlatılmakta, su kaybı azaltılmakta, bozulmaya neden olan mikroorganizma gelişimi azaltılmakta ve etilen gazı üretimi yavaşlatılmaktadır.

Sezer ve arkadaşlarının 2017 yılındaki çalışmasında kivi meyvesinin etilen tutucu film ile ambalajlanarak raf ömrünün uzatılması amaçlanmıştır. Etilen tutucu LDPE film (zeolit katkılı) ve katkısız LDPE film kullanılarak pasif modifiye atmosfer yöntemi ile kiviler ambalajlanmıştır ve 4°C’de 20 gün depolanmıştır. Yapılan analizler sonucunda en önemli fark duyuşal özelliklerde ortaya çıkmıştır. Ambalajsız ve katkısız PE ambalajlı kivilerin raf ömrü 15 gün, zeolit katkılı PE ambalajlı kivilerin ise en az 20 gün olarak tespit edilmiştir.

4°C’de 42 günlük depolamanın kivi meyvelerinin kalite özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, kiviler nanokompozit bazlı ambalaj (nano gümüş, nano-TiO₂ ve montmorillonit karışımı) ve kontrol grubu olan polietilen ambalaj ile paketlenmiştir. Kütle kaybı, yumuşama, renk değişimi ve suda çözünebilir kuru madde analiz sonuçları nanokompozit esaslı ambalajın olgunlaşmayı önemli ölçüde geciktirdiğini göstermiştir. Nanokompozit esaslı ambalajın hasat sonrası depolamada olgunlaşmaya bağlı çürümeleri azalttığı ve kivi meyvesinin kalitesini koruduğu ifade edilmiştir (Hu ve ark., 2011).

Ramin ve arkadaşlarının 2010 yılındaki çalışmalarında, ‘Hayward’ çeşidi kivi meyvesi kullanılmıştır. İlk 4 grup ambalajlanmadan önce 6 saat boyunca yüksek basınç işlemine tabi tutulurken, diğer 4 grup yüksek basınç işlemine tabi tutulmamıştır. 1 kg meyve başına 0 g, 3 g, 6 g ve 12 g potasyum permanganat içeren etilen tutucu keseler 40 µm kalınlığında polietilen torbalar içine konularak paketlenmiştir. Meyveler 20°C’de 4 hafta depolanmıştır. Sonuç olarak, yüksek basınç işlemi uygulanan ve potasyum permanganat içeren PE ambalajdaki örnekler daha

yüksek sertliğe sahip bulunmuştur. Yüksek basınç işlemi uygulanan ve potasyum permanganat içeren PE ambalajdaki örneklerin SÇKM'si düşük basınç işlemi uygulanan ve potasyum permanganat içeren PE ambalajdaki örneklerin SÇKM'sine göre daha yüksek bulunmuştur. Matsumoto ve arkadaşları (1983) tarafından düşük basınç işlemi ile nişastanın çözünebilir kuru maddeye dönüşmesinin önlenebildiği ifade edilmiştir. Ayrıca potasyum permanganatın artan konsantrasyonları ile kivi meyvesinin çürümesi yavaşlamıştır.

Bal ve Çelik tarafından 2010 yılında yapılan bir çalışmada, kivi meyveleri farklı oranlarda salisilik asit (0,5 mM/ 1 mM) ile muamele edilerek etilen tutucu kese içeren LDPE film ile ambalajlanmıştır ve 0°C'de %85-95 bağıl nemde 200 gün depolanmıştır (G1: kontrol, G2: etilen tutucu kese içeren LDPE film, G3: 0,5 mM salisilik asit ile muamele edilen LDPE film, G4: 1 mM salisilik asit ile muamele edilen LDPE film, G5: 0,5 mM salisilik asit+ etilen tutucu kese içeren LDPE film, G6: 1 mM salisilik asit+ etilen tutucu kese içeren LDPE film). Kontrol örneklerinde yumuşama, suda çözünür kuru madde miktarı, askorbik asit içeriği ve şeker içeriğindeki azalma salisilik asit ve KMnO_4 kullanılarak ambalajlanan örneklerle göre daha hızlı gerçekleşmiştir ve kontrol örneklerinin raf ömrü 160 gün olarak tespit edilmiştir. Salisilik asit ve etilen tutucu kese kullanımının (0,5 mM salisilik asit+ etilen tutucu kese ve 1 mM salisilik asit+ etilen tutucu kese) meyve kalitesindeki kayıpları en aza indirdiği ve kalitenin 200 gün muhafaza edilebildiği tespit edilmiştir.

2006 yılında Küçük tarafından yapılan yüksek lisans tezinde, etilen tutucu sistem kullanılarak kivi meyvesinin raf ömrü üzerine çalışılmıştır. 1-3 mm olan zeolitlere 0,2 ml KMnO_4 / g zeolit olacak şekilde KMnO_4 emdirilmiştir. KMnO_4 emdirilen zeolitler, ambalaj içerisine konulan meyve ağırlığının %5 ve %10'u oranında tartılarak gıdyla temas etmesini engellemek amacıyla kuşe poşetlere konulmuştur ve vakumsuz ortamda ısıyla kapatılmıştır. Kontrol grubu ambalajlar, etilen tutucu kese yerleştirilmeden ambalajlanmıştır. Diğer gruplar ise, HDPE film içerisine etilen tutucu keseler (%5 ve %10 zeolit) yerleştirilerek paketlenmiştir. Örnekler +4°C ve 21°C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. %10 oranında KMnO_4 içeren keseler ile

paketlenen kivilerin C vitamini değeri ve suda çözünür kuru madde miktarı daha yüksek bulunmuştur. Etilen tutucu içeren torbalardaki kivi meyvelerinin sertliği kontrole göre daha yüksek bulunmuştur. Etilen tutucu içeren torbalardaki kivi meyvelerinin L*, a*, b* değerleri arasında önemli bir değişim tespit edilmemiştir. Kivideki kütle kaybı değerleri ise, istatistiksel açıdan farklı bulunmamıştır.

Pekmezci ve arkadaşlarının (2004) yaptığı çalışmada, %7,0 değerinde brikse sahip 'Hayward' çeşidi kivi meyveleri kullanılmıştır. Kivi meyveleri etilen tutucu küçük keseler (KMnO_4 içeren) içeren PE torba, etilen tutucu bulunmayan gözenekli PE torba ve etilen tutucu içermeyen plastik kutular (kontrol grubu) kullanılarak paketlenmiştir ve 0°C 'de %90 bağıl nemde depolanmıştır. Kütle kaybı, briks, tekstür, titrasyon asitliği, askorbik asit tayini ve gözenekli olmayan PE torbalarda CO_2 ve O_2 gazı ölçülmüştür. Sonuç olarak, en yüksek kütle kaybı kontrol örneklerinde görülürken, en düşük kütle kaybı ise etilen tutucu içeren ambalajlarda belirlenmiştir. 6 aylık depolama sonunda en yüksek sertlik değerine sahip meyveler etilen tutucu içeren ambalajdaki meyveler olarak tespit edilmiştir. Çözünebilir kuru madde miktarı tüm uygulamalarda artış göstermiş olup, en yüksek değer (%14) etilen tutucu içeren PE torbalarda tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre etilen tutucu içeren torbalardaki meyvelerin yumuşaması önemli ölçüde azalmıştır ve bu koşullar altında kivi meyveleri 6 aya kadar muhafaza edilebilir bulunmuştur.

Etilen tutucu sistemlerin kullanımının diğer meyve ve sebze çeşitlerinin raf ömrü üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalar aşağıda yer almaktadır.

Sharma ve Sharma'nın 2016 yılındaki çalışmasında 'Santa Rosa' çeşidi erikte etilene bağlı olgunlaşmayı önlemek amacıyla raf ömrü çalışılmıştır. Erikler hasat edildikten sonra CFB (corrugated fiber box) ile paketlenmiştir. Erik meyveleri hiçbir işlem olmaksızın 21 gün soğukta (2°C , 90 ± 5 bağıl nemde) depolanmıştır. Meyveler 7., 14. ve 21. günlerde salisilik asit (2 mM SA), nitrik oksit (0.5 mM NO) ile muamele edilmiş ve etilen tutucu kesecikler meyve paketlerine yerleştirilmiştir. İşlemlerden sonra erikler süpermarket koşullarında ($20\pm 1^\circ\text{C}$, 90 ± 5 bağıl nemde) depolanmış ve meyvelerde 2 gün aralıkla analiz yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda en iyi meyve

kalitesi ve en düşük çürüme kaybı 7. günde salisilik asit ile muamele edilen eriklerde gözlenmiştir. Uygulamalar arası farklara bakıldığında ise salisilik asit uygulanan erikler en yüksek meyve sıklığı ve en düşük solunum hızına sahip bulunmuştur. Sonuç olarak 7., 14. ve 21.günde salisilik asit ile muamele edilen eriklerin raf ömrü sırasıyla 10, 6 ve 4 olarak tespit edilmiştir.

2015 yılında Demir tarafından yapılan yüksek lisans tezinde harici etilen tutucu kullanılarak domatesin raf ömrü üzerine çalışılmıştır. Çalışmada farklı oksijen ve su buharı geçirgenliği (CPP, OTR: 3000 ml/m²gün, WVTR: 7,5 g/ m²gün, CPP, OTR: 4100 ml/m²gün, WVTR: 11 g/ m²gün) olan 23x35 cm boyutlarında iki dökme propilen ambalaj filmi kullanılmıştır. 500 g örnek ile birlikte Fresh Pod (Fresh Pod Ltd, Norwich, İngiltere) etilen tutucu kesecikler ambalaj içerisine yerleştirilmiştir. Sonrasında pasif ve aktif MAP (%5 CO₂+ %5 O₂+ %90 N₂) uygulanarak 10° C’de 28 gün depolanmıştır. İki farklı ambalaj malzemesinin kullanıldığı çalışmada genel olarak uygulamalar arasında önemli farklılık gözlenmemiştir. Ürünün renk ve tekstürünün korunması açısından aktif MAP’ın daha etkili olduğu belirlenmiştir. Su buharı geçirgenlik oranı daha düşük olan ambalaj filmindeki örneklerde kütle kaybı daha düşük bulunmuştur. Depolama süresi sonunda etilen tutucu kese içeren ambalajlardaki etilen konsantrasyonu, etilen tutucu kese içermeyen ambalajlara göre daha düşük tespit edilmiş olup sırasıyla ~2 ppm, ~19 ppm bulunmuştur. OTR’si düşük olan film ile ambalajlanan tüm uygulamalar 14.günde kabul edilebilir sınırın üzerindeyken, diğer ambalaj filmi ile paketlenen örneklerde ise sadece etilen tutucu kese içeren uygulama kabul edilebilir bulunmuştur. En iyi sonuç ise OTR’si düşük olan ambalaj kullanılarak oksijeni düşürülmüş atmosfer altında paketlenen uygulamada alınmıştır. Sonuç olarak karbondioksit oranı artırılmış aktif modifiye atmosfer paketlemenin Tyty F1 çeşidi domateslerin kalite özelliklerini korumada daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Salamanca ve arkadaşlarının (2014) çalışmasında üç farklı KMnO₄ konsantrasyonu (%0,5, %1,0, %1,5) ve üç farklı oranda zeolit (%0,5, %1,0, %1,5) kullanılarak Chonto domates thermoform polietilen tetraftalat (PET) tabaklar ile ambalajlanmış ve 18°C’de %85 bağıl nemde 28 gün depolanmıştır. Sonuçlara göre en düşük kütle

kaybı %1 zeolit+ %1 KMnO_4 içeren ambalajdaki ürünlerde tespit edilmiştir. %1,5 zeolit+ % 0,5 KMnO_4 içeren ambalajdaki ürünler daha sert bulunmuştur. Suda çözünür kuru madde miktarı en düşük %1 zeolit+ %1,5 KMnO_4 içeren ambalajdaki ürünlerde tespit edilirken, en yüksek asitlik %1 zeolit+% 0,5 KMnO_4 içeren ürünlerde bulunmuştur. Sonuç olarak zeolit+ KMnO_4 kullanımı ile domateste olgunlaşmanın yavaşladığı ve asitlik değerini korumada etkili olduğu tespit edilmiştir.

Jacobsson ve arkadaşları (2004) OPP, PVC, etilen tutucu kese içeren LDPE ve zeolit katkılı LDPE (etilen tutucu özelliğe sahip torba ambalaj, PEAKfresh) olmak üzere 4 farklı ambalaj malzemesini ve 4°C ve 10°C'de %90 bağıl nemde 4 hafta depolamanın brokoli raf ömrüne etkisini incelemişlerdir. En kısa raf ömrü PVC ambalaj ile paketlenen örneklerde gözlenmiştir (4°C'de 1 hafta ve 10°C'de 4 gün). Brokolinin 4°C'deki en uzun raf ömrü (15 gün) OPP ambalaj ile paketlenen uygulamada tespit edilirken, 10°C'deki en uzun raf ömrü (9 gün) ise PEAKfresh LDPE ambalajların kullanıldığı uygulamada tespit edilmiştir.

Silva ve arkadaşlarının 2009 yılındaki çalışmasında, etilen tutucu kullanarak papaya meyvesinin raf ömrü incelenmiştir. Papaya meyvesi HDPE film kullanılarak ambalajlanmış ve KMnO_4 emdirilmiş (0 g, 0.5 g, 1.0 g, 1.5 g, 2.0 g) kesecikler ambalajların içine yerleştirilerek 10°C'de %90 bağıl nemde 25 gün depolanmıştır. Depolama sonunda ambalaj başına 0,5 g KMnO_4 kullanımının olgunlaşmayı geciktirerek papaya kalitesini korumada yeterli olacağı tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada aktif karbonun, potasyum permanganatın ve doğal zeolitlerin 2°C'de etilen adsorpsiyonu incelenmiş, zeolitın etilen gazını potasyum permanganat ve aktif karbona göre daha iyi adsorpladığı saptanmıştır (Erdoğan, 2005).

Yapılan tüm araştırmalar göz önünde bulundurulduğunda çalışmaların çoğunun etilen tutucu kese kullanımı ile ambalaj içerisinde üretilen etilenin uzaklaştırılarak raf ömrünü uzatmaya yönelik olduğu görülmektedir. Etilen tutucu aktif ambalajlama sistemlerinden biri olan ambalaj filmine etilen tutucu özellik kazandıran çeşitli

minerallerin eklenmesi ile meyve ve sebzelerin raf ömrünün arttırılması üzerine literatürde fazla çalışma yer almamaktadır. Bu nedenle bu iki etilen tutucu yöntemin çalışmada birlikte yer almasının ürünlerin raf ömrü ve kalite özelliklerinin kıyaslanabilmesi adına daha yararlı olacağı düşünülmektedir.



BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada (Şekil 2.1.) 6. aşama olan yeme olgunluğunda muz kullanılmıştır. Muz, Sakarya'da yerel bir marketten tedarik edilmiş olup, 'Dwarf Cavendish' çeşidi Anamur muzudur. Depolamanın bir gün öncesinden Sakarya Üniversitesi, Gıda ambalajlama laboratuvarına getirilen muz meyveleri 13°C'de ön soğutma işlemine tabi tutulmuştur.

%13-14 kuru madde içeren yeme olgunluğundaki 'Hayward' çeşidi kivi meyveleri ise Sakarya meyve ve sebze halinden tedarik edilmiştir. Depolamanın bir gün öncesinden Sakarya Üniversitesi, Gıda ambalajlama laboratuvarına getirilen kivi meyveleri 4°C'de ön soğutma işlemine tabi tutulmuştur.

Çalışmada muz ve kivi için iki farklı ambalaj malzemesi test edilmiştir. Katkısız LDPE ambalaj filmi Sümer Plastik A.Ş.'den (İstanbul, Türkiye) temin edilmiştir. Ambalaj filminin kalınlığı 25µm, oksijen geçiş oranı (OTR) 23°C ve %0 bağıl nemde 4500 cc/m²/gün, su buharı geçiş oranı (WVTR) 37,8±1,1°C ve %90 bağıl nemde 7,36 g/m²/gün'dür. İkinci ambalaj materyali ise etilen tutucu özelliğe sahip LDPE torbalar, PEAKfresh (Peakfresh Products, Almanya) firmasından tedarik edilmiştir. PEAKfresh, gaz geçirgenliğini önemli ölçüde artıran, etilen gazının uzaklaştırılmasına izin veren zeolit katkılı düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) filmidir. PEAKfresh torbanın kalınlığı 25µm, oksijen geçiş oranı (OTR) 22°C ve % 0 bağıl nemde 23000-24000 cc/m²/gün, su buharı geçiş oranı (WVTR) 22°C ve % 90 bağıl nemde 25-27 g/m²/gün, etilen tutma oranı 22°C ve % 90 bağıl nemde 3900 cc/m²/gün'dür. 5 g'lık potasyum permanganat içeren ve 6.5 cm x 6.5 cm

boyutlarındaki etilen tutucu keseler (emilim kapasitesi: 3 litre/kg granül) Sensitech Inc. (Hollanda) firmasından tedarik edilmiştir.

3.2. Yöntem

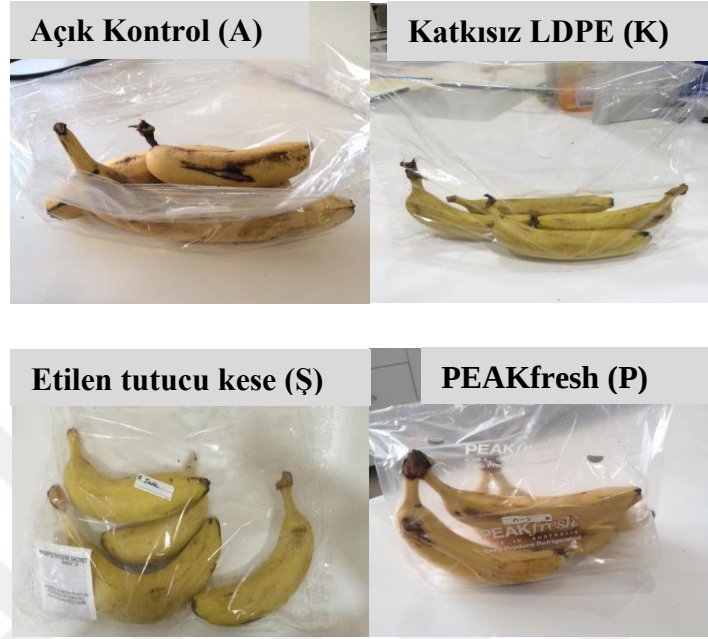
3.2.1. Ambalaj materyallerinin hazırlanması

PEAKfresh LDPE ambalaj malzemesi 30 cm x40 cm boyutlarında torba ambalaj olarak temin edilmiştir. Film halinde bulunan katkısız LDPE film ise ısıtılma makinası (Mec Constant Heat Sealer, Tayvan) ile 100°C’de 30 cm x 40 cm boyutunda torba haline getirilmiştir. Torba haline getirilen ambalajlarda kaynak sızdırmazlığı boya penetrasyon testi (sızdırmazlık) ile belirlenmiştir. Boya penetrasyon test yönteminde 0,5 g Rodamin B boyası (Merck, Almanya) 100 ml isopropanol içinde çözündürüldükten sonra süzülerek boya çözeltisi hazırlanmıştır. Boya çözeltisi kaynak bölgesine ince bir pipet yardımıyla 1-2 damla uygulanıp yaklaşık 10 dakika beklendikten sonra boyanın dışarıya sızıp sızmadığı görsel olarak kontrol edilmiştir. Boya penetrasyon testi FDA-BAM’a göre yapılmıştır (Arndt, 2001).

3.2.2. Muz meyvesinin ambalajlanması

Muz ambalajsız (açık kontrol), LDPE ambalajlı (ambalajlı kontrol), etilen tutucu kese içeren LDPE ambalajlı ve zeolit katkılı LDPE (etilen tutucu LDPE) ambalajlı olmak üzere 4 grup oluşturularak Şekil 3.1.’deki gibi ambalajlanmıştır. Her torbada yaklaşık 650-700 g (4 adet) muz olacak şekilde pasif MAP (%21 O₂, %79 N₂) ile ısıtılma makinası (Mec Constant Heat Sealer, Tayvan) kullanılarak ambalajlanmıştır. Ambalaj boyutu 30 cm x 40 cm ve ürün miktarı/tepe boşluğu oranı 1:1.5 olacak şekilde ön denemeler sonucunda belirlenmiştir ve ambalajlama yapılmıştır. Her gruptan 3 paralel oluşturulmuştur. Ambalajlanan muzlar 13°C ve % 50 bağıl nemli ortamda 12 gün süre ile depolanmıştır ve 0, 3, 6, 9 ve 12. günlerde fizyolojik, fiziksel, kimyasal ve duyuşsal analizler yapılmıştır. Her analiz günü 4

gruptan 3 paralel olacak şekilde 12 örnek analiz edilmiştir. Kütle kaybı analizi için örnekler her gruptan 3 paralel olacak şekilde ayrı bir set hazırlanmıştır.



Şekil 3.1. Açık ve ambalajlı muz uygulamaları

- A: Ambalajsız örnekler (açık kontrol),
- K: LDPE film (ambalajlı kontrol)+ pasif MAP,
- Ş: Etilen tutucu kese (şase) içeren LDPE film+ pasif MAP,
- P: Zeolit katkılı LDPE film (etilen tutucu LDPE)+ pasif MAP

3.2.3. Kivi meyvesinin ambalajlanması

Kivi meyveleri ambalajsız (açık kontrol), LDPE ambalajlı (ambalajlı kontrol), etilen tutucu kese içeren LDPE ambalajlı ve zeolit katkılı LDPE (etilen tutucu LDPE) ambalajlı olacak şekilde her ambalaj grubu hem aktif hem pasif modifiye atmosfer yöntemiyle ambalajlanarak Şekil 3.2.'deki gibi 7 grup oluşturulmuştur. Pasif (hava atmosferi: %21 O₂, %79 N₂) modifiye atmosfer yöntemiyle paketlemede ısı kaynaklama makinası (Mec Constant Heat Sealer, Tayvan) kullanılarak ambalajlama yapılmıştır. Aktif modifiye atmosfer yönteminde ise %5 O₂, %5 CO₂, % 90 N₂ gaz karışımı kullanılarak MAP cihazı (Reepack, Model RV-300, İtalya) ile

paketlenmiştir. Her ambalaja yaklaşık 700 g (6 adet) kivi meyvesi konulmuştur. Ambalaj boyutu 30 cm x 12 cm ve ürün miktarı/tepe boşluğu oranı 1:1/2 olacak şekilde ön denemeler sonucunda belirlenmiştir ve ambalajlama yapılmıştır. Her gruptan 3 paralel oluşturulmuştur. Ambalajlanan kiviler 4°C ve % 50 bağıl nemli ortamda 30 gün süre ile depolanmıştır ve 0, 5, 10, 15, 20, 25 ve 30. günlerde fizyolojik, fiziksel, kimyasal ve duyu analizler yapılmıştır. Kütle kaybı analizi için örnekler her gruptan 3 paralel olacak şekilde ayrı bir set olarak hazırlanmıştır.



Şekil 3.2. Açık ve ambalajlı kivi uygulamaları

A: Ambalajsız örnekler (kontrol)

KP: LDPE film + pasif MAP (%21 O₂, %79 N₂) (ambalajlı kontrol)

KA: LDPE film + aktif MAP (%5 O₂, %5 CO₂) (ambalajlı kontrol)

ŞP: Etilen tutucu kese (şase) içeren LDPE film+ pasif MAP (%21 O₂, %79 N₂)

ŞA: Etilen tutucu kese (şase) içeren LDPE film+ aktif MAP (%5 O₂, %5 CO₂)

PP: Zeolit katkılı LDPE film (etilen tutucu LDPE)+ pasif MAP (%21 O₂, %79 N₂)

PA: Zeolit katkılı LDPE film (etilen tutucu LDPE)+ aktif MAP (%5 O₂, %5 CO₂)

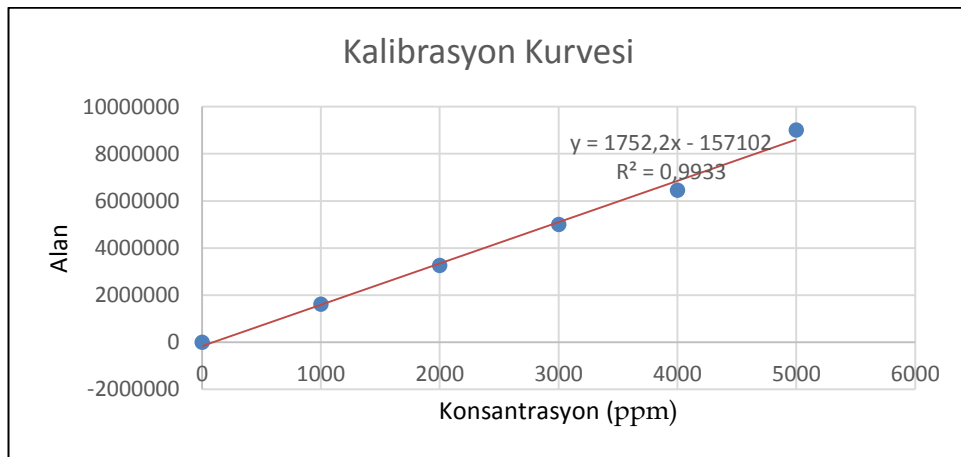
3.3. Analizler

3.3.1. Tepe boşluğu oksijen ve karbondioksit konsantrasyonu (%)

Torba ambalajların tepe boşluğu oksijen ve karbondioksit konsantrasyonları (%v/v) gaz analizörü (Witt Oxybaby, Almanya) kullanılarak izlenmiştir. Üzerine septum yapıştırılan torba ambalajlara gaz analizörünün iğnesi ile girilerek tepe boşluğundaki gazın ölçümü yapılmıştır. Her bir grubun üç paraleli için iki ölçüm yapılmış ve 6 ölçümün ortalaması hesaplanmıştır.

3.3.2. Etilen gaz konsantrasyonu (ppm)

Etilen üretim miktarının belirlenebilmesi için 100 µL gaz kaçırmaz şırınga kullanılarak belli oranda etilen standardı ve hava karışımı (20 µL etilen standardı+ 80 µL hava, 40 µL etilen standardı+ 60 µL hava, 60 µL etilen standardı+ 40 µL hava, 80 µL etilen standardı+ 20 µL hava, 100 µL etilen standardı) gaz kromatografisine (Shimadzu, Model GC-2010, Japonya) enjekte edilmiştir ve kalibrasyon kurvesi belirlenmiştir (Şekil 3.3.). Kalibrasyon kurvesinin belirlenmesinin ardından kalibrasyon kurvesindeki denklem kullanılarak ambalajlanan örneklerin etilen üretim miktarı belirlenmiştir.



Şekil 3.3. Etilen kalibrasyon kurvesi

Ambalaj içindeki etilen gaz konsantrasyonunu belirlemek için ambalajlı kontrol, etilen tutucu kese içeren LDPE ambalaj ve zeolit katkılı LDPE ambalajdan gaz kaçırmaz şırınga ile 1 ml etilen gaz örneği alınarak etilen konsantrasyonu gaz kromatografisi ile belirlenmiştir (Mendoza ve ark., 2016). Etilen ölçümü tepe boşluğu oksijen ve karbondioksit ölçümü ile aynı anda gerçekleştirilmiştir. Gaz kromatografi koşulları:

- Kolon bilgileri: SUPELCO Supel-QTM PLOT Capillary GC Column Lx I.D. 30 m x 0,32 mm (15 µm kalınlıkta)
- Fırın sıcaklığı: 50 °C
- Dedektör sıcaklığı: 250°C
- Enjektör sıcaklığı: 210 °C
- Taşıyıcı gaz: azot
- Enjeksiyon: 1 cm³
- Dedektör: FID (Flame Ionization Detector)

Her bir grubun üç paraleli için toplam 3 ölçümün ortalaması hesaplanmıştır.

3.3.3. Kütle kaybı (%)

Örnekler 0. günde tartılmış ve her analiz gününde depodan çıkarılarak $\pm 0,1$ g duyarlılığındaki terazi (Sartorius, GE 2101, Almanya) ile tartılmıştır. Kütle kaybı aşağıdaki formül (Denklem 3.1) ile % olarak belirlenmiştir. Her bir grubun üç paraleli için 3 ölçüm sonucunun ortalaması hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kütle Kaybı} = \frac{0.\text{gün örnek ağırlığı} - \text{analiz günü örnek ağırlığı}}{0.\text{gün örnek ağırlığı}} \times 100 \quad (3.1)$$

3.3.4. Renk

Muz kabuk renginde meydana gelen değişim renk ölçüm cihazı (PCE-CSM 7, Meschede, Almanya) kullanılarak test edilmiştir, L* (L= 0 siyaha eşdeğerdir, L= 100

beyaza eşdeğerdir), a^* ($-a$ = yeşillik, $+a$ = kırmızılık) ve b^* ($-b$ = mavilik, $+b$ = sarılık) değerleri belirlenmiştir (Pongprasert ve Srilaong, 2014). Şekil 3.4.'deki gibi muzun orta noktasından iki ölçüm yapılarak dış kabuk rengi ölçülmüştür. Her bir grubun üç paralelinde sekizer ölçüm yapılmış ve her bir uygulama için 24 ölçümün ortalaması hesaplanmıştır.

Kivi kabuk ve meyve et renginde meydana gelen değişim renk ölçüm cihazı kullanılarak test edilmiştir, L^* (L = 0 siyaha eşdeğerdir, L = 100 beyaza eşdeğerdir), a^* ($-a$ = yeşillik, $+a$ = kırmızılık) ve b^* ($-b$ = mavilik, $+b$ = sarılık) değerleri belirlenmiştir (Öz, 2006). Öncelikle kiviin orta noktasından iki ölçüm yapılarak dış kabuk rengi ölçülmüştür. Daha sonra ortadan ikiye kesilerek, iç renk değerleri çekirdek kısmı ile kabuk kısmı arasındaki yeşil bölgeden ölçülmüştür. Kabuk ve meyve eti ölçümleri için, her bir grubun üç paralelinde altışar ölçüm yapılmış ve 18 ölçümün ortalaması hesaplanmıştır.



Şekil 3.4. Muzda renk ölçümü

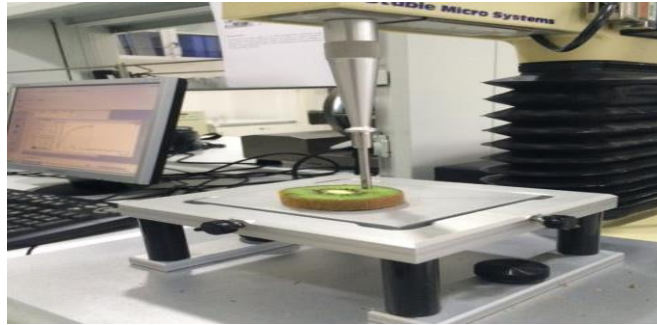
3.3.5. Tekstür

Muzda depolama ile meydana gelen yumuşamayı belirlemek için meyvelerin kabuğu soyularak Şekil 3.5.'deki gibi ölçüm yapılmıştır. Örneklerin orta noktasından her iki yüzde tekstür analiz cihazı (TA.XT Plus, Surrey, İngiltere) ile 4 mm çapında silindirik prop, 0.5 mm/s hız ve 10 mm penetrasyon mesafesi kullanılarak penetrasyon kuvveti (N) ölçülmüştür. Her bir grubun üç paraleli için sekizer ölçüm yapılmış ve her bir uygulama için 24 ölçümün ortalaması alınarak penetrasyon kuvveti (N) hesaplanmıştır.

Kivide sertlik ölçümü bütün kivi ve dilim kivide yapılmıştır. Bütün kivinın meyve sertliğinin belirlenmesinde tekstür analiz cihazının (TA.XT Plus, İngiltere) sıkıştırma programı ile kivilerin karşılıklı iki yüzünde orta noktalarından 4 mm çapında silindirik prop, 1 mm/s hız ve 7.5 mm penetrasyon mesafesi kullanılarak penetrasyon kuvveti (N) ölçülmüştür. Dilim kivide ise meyve kalınlığı 1 cm olacak şekilde kesilmiştir. Her paketten 3 dilim ve bu dilimlerden birbirine karşılık gelecek iki tarafından tekstür analiz cihazı ile 2 mm çapında silindirik prop, 3 mm/s hız ve 5 mm penetrasyon mesafesi kullanılarak penetrasyon kuvveti (N) ölçülmüştür (Şekil 3.6.). Bütün kivi ve dilim kivide penetrasyon kuvvetinin ölçümü için üçer adet kivi kullanılmıştır (3 meyve x 2 ölçüm = 6 ölçüm). Her bir grubun üç paraleli için altışar ölçüm yapılmış ve her bir uygulama için 18 ölçümün ortalaması hesaplanmıştır.



Şekil 3.5. Muzda tekstür (penetrasyon kuvveti) ölçümü



Şekil 3.6. Dilim kivide tekstür (penetrasyon kuvveti) ölçümü

3.3.6. Suda çözünür kuru madde (%)

Her bir ambalajdan alınan 2 muz örneği blender (Waring, Amerika) yardımıyla homojenize edilerek püre haline getirilmiştir. Muz püresinden alınan 50 g örnek 250 ml saf su ile karıştırılarak blenderdan geçirilmiş ve filtre edilen örneğin refraktometre

(Atago PAL-1, Japonya) ile briksi ölçülmüştür (Karaşahin, 2013). Her bir grubun üç paraleli için ikişer ölçüm yapılmış ve 6 ölçümün ortalaması hesaplanmıştır.

Her bir ambalajdan alınan en az 3 kivi örneği blender yardımıyla homojenize edilmiştir. Homojenize edilen kividenden çıkan meyve suyunun refraktometre ile briksi ölçülmüştür (Sezer ve ark., 2017). Her bir grubun üç paraleli için iki ölçüm yapılmış ve 6 ölçümün ortalaması hesaplanmıştır.

3.3.7. Titrasyon asitliği (%)

Her bir ambalajdan alınan 2 adet muz blender yardımıyla homojenize edilerek püre haline getirilmiştir. Muz püresinden alınan 50 g örnek 250 ml saf su ile karıştırılarak blenderdan geçirilmiş ve filtre edilen örnekten 10 ml alınarak 0,1 N NaOH çözeltisi ile pH 8.1'e kadar titre edilerek analiz yapılmıştır (AOAC, 2005). Muz örneklerinin titrasyon asitliği değeri malik asit cinsinden % olarak aşağıdaki formüle (Denklem 3.2) göre hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010). Her bir grubun üç paraleli için iki ölçüm yapılmış ve 6 ölçümün ortalaması hesaplanmıştır.

Kivide titrasyon asitliği ölçümü için 3 adet kividenden 20 gram örnek tartılmıştır. Tartılan örnek 200 ml balon jöjeye doldurulmuş ve saf su ile çizgisine kadar tamamlanmıştır. Filtre kağıdında geçirilen süzüntüden 25 ml alınarak 0.1 N NaOH çözeltisi ile pH 8.1'e kadar titre edilmiştir (AOAC, 2005). Örneklerin titrasyon asitliği değeri sitrik asit cinsinden % olarak aşağıdaki formüle (Denklem 3.2.) göre hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010). Her bir grubun üç paraleli için ikişer ölçüm yapılmış ve 6 ölçümün ortalaması hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Titrasyon Asitliği} = \frac{V \cdot F \cdot E \cdot 100}{M} \quad (3.2)$$

V : Harcanan NaOH miktarı, ml

F : 0.1 N Baz çözeltisinin faktörü (F: 1)

E : 1 ml 0.1 N NaOH'in eşdeğeri asit miktarı, g (malik asit: 0,067/ sitrik asit: 0,064)

M : Titre edilen örneğin gerçek miktarı, ml veya g

3.3.8. pH

Kivide pH ölçümü, titrasyon asitliği için hazırlanan çözeltiden bir behere 20 ml alınarak pH metre (WTW-315i, Weilheim, Almanya) ile yapılmıştır (AOAC, 2005). pH metre pH 4, 7 ve 10 tampon çözeltileri ile kalibre edilmiştir. Her bir grubun üç paraleli için ikişer ölçüm yapılmış ve 6 ölçümün ortalaması hesaplanmıştır.

3.3.9. Duyusal değerlendirme

Muzun dış görünüş/renk, tekstür, koku, tat, genel ürün beğenisi 1-5 skalasında değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirme Şekil 3.7.'deki duyusal analiz formu kullanılarak eğitimli 6 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. 3 ve üzeri alınan puan kabul edilebilir olarak belirlenmiştir. Dış görünüş/renk değerlendirmesinde 1: çok kötü (kabukta şiddetli kararma), 3: sarı üzerine hafif siyah lekeler, 5: çok iyi (sarı); tekstür değerlendirmesinde 1: çok yumuşak, 3: orta, 5: sıkı yapı; koku değerlendirmesinde 1: kötü, 3: orta, 5: çok iyi; tat değerlendirmesinde 1: çok kötü, 3: orta, 5: çok iyi; genel beğenide 1: hiç beğenmedim, 3: orta, 5: çok beğendim olarak belirlenmiştir.

Kivinin dış görünüş/renk, tekstür, tat, genel ürün beğenisi 1-5 skalasında değerlendirilmiştir ve Şekil 3.8.'deki duyusal analiz formu kullanılmıştır. Dış görünüş/renk değerlendirmesinde 1: yarı saydam (koyu yeşil), 3: orta, 5: opak (açık yeşil); tekstür değerlendirmesinde 1: çok yumuşak, 3: orta, 5: sıkı-sert; tat değerlendirmesinde 1: az yoğun, 3: orta, 5: çok yoğun; genel beğenide 1: hiç beğenmedim, 3: orta, 5: çok beğendim olarak belirlenmiştir.

Muz ve kiviler 0.gün duyusal değerlendirme parametreleri (dış görünüş/renk- tekstür- tat- genel ürün beğenisi) '5' olarak kabul edilmiştir.

3.3.10. İstatistiksel analiz

Depolama süresinin ve uygulamaların muz ve kivilerin fiziksel, kimyasal, duyuşal kalitesi üzerindeki etkileri IBM SPSS 20 istatistik programı kullanılarak iki yönlü ANOVA ile belirlenmiştir. Uygulamalar arasındaki anlamlı farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen istatistik analiz sonuçları $p \leq 0,05$ önem düzeyine göre değerlendirilmiştir.

DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU									
Adı/Soyadı:						Tarih:..../...../.....			
Sayın katılımcı, Size 4 ayrı kodlu muz örneği sunulmaktadır. Bu örneklerin renk/dış görünüş, tekstür, koku, tat ve genel ürün beğeni derecesini 5 noktalı skalayı dikkate alarak değerlendirmeniz istenmektedir. Önce size verilen 4 örneği sırasını dikkate alarak (soldan sağa doğru) renk/dış görünüş açısından, 5 noktalı skaladaki açıklamaları dikkate alarak, 1-5 arasında bir rakamla değerlendiriniz ve her bir ürün kodu altında bulunan boşlukta beğeni derecenizi temsil eden rakamı yazınız. Daha sonra sırasıyla tekstür, koku, tat ve genel ürün beğenisini 1-5 arasında bir rakamla ayrı ayrı değerlendiriniz. Renk beğenisini gözle, tekstür özelliğini ise çiğnedikten sonra yapınız. Genel ürün beğeni dereceniz ürünün bütün özellikleri dikkate alınarak yapılmalıdır. Panelimize katılımınızdan dolayı teşekkür ederiz.									
DİŞ GÖRÜNÜŞ /RENK	1	2	3	4	5	685	361	842	545
	↓		↓		↓				
	Çok kötü/ kabukta şiddetli kararma		Sarı üzerine hafif siyah lekeler		Çok iyi/ sarı				
TEKSTÜR	1	2	3	4	5	685	361	842	545
	↓		↓		↓				
	Kötü (Çok Yumuşak)		Orta/ Kabul edilebilir		Normal/ Sıkı yapı				
KOKU	1	2	3	4	5	685	361	842	545
	↓		↓		↓				
	Kötü		Orta/ Kabul edilebilir		İyi/ Çok iyi				
TAT	1	2	3	4	5	685	361	842	545
	↓		↓		↓				
	Çok kötü		Orta/ Kabul edilebilir		Çok iyi				
GENEL ÜRÜN BEĞENİSİ	1	2	3	4	5	685	361	842	545
	↓		↓		↓				
	Hiç beğenmedim		Orta düzeyde beğendim		Çok beğendim				

Yorum ve Düşünceler

Şekil 3.7. Muz duyuşal değerlendirme formu

DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU												
Adı/Soyadı:						Tarih:...../...../.....						
Sayın katılımcı, Size 7 ayrı kodlu kivi örneği sunulmaktadır. Bu örneklerin renk/dış görünüş, tekstür, tat ve genel ürün beğeni derecesini 5 noktalı skalayı dikkate alarak değerlendirmeniz istenmektedir. Önce size verilen 7 örneği sırasını dikkate alarak (soldan sağa doğru) renk/dış görünüş açısından, 5 noktalı skaladaki açıklamaları dikkate alarak, 1-5 arasında bir rakamla değerlendiriniz ve her bir ürün kodu altında bulunan boşlukta beğeni derecenizi temsil eden rakamı yazınız. Daha sonra sırasıyla tekstür, tat ve genel ürün beğenisini 1-5 arasında bir rakamla ayrı ayrı değerlendiriniz. Renk beğenisini gözle, tekstür özelliğini ise çiğnedikten sonra yapınız. Genel ürün beğeni dereceniz ürünün bütün özellikleri dikkate alınarak yapılmalıdır. Panelimize katılımınızdan dolayı teşekkür ederiz.												
DİŞ GÖRÜNÜŞ /RENK	1	2	3	4	5	432	753	960	361	842	183	685
	↓		↓		↓							
	Yarı saydam (koyu yeşil)		Orta		Opak (açık yeşil)							
TEKSTÜR	1	2	3	4	5	432	753	960	361	842	183	685
	↓		↓		↓							
	Çok Yumuşak		Orta Yumuşak		Sıkı-sert							
TAT	1	2	3	4	5	432	753	960	361	842	183	685
	↓		↓		↓							
	Az yoğun		Orta yoğun		Çok yoğun							
GENEL ÜRÜN BEĞENİSİ	1	2	3	4	5	432	753	960	361	842	183	685
	↓				↓							
	Hiç beğenmedim				Çok beğendim							

Yorum ve Düşünceler :

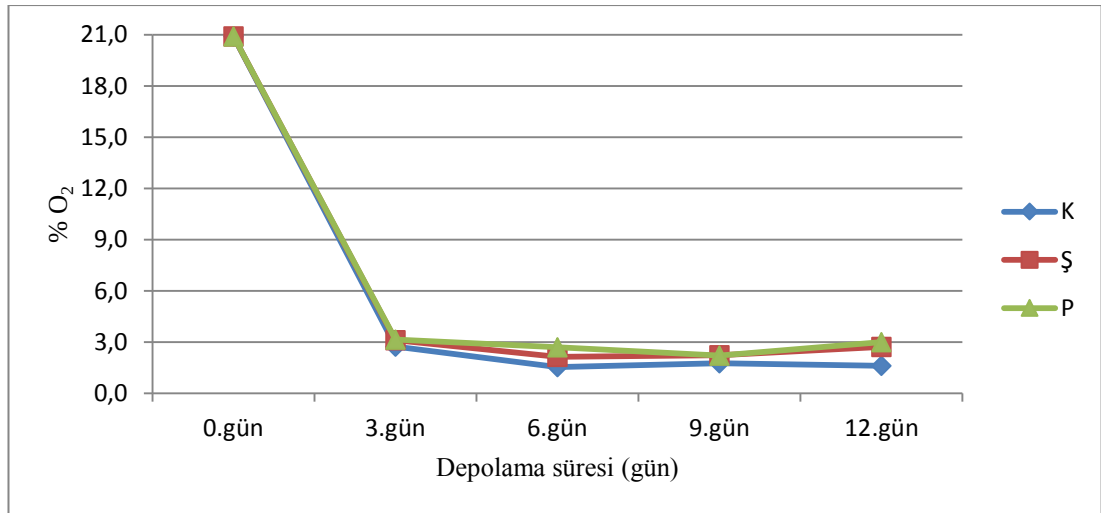
Şekil 3.8. Kivi duyuusal değerlendirme formu

BÖLÜM 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

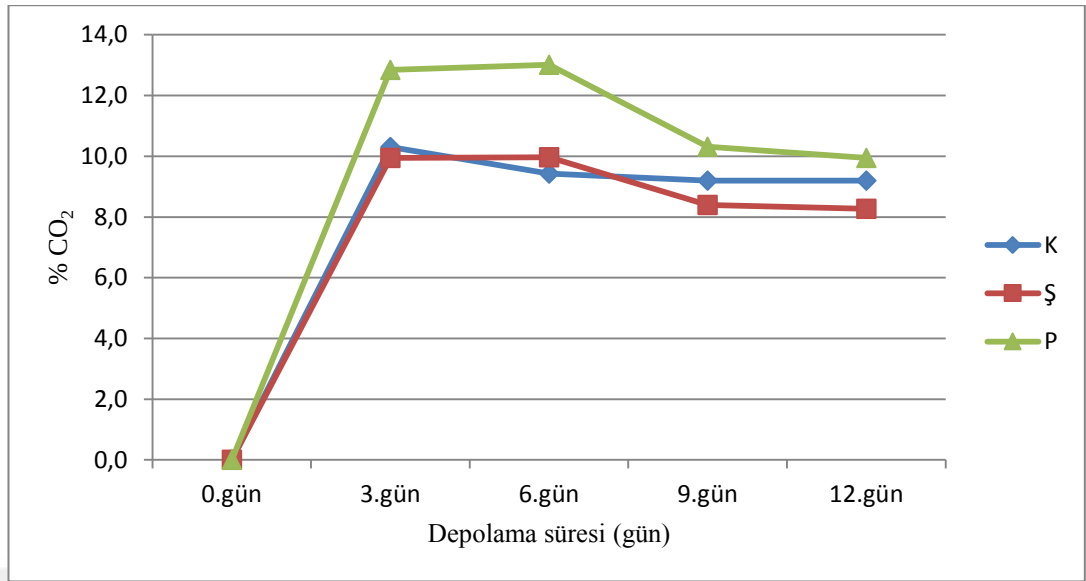
4.1. Tepe Boşluğu Gaz Bileşimi

4.1.1. Tepe boşluğu gaz bileşimi (muz)

Katkısız LDPE ve etilen tutucu içeren aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince tepe boşluğu gaz oranları (%O₂ ve %CO₂) üzerine etkisi sırasıyla Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.'de verilmiştir. Ambalajlanmış muzda depolama süresi boyunca oksijenli solunumun devam edebilmesi için ambalaj tepe boşluğunda en az %2-5 oranında O₂ bulunması önerilmektedir (Weichmann, 1987). Oksijen konsantrasyonunun %2'nin altına düşmesi fermantasyona neden olabilmektedir. Bu durumda ise meyve için toksik etkiye sahip etanol ve asetaldehit birikimi olmakta ve meyvelerin tat ve aroması bozulmaktadır (Thompson, 2010).



Şekil 4.1. Katkısız LDPE ve etilen tutucu içeren aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muzun ambalaj tepe boşluğu oksijen oranına etkisi (K: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, Ş: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, P: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ + %79 N₂)

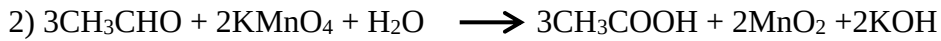
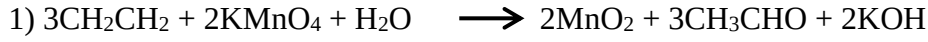


Şekil 4.2. Katkısız LDPE ve etilen tutucu içeren aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muzun ambalaj tepe boşluğu karbondioksit oranına etkisi (K: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, Ş: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, P: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ + % 79 N₂)

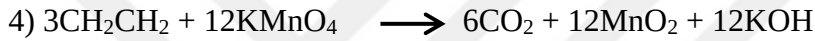
Şekil 4.1.'de görüldüğü gibi ambalajlı her uygulamada 3. günde oksijen oranı %3 seviyelerine düşmüştür. Depolamanın 6. gününde ise katkısız LDPE torbalarda (K) %2'nin altına düşerek oksijensiz solunumun başlamasına neden olmuştur. Bu durum muz meyvesinin solunum hızının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. 12 günlük depolama süresinin sonunda ise etilen tutucu kese içeren LDPE torba (Ş) ve zeolit katkılı LDPE torbalarda (P) oksijen seviyesi sırasıyla %2,7 ve %3,0 oranlarında dengede kalmıştır. Gökkurt'un (2012) muz (sarı) ile ilgili bir çalışmada da katkısız LDPE torbalarda 2. günün sonunda oksijen oranı %1 seviyelerine düşmüş ve oksijensiz solunum başlamış, etilen tutucu içeren torbalarda ise %5 seviyelerinde ölçülmüştür.

Sonuçlardan da anlaşıldığı gibi yüksek solunum hızına sahip muz meyvesinin ambalaj içerisindeki oksijeni hızla tükettiği ve katkısız LDPE torbanın oksijen geçirgenliğinin yetersiz kaldığı belirlenmiştir. Zeolit katkılı LDPE torbalarda ise materyal kısmında da bahsedildiği gibi hem yüksek oksijen geçirgenliğine sahip olmasından dolayı hem de etilenin ortamdan uzaklaştırılmasından dolayı ambalaj içerisindeki oksijen seviyesi kritik seviyenin (%2) altına düşmemiştir. Etilen tutucu kese içeren torbalarda ise ambalaj tepe boşluğundaki etilen oranının az olması

solunum hızının yavaşlamasına neden olmaktadır (Kablon, 2007). Böylece etilen tutucu kese içeren torbalarda oksijen seviyesi 12. günde %2,7 ile kritik seviyenin üstünde kalmıştır. Etilen tutucu keseler KMnO_4 içermektedir. KMnO_4 bazlı etilen tutucuların çalışma mekanizması etilenin KMnO_4 ile oksidasyonu prensibine dayanmaktadır (Wills ve Kim, 1995; Vermeiren ve ark., 1999).



Bu 3 aşamanın birleştirilmesiyle;



İlk aşamada potasyum permanganat etileni önce asetaldehide sonra asetik aside yükseltir, ardından asetik asit karbondioksit ve suya dönüşür (Vermeiren ve ark., 1999; Sezer ve Ayhan, 2017). Böylece etilen gazının meyve üzerindeki zararlı etkisi engellenmiş olmaktadır.

Tablo 4.1. Katkısız LDPE ve etilen tutucu içeren aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muzun ambalaj tepe boşluğu oksijen ve karbondioksit oranına etkisi

% O ₂					
Depolama Süresi					
Uygulamalar	0.gün	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün
K	21,0±0,0 ^{Aa}	2,7±0,2 ^{Bb}	1,5±0,2 ^{Cd}	1,8±0,1 ^{Bc}	1,6±0,1 ^{Bcd}
Ş	21,0±0,0 ^{Aa}	3,1±0,3 ^{ABb}	2,1±0,2 ^{Bd}	2,2±0,2 ^{Ad}	2,7±0,5 ^{Ac}
P	21,0±0,0 ^{Aa}	3,2±0,5 ^{Ab}	2,7±0,1 ^{Ac}	2,2±0,1 ^{Ad}	3,0±0,2 ^{Abc}
% CO ₂					
Depolama Süresi					
Uygulamalar	0.gün	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün
K	0,0±0,0 ^{Ac}	10,3±0,2 ^{Ba}	9,4±0,6 ^{Bb}	9,2±0,2 ^{Bb}	9,2±0,2 ^{Bb}
Ş	0,0±0,0 ^{Ac}	10,0±0,5 ^{Ba}	10,0±0,1 ^{Ba}	8,4±0,1 ^{Cb}	8,3±0,1 ^{Cb}
P	0,0±0,0 ^{Ac}	13,0±0,1 ^{Aa}	13,0±0,8 ^{Aa}	10,3±0,1 ^{Ab}	10,0±0,4 ^{Ab}

K: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, Ş: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, P: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol); % 21 O₂ + % 79 N₂

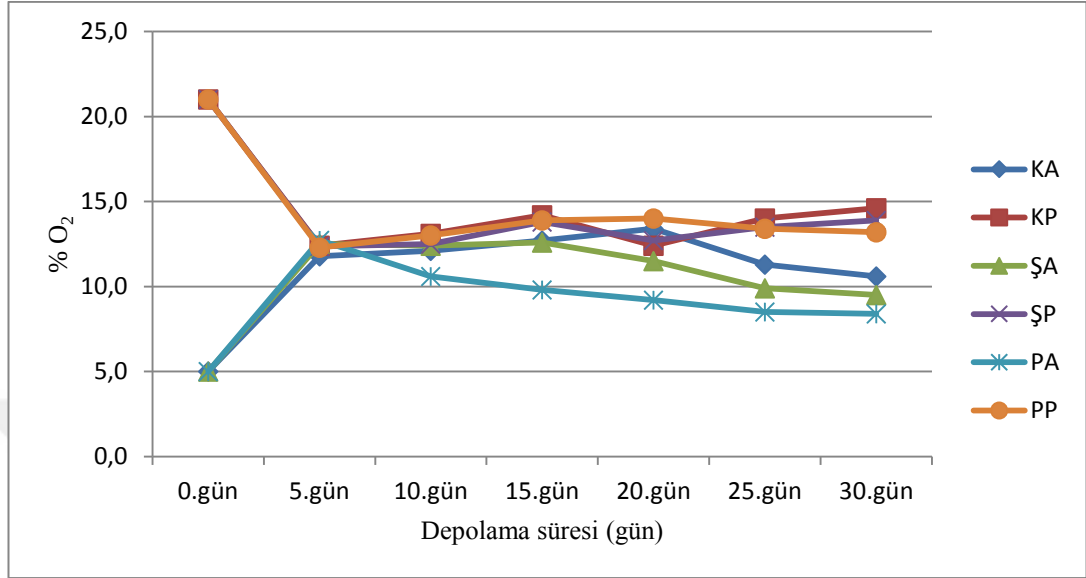
K, Ş ve P kodlu ürünlerin karbondioksit oranı 3. güne kadar hızlı bir şekilde yükselmiştir. Depolamanın sonunda (12. günde) K, Ş, P grubu torbalarda tepe boşluğu karbondioksit oranı sırasıyla %9,2, %8,3 ve %10,0 seviyelerinde dengelenmiştir. Karbondioksit oranı 12 günlük depolama sonunda en düşük (%8,3) etilen tutucu kese içeren LDPE torbalarda saptanmıştır. Zeolit katkılı LDPE torbalarda ise depolama sonunda karbondioksit oranı %10,0 seviyelerinde bulunmuştur. Jacobsson ve arkadaşlarının (2004) yaptığı çalışmada brokoli OPP, PVC, LDPE (etilen tutucu kese içeren) ve LDPE (zeolit katkılı torba ambalaj) olmak üzere 4 farklı ambalaj ile paketlemişlerdir. Depolama süresi sonunda etilen tutucu kese içeren LDPE ambalajlarda %2,5 CO₂, zeolit katkılı LDPE (PEAKfresh) torbalarda ise %4,0 CO₂ bulunmuştur. Demir ve arkadaşları (2015) tarafından yapılan bir çalışmada ise pasif ve aktif MAP koşullarında 35 µm dökme polipropilen film ile ambalajlanan etilen tutucu kese içeren ve içermeyen ambalajlardaki tepe boşluğu karbondioksit oranları çalışmamıza benzer şekilde etilen tutucu kese içeren torbalarda daha düşük (pasif MAP: %6,75 CO₂, aktif MAP: %6,85 CO₂) tespit edilmiştir.

4.1.2. Tepe boşluğu gaz bileşimi (kivi)

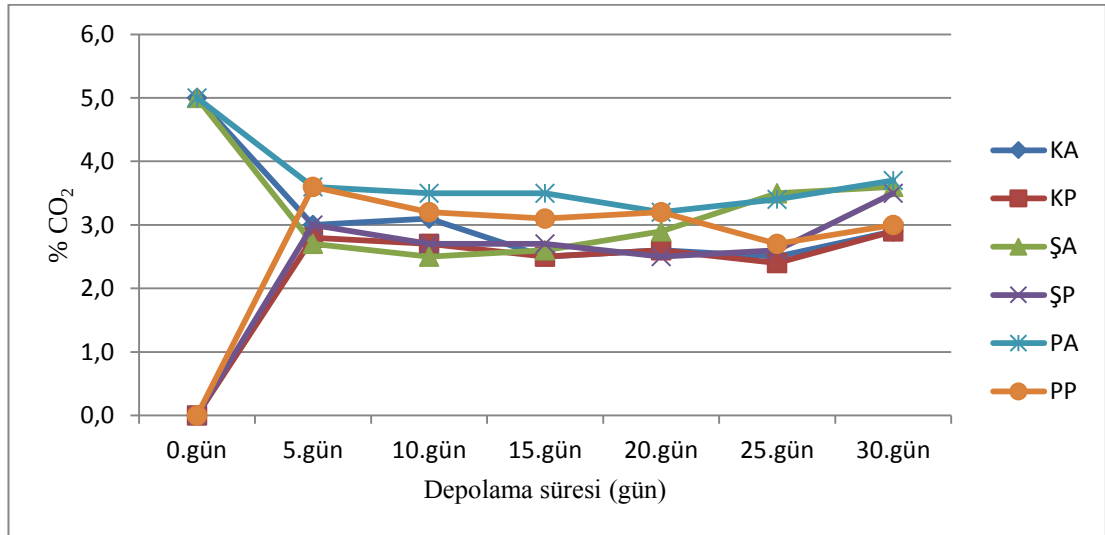
Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince tepe boşluğu gaz oranları (% O₂ ve % CO₂) üzerine etkisi sırasıyla Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.'de verilmiştir. Meyve ve sebzelerin ambalaj tepe boşluğundaki oksijen oranının belirli seviyenin üstünde olması solunumu hızlandırıcı etki yapmaktadır (Gökkurt, 2012).

Şekil 4.3.'te görüldüğü gibi aktif modifiye atmosfer (%5O₂ + %5CO₂) ile paketlenen KA, ŞA ve PA kodlu torbalarda 5. günün sonunda oksijen oranı %5'den %12 seviyelerine kadar yükselmiş, sonrasında zamanla düşüş göstermiştir ve dengede kalmıştır. Ambalaj içerisindeki başlangıç oksijen konsantrasyonunun (%5) dış atmosferdeki oksijen konsantrasyonuna kıyasla az olması ve ambalaj materyalinin geçirgenliğinin yüksek olmasına bağlı olarak, difüzyon ilkesine göre aradaki oksijen farkı dengelenene kadar oksijen konsantrasyonunun fazla olduğu ortamdan az olduğu ortama oksijen geçişi olmaktadır. Oksijen konsantrasyonunun ambalaj içerisinde

önce artması difüzyon ilkesi ile ilişkilendirilirken, sonrasında görülen azalma solunumla oksijenin tüketilmesi ile ilişkilendirilebilmektedir.



Şekil 4.3. Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi'nin ambalaj tepe boşluğu oksijen oranına etkisi (KA: katkısız LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, KP: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, ŞA: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, ŞP: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, PA: zeolit katkılı LDPE torba+%5 O₂ + %5 CO₂, PP: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ + % 79 N₂)



Şekil 4.4. Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi'nin ambalaj tepe boşluğu karbondioksit oranına etkisi (KA: katkısız LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, KP: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, ŞA: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, ŞP: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, PA: zeolit katkılı LDPE torba+%5 O₂ + %5 CO₂, PP: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ + % 79 N₂)

Tablo 4.2. Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi'nin ambalaj tepe boşluğu oksijen ve karbondioksit oranına etkisi

% O ₂							
Uygulama	Depolama Süresi						
	0.gün	5.gün	10.gün	15.gün	20.gün	25.gün	30.gün
KA	5,0±0,0	11,8±0,8	12,1±0,4	12,7±0,7	13,4±0,1	11,3±0,7	10,6±0,2
KP	21,0±0,0	12,4±0,4	13,1±0,6	14,2±0,4	12,4±1,2	14,0±0,4	14,6±2,9
ŞA	5,0±0,0	12,5±0,3	12,4±0,6	12,6±0,2	11,5±0,4	9,9±0,5	9,5±0,2
ŞP	21,0±0,0	12,4±0,5	12,5±0,2	13,8±0,5	12,7±0,3	13,5±0,3	13,9±1,1
PA	5,0 ±0,0	12,7±0,2	10,6±0,8	9,8±0,8	9,2±0,3	8,5±0,3	8,4±0,3
PP	21,0±0,0	12,3±0,8	13,0±0,4	13,9±0,3	14,0±0,5	13,4±0,2	13,2±0,2

% CO ₂							
Uygulama	Depolama Süresi						
	0.gün	5.gün	10.gün	15.gün	20.gün	25.gün	30.gün
KA	5,0±0,0	3,0±0,2	3,1±0,2	2,5±0,1	2,6±0,1	2,5±0,3	2,9±0,3
KP	0,0±0,0	2,8±0,1	2,7±0,2	2,5±0,1	2,6±0,5	2,4±0,1	2,9±0,2
ŞA	5,0±0,0	2,7±0,2	2,5±0,4	2,6±0,1	2,9±0,2	3,5±0,2	3,6±0,2
ŞP	0,0±0,0	3,0±0,2	2,7±0,4	2,7±0,1	2,5±0,2	2,6±0,1	3,5±0,1
PA	5,0 ±0,0	3,6±0,1	3,5±0,3	3,5±0,4	3,2±0,2	3,4±0,2	3,7±0,1
PP	0,0±0,0	3,6±0,5	3,2±0,4	3,1±0,2	3,2±0,4	2,7±0,5	3,0±0,2

KA: katkısız LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, KP: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, ŞA: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, ŞP: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, PA: zeolit katkılı LDPE torba+%5 O₂ + %5 CO₂, PP: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ +% 79 N₂

Pasif MAP ile paketlenen gruplarda (KP, ŞP, PP) oksijen konsantrasyonu solunumla tüketilerek %13'de dengede kalmıştır. 30 günlük depolamanın sonunda ise en düşük oksijen konsantrasyonu %8,4 ile aktif modifiye atmosfer yöntemiyle paketlenmiş zeolit katkılı LDPE torbalarda saptanmıştır. Sezer ve arkadaşlarının 2017 yılındaki çalışmasında kivi meyveleri zeolit katkılı PE film ve katkısız PE film ile pasif MAP ile ambalajlanmıştır. Katkılı PE ambalajlarda tepe boşluğu oksijen konsantrasyonu 5. günde düşüş göstermiştir ve depolama süresi sonunda %15,3'te dengede kalmıştır. Pekmezci ve arkadaşları (2004) tarafından yapılan çalışmada ise pasif MAP koşullarında, etilen tutucu kese içeren PE film ile ambalajlanan ve 0°C'de depolanan kivilerde benzer şekilde oksijen konsantrasyonunda düşüş, karbondioksit konsantrasyonunda artış gözlenmiş, 6 aylık depolama sonunda O₂ ve CO₂ konsantrasyonları sırasıyla %6-8 ve %7-9 olarak ölçülmüştür.

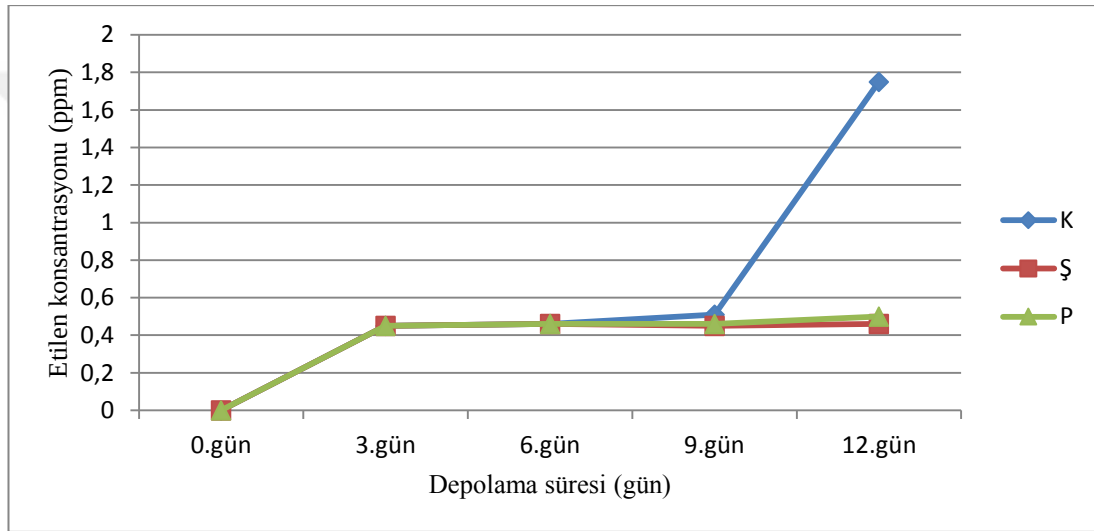
Depolama ile birlikte karbondioksit konsantrasyonu aktif MAP torbalarda azalış, pasif MAP uygulanan torbalarda artış göstererek %3 civarında dengeye gelmiştir. Banda ve arkadaşlarının 2015 yılındaki çalışmasında tane nar meyveleri farklı gaz kombinasyonları kullanılarak ambalajlanmıştır. MAP (%5 O₂ + %10 CO₂) uygulamasında oksijen konsantrasyonu artış göstererek %16-18 civarında dengede kalmıştır. Bu durumun ambalajlama da kullanılan yüksek oksijen geçirgenliğine sahip BOPP filminden kaynaklandığı belirtilmiştir.

4.2. Etilen Konsantrasyonu

4.2.1. Etilen konsantrasyonu (muz)

Farklı ambalaj uygulamalarının ve depolama süresinin muzun etilen konsantrasyonuna etkisi Şekil 4.5.'de verilmiştir. Etilen tutucu içermeyen (K) ve etilen tutucu içeren (Ş ve P) ambalajlarda ilk 3 gün etilen konsantrasyonunda artış olmuştur ve 0,45 ppm olarak ölçülmüştür. Depolamanın 9. gününe kadar üç uygulamada da etilen konsantrasyonu 0,45 ppm'de sabit kalırken, kontrol grubunda 9. günden sonra hızlı bir artış görülmüştür ve depolama süresi sonunda etilen konsantrasyonu 1,75 ppm'e ulaşmıştır. Ş (etilen tutucu kese) ve P (zeolit katkılı LDPE) grubu ambalajların içerisindeki etilen konsantrasyonları sabit kalmıştır ve 12 günlük depolama süresi sonunda, 0,45 ppm olarak ölçülmüştür. İstatistiksel açıdan da 9. günde etilen konsantrasyonları açısından uygulamalar arası önemli ($p > 0.05$) farklılık bulunmazken, 12. günde etilen tutucu içermeyen ambalajlar ile etilen tutucu içeren ambalajlardaki etilen konsantrasyonları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Muz ile yapılan bir çalışmada olgunlaşmayı geciktirmek amacıyla muz 1-MCP ve 1-MCP-MNBs (hava kabarcığı) çözeltilerine daldırılmıştır (Pongprasert ve Srilaong, 2014). Depolamanın 4.gününde etilen konsantrasyonlarına bakıldığında en yüksek kontrol ($\sim 0,35 \mu\text{L/kg.h}$) örneklerinde, daha sonra 1-MCP ($\sim 0,25 \mu\text{L/kg.h}$) uygulamasında, en düşük ise 1-MCP-MNBs ($\sim 0,22 \mu\text{L/kg.h}$) uygulamasında tespit edilmiştir. Prill ve arkadaşlarının (2012) yaptığı çalışmada, muz açıkta, LDPE film, LDPE film+ etilen tutucu kese, LDPE film+ vakum ve LDPE film+ vakum+ etilen tutucu kese olarak 5 farklı şekilde ambalajlanmıştır.

Kontrol grubu (ambalajsız) örneklerde muzlar sızdırmaz bir kap içerisinde bekletilerek etilen konsantrasyonu ölçülmüştür ve depolamanın 10. gününde etilen konsantrasyonu ~0,5 ppm olup 15. günde ~5,5 ppm'e ulaşmıştır ve uygulamalar arasındaki en yüksek etilen konsantrasyonu bu grupta tespit edilmiştir. Depolamanın 20. gününde ise en yüksek etilen konsantrasyonu LDPE ambalaj ve LDPE+ vakum ambalajlarda sırasıyla ~7 ppm ve ~6 ppm olarak ölçülmüştür. Sonuçlar çalışmamızla benzerlik göstermekte olup, etilen tutucu kese içeren ambalajlarda etilenin tutulması muzun olgunlaşmasını geciktirmiştir.



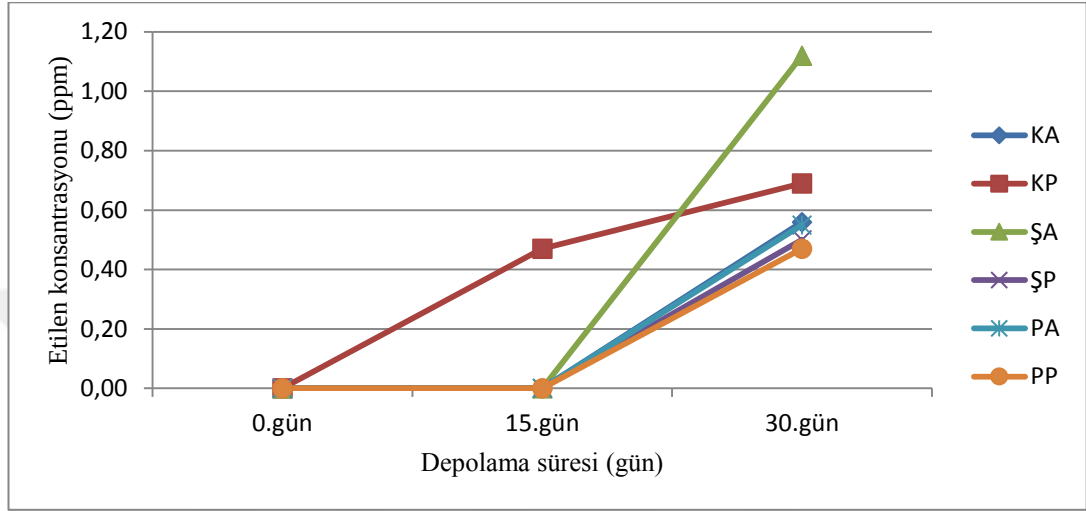
Şekil 4.5. Katkısız LDPE ve etilen tutucu içeren aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muzun etilen konsantrasyonuna etkisi (K: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, Ş: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, P: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol); % 21 O₂ + % 79 N₂)

4.2.2. Etilen konsantrasyonu (kivi)

Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi meyvelerinin etilen konsantrasyonuna etkisi Şekil 4.6.'da verilmiştir. Pasif modifiye atmosfer yöntemiyle paketlenen ve etilen tutucu içermeyen LDPE torbalarda (KP) 0. günden sonra etilen konsantrasyonunda artış görülmüş olup, bu artış depolama süresinin sonuna kadar devam etmiştir. Diğer gruplarda ise etilen üretimi 15. güne kadar gerçekleşmemiştir. Ancak 15. günden sonra bu gruplardaki ambalajlarda da etilen konsantrasyonu artmaya başlamıştır. Depolama sonunda en yüksek etilen konsantrasyonu ŞA grubu ambalajlarda tespit edilmiştir (1,12 ppm). Sharma ve Sharma'nın (2016)

çalışmasında etilen tutucu kese kullanılarak ambalajlanan kivi ambalajlarında depolamanın 4. gününde en yüksek etilen konsantrasyonu kontrol (~49 ppm) grubunda ölçülürken, depolamanın 8. gününde en yüksek etilen konsantrasyonu etilen tutucu kese kullanılarak ambalajlanan (~20 ppm) grupta tespit edilmiştir. Benzer şekilde muzun raf ömrü ile ilgili bir çalışmada depolamanın 10. gününde en yüksek etilen konsantrasyonu kontrol (~0,5 ppm) ambalajlarında, 25. günde en yüksek etilen konsantrasyonu ise ~2,5 ppm ile etilen tutucu kese içeren ambalajlarda ölçülmüştür (Prill ve ark., 2012). Çalışmamızda depolama sonunda en yüksek etilen konsantrasyonu 1,12 ppm olarak ölçülmüş olup, etilen konsantrasyonunun diğer çalışmalara kıyasla daha düşük olmasının nedeninin kullanılan ambalaj malzemesinin geçirgenliğinin çok daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Demir ve arkadaşlarının (2015) çalışmasında geçirgenliği farklı iki ambalaj malzemesi kullanılmıştır ve etilen tutucu kese içeren her iki ambalajda aktif MAP ile ambalajlanmıştır. Yüksek geçirgenliğe sahip olan ambalaj malzemesinde biriken etilen konsantrasyonunun daha düşük olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda en düşük etilen konsantrasyonu pasif modifiye atmosfer yöntemiyle paketlenmiş etilen tutucu kese içeren LDPE ambalajlar (ŞP) ve zeolit katkılı LDPE ambalajlarda (PP) sırasıyla 0,50 ppm ve 0,47 ppm olarak saptanmıştır. Bu ambalajlarda etilen konsantrasyonunun düşük olması olgunlaşmanın geciktirildiğini, 30. günde duyusal değerlendirmeler sonucunda sadece ŞP ve PP grubu kivilerin kabul edilebilir bulunması kivi meyvelerinin dış görünüş, tekstür ve tat özelliklerinin (3 puan üzeri) korunduğunu göstermektedir. Doğan ve arkadaşlarının (2017) çalışmalarında açık, 1-MCP ve KA+1-MCP olacak şekilde kivi meyveleri 3 gruba ayrılarak ambalajlanmıştır. Depolamanın 30. gününde en yüksek etilen konsantrasyonu kontrol örneklerinde olup, yaklaşık 2 ppm civarındadır. 1-MCP ve KA+1-MCP uygulamalarında etilen konsantrasyonu yaklaşık 1 ppm civarındadır. Hu ve arkadaşları (2011) etilene maruz bırakılan kivi meyvelerini nanokompozit bazlı ambalaj (nano gümüş, nano-TiO₂ ve montmorillonit karışımı) ile pakletmişler ve 4°C'de 42 gün depolamışlardır. Depolama süresinin sonunda nanokompozit bazlı ambalaj ve PE kontrol ambalaj tepe boşluğu etilen konsantrasyonu sırasıyla 39,5 µL/L ve 16,8 µL/L olarak ölçülmüştür ve araştırmacılar nanokompozit bazlı ambalajın etilen üretimini engellemede etkili olduğunu savunmuştur. Eştürk ve

arkadaşları (2014) tarafından brokoli pasif modifiye atmosfer altında etilen tutucu içeren (Tazetut) ve içermeyen polietilen ambalaj ile paketlenerek 4°C’de 20 gün depolanmıştır. Depolama sonunda etilen konsantrasyonu etilen tutucu içeren ambalajlarda 0,33 ppm, içermeyen ambalajlarda 61,8 ppm olarak tespit edilmiştir.



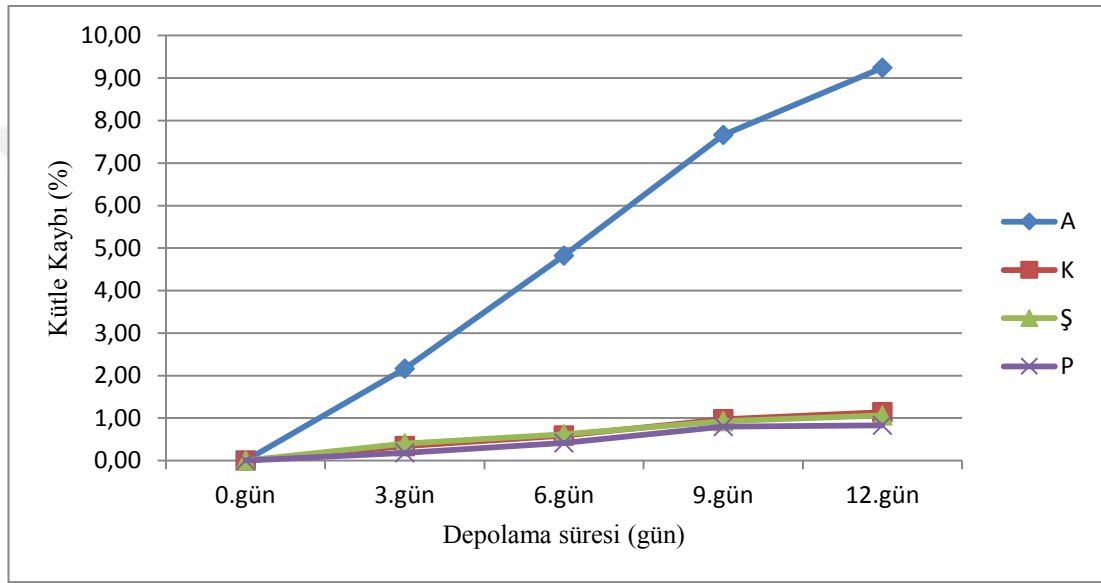
Şekil 4.6. Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi'nin etilen konsantrasyonuna etkisi (KA: katkısız LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, KP: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, ŞA: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, ŞP: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, PA: zeolit katkılı LDPE torba+%5 O₂ + %5 CO₂, PP: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ +% 79 N₂)

4.3. Kütle Kaybı (%)

4.3.1. Muzda kütle kaybı (%)

Farklı ambalaj uygulamalarının ve depolama süresinin muzun kütle kaybı (%) üzerine etkisi Şekil 4.7.'de verilmiştir. Ambalajsız muzlarda 12. günde %9,3 düzeyinde kütle kaybı gerçekleşmiştir. Ancak katkısız LDPE torba (K; %1,14), etilen tutucu kese içeren LDPE torba (Ş; %1,06) ve zeolit katkılı LDPE torbalarda (P; %0,83) kütle kaybı ihmal edilecek düzeydedir. 12 günlük depolama sonunda K, Ş ve P grubu muzlarda kütle kaybı açısından istatistiksel bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Gökkurt (2012)'un çalışmasında da katkısız LDPE ve katkılı LDPE ambalajlardaki tüm muz örneklerinde 14. günün sonunda meydana gelen kütle kayıpları oldukça düşük seviyelerde bulunmuştur. Meyve ve sebzelerde meydana gelen kütle kaybı su kaybından kaynaklanmaktadır. Su kaybı ise solunum ile gerçekleşmektedir. Düşük su

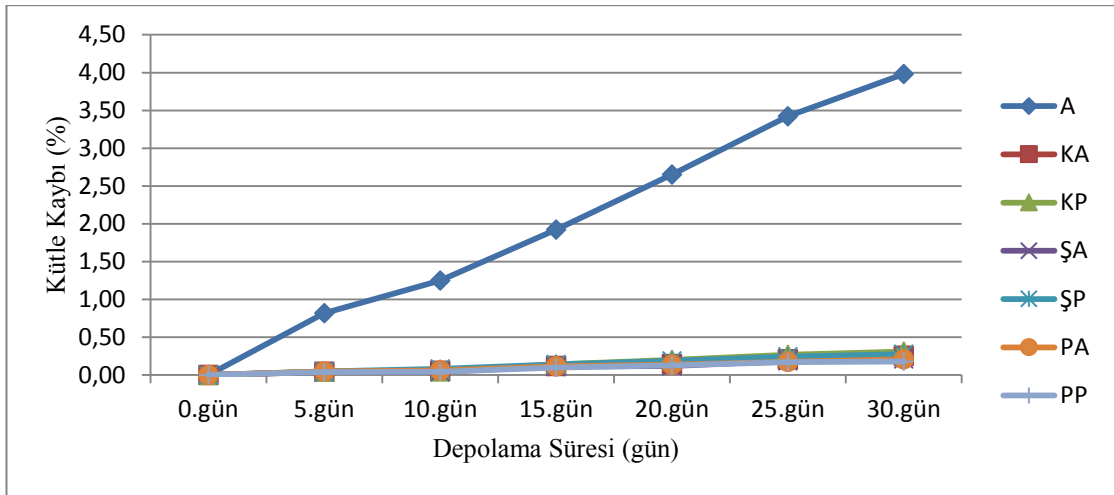
buharı geçirgenliğine sahip LDPE ambalajlar ile su kaybı engellemekte ve buna bağlı olarak kütle kaybının da ihmal edilecek seviyelerde olması çalışmamızdaki sonuçları kanıtlar niteliktedir (Kablon, 2007). Kütle kaybının ambalajlı örneklerde düşük olması kullanılan LDPE (WVTR: 7,36 g/m²/gün) ve zeolit katkılı LDPE torbaların (WVTR: 25-27 g/m²/gün) su buharı geçirgenlik oranının düşük/orta düzeyde olması ile ilişkilendirilebilir. Ambalajsız örneklerde kütle kaybının yüksek olması ekonomik kayba yol açmaktadır.



Şekil 4.7. Katkısız LDPE ve etilen tutucu içeren aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muzun kütle kaybına (%) etkisi (A: ambalajsız, K: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, Ş: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, P: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ + % 79 N₂)

4.3.2. Kivide kütle kaybı (%)

Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi'nin kütle kaybı (%) üzerine etkisi Şekil 4.8.'de verilmiştir. Kütle kaybı meyve ve sebzelerde pazar kalitesi açısından önemli bir kriterdir. Şekil 4.8.'e bakıldığında kivi'de 30 günlük depolama süresi sonunda en fazla kütle kaybı %3,98 ile ambalajsız (A) kivi'de gözlenmiştir. KA, KP, ŞA, ŞP, PA ve PP grubu kivi'de ise kütle kaybı ihmal edilebilecek düzeyde (%1'in altında) olup istatistiksel açıdan aralarında fark bulunmamıştır ($p>0.05$).



Şekil 4.8. Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi'nin kütle kaybına (%) etkisi (A: ambalajsız, KA: katkısız LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, KP: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, ŞA: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, ŞP: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, PA: zeolit katkılı LDPE torba+%5 O₂ + %5 CO₂, PP: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ +% 79 N₂)

Bir çalışmada kivi meyveleri açıkta, PE torba ve etilen tutucu kese içeren PE torbalarda modifiye atmosfer paketleme ile ambalajlanmıştır. Kütle kaybı açıkta muhafaza edilen meyvelerde en yüksek düzeyde iken, PE torba ve etilen tutucu içeren PE torbalarda ihmal edilebilecek seviyede bulunmuştur (Pekmezci ve ark., 2004). Muz örneklerinde de tespit edildiği gibi düşük su buharı geçirgenliğine sahip LDPE ile kütle kaybı engellenmiştir. Sezer ve arkadaşlarının (2017) tarafından yapılan çalışmada da zeolit katkılı PE ambalajdaki ve kontrol PE ambalajdaki kivilerin kütle kaybı ambalajsız kivilerin kütle kaybına kıyasla çok düşük bulunmuştur.

4.4. Renk

4.4.1. Renk analiz sonuçları (muz)

Farklı ambalaj uygulamalarının ve depolama süresinin muz kabuk rengine (L*, a*, b*) etkisi Tablo 4.3.'de verilmiştir. Depolama süresince L* değeri ambalajsız örneklerde ve K, Ş ve P uygulamalarında azalmıştır. Bu düşüş istatistiksel açıdan da önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$) ve muzda parlaklık en iyi zeolit katkılı LDPE ambalajlarda korunmuştur. L* değerinde depolama ile birlikte görülen azalma muz

renginin zamanla koyulaşmasından kaynaklanmaktadır. L^* değeri açısından depolamanın 12. gününde uygulamalar arasında istatistiksel açıdan fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Saravanan ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan bir çalışmada %90 olgunluktaki muz etilen tutucu kese kullanılarak PE film ile ambalajlanmıştır ve etilen tutucu kese kullanımı ile muz kabuk renginin daha uzun süre yeşil kalması sağlanmıştır.

Tablo 4.3. Katkısız LDPE ve etilen tutucu içeren aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muzun L^* , a^* ve b^* değerlerine etkisi

L^*					
Uygulamalar	Depolama Süresi				
	0.gün	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün
A	60,08±0,95 ^{Aa}	60,09±1,30 ^{Ba}	60,61±1,16 ^{Ba}	52,74±1,28 ^{Bb}	48,78±1,18 ^{Ac}
K	60,08±0,95 ^{Aa}	51,57±2,73 ^{Cb}	52,14±0,30 ^{Cb}	52,60±2,00 ^{Bb}	47,33±1,02 ^{Ac}
Ş	60,08±0,95 ^{Ab}	63,57±3,63 ^{Aa}	62,58±0,33 ^{Aa}	50,22±0,79 ^{Bc}	48,11±0,65 ^{Ad}
P	60,08±0,95 ^{Ab}	62,70±0,91 ^{ABa}	62,86±0,06 ^{Aa}	58,86±1,91 ^{Ab}	49,79±1,71 ^{Ac}
a^*					
Uygulamalar	Depolama Süresi				
	0.gün	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün
A	9,83±0,03 ^{Ad}	9,94±0,24 ^{Bd}	10,50±0,04 ^{Ac}	12,14±0,18 ^{Ab}	12,90±0,29 ^{Aa}
K	9,83±0,03 ^{Ab}	10,84±0,62 ^{Aa}	9,18±0,13 ^{Cc}	10,82±0,18 ^{Ba}	11,25±0,62 ^{Ca}
Ş	9,83±0,03 ^{Ac}	9,74±0,28 ^{Bc}	9,63±0,26 ^{Bc}	11,28±0,32 ^{Bb}	12,16±0,35 ^{Ba}
P	9,83±0,03 ^{Ab}	11,06±0,28 ^{Aa}	9,62±0,27 ^{Bb}	10,10±0,15 ^{Cb}	10,79±0,24 ^{Ca}
b^*					
Uygulamalar	Depolama Süresi				
	0.gün	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün
A	36,69±0,69 ^{Aa}	37,41±0,56 ^{Ba}	37,28±1,03 ^{Ba}	34,09±1,06 ^{Bb}	31,96±1,11 ^{Ac}
K	36,69±0,69 ^{Aa}	35,34±0,64 ^{Cab}	37,16±0,75 ^{Ba}	34,22±1,48 ^{Bb}	29,51±1,57 ^{Ac}
Ş	36,69±0,69 ^{Aa}	38,19±0,13 ^{Ba}	37,75±1,32 ^{Ba}	30,71±0,32 ^{Cb}	30,13±0,37 ^{Ab}
P	36,69±0,69 ^{Ac}	41,10±1,47 ^{Aab}	42,48±1,25 ^{Aa}	38,94±0,41 ^{Ab}	31,98±1,30 ^{Ad}

Aynı sütunda benzer büyük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. Aynı satırdaki benzer küçük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. (A: ambalajsız, K: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, Ş: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, P: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ + % 79 N₂)

Depolama süresinin uygulamalar üzerindeki etkisine baktığımızda a^* değeri tüm gruplarda (A, K, Ş, P) zamanla artış göstermektedir. 12 günlük depolama süresi sonunda a^* değerine bakıldığında uygulamalar arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p\leq 0.05$). a^* değerinin pozitif olarak artış göstermesi klorofil parçalanmasının ve yeşil rengin kaybolduğunun göstergesidir. 12. günde

zeolit katkılı LDPE ile ambalajlanan muzların a^* değeri (10,79) diğer uygulamalara göre daha düşüktür. Bu durum zeolit katkılı LDPE torbalarda klorofil parçalanmasının daha yavaş gerçekleştiğini göstermektedir.

Bir çalışmada muz meyveleri pasif modifiye atmosfer altında etilen tutucu kese içeren ve içermeyen polietilen ambalajlar ile paketlenmiş ve 4°C ve 21°C’de depolanmıştır. Depolama süresinin tüm uygulamalarda a^* değeri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Kontrol örneklerin a^* değeri etilen tutucu kese içeren ambalajdaki örneklerin a^* değerinden daha yüksek tespit edilmiştir ve a^* değerinin pozitif yönde artışı yeşil rengin tamamen kaybolduğunun göstergesidir (Küçük, 2006).

Tablo 4.3.’deki b^* değeri sonuçlarına bakıldığında tüm uygulamalarda ilk 6 gün artış ve 6. günden sonra depolama süresi sonuna kadar azalma görülmüştür. 12 günlük depolama süresi sonunda uygulamalar arasında istatistiksel açıdan önemli farklılık bulunmamıştır ($p > 0.05$) (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. Muzda renk (L^* , a^* ve b^*), sertlik, briks ve TA için deneysel faktörlerin ve etkileşimlerinin p değeri

	L^*	a^*	b^*	Sertlik	Briks	TA
Uygulama	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002
Depolama süresi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Depolama süresi* Uygulama	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,067

* $P > 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı değildir

4.4.2. Renk analiz sonuçları (kivi)

Aktif ambalajlama ve MAP’ ın depolama süresince kivi kabuk rengine (L^* , a^* , b^*) etkisi Tablo 4.6.’da verilmiştir. Tablo 4.6.’da parlaklığı ifade eden L^* değeri açısından dış kabukta 30 günlük depolama sonunda ambalajsız (A), kontrol (KA, KP), etilen tutucu kese içeren LDPE film (ŞA, ŞP) ve zeolit katkılı LDPE film (PA, PP) olmak üzere tüm uygulamalar arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Benzer bir çalışmada etilen tutucu kese içeren LDPE ambalajlı kiviler ile kontrol (LDPE ambalaj) örneklerinin L^* değerlerine

bakıldığında depolama süresi sonunda aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($p>0.05$) olmadığı saptanmıştır (Küçük, 2006). Sezer ve arkadaşlarının (2017) çalışmalarında da benzer sonuç gözlenmiştir ve depolama süresi sonunda L^* değeri açısından kontrol, katkısız LDPE ambalaj ve zeolit katkılı LDPE ambalaj uygulamaları arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Rocculi ve arkadaşlarının (2005) çalışmasında kivi için L^* değerinde depolama süresi boyunca düşüş gözlenmiştir. Depolama süresi sonunda kivi örneklerinin a^* değeri açısından ambalajlı uygulamalar arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$). Kivi meyvelerinde olgunlaşma ile birlikte dış kabuk renginde önemli bir değişim olmadığı ve kabuğun parlak rengini koruduğu bildirilmektedir (Sezer ve ark., 2017, Yıldırım, 2010). PP, ŞP, ŞA, KP ve KA gruplarında depolama süresinin kivi için b^* değerine etkisi önemli değildir ($p>0.05$). Ancak A ve PA grubu örneklerde depolama ile birlikte b^* değerinde artış görülmüştür ve b^* değerindeki artış sarı rengin arttığını göstermektedir.

Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi iç rengine (meyve eti) etkisi Tablo 4.7.'de verilmiştir. Meyve et renginde parlaklığı ifade eden L^* değeri tüm uygulamalarda depolama süresi boyunca çok az düzeyde azalma eğilimi göstermiştir ancak istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Depolamanın 30. gününde L^* değerinde uygulamalar arasında istatistiksel açıdan önemli farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. Kivide kabuk ve meyve eti rengi (L^* , a^* ve b^*) için deneysel faktörlerin ve etkileşimlerinin p değeri

	Kabuk			Meyve Eti		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
Uygulama	0,004	0,001	0,000	0,000	0,306	0,010
Depolama süresi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Depolama süresi* Uygulama	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

* $P>0.05$ istatistiksel olarak anlamlı değildir

Tablo 4.6. Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivinin kabuk (dış) rengine (L^* , a^* ve b^*) etkisi

Uygulama	Dış Renk (Kabuk Rengi, L^*)						
	Depolama Süresi						
	0.gün	5.gün	10.gün	15.gün	20.gün	25.gün	30.gün
A	44,44±1,75 ^{Aa}	44,89±2,20 ^{Aa}	44,80±2,11 ^{ABCa}	44,20±1,58 ^{BCa}	39,93±2,03 ^{Db}	43,58±1,77 ^{Aa}	44,76±2,07 ^{Aa}
KA	44,44±1,75 ^{Aa}	45,27±1,50 ^{Aa}	41,88±2,10 ^{Db}	43,87±1,17 ^{BCa}	41,11±2,47 ^{BCDb}	43,97±1,77 ^{Aa}	44,70±1,75 ^{Aa}
KP	44,44±1,75 ^{Abc}	45,80±1,68 ^{Aa}	43,15±1,86 ^{CDc}	44,29±0,81 ^{BCbc}	40,25±1,68 ^{Dd}	43,63±2,73 ^{Ac}	45,09±1,76 ^{Aab}
ŞA	44,44±1,75 ^{Aab}	43,46±1,96 ^{Bb}	45,26±1,65 ^{ABa}	45,42±1,43 ^{Aa}	42,13±1,81 ^{ABCc}	43,55±2,07 ^{Ab}	44,94±1,58 ^{Aa}
ŞP	44,44±1,75 ^{Ab}	44,68±1,95 ^{ABb}	46,46±1,58 ^{Aa}	43,73±0,91 ^{Cb}	40,82±2,71 ^{CDc}	43,76±2,61 ^{Ab}	44,80±1,88 ^{Ab}
PA	44,44±1,75 ^{Aab}	45,27±1,86 ^{Aa}	44,65±1,57 ^{BCab}	42,51±1,49 ^{Dd}	42,84±1,64 ^{Ac}	43,68±1,34 ^{Abc}	45,48±1,48 ^{Aa}
PP	44,44±1,75 ^{Ab}	44,41±2,00 ^{ABb}	45,83±1,54 ^{ABa}	44,75±1,77 ^{ABb}	42,41±1,12 ^{ABc}	43,91±1,24 ^{Ab}	44,56±1,61 ^{Ab}

Aynı sütunda benzer büyük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. Aynı satırdaki benzer küçük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. (A: ambalajsız, KA: katkısız LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, KP: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, ŞA: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, ŞP: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, PA: zeolit katkılı LDPE torba+%5 O₂ + %5 CO₂, PP: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ +% 79 N₂)

Tablo 4.6. (Devam)

Uygulama	Dış Renk (Kabuk Rengi, a*)						
	0.gün	5.gün	10.gün	Depolama Süresi 15.gün	20.gün	25.gün	30.gün
A	10,41±0,62 ^{Accd}	9,99±1,31 ^{ABCD}	10,05±1,26 ^{Ad}	10,19±1,30 ^{ABCcd}	13,05±1,90 ^{Aa}	11,61±1,31 ^{Ab}	11,08±1,58 ^{Abc}
KA	10,41±0,62 ^{Ab}	8,79±1,08 ^{Dc}	10,07±1,56 ^{Ab}	10,43±0,85 ^{ABCb}	12,77±1,92 ^{ABa}	10,04±0,95 ^{Bb}	10,28±1,46 ^{ABb}
KP	10,41±0,62 ^{Ac}	9,92±1,27 ^{ABCcd}	9,47±1,11 ^{Ad}	11,31±1,55 ^{Ab}	12,57±1,41 ^{ABa}	10,37±1,41 ^{Bcd}	9,83±1,27 ^{Bcd}
ŞA	10,41±0,62 ^{Abc}	10,39±1,00 ^{ABbc}	9,17±0,80 ^{Ae}	9,33±1,88 ^{Cd}	11,32±1,97 ^{Cab}	13,75±2,08 ^{Aa}	10,21±1,04 ^{ABcd}
ŞP	10,41±0,62 ^{Aab}	9,60±0,86 ^{BCDbc}	9,17±1,11 ^{Ac}	11,09±1,83 ^{ABabc}	11,59±1,61 ^{BCab}	9,73±1,59 ^{Bbcc}	10,03±1,14 ^{Babc}
PA	10,41±0,62 ^{Aab}	10,62±1,35 ^{Aa}	9,40±1,26 ^{Ab}	10,44±1,36 ^{ABCab}	10,99±1,38 ^{Ca}	10,34±1,26 ^{Bab}	10,09±1,09 ^{Bab}
PP	10,41±0,62 ^{Ab}	9,13 ±1,56 ^{CDc}	9,52±1,50 ^{Abc}	10,12±1,81 ^{BCbc}	12,89±1,76 ^{Aa}	10,53±1,27 ^{B b}	9,76±1,58 ^{Bbc}

Aynı sütunda benzer büyük harflerin bulunduğu ortalama değerler (P>0.05) istatistiksel olarak anlamlı değildir. Aynı satırdaki benzer küçük harflerin bulunduğu ortalama değerler (P>0.05) istatistiksel olarak anlamlı değildir. (A: ambalajsız, KA: katkısız LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, KP: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, ŞA: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, ŞP: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, PA: zeolit katkılı LDPE torba+%5 O₂ + %5 CO₂, PP: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ +% 79 N₂)

Tablo 4.6. (Devam)

Dış Renk (Kabuk Rengi, b*)							
Depolama Süresi Uygulama	0.gün	5.gün	10.gün	15.gün	20.gün	25.gün	30.gün
A	21,22±0,93 ^{Ad}	21,98±1,98 ^{Acd}	23,04±2,40 ^{Abcd}	23,03±2,38 ^{Abcd}	27,65±2,97 ^{BCa}	24,43±2,76 ^{Ab}	23,93±2,13 ^{Abc}
KA	21,22±0,93 ^{Abc}	20,26±1,64 ^{BCc}	21,46±2,13 ^{BCbc}	22,47±2,11 ^{Ab}	28,49±2,61 ^{ABa}	21,44±2,29 ^{Cbc}	22,24±2,74 ^{Bb}
KP	21,22±0,93 ^{Ac}	21,46±2,82 ^{ABCc}	21,54±1,36 ^{BCc}	23,46±2,39 ^{Ab}	27,12±1,85 ^{BCa}	22,42±1,78 ^{BCb}	21,88±1,74 ^{Bc}
ŞA	21,22±0,93 ^{Ac}	21,82±1,78 ^{ABc}	21,69±1,67 ^{BCc}	22,45±1,72 ^{Ac}	26,68±2,53 ^{Ca}	24,28±2,27 ^{Ab}	21,49±2,04 ^{Ac}
ŞP	21,22±0,93 ^{Ac}	20,14±2,10 ^{Cc}	22,78±1,92 ^{ABb}	23,71±2,55 ^{Ab}	26,37±2,24 ^{Ca}	21,88±2,81 ^{BCbc}	21,64±2,02 ^{Bbc}
PA	21,22±0,93 ^{Ac}	22,08±3,35 ^{Abc}	20,71±1,60 ^{Cc}	22,28±3,26 ^{Abc}	26,17±2,13 ^{Ca}	23,41±1,69 ^{ABb}	22,95±2,23 ^{ABb}
PP	21,22±0,93 ^{Ad}	20,82±1,51 ^{ABCd}	23,61±1,93 ^{Ab}	23,50±2,31 ^{Abc}	29,48±2,75 ^{Aa}	23,30±1,85 ^{ABbc}	21,59±1,64 ^{Bcd}

Aynı sütunda benzer büyük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. Aynı satırdaki benzer küçük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. (A: ambalajsız, KA: katkısız LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, KP: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, ŞA: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, ŞP: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, PA: zeolit katkılı LDPE torba+%5 O₂ + %5 CO₂, PP: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ +% 79 N₂)

Tablo 4.7. Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kiviinin iç rengine (L*, a* ve b*) etkisi

Uygulama	İç renk (L*)						
	0.gün	5.gün	10.gün	Depolama Süresi 15.gün	20.gün	25.gün	30.gün
A	52,17±1,00 ^{Aa}	50,48±1,72 ^{Ab}	47,46±2,44 ^{CDd}	48,40±1,54 ^{Cbcd}	49,90±2,33 ^{Ab}	49,34±1,98 ^{Bbc}	49,93±1,78 ^{ABb}
KA	52,17±1,00 ^{Aa}	48,11±1,80 ^{Cc}	48,18±2,56 ^{BCc}	50,76±1,36 ^{Bb}	48,39±1,89 ^{Bc}	48,69±2,18 ^{Bc}	50,51±2,71 ^{Ab}
KP	52,17±1,00 ^{Aa}	51,14±1,81 ^{Ab}	46,37±1,42 ^{Dd}	52,60±0,94 ^{Aa}	47,94±1,13 ^{Bc}	50,88±1,55 ^{Ab}	48,85±1,73 ^{Bc}
ŞA	52,17±1,00 ^{Aa}	49,80±1,85 ^{ABc}	49,53±1,78 ^{Ac}	50,47±1,16 ^{Bc}	46,12±3,18 ^{Cd}	51,70±1,13 ^{Aab}	50,79±1,44 ^{Abc}
ŞP	52,17±1,00 ^{Aa}	47,59±1,91 ^{Cc}	50,38±1,10 ^{Ab}	51,75±0,97 ^{Aa}	48,33±2,08 ^{Bc}	51,34±0,78 ^{Aa}	50,03±1,63 ^{ABb}
PA	52,17±1,00 ^{Aa}	48,48±3,04 ^{BCde}	49,07±2,25 ^{ABcd}	46,61±2,16 ^{Df}	47,64±1,57 ^{Bbef}	51,22±1,32 ^{Aab}	50,31±2,02 ^{Abc}
PP	52,17±1,00 ^{Aa}	48,18±2,68 ^{Cc}	48,06±1,61 ^{BCc}	48,12±1,44 ^{Cc}	44,30±1,29 ^{Dd}	51,71±1,33 ^{Aa}	50,37±1,60 ^{Ab}

Aynı sütunda benzer büyük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. Aynı satırdaki benzer küçük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. (A: ambalajsız, KA: katkısız LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, KP: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, ŞA: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, ŞP: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, PA: zeolit katkılı LDPE torba+%5 O₂ + %5 CO₂, PP: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ +% 79 N₂)

Tablo 4.7. (Devam)

Uygulama	İç Renk (a*)						
	0.gün	5.gün	10.gün	Depolama Süresi 15.gün	20.gün	25.gün	30.gün
A	-2,19±0,68 ^{Ab}	-3,31±1,03 ^{ABcd}	-3,59±1,02 ^{Cd}	-2,89±0,56 ^{BCc}	-0,95±0,50 ^{Aa}	-2,99±0,55 ^{Dc}	-1,01±0,47 ^{Ba}
KA	-2,19±0,68 ^{Ab}	-3,59±0,61 ^{BCd}	-3,24±0,60 ^{ABCcd}	-1,68±1,30 ^{Ab}	-2,95±0,60 ^{DEc}	-2,13±0,73 ^{Cb}	-0,21±0,81 ^{Aa}
KP	-2,19±0,68 ^{Ab}	-4,12±0,45 ^{Ce}	-3,00±0,46 ^{Ad}	-2,43±1,23 ^{Bbc}	-2,75±0,60 ^{Dcd}	-1,49±0,74 ^{ABa}	-1,06±0,66 ^{Ba}
ŞA	-2,19±0,68 ^{Ac}	-4,07±0,66 ^{Ce}	-3,10±0,52 ^{ABd}	-1,55±1,15 ^{Aab}	-3,19±0,63 ^{EFd}	-1,86±0,64 ^{BCbc}	-1,29±0,90 ^{BCc}
ŞP	-2,19±0,68 ^{Ab}	-3,14±0,72 ^{ABc}	-3,37±0,66 ^{ABCc}	-1,45±1,42 ^{Aa}	-3,39±0,46 ^{Fc}	-1,67±0,98 ^{ABCaab}	-1,18±0,56 ^{BCa}
PA	-2,19±0,68 ^{Aab}	-2,82±1,18 ^{Aab}	-3,63±0,59 ^{Cb}	-3,22±0,68 ^{Cb}	-2,22±0,68 ^{Cab}	-1,27±0,69 ^{Aa}	-1,71±0,89 ^{Ca}
PP	-2,19±0,68 ^{Ab}	-3,35 ±0,77 ^{ABc}	-3,54±0,56 ^{BCc}	-3,51±0,59 ^{Cc}	-1,70±0,78 ^{Bab}	-1,32±0,72 ^{Aa}	-1,66±1,22 ^{Cb}

Aynı sütunda benzer büyük harflerin bulunduğu ortalama değerler (P>0.05) istatistiksel olarak anlamlı değildir. Aynı satırdaki benzer küçük harflerin bulunduğu ortalama değerler (P>0.05) istatistiksel olarak anlamlı değildir. (A: ambalajsız, KA: katkısız LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, KP: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, ŞA: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, ŞP: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, PA: zeolit katkılı LDPE torba+%5 O₂ + %5 CO₂, PP: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ +% 79 N₂)

Tablo 4.7. (Devam)

Uygulama	İç Renk (b*)						
	Depolama Süresi						
	0.gün	5.gün	10.gün	15.gün	20.gün	25.gün	30.gün
A	18,99±2,50 ^{Ad}	23,80±1,28 ^{Ab}	21,05±3,54 ^{ABc}	23,07±2,13 ^{ABb}	26,05±2,72 ^{ABa}	24,59±1,84 ^{ABab}	23,45±1,33 ^{Ab}
KA	18,99±2,50 ^{Ad}	20,46±1,61 ^{Cc}	22,09±2,21 ^{Ab}	22,83±1,15 ^{Bb}	25,72±1,54 ^{BCa}	22,58±2,00 ^{Cb}	22,31±2,05 ^{ABb}
KP	18,99±2,50 ^{Ad}	22,70±1,47 ^{ABb}	20,61±1,67 ^{ABc}	23,49±1,06 ^{ABb}	27,06±1,15 ^{Aa}	23,78±0,83 ^{Bb}	21,44±1,70 ^{Bc}
ŞA	18,99±2,50 ^{Ac}	22,36±1,76 ^{Bb}	21,43±1,25 ^{ABb}	23,91±1,36 ^{ABa}	24,57±1,38 ^{CDa}	23,93±1,38 ^{Ba}	21,34±2,30 ^{Bb}
ŞP	18,99±2,50 ^{Ae}	19,43±2,54 ^{Ce}	21,81±1,24 ^{ABd}	23,49±0,96 ^{ABbc}	25,56±1,33 ^{BCDa}	24,64±1,25 ^{ABab}	22,66±1,63 ^{ABcd}
PA	18,99±2,50 ^{Ad}	23,05±2,69 ^{ABab}	21,81±1,47 ^{ABbc}	22,78±2,38 ^{Bbc}	24,42±1,48 ^{Da}	24,37±1,67 ^{ABa}	21,41±1,91 ^{Bc}
PP	18,99±2,50 ^{Ae}	21,90±1,95 ^{Bc}	20,44±2,47 ^{Bd}	24,11±1,74 ^{Aab}	25,23±1,71 ^{BCDa}	25,44±1,31 ^{Aa}	23,05±1,69 ^{Ac}

Aynı sütunda benzer büyük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. Aynı satırdaki benzer küçük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. (A: ambalajsız, KA: katkısız LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, KP: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, ŞA: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, ŞP: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, PA: zeolit katkılı LDPE torba+%5 O₂ + %5 CO₂, PP: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ +% 79 N₂)

Kivi meyve eti renginde fazla bir değişimin olmaması olgunlaşmanın yavaş gerçekleşmesiyle ilişkilendirilmiştir (Sezer ve ark., 2017). Olgunlaşma ile birlikte kivi meyvesinin çekirdeği ile kabuk kısmı arasındaki kısım transparan hale dönüşmektedir ve transparan yapı kivi için önemli bir kriterdir (Finnegan ve O'Beirne, 2015). ŞA, PA ve PP grubu kivilerde depolamanın a^* değerine etkisi önemli düzeyde değildir ($p>0.05$). Ancak A, KA, KP ve ŞP grubu kivilerde 30. gün a^* değerlerinde 0. güne kıyasla önemli düzeyde düşüş tespit edilmiştir ($p\leq 0.05$). a^* değerindeki azalış olgunlaşan kivilerde klorofilin parçalanarak feofitine dönüşmesi ve böylece yeşil rengin sarıya dönmeye başlaması ile açıklanmaktadır (Mohammadi, 2008). Depolamanın 30. gününde aktif modifiye atmosfer paketleme (KA) yöntemiyle ambalajlanan kivilerde a^* değeri -0,21 ile en yüksek değeri almıştır. Pasif modifiye atmosfer ile paketlenen zeolit katkılı LDPE torbalarda a^* değeri -1,71 ile en düşük değeri almıştır ve iç rengin bu torbalarda daha yeşil olduğunu göstermiştir. b^* değerleri de bu sonuçları destekler niteliktedir. b^* değeri arttıkça sarı renk artmaktadır. Depolama süresinin uygulamalar üzerindeki etkisi istatistiksel açıdan önemli ($p\leq 0.05$) bulunurken. günde A, KP, ŞA ve PA grubu kivilerde b^* değeri açısından önemli fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

4.5. Tekstür

4.5.1. Tekstür analiz sonuçları (muz)

Katkısız LDPE ve etilen tutucu içeren aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muz meyvesinin penetrasyon kuvvetine (N) etkisi Tablo 4.8.'de verilmiştir. Penetrasyon kuvveti, Newton (N) cinsinden ürün dokusundaki sertlik/yumuşama hakkında fikir vermektedir. 12 günlük depolama sonunda ambalajsız (A) depolanan muzda ölçülen sertlik değeri 1,25 N olup, istatistiksel olarak diğer ambalajlı uygulamalardan daha yüksek bulunmuştur. Ambalajsız muzda kabuktaki nem kaybı nedeniyle oluşan kurumaya bağlı olarak penetrasyon kuvveti daha yüksektir. Tüm uygulamalarda muzun sertliği depolama süresince önemli düzeyde azalmıştır ($p\leq 0.05$). Depolamanın 12. gününde ambalajsız muzda 1,25 N, katkısız LDPE film ile paketlenen muzda 0,63 N, etilen tutucu kese içeren LDPE film ile ambalajlanan

muzda 0,78 N ve zeolit katkılı LDPE film ile ambalajlanan muzda 0,65 N olarak ölçülmüştür. Depolama süresi sonunda K ve Ş grubu muzların penetrasyon kuvveti arasındaki fark önemli olup, Ş grubu muzlar daha sert bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Depolamanın 12. gününde ambalajsız muzların duyusal değerlendirme sonuçları da tekstür analiz sonuçlarını desteklemektedir. P ve Ş grubu örneklerin ambalajlandığı ambalaj filmleri etilen tutucu sistemler içerdiği için olgunlaşma geciktirilmiş ve etilen tutucu içermeyen ambalajlı örneklerle göre muz meyveleri daha sert kalmıştır. Muzda olgunlaşma ile sertliğin azalması pektin metabolizmasından ileri gelmektedir (Öz ve Eriş, 2009). Meyve ve sebzelerin yumuşama hızı pektik maddelerin parçalanma hızı ile orantılıdır. Pektinlerin parçalanmasında rol alan en önemli enzimin pektin esteraz olduğu bilinmektedir. Hasattan sonra pektin esteraz aktivitesi yükselmekte ve meyve ve sebzelerin yumuşamasına neden olmaktadır (Küçük, 2006, Wills ve ark., 1999).

Tablo 4.8. Katkısız LDPE ve etilen tutucu içeren aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muzun penetrasyon kuvvetine (N) etkisi

Uygulamalar	Penetrasyon Kuvveti (N)				
	Depolama Süresi				
	0.gün	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün
A	2,01±0,04 ^{Aa}	1,90±0,33 ^{ABa}	1,62±0,18 ^{Ab}	1,44±0,03 ^{Ac}	1,25±0,03 ^{Ad}
K	2,01±0,04 ^{Aa}	1,94±0,05 ^{ABa}	1,45±0,50 ^{BCb}	0,71±0,08 ^{Dc}	0,63±0,08 ^{Cc}
Ş	2,01±0,04 ^{Aa}	2,06±0,12 ^{Aa}	1,56±0,09 ^{ABb}	0,94±0,04 ^{Cc}	0,78±0,06 ^{Bc}
P	2,01±0,04 ^{Aa}	1,81±0,10 ^{Cb}	1,37±0,03 ^{Cc}	1,29±0,03 ^{Bc}	0,65±0,15 ^{BCd}

Aynı sütunda benzer büyük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P > 0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. Aynı satırdaki benzer küçük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P > 0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. (A: ambalajsız, K: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, Ş: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, P: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ + % 79 N₂)

4.5.2. Tekstür analiz sonuçları (kivi)

Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi meyvesinin kabuk ve meyve eti penetrasyon kuvvetine (N) etkisi sırasıyla Tablo 4.10. ve Tablo 4.11.'de verilmiştir. Tablo 4.10.'da tüm uygulamalardaki kivilerin kabuk penetrasyon kuvveti depolama süresi boyunca meyvedeki protopektin parçalanması nedeniyle azalmıştır ($p \leq 0.05$). Depolama süresi sonunda uygulamalar arasında penetrasyon kuvvetinde istatistiksel açıdan önemli farklılık saptanmıştır (Tablo 4.9.). Ben-Arie ve

arkadaşlarının (1982)'nın çalışmasında kivilerin depolama süresi boyunca olgunlaşmaya bağlı değişimi incelenmiştir ve depolama periyodu boyunca meyve sertliğinin azaldığı gözlemlenmiştir. Başka bir çalışmada salisilik asit ile muamele edilen ve etilen tutucu kese içeren LDPE film ile ambalajlanan kivilerin depolama süresi sonunda daha sert bulunduğu ifade edilmiştir (Bal ve Çelik, 2010).

Tablo 4.11.'de ise kivide meyve eti penetrasyon kuvveti sonuçları gösterilmiştir. Depolama süresi boyunca kivilerin meyve eti penetrasyon kuvveti çok az düzeyde azalmış, A, KP ve ŞA grubu kivilerin penetrasyon kuvvetindeki düşme istatistiksel açıdan önemli ($p \leq 0.05$) iken KA, ŞP, PA ve PP grubu örneklerdeki değişim istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Depolama sonunda pasif MAP ile ambalajlı LDPE grubu kivilerin meyve eti aktif MAP ile ambalajlanan LDPE grubu kivilere göre daha sert bulunurken, etilen tutucu kese içeren LDPE ve zeolit katkılı LDPE grubu kivilerin sertliği her iki MAP yöntemi ile ambalajlamada da farklılık göstermemiştir ($p > 0.05$).

Tablo 4.9. Kivide kabuk ve meyve eti sertliği, briks, pH ve TA için deneysel faktörlerin ve etkileşimlerinin p değeri

	Sertlik (kabuk)	Sertlik (Meyve Eti)	Briks	pH	TA
Uygulama	0,000	0,119	0,000	0,000	0,000
Depolama süresi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Depolama süresi* Uygulama	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

* $P > 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı değildir

Tablo 4.10. Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi'nin kabuk penetrasyon kuvvetine (N) etkisi

Uygulama	Kabuk Penetrasyon Kuvveti (N)- Kabuk Sertliği						
	0.gün	5.gün	10.gün	Depolama Süresi 15.gün	20.gün	25.gün	30.gün
A	17,36±1,08 ^{Abc}	20,92±3,10 ^{Aa}	18,62±2,30 ^{Ab}	15,58±1,92 ^{ABCde}	16,30±1,61 ^{Accd}	11,87±1,59 ^{Cf}	14,43±1,58 ^{Ae}
KA	17,36±1,08 ^{Aa}	15,87±1,98 ^{CDb}	11,79±1,28 ^{Df}	14,74±1,81 ^{BCc}	13,57±1,67 ^{CDde}	14,17±1,27 ^{ABcd}	12,61±1,46 ^{Bef}
KP	17,36±1,08 ^{Aa}	17,77±4,12 ^{BCa}	14,82±2,29 ^{Cb}	14,39±1,92 ^{CDb}	12,62±1,26 ^{Dc}	13,35±1,80 ^{Bbc}	12,76±1,25 ^{Bc}
ŞA	17,36±1,08 ^{Aab}	18,70±2,47 ^{Ba}	15,59±1,78 ^{Ccd}	16,76±2,03 ^{Abc}	15,08±2,37 ^{ABd}	14,96±2,59 ^{Ad}	12,79±1,49 ^{Be}
ŞP	17,36±1,08 ^{Ab}	15,25±2,88 ^{Dcd}	18,93±2,24 ^{Aa}	15,86±1,92 ^{ABc}	14,72±2,32 ^{BCcd}	14,15±1,75 ^{ABd}	12,62±1,38 ^{Be}
PA	17,36±1,08 ^{Aa}	16,30±2,20 ^{CDb}	14,54±1,04 ^{Cc}	13,37±1,42 ^{Dd}	14,33±0,73 ^{BCcd}	14,12±1,51 ^{ABcd}	13,97±1,36 ^{Accd}
PP	17,36±1,08 ^{Ab}	19,36±3,41 ^{ABa}	16,92±1,80 ^{Bb}	14,70±1,72 ^{BCc}	16,20±1,92 ^{Ab}	14,48±1,60 ^{ABc}	13,63±1,30 ^{ABc}

Aynı sütunda benzer büyük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. Aynı satırdaki benzer küçük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir (A: ambalajsız, KA: katkısız LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, KP: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, ŞA: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, ŞP: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, PA: zeolit katkılı LDPE torba+%5 O₂ + %5 CO₂, PP: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ +% 79 N₂)

Tablo 4.11. Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kiviinin meyve eti penetrasyon kuvvetine (N) etkisi

Uygulama	Meyve Eti Penetrasyon Kuvveti (N)- Meyve Eti Sertliği						
	0.gün	5.gün	10.gün	15.gün	20.gün	25. gün	30.gün
A	2,62±0,21 ^{Ac}	3,12±0,36 ^{Aa}	2,92±0,29 ^{Aab}	2,81±0,51 ^{BCbc}	2,56±0,24 ^{Bd}	2,61±0,20 ^{ABcd}	2,25±0,39 ^{Ce}
KA	2,62±0,21 ^{Ab}	2,99±0,39 ^{ABa}	2,55±0,23 ^{Bb}	3,07±0,38 ^{Aa}	2,64±0,17 ^{ABb}	2,57±0,28 ^{ABb}	2,54±0,23 ^{Ab}
KP	2,62±0,21 ^{Ab}	2,98±0,47 ^{ABa}	2,59±0,36 ^{Bb}	2,57±0,24 ^{Cb}	2,75±0,23 ^{Ab}	2,55±0,21 ^{ABb}	2,29±0,32 ^{Cc}
ŞA	2,62±0,21 ^{Ac}	2,95±0,32 ^{ABa}	2,73±0,27 ^{ABbc}	2,89±0,30 ^{ABab}	2,59±0,18 ^{ABc}	2,61±0,36 ^{ABc}	2,32±0,26 ^{BCd}
ŞP	2,62±0,21 ^{Aabc}	2,79±0,28 ^{Ba}	2,74±0,33 ^{ABab}	2,62±0,14 ^{Cabc}	2,50±0,29 ^{Bc}	2,58±0,26 ^{ABbc}	2,50±0,26 ^{ABc}
PA	2,62±0,21 ^{Abc}	2,86±0,29 ^{ABa}	2,72±0,22 ^{ABab}	2,73±0,32 ^{BCab}	2,51±0,35 ^{Bc}	2,64±0,25 ^{Abc}	2,55±0,29 ^{Abc}
PP	2,62±0,21 ^{Acde}	2,86 ±0,31 ^{ABab}	2,92±0,52 ^{Aa}	2,73±0,31 ^{BCabc}	2,47±0,28 ^{Bde}	2,43±0,30 ^{Be}	2,66±0,21 ^{ABcd}

Aynı sütunda benzer büyük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. Aynı satırdaki benzer küçük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir (A: ambalajsız, KA: katkısız LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, KP: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, ŞA: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, ŞP: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, PA: zeolit katkılı LDPE torba+%5 O₂ + %5 CO₂, PP: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ +% 79 N₂)

4.6. Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM, %)

4.6.1. Suda çözünür kuru madde (SÇKM, %) (muz)

Katkısız LDPE ve etilen tutucu içeren aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muz meyvesinin suda çözünür kuru madde miktarına etkisi Tablo 4.12.'de verilmiştir. A, K, Ş ve P uygulamalarındaki muz meyvelerinin briksi 9. güne kadar artış göstermiş ve 9. günden itibaren azalmaya başlamıştır. Muzun nişasta içermesi nedeniyle önce nişasta parçalanarak şeker miktarı dolayısıyla SÇKM artmış, nişasta parçalanmasının tamamlanmasından sonra ise solunum ile şekerler kullanılarak SÇKM'de azalma gözlenmiştir (Küçük, 2006). Kurubaş ve Erkan (2017)'in çalışmalarında da farklı gaz karışımları (pasif MAP /düşük oksijen uygulamaları) kullanılarak muz meyveleri modifiye atmosfer paketlenme yöntemiyle ambalajlanmıştır. Bu çalışmadaki SÇKM sonuçları çalışmamızla benzerlik göstermekte olup, depolama süresi boyunca tüm uygulamalarda suda çözünür kuru madde miktarı önce artmış daha sonra ise azalmaya başlamıştır. Depolama sonunda en düşük SÇKM etilen tutucu içeren Ş (2,37) ve P (2,28) uygulamalardaki muzlarda tespit edilmiş olup olgunlaşmanın bu uygulamalarda daha yavaş gerçekleşmesi ile ilişkilendirilmiştir (Kurubaş ve Erkan, 2017). Ambalajsız (A) ve ambalajlı kontrol (K) örneklerinde briks değerleri sırasıyla 2,87 ve 2,67 olup aralarında istatistiksel açıdan farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$). Depolama sonunda etilen tutucu içeren uygulamalar ile diğer uygulamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p\leq 0.05$).

Tablo 4.12. Katkısız LDPE ve etilen tutucu içeren aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muzun suda çözünür kuru madde içeriğine etkisi

Uygulamalar	Suda Çözünür Kuru Madde (%)				
	Depolama Süresi				
	0.gün	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün
A	2,83±0,10 ^{Ab}	2,83±0,10 ^{Ab}	2,83±0,27 ^{Ab}	3,05±0,06 ^{Aa}	2,87±0,05 ^{Ab}
K	2,83±0,10 ^{Aa}	2,83±0,13 ^{Aa}	2,90±0,09 ^A	2,80±0,13 ^{BCab}	2,67±0,10 ^{Ab}
Ş	2,83±0,10 ^{Aa}	2,95±0,10 ^{Aa}	2,98±0,26 ^{Aa}	2,76±0,12 ^{Ca}	2,37±0,27 ^{Bb}
P	2,83±0,10 ^{Aab}	2,70±0,09 ^{Bb}	2,87±0,14 ^{Aa}	2,90±0,09 ^{Ba}	2,28±0,18 ^{Bc}

Aynı sütunda benzer büyük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. Aynı satırdaki benzer küçük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. (A: ambalajsız, K: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, Ş: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, P: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ + % 79 N₂)

4.6.2. Suda çözünür kuru madde (SÇKM, %) (kivi)

Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi meyvelerinin suda çözünür kuru madde miktarına etkisi Tablo 4.13.'de verilmiştir. Kivide suda çözünür kuru madde (SÇKM) depolama süresi boyunca artış göstermiştir. Muhafazanın başlangıcında kivilerin %14,62 SÇKM oranı, depolama sonunda ambalajsız depolanan örneklerde %17,18'e, KA grubu örneklerde (aktif MAP+ LDPE) %16,17'e, KP (pasif MAP+ LDPE), ŞA (aktif MAP+ etilen tutucu kese), ŞP (pasif MAP+ etilen tutucu kese), PP (pasif MAP+ zeolit katkılı LDPE) ve PA (aktif MAP+ zeolit katkılı LDPE) grubu örneklerde de yaklaşık %16 düzeyine yükselmiştir. Depolama sonunda en yüksek SÇKM ambalajsız depolanan örneklerde, en düşük SÇKM ise ŞP grubu örneklerde tespit edilmiştir. Doğan ve arkadaşlarının (2017) çalışmasındaki sonuçlar çalışmamız ile benzerlik göstermiş olup, 1-MCP ve 1-MCP+kontrollü atmosfer uygulamalarında SÇKM depolama süresi boyunca artış göstermiştir. Bu çalışmada en yüksek SÇKM kontrol örneklerinde, en düşük SÇKM ise 1-MCP+KA uygulamasında tespit edilmiştir. Depolama süresince briksteki artış Hayward kivi meyvelerinde nişastanın parçalanarak şekere dönüşmesi ile ilişkilendirilmiştir (Duman, 2011). Mitchell (1988)'de nişastanın olgunlaşma ile birlikte parçalanarak şekere dönüştüğünü, böylece hasat zamanı %6,5-8 olan SÇKM'nin meyvenin yeme olgunluğunda %14-17 değerlerine yükseldiğini tespit etmiştir.

Tablo 4.13. Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi'nin suda çözünür kuru madde içeriğine etkisi

Uygulama	Suda Çözünür Kuru Madde (%)						
	0.gün	5.gün	10.gün	15.gün	20.gün	25.gün	30.gün
A	14,62±0,93 ^{Ae}	15,98±0,36 ^{ABd}	16,32±0,47 ^{AcD}	17,02±0,67 ^{Aab}	16,73±0,19 ^{Abc}	17,45±0,26 ^{Aa}	17,18±0,43 ^{Aab}
KA	14,62±0,93 ^{Ac}	15,87±0,29 ^{ABb}	15,50±0,70 ^{Ab}	15,92±0,30 ^{Bb}	16,28±0,23 ^{ABb}	17,12±0,82 ^{Aa}	16,17±0,54 ^{Bb}
KP	14,62±0,93 ^{Ad}	15,87±0,55 ^{ABbc}	15,67±0,25 ^{Ac}	16,73±0,40 ^{Aa}	16,84±0,92 ^{Aa}	16,45±0,10 ^{Bab}	15,58±0,44 ^{BCc}
ŞA	14,62±0,93 ^{Ab}	15,42±0,42 ^{Bab}	15,53±1,94 ^{Aab}	15,35±0,39 ^{Cab}	15,82±0,21 ^{BCa}	15,45±0,39 ^{CDab}	15,68±0,37 ^{BCab}
ŞP	14,62±0,93 ^{Ac}	16,03±0,60 ^{ABa}	16,15±0,34 ^{Aa}	15,98±0,23 ^{Ba}	15,55±0,62 ^{CDab}	15,78±0,45 ^{CDa}	14,95±0,44 ^{Dbc}
PA	14,62±0,93 ^{Ab}	15,80±0,76 ^{ABa}	15,38±0,68 ^{Aa}	15,32±0,29 ^{Cab}	15,63±0,54 ^{CDa}	15,88±0,12 ^{Ca}	15,67±0,45 ^{BCa}
PP	14,62±0,93 ^{Ad}	16,27±0,58 ^{Aa}	15,30±0,17 ^{Abc}	15,88±0,38 ^{Bab}	15,03±0,38 ^{Dcd}	15,28±0,29 ^{Dbc}	15,55±0,54 ^{Cbc}

Aynı sütunda benzer büyük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. Aynı satırdaki benzer küçük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir (A: ambalajsız, KA: katkısız LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, KP: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, ŞA: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, ŞP: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, PA: zeolit katkılı LDPE torba+%5 O₂ + %5 CO₂, PP: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ +% 79 N₂)

Depolamanın 30.gününde ambalajsız ürünlerin briks değeri ambalajlı ürünlere kıyasla daha yüksek tespit edilmiştir ($p \leq 0.05$). Bal ve Çelik (2010) tarafından yapılan bir çalışmada en düşük çözünür kuru madde miktarı salisilik asit ile muamele edilen, etilen tutucu kese (KMnO_4) içeren LDPE ambalajlardaki kivilerde tespit edilmiştir.

4.7. Titrasyon Asitliği (%)

4.7.1. Titrasyon asitliği analiz sonuçları (% malik asit) (muz)

Katkısız LDPE ve etilen tutucu aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muz meyvesinin titrasyon asitliğine etkisi Tablo 4.14.'de verilmiştir. Depolamanın 12. gününde ambalajsız örneklerde titrasyon asitliği değeri 0. güne kıyasla daha yüksek tespit edilmiş olup bu farklılık istatistiksel açıdan da önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Kontrol (K), etilen tutucu kese içeren ambalajlar (Ş) ve zeolit katkılı LDPE ambalajlarda (P) ise önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0.05$). Depolamanın 12. gününde ambalajlı uygulamalar arasında önemli bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$) ancak ambalajlı muzlarla ambalajsız olanlar arasında titrasyon asitliği açısından önemli fark ortaya çıkmıştır ($p \leq 0.05$). Ş ve P grubu kivilerde muhafaza başlangıcında titrasyon asitliği %0,06, depolama süresi sonunda ise %0,07 tespit edilmiştir.

Tablo 4.14. Katkısız LDPE ve etilen tutucu aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muzun titrasyon asitliğine etkisi

Uygulamalar	Titrasyon Asitliği (%TA)				
	Depolama Süresi				
	0.gün	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün
A	0,06±0,01 ^{Ab}	0,07±0,01 ^{Ab}	0,07±0,01 ^{Ab}	0,06±0,1 ^{Ab}	0,11±0,04 ^{Aa}
K	0,06±0,01 ^{Aab}	0,05±0,01 ^{Bb}	0,06±0,01 ^{Bb}	0,06±0,01 ^{Ab}	0,08±0,01 ^{Ba}
Ş	0,06±0,01 ^{Aa}	0,06±0,01 ^{ABa}	0,06±0,01 ^{ABa}	0,06±0,01 ^{Aa}	0,07±0,01 ^{Ba}
P	0,06±0,01 ^{Aab}	0,05±0,01 ^{Bb}	0,06±0,01 ^{Bb}	0,06±0,01 ^{Ab}	0,07±0,01 ^{Ba}

Aynı sütunda benzer büyük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P > 0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. Aynı satırdaki benzer küçük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P > 0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. (A: ambalajsız, K: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, Ş: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, P: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ + % 79 N₂)

4.7.2. Titrasyon asitliği analiz sonuçları (% sitrik asit) (kivi)

Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi'nin titrasyon asitliğine etkisi Tablo 4.15.'de verilmiştir. KA grubu dışında diğer tüm uygulamalarda depolama boyunca titrasyon asitliğinde önemli bir değişim tespit edilmemiştir ($p>0.05$). Depolama süresi sonunda en yüksek TA % 1,23 ile ambalajsız depolanan kontrol örneklerinde tespit edilmiştir. Duman (2011)'in yüksek lisans tezinde kontrol, 1-MCP ve 1-MCP+KA uygulamalarında, TA değeri en yüksek kontrol örneklerinde tespit edilmiş ve bu durumun aşırı olgunlaşmayı ya da hızlı olgunlaşmayı ifade ettiği belirtilmiştir. Başka bir çalışmada da benzer şekilde kivi'nin titrasyon asitliği katkısız ve zeolit katkılı PE torbalarda (sırasıyla %1.13 ve %0.99) ambalajsız kontrol örneğine (%1.36) göre daha düşük tespit edilmiştir. Depolama süresince kivi'nin titrasyon asitliğindeki azalmanın beklenen bir durum olduğu ve meyve kalitesinin korunması adına bu düşüşün mümkün olduğunca az eğilim göstermesi gerektiği bildirilmiştir (Sezer ve ark., 2017). Yapılan bir çalışmada kivi'nin asitlik değerinin (%) korunması bakımından en etkili uygulama salisilik asit ile muamele ve etilen tutucu kese kullanımı olduğu tespit edilmiştir (Bal ve Çelik, 2010). Titrasyon asitliğinde meydana gelen düşüşün asit metabolizmasında etkili olan üç ana meyve asidindeki (sitrik asit, kuinik asit, malik asit) değişimler sonucu ortaya çıktığı belirtilmektedir (Maftoonazad ve ark., 2008). Meyvelerin olgunlaşması şeker/asit oranı ile ilişkilidir. Şekerin asite oranı arttıkça meyve olgunlaşmaktadır. Titrasyon asitliğindeki değişimin düşük düzeyde gerçekleşmesi olgunlaşmanın geciktiğinin ve meyve kalitesinin korunduğunun göstergesidir (Duman, 2011).

Tablo 4.15. Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivinin titrasyon asitliğine etkisi

Uygulama	Titrasyon Asitliği (%)						
	Depolama Süresi						
	0.gün	5.gün	10.gün	15.gün	20.gün	25.gün	30.gün
A	1,19±0,31 ^{Ac}	1,54±0,41 ^{Aa}	1,26±0,62 ^{Abc}	1,33±0,11 ^{ABb}	1,16±0,08 ^{Ac}	1,36±0,08 ^{Ab}	1,23±0,03 ^{Abc}
KA	1,19±0,31 ^{Aa}	1,12±0,10 ^{Bab}	0,87±0,12 ^{Bd}	0,88±0,05 ^{DEd}	1,05±0,12 ^{ABbc}	0,98±0,07 ^{Ec}	1,04±0,09 ^{Dbc}
KP	1,19±0,31 ^{Aab}	0,93±0,35 ^{Bde}	1,31±0,07 ^{Aa}	0,83±0,21 ^{Ee}	0,97±0,08 ^{Bd}	1,03±0,06 ^{DEcd}	1,11±0,06 ^{BCDbc}
ŞA	1,19±0,31 ^{Ab}	1,00±0,80 ^{Bc}	0,99±0,23 ^{Bc}	1,47±0,19 ^{Aa}	1,17±0,12 ^{Ab}	1,23±0,09 ^{Bb}	1,10±0,04 ^{BCDbc}
ŞP	1,19±0,31 ^{Aa}	0,96±0,64 ^{Bb}	0,93±0,73 ^{Bb}	1,17±0,27 ^{BCa}	1,05±0,09 ^{ABab}	1,10±0,10 ^{CDab}	1,19±0,17 ^{ABa}
PA	1,19±0,31 ^{Aab}	1,13±1,24 ^{Bab}	1,32 ±0,77 ^{Aa}	1,06±0,22 ^{CDb}	1,06±0,02 ^{ABb}	1,15±0,04 ^{BCab}	1,08±0,09 ^{CDb}
PP	1,19±0,31 ^{Aab}	0,94±0,51 ^{Bc}	1,16±0,37 ^{Aab}	1,27±0,11 ^{ABCa}	1,07±0,18 ^{ABbc}	1,06±0,07 ^{CDEbc}	1,20±0,03 ^{ABab}

Aynı sütunda benzer büyük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. Aynı satırdaki benzer küçük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir (A: ambalajsız, KA: katkısız LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, KP: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, ŞA: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, ŞP: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, PA: zeolit katkılı LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, PP: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ +% 79 N₂)

4.8. pH (Kivi)

Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kiviinin pH'sına etkisi Tablo 4.16.'da verilmiştir. Depolama süresince KP, ŞA, ŞP, PA ve PP gruplarının pH değerlerinde istatistiksel olarak farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$). Titrasyon asitliğindeki değişim de pH'da görülen değişimi desteklemektedir. Açıkta depolanan örneklerde pH azalmış, KA grubu örneklerde ise artış göstermiştir. Depolama sonunda (30. gün) ambalajsız depolanan ürünler ile diğer ambalajlı uygulamalar arasında istatistiksel açıdan önemli farklılık tespit edilmiştir ($p\leq 0.05$). Karaçalı (2002)'ya göre de birçok meyvede olgunlaşmayla birlikte asitlik azalmakta, buna karşılık pH'da ise artış meydana gelmektedir. KA grubu kivilerde pH değeri 3,60 ile en yüksek olup, diğer uygulama gruplarına göre meyvenin olgunlaşma düzeyi daha ileridedir. Sonuç olarak etilen tutucu sistemlerin kullanımının kiviinin pH değerinde çok önemli bir etki göstermediği görülmektedir.

Tablo 4.16. Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi'nin pH değerine etkisi

Uygulama	pH						
	0.gün	5.gün	10.gün	15.gün	20.gün	25.gün	30.gün
A	3,48±0,07 ^{Abc}	3,42±0,05 ^{Ecd}	3,52±0,08 ^{Cab}	3,50±0,02 ^{Bab}	3,55±0,02 ^{Ba}	3,47 ±0,02 ^{Abc}	3,38±0,05 ^{Cd}
KA	3,48±0,07 ^{Ad}	3,64±0,10 ^{ABCb}	3,63±0,05 ^{Bb}	3,81±0,06 ^{Aa}	3,49±0,07 ^{Bd}	3,52±0,07 ^{Ac}	3,60 ±0,12 ^{BCbc}
KP	3,48±0,07 ^{Ac}	3,72±0,10 ^{Aa}	3,65±0,14 ^{Bab}	3,77±0,16 ^{Aa}	3,49±0,03 ^{Bc}	3,53±0,14 ^{Abc}	3,49±0,06 ^{Bc}
ŞA	3,48±0,07 ^{Ab}	3,52±0,06 ^{Db}	3,68±0,06 ^{ABa}	3,49±0,06 ^{Bb}	3,53±0,03 ^{Bb}	3,55±0,07 ^{Ab}	3,48±0,03 ^{Bb}
ŞP	3,48±0,07 ^{Ac}	3,68±0,11 ^{ABb}	3,77±0,10 ^{Aa}	3,54±0,10 ^{Bcd}	3,56 ±0,04 ^{Bc}	3,52±0,03 ^{Ac}	3,46±0,04 ^{BCd}
PA	3,48±0,07 ^{Ac}	3,60±0,04 ^{BCDb}	3,46 ±0,04 ^{Cc}	3,52±0,03 ^{Bc}	3,66±0,07 ^{Aa}	3,53±0,06 ^{Ac}	3,50±0,05 ^{Bc}
PP	3,48±0,07 ^{Ab}	3,57±0,05 ^{CDab}	3,47±0,05 ^{Cb}	3,49±0,09 ^{Bb}	3,67±0,13 ^{Aa}	3,52±0,04 ^{Ab}	3,46±0,12 ^{Bb}

Aynı sütunda benzer büyük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. Aynı satırdaki benzer küçük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir (A: ambalajsız, KA: katkısız LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, KP: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, ŞA: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, ŞP: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, PA: zeolit katkılı LDPE torba+%5 O₂ + %5 CO₂, PP: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ +% 79 N₂)

4.9. Duyusal Değerlendirme

4.9.1. Duyusal değerlendirme ve kabuk açıklığı (muz)

Katkısız LDPE ve etilen tutucu aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muz meyvesinin duyusal özellikleri üzerine etkisi Tablo 4.17.'de verilmiştir. Muzda duyusal nitelikler olarak dış görünüş/reng, tekstür, koku, tat ve genel ürün beğenisi değerlendirilmiştir.

Kabuk rengi tüm uygulamalarda depolama süresi boyunca azalmıştır. Depolamanın 6. gününde etilen tutucu kese içeren ambalaj örnekleri ve zeolit katkılı LDPE torbayla paketlenen örnekler 3'ün üzerinde değer alarak kabul edilebilir bulunurken, 9. günde sadece zeolit katkılı LDPE torbalardaki örnekler kabul edilebilir bulunmuştur. Ancak 12. günde zeolit katkılı LDPE torbadaki örneklerde dış kabuk rengi açısından kabul edilebilirlik sınırı dışında kalmıştır. Renk analizi de duyusal analizi desteklemekte olup, 6.ve 9. gündeki L* (parlaklık) değeri en yüksek zeolit katkılı LDPE torbada bulunan meyvelerde ölçülmüştür.

Tekstürel açıdan, muz meyvelerinde 9. güne kadar yumuşama olmuş, 9. günden itibaren açıkta depolanan ürünlerde bir miktar sertleşme gözlenmiştir. Bunun nedeni ise tekstür analiz sonuçlarında da bahsettiğimiz gibi açıktaki üründe nem kaybına bağlı olarak kabuğun sertleşmesidir. Depolamanın 9. gününde tekstür açısından P (zeolit katkılı LDPE) grubu örnekler 3'ün üstünde değer alarak kabul edilebilir bulunmuştur. A, K ve Ş grubu örnekler ise 9. günde kabul edilebilirliğini kaybetmişlerdir.

Koku değerlendirmesine göre ise, 9. günde sadece Ş ve P grubu muzlar kabul edilebilir bulunmuştur. Tat ve koku puanlaması birbiriyle paralellik göstermekte olup, 9. günde Ş grubu örnekler 3 ve P grubu örnekler 4,17 puan alarak kabul edilebilir bulunmuşlardır. Depolamanın 12. gününde ise dört grup uygulamada kabul edilebilirlik sınırının altına düşmüştür.

Genel ürün beğenisine bakıldığında, 6. günde tüm uygulamalardaki muz meyveleri kabul edilebilirken, 9. günde sadece Ş ve P grubu örnekler 3'ün üstünde değer alarak pazarlanabilir özelliklerini korumuşlardır. Depolamanın 12. gününde ise tüm örnekler pazarlanabilir özelliklerini kaybetmişlerdir.

Etilen tutucu sistem içermeyen uygulamalarda (A ve K) etilen hassasiyeti yüksek olan muz meyvesinin duyuşal raf ömrü Ş ve P uygulamalarına göre daha kısa bulunmuştur. Bu durum ise etilen tutucu sistemlerin ambalaj içerisindeki etileni uzaklaştırdığını ve muzun olgunlaşmasını geciktirdiğini göstermektedir.

Şekil 4.9.'daki muz meyvelerinde kabuk açıklığına bakıldığında, A grubu örneklerde 3. günde ambalaj içerisindeki 12 adet muzun 7 tanesinde kabukta açılma gözlenmiştir. K grubu örneklerde ise 9. günde kabukta açılmalar başlamış olup, 12 adet muzun 5 tanesinde açılma gözlenmiştir. Ş ve P grubu muz meyvelerinde ise 9. günde kabukta açılma başlamıştır ve iki uygulamada 12 adet muzun 1 tanesinde açılma gözlenmiştir.

Tablo 4.17. Katkısız LDPE ve etilen tutucu aktif ambalajlama uygulamalarının depolama süresince muzun duyuşal özelliklerine etkisi

Uygulamalar	Dış Görünüş/ Renk				
	Depolama Süresi				
	0.gün	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün
A	5,00±0,00 ^{Aa}	2,00±0,00 ^{Cb}	2,17±0,41 ^{Cb}	1,00±0,00 ^{Cc}	1,83 ±0,75 ^{Ab}
K	5,00±0,00 ^{Aa}	3,50±0,50 ^{Bb}	2,67±0,82 ^{BCc}	1,83±0,17 ^{BCd}	1,00±0,00 ^{Be}
Ş	5,0±0,00 ^{Aa}	3,83±0,41 ^{Bb}	3,17±0,41 ^{Bc}	2,17±0,98 ^{Bd}	1,00±0,00 ^{Be}
P	5,00±0,00 ^{Aa}	5,00±0,00 ^{Aa}	4,17±0,41 ^{Ab}	4,17±0,41 ^{Ab}	1,33±0,01 ^{ABc}
Uygulamalar	Tekstür				
	Depolama Süresi				
	0.gün	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün
A	5,00±0,00 ^{Ab}	4,33±0,82 ^{Ab}	3,83±0,98 ^{Ab}	2,17±0,41 ^{Ab}	2,83±0,41 ^{Aa}
K	5,00±0,00 ^{Ab}	4,50±0,55 ^{Bb}	3,33±0,52 ^{Bb}	1,00±0,00 ^{Ab}	1,00±0,00 ^{Ba}
Ş	5,0±0,00 ^{Aa}	4,33±0,52 ^{ABa}	4,00±0,63 ^{ABa}	2,17±0,75 ^{Aa}	1,67±0,52 ^{Ba}
P	5,00±0,00 ^{Ab}	5,00±0,00 ^{Bb}	4,00±0,63 ^{Bb}	3,83±0,41 ^{Ab}	1,33±0,52 ^{Ba}

Aynı sütunda benzer büyük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. Aynı satırdaki benzer küçük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. (A: ambalajsız, K: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, Ş: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, P: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ + % 79 N₂)

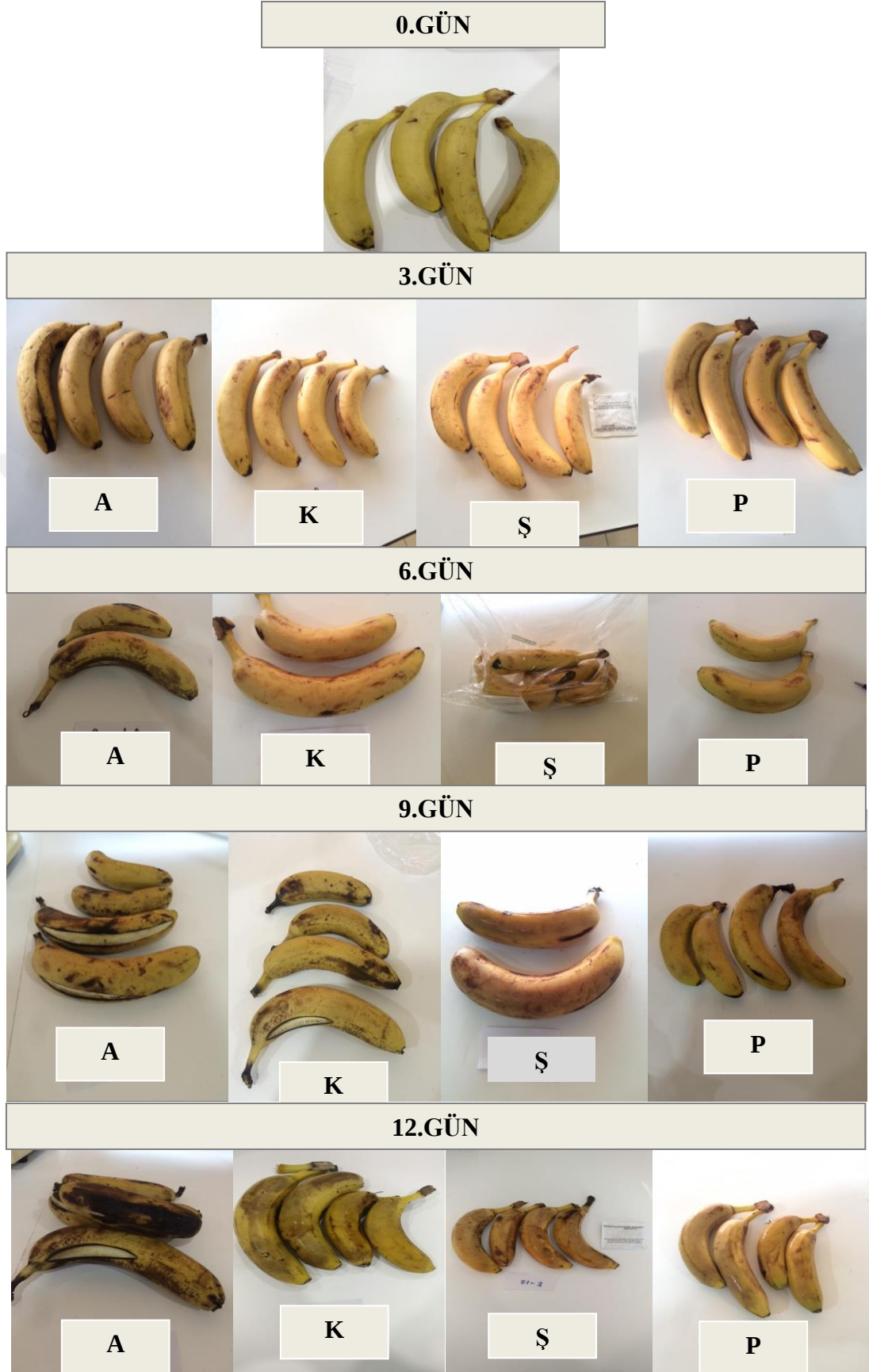
Tablo 4.17. (Devam)

Koku					
Uygulamalar	Depolama Süresi				
	0.gün	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün
A	5,00±0,00 ^{Ab}	4,50±0,55 ^{Ab}	4,00±0,63 ^{Ab}	1,33±0,52 ^{Ab}	1,00±0,00 ^{Aa}
K	5,00±0,00 ^{Ab}	4,33±0,82 ^{Bb}	3,67±0,52 ^{Bb}	1,67±0,82 ^{Ab}	1,00±0,00 ^{Ba}
Ş	5,0±0,00 ^{Aa}	4,17±1,17 ^{ABa}	4,00±0,00 ^{ABa}	3,17±0,41 ^{Aa}	2,00±0,89 ^{Ba}
P	5,00±0,00 ^{Ab}	4,83±0,41 ^{Bb}	4,50±0,55 ^{Bb}	4,17±0,41 ^{Ab}	1,00±0,00 ^{Ba}
Tat					
Uygulamalar	Depolama Süresi				
	0.gün	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün
A	5,00±0,00 ^{Ab}	3,83±0,75 ^{Ab}	3,67±0,52 ^{Ab}	2,00±0,63 ^{Ab}	1,00±0,00 ^{Aa}
K	5,00±0,00 ^{Ab}	4,00±0,90 ^{Bb}	3,00±0,63 ^{Bb}	1,00±0,00 ^{Ab}	1,00±0,00 ^{Ba}
Ş	5,0±0,00 ^{Aa}	4,50±0,55 ^{ABa}	4,17±0,75 ^{ABa}	3,00±0,00 ^{Aa}	2,50±0,55 ^{Ba}
P	5,00±0,00 ^{Ab}	5,00±0,00 ^{Bb}	4,33±0,82 ^{Bb}	4,17±0,41 ^{Ab}	1,00±0,00 ^{Ba}
Uygulamalar	Genel Ürün Beğenisi				
	0.gün	3.gün	6.gün	9.gün	12.gün
A	5,00±0,00 ^{Ab}	3,67±0,52 ^{Ab}	3,67±0,82 ^{Ab}	1,83±0,41 ^{Ab}	1,17±0,41 ^{Aa}
K	5,00±0,00 ^{Ab}	4,17±0,98 ^{Bb}	3,00±0,00 ^{Bb}	1,17±0,41 ^{Ab}	1,00±0,00 ^{Ba}
Ş	5,0±0,00 ^{Aa}	4,50±0,55 ^{ABa}	4,00±0,00 ^{ABa}	3,00±0,00 ^{Aa}	1,33±0,52 ^{Ba}
P	5,00±0,00 ^{Ab}	5,00±0,00 ^{Bb}	4,33±0,52 ^{Bb}	4,17±0,41 ^{Ab}	1,00±0,00 ^{Ba}

Aynı sütunda benzer büyük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. Aynı satırdaki benzer küçük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. (A: ambalajsız, K: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, Ş: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, P: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ + % 79 N₂)



Şekil 4.9. Depolama süresince muz meyve kabuğunda görülen açılma



Şekil 4.10. Muzda depolama süresince tüm uygulamalara ait değişimler

4.9.2. Duyusal değerlendirme (kivi)

Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi meyvelerinin duyusal özellikleri üzerine etkisi Tablo 4.18.'de verilmiştir. Kivide duyusal nitelikler olarak dış görünüş/renk, tekstür, tat ve genel ürün beğenisi değerlendirilmiştir.

Dış görünüş/ renk değerlendirmesinde kivi meyvelerinde 20. günde tüm uygulamalar kabul edilebilirlik sınırı üzerindeyken, 25. günde ŞA, ŞP, PA ve PP grubu örnekler kabul edilebilir bulunmuştur. Depolama süresi sonunda ise ŞA, ŞP ve PP grubu örnekler kabul edilebilir bulunmuştur.

Tekstürel açıdan bakıldığında 25. günde açıkta depolanan (A), aktif (KA) ve pasif (KP) modifiye atmosfer yöntemiyle LDPE torbalar ile paketlenen kivilerde yumuşama görülmüştür ve 3 puanın altında kalarak kabul edilebilir bulunmamıştır. Ancak ŞA ve ŞP grubu kiviler 25. günde hala kabul edilebilirdir. Depolama süresi sonunda (30. günde) ise aktif modifiye atmosfer pakitleme yöntemi ile ambalajlanmış zeolit katkılı LDPE filmlerdeki kiviler (PA) ve pasif modifiye atmosfer pakitleme yöntemi ile ambalajlanmış zeolit katkılı LDPE filmlerdeki kiviler (PP) kabul edilebilir bulunmuştur.

Tat değerlendirmesinde 20. günde tüm uygulamalar kabul edilebilirken, 25. günde A, KA, KP uygulamalarındaki kiviler 3'ün altında puan almıştır. Bu durum etilen tutucu içermeyen bu uygulamalarda kivi meyvesinin etilene maruz kalması ve hızlı olgunlaşmaya başlaması ile ilişkilendirilebilir. Depolamanın 30. gününde ise sadece ŞP ve PP uygulamalarındaki kivi meyveleri kabul edilebilir bulunmuştur.

Genel ürün beğenisine bakıldığında 20. güne kadar tüm uygulamalardaki kivi meyveleri pazarlanabilir iken, 25. günde A, KA, KP ve ŞA grubu kiviler pazarlanabilirliğini kaybetmiştir. Depolama süresi sonunda (30. günde) ise pasif MAP yöntemi ile ambalajlanmış etilen tutucu kese içeren LDPE filmlerdeki kiviler (ŞP) ve pasif MAP yöntemi ile ambalajlanmış zeolit katkılı LDPE filmlerdeki (PP) kiviler pazarlanabilir bulunmuştur.

Tablo 4.18. Aktif ambalajlama ve MAP'ın depolama süresince kivi'nin duyuşal özelliklerine etkisi

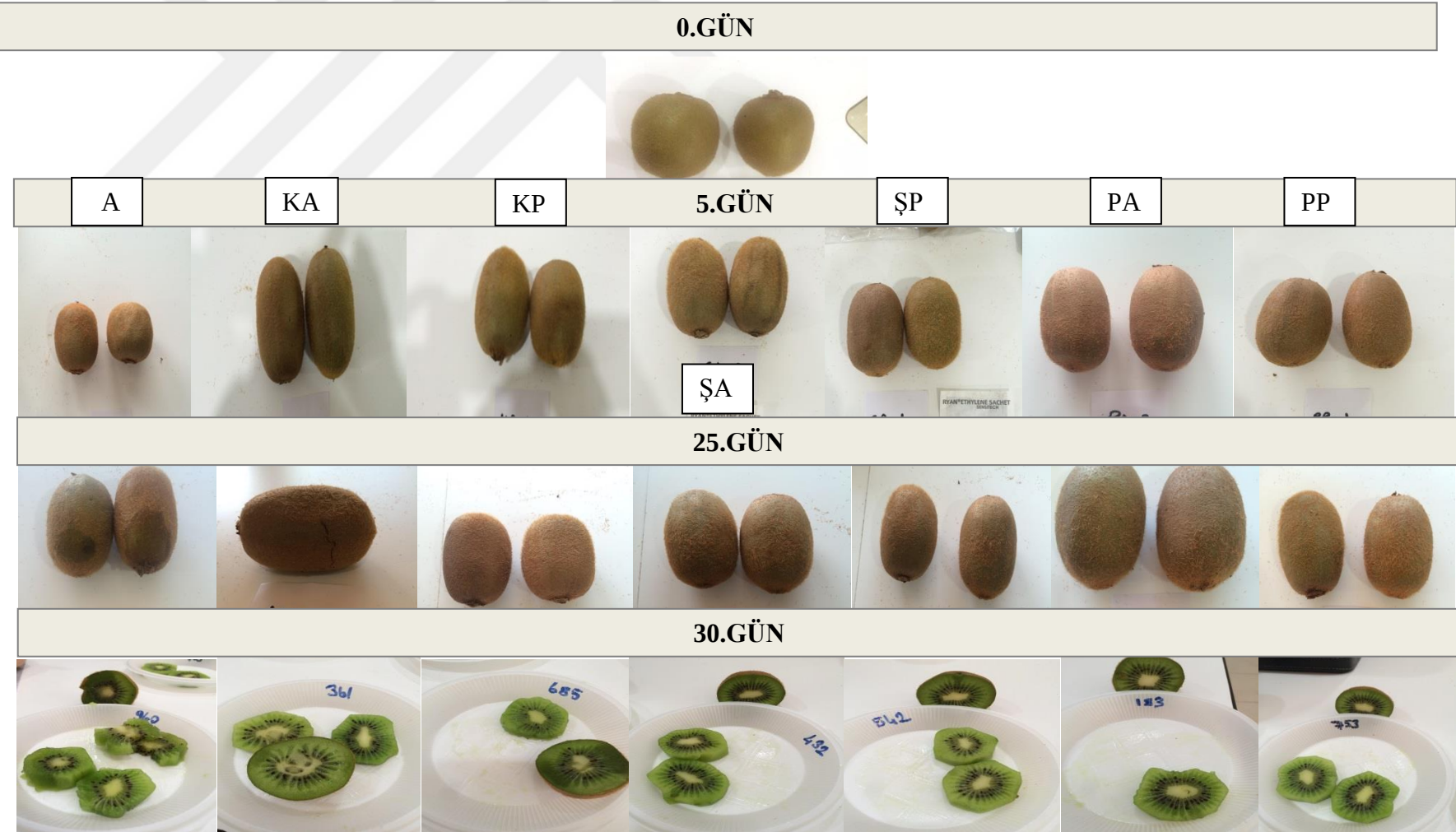
Uygulama	Dış Görünüş/ Renk						
	0.gün	5.gün	10.gün	Depolama Süresi 15.gün	20.gün	25.gün	30.gün
A	5,00±0,00 ^{Aa}	4,83±0,41 ^{Aa}	4,17±0,41 ^{Ba}	4,33±0,82 ^{Aa}	3,33±1,37 ^{Bb}	1,17 ±0,41 ^{Dc}	1,33±0,52 ^{Cc}
KA	5,00±0,00 ^{Aa}	4,83±0,41 ^{Aa}	4,67±0,52 ^{ABa}	4,33±0,82 ^{Aa}	4,33±0,82 ^{ABa}	1,33±0,52 ^{Db}	1,83 ±0,41 ^{BCb}
KP	5,00±0,00 ^{Aba}	4,83±0,41 ^{Aa}	5,00±0,00 ^{Aa}	4,17±0,75 ^{Ab}	3,67±0,52 ^{ABb}	2,17±0,75 ^{Cc}	1,67±0,52 ^{Cc}
ŞA	5,00±0,00 ^{Aa}	5,00±0,00 ^{Aa}	4,67±0,52 ^{ABab}	3,33±0,82 ^{Accd}	4,00±0,89 ^{ABbc}	3,33±0,47 ^{ABcd}	3,00±0,63 ^{Ad}
ŞP	5,00±0,00 ^{Aa}	4,83±0,41 ^{Aa}	4,67±0,82 ^{ABa}	3,67±0,82 ^{Ab}	3,67 ±0,75 ^{ABb}	3,67±0,52 ^{ABb}	3,00±0,63 ^{Ab}
PA	5,00±0,00 ^{Aa}	4,83±0,41 ^{Aa}	4,83 ±0,41 ^{Aa}	4,17±0,75 ^{Aa}	4,67±0,82 ^{Aa}	3,00±0,63 ^{Bb}	2,50±1,05 ^{ABb}
PP	5,00±0,00 ^{Aa}	5,00±0,00 ^{Aa}	4,83±0,41 ^{Aa}	4,00±1,10 ^{Ab}	4,33±0,82 ^{ABab}	3,83±0,41 ^{Ab}	3,00±0,63 ^{Ac}
Uygulama	Tekstür						
	0.gün	5.gün	10.gün	Depolama Süresi 15.gün	20.gün	25.gün	30.gün
A	5,00±0,00 ^{Aa}	4,33±0,82 ^{Aab}	4,67±0,52 ^{Aab}	4,17±0,75 ^{Abc}	3,50±0,84 ^{Ac}	1,17 ±0,41 ^{Bd}	1,17±0,41 ^{Dd}
KA	5,00±0,00 ^{Aa}	4,33±0,52 ^{Aab}	4,67±0,52 ^{Aab}	4,17±0,75 ^{Ab}	4,00±0,63 ^{Ab}	1,67±0,52 ^{Bc}	2,17 ±0,75 ^{BCc}
KP	5,00±0,00 ^{Aa}	4,50±0,55 ^{Aa}	4,83±0,41 ^{Aa}	3,83±0,75 ^{Ab}	3,67±0,52 ^{Ab}	2,67±0,52 ^{Ac}	1,67±0,52 ^{CDd}
ŞA	5,00±0,00 ^{Aa}	4,33±0,52 ^{Aab}	4,50±0,84 ^{Aab}	4,17±0,75 ^{Aab}	3,67±0,52 ^{Abc}	3,00±1,00 ^{Accd}	2,50±0,55 ^{ABd}
ŞP	5,00±0,00 ^{Aa}	4,83±0,41 ^{Aa}	4,50±0,84 ^{Aab}	4,00±0,63 ^{Abc}	3,67 ±0,52 ^{Accd}	3,33±0,52 ^{Ade}	2,83±0,41 ^{Ae}
PA	5,00±0,00 ^{Aa}	4,83±0,41 ^{Aa}	4,83 ±0,41 ^{Aa}	4,50±0,84 ^{Aa}	3,50±0,84 ^{Ab}	3,33±0,52 ^{Ab}	3,00±0,00 ^{Ab}
PP	5,00±0,00 ^{Aa}	5,00±0,00 ^{Aa}	4,67±0,52 ^{Aab}	4,17±0,75 ^{Abc}	4,17±0,75 ^{Abc}	3,50±0,84 ^{Accd}	3,00±0,00 ^{Ad}

Aynı sütunda benzer büyük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. Aynı satırdaki benzer küçük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir (A: ambalajsız, KA: katkısız LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, KP: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, ŞA: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, ŞP: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, PA: zeolit katkılı LDPE torba+%5 O₂ + %5 CO₂, PP: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ +% 79 N₂)

Tablo 4.17. (Devam)

Uygulama	Tat						
	0.gün	5.gün	10.gün	Depolama Süresi 15.gün	20.gün	25.gün	30.gün
A	5,00±0,00 ^{Aa}	4,33±0,52 ^{Bb}	3,83±0,75 ^{Ab}	4,17±0,41 ^{ABb}	3,17±0,41 ^{Ac}	1,50 ±0,84 ^{Bd}	1,50±0,55 ^{Cd}
KA	5,00±0,00 ^{Aa}	4,83±0,41 ^{ABa}	4,67±0,52 ^{Aa}	4,83±0,40 ^{Aa}	3,67±0,82 ^{Ab}	1,33±0,52 ^{Bc}	1,50 ±0,55 ^{Cc}
KP	5,00±0,00 ^{Aa}	4,33±0,52 ^{Bab}	4,67±0,52 ^{Aab}	4,00±0,63 ^{Bb}	4,00±0,63 ^{Ab}	1,83±0,75 ^{Bc}	1,67±0,52 ^{Cc}
ŞA	5,00±0,00 ^{Aa}	4,83±0,41 ^{ABa}	4,67±0,52 ^{Aab}	4,00±0,89 ^{Bbc}	4,00±0,63 ^{Abc}	3,33±0,75 ^{Ac}	2,33±0,52 ^{Bd}
ŞP	5,00±0,00 ^{Aa}	4,67±0,52 ^{ABa}	4,50±0,84 ^{Aa}	4,50±0,55 ^{ABa}	3,67 ±0,52 ^{Ab}	3,67±0,82 ^{Ab}	3,17±0,75 ^{Ab}
PA	5,00±0,00 ^{Aa}	4,83±0,41 ^{ABa}	4,67±0,82 ^{Aab}	4,00±0,63 ^{Bbc}	4,00±0,63 ^{Abc}	3,33±0,82 ^{Ac}	2,67±0,52 ^{ABd}
PP	5,00±0,00 ^{Aa}	5,00±0,00 ^{Aa}	4,33±0,52 ^{Ab}	4,33±0,52 ^{ABb}	4,00±0,89 ^{Ab}	3,83±0,41 ^{Ab}	3,00±0,00 ^{Ac}
Uygulama	Genel Ürün Beğenisi						
	0.gün	5.gün	10.gün	Depolama Süresi 15.gün	20.gün	25.gün	30.gün
A	5,00±0,00 ^{Aa}	4,67±0,52 ^{Aab}	4,33±0,82 ^{Bb}	4,50±0,55 ^{ABab}	3,33±0,52 ^{Bc}	1,17 ±0,41 ^{Dd}	1,17±0,41 ^{Cd}
KA	5,00±0,00 ^{Aa}	4,67±0,52 ^{Aa}	4,83±0,41 ^{ABa}	4,67±0,52 ^{Aa}	4,00±0,63 ^{ABb}	1,17±0,41 ^{Dc}	1,17 ±0,41 ^{Cc}
KP	5,00±0,00 ^{Aa}	4,67±0,52 ^{Aa}	5,00±0,00 ^{Aa}	4,00±0,63 ^{ABb}	3,83±0,41 ^{ABb}	2,00±0,63 ^{Cc}	1,33±0,52 ^{Cd}
ŞA	5,00±0,00 ^{Aa}	4,83±0,41 ^{Aa}	4,67±0,52 ^{ABa}	3,83±0,75 ^{Bb}	3,83±0,75 ^{ABb}	2,83±0,90 ^{Bc}	2,33±0,52 ^{Bc}
ŞP	5,00±0,00 ^{Aa}	4,83±0,41 ^{Aa}	4,83±0,41 ^{ABa}	4,17±0,75 ^{ABb}	3,67 ±0,52 ^{ABb}	3,83±0,41 ^{Ab}	3,00±0,63 ^{Ac}
PA	5,00±0,00 ^{Aa}	5,00±0,00 ^{Aa}	4,83 ±0,41 ^{ABa}	4,67±0,52 ^{Aa}	4,17±0,41 ^{Ab}	3,67±0,52 ^{Ac}	2,67±0,52 ^{ABd}
PP	5,00±0,00 ^{Aa}	5,00±0,00 ^{Aa}	4,67±0,52 ^{ABab}	4,33±0,52 ^{ABbc}	4,17±0,75 ^{Abc}	3,83±0,41 ^{Ac}	3,00±0,00 ^{Ad}

Aynı sütunda benzer büyük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. Aynı satırdaki benzer küçük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir (A: ambalajsız, KA: katkısız LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, KP: katkısız LDPE torba+ pasif MAP, ŞA: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ %5 O₂ + %5 CO₂, ŞP: etilen tutucu kese içeren LDPE torba+ pasif MAP, PA: zeolit katkılı LDPE torba+%5 O₂ + %5 CO₂, PP: zeolit katkılı LDPE torba+ pasif MAP, pasif MAP (kontrol): % 21 O₂ +% 79 N₂)



Şekil 4.11. Kivide depolama süresince tüm uygulamalara ait değişimler

BÖLÜM 5. SONUÇ

Yüksek etilen hassasiyeti bulunan muz ve kivi meyvelerinin kalite özelliklerini korumak ve raf ömrünü arttırmak amacıyla yapılan bu çalışmada etilen tutucu aktif ambalajlama sistemleri ile farklı gaz kombinasyonlarında modifiye atmosfer paketlenme uygulamaları birlikte uygulanmıştır.

Muzda elde edilen veriler dikkate alındığında özellikle tepe boşluğu oksijen oranı ve duyuşal değerdendirmelerin ışığında muzun raf ömrünü arttırmada en etkili uygulamalar etilen tutucu kese içeren LDPE film ve zeolit katkılı LDPE film ile ambalajlama uygulamaları olmuştur. Bu iki uygulamada etilen tutucu sistemlerin varlığı, tepe boşluğu oksijen oranının depolama boyunca kritik seviyenin (%2) altına inmesini engellemiştir. Zeolit katkılı LDPE filmlerin yüksek oksijen geçirgenliğine sahip olması ve etilen tutucu özelliğinden dolayı depolama süresi sonunda tepe boşluğu oksijen oranı en yüksek bu ambalajda tespit edilmiştir.

Etilen analiz sonuçlarına göre, etilen tutucu sistemlerin varlığı, paket içerisinde etilen birikimini önleyerek muzun olgunlaşmasını geciktirmiştir. Renk değeri sonuçları (L^* ve a^*) da bu durumu desteklemektedir. Zeolit katkılı LDPE film ile ambalajlanan muzlarda L^* değeri en yüksektir ve olgunlaşmanın gecikmesine bağılı olarak en az kararırma bu gruptaki muzlarda gözlenmiştir. a^* değerinin artışı klorofil parçalanması ve olgunlaşmanın başladığının göstergesidir. Zeolit katkılı LDPE film ile ambalajlanan muzlar en düşük a^* değerine sahip olup olgunlaşmanın diğerd uygulamalardaki muzlara kıyasla geciktirildiğini desteklemektedir.

Olgunlaşmanın diğerd bir göstergesi ise yumuşamadır. Ambalajsız örneklerde nem kaybına bağılı olarak kurumadan kaynaklanan sertleşme gözlenirken, etilen tutucu kese içeren LDPE ve zeolit katkılı LDPE ambalajlardaki muzlarda, etilen tutucu

sistemlerin etkisiyle olgunlaşma geciktirilmiş ve muzlar daha sert kalmıştır. Suda çözünür kuru madde miktarı da meyve olgunlaştıkça artış göstermektedir. En düşük suda çözünür kuru madde miktarı etilen tutucu içeren ambalajlarda tespit edilmiştir. Raf ömrünü belirlemede önemli bir yere sahip olan duyusal değerlendirme sonuçları da diğer analiz sonuçlarını desteklemektedir. Depolamanın 9. gününde ambalajsız ve etilen tutucu içermeyen LDPE ambalajlı muzlar pazarlanabilirliğini kaybetmiştir. Ancak etilen tutucu kese içeren LDPE ambalajlı muz meyveleri ve zeolit katkılı LDPE ile ambalajlı muzlar pazarlanabilirliğini korumuştur.

Bu sonuçlar ışığında, ambalajsız ve etilen tutucu içermeyen LDPE ile ambalajlanan muzun raf ömrü en az 6 gün olarak belirlenirken, etilen tutucu kese içeren LDPE ve zeolit katkılı LDPE ile paketlenen meyvelerin raf ömrü en az 9 gün olarak tespit edilmiştir.

Kivi meyvelerinde genel olarak sonuçlara bakıldığında, pasif modifiye atmosfer uygulamalarında tüm gruplarda oksijen seviyesi depolama süresince azalmış ve %13 seviyelerinde dengede kalmıştır. Aktif modifiye atmosfer uygulamalarında ise önce bir miktar artış göstermiş, daha sonra azalarak denge atmosferi oluşmuştur. Olgunlaşmanın göstergesi olan yumuşamayı ifade eden penetrasyon kuvvetine (N) bakıldığında, kabukta uygulamalar arasında farklılık görülmezken, meyve eti sertliği pasif modifiye atmosfer ile paketlenen kivilerde daha yüksek bulunmuştur.

Kivi meyvelerinin yeme olgunluğuna geldiğini gösteren suda çözünür kuru madde arttıkça meyve olgunlaşmaktadır. Olgunlaşmaya bağlı olarak depolama süresi boyunca artış gösteren suda çözünür kuru madde miktarı, en düşük pasif modifiye atmosfer pakitleme yöntemiyle ambalajlanan kivi meyvelerinde tespit edilmiştir.

Kivi meyvelerinde yapılan analizler sonucunda pasif modifiye atmosfer yöntemi ile paketlenen kivilerde olgunlaşmanın daha yavaş gerçekleştiği sonucuna varılmıştır. Pasif modifiye atmosfer yöntemiyle paketlenen uygulamalar arasındaki farklılık ise duyusal özelliklerde ortaya çıkmıştır ve bu farklılık raf ömrü açısından belirleyici olmuştur. Dış görünüş/reng, tekstür ve tat değerlendirmeleri sonucu ambalajsız (A)

kivi meyveleri ve katkısız LDPE (KA, KP) film ile paketlenmiş kivi meyveleri depolamanın 20. gününde kabul edilebilirlik sınırının altında kalmıştır. 30 günlük depolamanın sonunda ise pasif modifiye atmosfer tekniği ile ambalajlanmış etilen tutucu kese içeren LDPE (ŞP) filmdeki kivi meyveleri ve pasif modifiye atmosfer tekniği ile ambalajlanmış zeolit katkılı LDPE filmdeki kivi meyveleri pazarlanabilirliğini korumuştur.

Kivide ise ambalajsız, aktif modifiye atmosfer yöntemi ile LDPE film kullanılarak ambalajlanan ve pasif modifiye atmosfer yöntemi ile LDPE film kullanılarak ambalajlanan uygulamalardaki kivi meyvelerinin raf ömrü 20 gün bulunmuştur. Aktif modifiye atmosfer tekniği ile paketlenmiş etilen tutucu kese içeren LDPE film ve aktif modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile paketlenmiş zeolit katkılı LDPE filmlerdeki kivi meyvelerinin raf ömrü en az 25 gün olarak tespit edilmiştir. Pasif modifiye atmosfer tekniği ile paketlenmiş etilen tutucu kese içeren LDPE film ve pasif modifiye atmosfer paketleme yöntemi ile paketlenmiş zeolit katkılı LDPE filmlerdeki kivi meyvelerinin raf ömrü en az 30 gün bulunmuştur.

Kivi ve muz meyvelerinin pahalı ürünler olması ve etilen tutucu sistemler kullanılarak paketlenmesi maliyette artışa neden olmaktadır. Muzun solunum hızının çok yüksek olması nedeniyle başlangıç oksijen seviyesinin düşük olması durumunda tepe boşluğu oksijen oranının kısa süre içinde kritik limitin altına indiği ön çalışmalarla tespit edildiği için aktif ambalajlama yapılmamıştır. Kivi çalışmalarının her ikisinde de pasif modifiye atmosfer yöntemi kullanılarak ambalajlamanın aktif modifiye atmosfer yöntemiyle ambalajlamaya kıyasla raf ömrünü arttırmada daha etkili olduğu belirlenmiştir. Böylece pasif modifiye atmosfer yönteminde hava atmosferi ile ambalajlama yapılabildiği için ekstra gaz maliyetine gerek duyulmayabilecektir. Her meyve ve sebzenin hatta her bir çeşidin fizyolojisi birbirinden farklı olduğu için etilen tutucu sistemlerin diğer meyve ve sebzelerin raf ömrünü arttırmadaki etkinliğinin belirlenmesi için her bir ürüne spesifik çalışmanın tekrarlanması önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Alkaş, B. 2006. Kivi meyvesi için bilgisayar destekli soğuk depo tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, Tarım Makinaları Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, İsveç Gıda ve Biyoteknoloji Enstitüsü, Karlstad University.
- AOAC. 2005. Official methods of analysis. 18th Edition Arlington, Virginia, USA.
- Arndt, G. W. 2001. Examination of flexible package for integrity: chapter 22C. G.J. Jackson, R.I. Merker, R. Bander (Eds.), Bacteriological analytical manual (8th edition.). AOAC International, Gaithersburg, MD, pp. 16–17.
- Bal, E. ve Çelik, S. 2010. The effects of postharvest treatments of salicylic acid and potassium permanganate on the storage of kiwifruit. Bulgarian Journal of Agricultural Science., 16 (5): 576-584.
- Batu, A. ve Demirdöven, A. 2010. Modifiye atmosferde paketlenme ve soğukta depolamanın elmanın duyusal kalitesi üzerine etkileri. Yyu J Agr Sci., 20 (2): 58-67.
- Batu, A. ve Gerçekçioğlu, R. 1998. Meyve ve sebzelerin modifiye atmosferde paketlenerek depolanması üzerine etkili olan faktörler. Hasad., 13 (153): 50-53.
- Batu, A. 2009. Kayısının modifiye atmosferde paketlenerek depolanması önerisi. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi., 4 (1): 9-19.
- Batu, A ve Şen. L. 2014. Kontrollü atmosferde depolama teknolojisi ve uygulamaları. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi., 9 (3): 118-138.
- Beaudry, R.M. 1999. Effect of O₂ and CO₂ partial pressure on selected phenomena affecting fruit and vegetable quality. Postharvest Biology and Technology 15., 293–303.
- Ben-Arie, R., Gross, J., Sonogo, L. 1982. Changes in ripening-parameters and pigments of the chinese gooseberry (kiwi) during ripening and storage. Sci Hortic., 18 (1): 65-70.
- Brody, A., Strupinsky, E.R., Kline, L.R. 2001. Active packaging for food applications. Technomic Publishing Inc., 107-117.

- Candan, A.P., Graell, J., Larrigaudiere, C. 2008. Roles of climacteric ethylene in the development of chilling injury in plums. *Postharvest Biology and Technology*, 47: 107–112.
- Cemeroğlu, B. 2010. Gıda Analizleri, Gıda Teknolojileri Derneği Yayınları., No: 34: 13-41-102-225.
- Chısacova, I., Esmer, Ö.K. 2016. Etilen tutucu kullanımının pasif modifikasyonla ambalajlanmış taze doğranmış ıspanağın raf ömrü üzerine etkisi. *Ege Univ. Ziraat Fak. Derg.*, 53 (4): 415-424.
- Coloma, A., Rodriguez, F.J., Bruna, J.E., Guarda, A., Galotto, M.J. 2014. Development of an active film with natural zeolite as ethylene scavenger. *J. Chil. Chem. Soc.*, 59 (2).
- Crisosto C.H., Kader A.A. 1999. Kiwifruit: postharvest quality maintenance guidelines. *Dep Pomol Univ Calif Davis, CA, USA*, 9 p.
- Church J.J., Parsons A.L. 1995. A review: Modified atmosphere packaging technology. *J Food Agric.*, 67: 143-152.
- Çelik, İ ve Tümer, G. 2016. Gıda ambalajlamada son gelişmeler. *Akademik Gıda.*, 14 (2): 180-188.
- Demir, S.S. 2015. Modifiye atmosferde paketlemenin Tyty F1 kokteyl domatesinin kalite ve raf ömrü üzerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*.
- Demirdöven, A ve Batu, A. 2004. Tokat'ta Yetistirilen Bazı Önemli Meyvelerin Solunum Hızları. *Gıda Mühendisliği Dergisi.*, 17: 33-37
- Doğan, A., Kurubaş, M.S., Erkan, M. 2017. Hayward kivi çeşidinde kontrollü atmosfer ve 1-mcp kombinasyonunun meyve kalitesi ve muhafazası üzerine etkileri. VII. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyum, 70-77.
- Duman G. 2011. Kivi (*Actinidia deliciosa*) Meyvesinde farklı hasat sonrası uygulamalar ve farklı ambalaj tiplerinin depolama süresi ve meyve kalitesi üzerine etkileri. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*.
- Ekşi, A., Özen, İ.T. 2012. Kivi meyvesinin kimyasal bileşenleri ve fonksiyonel özellikleri. *Ordu Üniv. Bil. Tek. Derg.*, 2 (2): 54-67.
- Elamin, M.A. 2006. Effect of polyethylene film lining and potassium permanganate on quality and shelf-life of banana fruits. *M. Sc. Thesis. University of Khartoum, Sudan*.
- Erdinç, A ve Acar, J. 1996. Gıda muhafazasında modifiye atmosfer paketleme (MAP). *Gıda.*, 21(1): 17-21.

- Erdoğan, B. 2005. Doğal ve modifiye doğal zeolitlerde etilen adsorpsiyonu ve bazı uygulamalar. Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Ergün, M. 2016. Taze meyve ve sebzeler için aktif, zeki veya akıllı paketleme teknolojileri. Alatarım., 15 (2): 51-60.
- Erkan, N., Metin, S., Varlık, C., Baygar, T., Özden, Ö. 2000. Modifiye atmosferle paketlemenin (MAP) paneli alabalık marinatlarının raf ömrü üzerine etkisi. Sci., 24: 585-591.
- Eştürk, O., Ayhan, Z., Gökkurt, T. 2014. Production and aplication of active packaging film with ethylene adsorber to increase the shelf life of broccoli (*Brassica oleracea* L. Var. Italica). Packaging Technology and Science., 27: 179-191.
- Exama, A., Arul, J., Lenckı, R.W., Lee, L.Z., Toupın, C. 2006. Suitability of plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. Journal of Food Science., 58 (6): 1365-1370.
- Falcao, H.A.S., Fonseca, A.O., Filho, J.G.O., Pires, M.C., Peixoto, J.R. Armazenamento de variedades de bananas em condições de atmosfera modificada com permanganato de potassio. ISSN: 2358-6303.
- Farber, M.J. 1991. Microbiological aspects of modified-atmosphere packaging technology - a review 1. Journal of Food Protection., 54 (1): 58-70.
- Farcuh, M., Li, B., Rivero, R.M, Shlizerman, L., Sadka, A., Blumwald, E. 2017. Sugar metabolism reprogramming in a non-climacteric bud mutant of a climacteric plum fruit during development on the tree. Journal of Experimental Botany, Vol. 68, No. 21–22 pp. 5813–5828.
- Finnegan E, O’Beirne D. 2015. Characterising and tracking deterioration patterns of fresh-cut fruit using principal component analysis - part 1. Postharvest Biol Technol., 100: 73-80.
- Gökkurt, T. 2012. Taze meyve ve sebzelerin raf ömrünü uzatmaya yönelik aype ambalajların geliştirilmesi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Metal Eğitimi Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi.
- Göncü, A., Özkal, S.G. 2017. Ekmeklerde aktif paketleme uygulamaları. Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknolojisi Dergisi., 5(11): 1264-1273.
- Güloğlu, G ve Akosman, Z. 2010. Dedektif etilen. YİBO Öğretmenleri (Fen ve Teknoloji-Fizik, Kimya, Biyoloji- ve Matematik) Proje Danışmanlığı Eğitimi Çalıştayı.

- Hempel, A.W., Papkovsky, D.B., Kerry, J.P. 2013. Use of optical oxygen sensors in non-destructively determining the levels of oxygen present in combined vacuum and modified atmosphere packaged pre-cooked convenience-style foods and the use of ethanol emitters to extend product shelf-life. *Foods*, 2: 507-520.
- Hu Q, Fang Y, Yang Y, Ma N, Zhao L. 2011. Effect of nanocomposite-based packaging on postharvest quality of ethylene-treated kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) during cold storage. *Food Res Int.*, 44 (6): 1589-96.
- Jacobsson, A., Nielsen, T., Sjöholm, I. 2004. Effects of type of packaging material on shelf-life of fresh broccoli by means of changes in weight, colour and texture. *Eur Food Res Technol.*, 218: 157–163.
- Kablon, T. 2007. Comparative evaluation of the effect of storage temperature fluctuation on modified atmosphere packages of selected fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 46: 212-221.
- Karaçalı, I. 2004. Bahçe ürünlerinin muhafaza ve pazarlanması. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, Türkiye, pp. 51-59.
- Karagöz, Ş ve Demirdöven, A. 2017. Gıda ambalajlamada güncel uygulamalar: modifiye atmosfer, aktif, akıllı ve nanoteknolojik ambalajlama uygulamaları. <http://dergipark.gov.tr/gbad>.
- Karavaşin, Z. 2013. Bazı hasat sonrası uygulamaların anamur muzunun raf ömrü süresince enzimatik ve pomolojik özelliklerine etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Kasım, R ve Kasım, M.U. 2007. Sebzelerde etilenin önemi ve 1-metilsiklopropan (1-mcp)'in kullanımı. *Omü Zir. Fak. Dergisi*, 22 (2): 227-231.
- Ketsa S, Wisutiamonkul A, Doorn WG. 2013. Apparent synergism between the positive effects of 1-mcp and modified atmosphere on storage life of banana fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 85: 173–178.
- Kurubaş, M.S. ve Erkan, M. 2017. ‘Dwarf Cavendish’ muz klonunun plitstore ortamında muhafazası. VII. Bahçe Bitkileri Muhafaza Ve Pazarlama Sempozyumu. 28-33.
- Küçük, V. 2006. Bazı meyve ve sebzelerde raf ömrünün uzatılması için zeolitlerle birlikte paketlemenin ürünün kalite özelliklerine etkisinin incelenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Maftoonazad, N., Ramaswamy, H.S., Marcotte, M. 2008. Shelf-life extension of peaches through sodium alginate and methyl cellulose edible coatings. *International Journal of Food Science and Technology*, 43: 951–957.

- Martinez-Romero, D., Bailen, G., Serrano, M., Guillen, F., Valverde, J.M., Zapata, P., Catillo, S., Valero, D. 2007. Tools to maintain postharvest fruit and vegetable quality through the inhibition of ethylene action: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47: 543–560.
- Matsumoto, S., Obara, T. and Luh, B.S. 1983. Changes in chemical constituents of kiwifruit during post-harvest ripening. *Journal of Food Science*, 48: 607-611.
- Mendoza, R., Castellanos, D.A., Garcia, J.C., Vargas, J.C., Herrera, A.O. 2016. Ethylene production, respiration and gas exchange modelling in modified atmosphere packaging for banana fruits. *International Journal of Food Science and Technology*, 51: 777-788.
- Mitchell, F.G. 1988. Kiwifruit maturity. *Perishables Handling Postharvest Technology of Fresh Horticultural Crops*. Coop. Ext. Univ. Cal. Issue No.63:4.
- Mohammadi, A., Rafiee, S., Emam-Dijomeh, Z., Keyhani, A. 2008. Kinetic models for colour changes in kiwifruit slices during hot air drying. *World Journal of Agricultural Sciences*, 4 (3): 376-383.
- Onur, Ö. 2017. Türkiye'nin ithal ettiği muzların ağır metal ve mineral besin elementleri içeriğinin belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Ova, G., Kaftan, A., 2011. Antimikrobiyal ambalajlama. <http://www.dunyagida.com.tr/haber.php?nid=38>. Erişim Tarihi: 12.04.2015.
- Öz, A.T., Eriş, A. 2009. Kontrollü atmosfer (KA) ve normal atmosfer (NA) koşullarında depolamanın farklı zamanlarda derilen "Hayward" (*Actinidia Deliciosa*) kivi çeşidinin kalite değişimine etkisi, *Gıda*, 34 (2): 83-89.
- Öz, A.T., Süfer, Ö. 2013. Taze Meyve ve Sebzelerin Muhafazasında Modifiye Atmosfer Paketlemenin Doğal Bileşiklerle Birlikte Kullanımı. *Akademik Gıda*, 11(2): 110-115.
- Öz, A.T. 2006. Farklı zamanlarda hasat edilen kivilerde (*Actinidia Deliciosa* Cv. Hayward) normal ve kontrollü atmosfer koşullarında soğuk muhafaza suresinin etilen biyosentezine etkisi. Uludağ Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Pekmezci, M., Erkan, M., Gübbük, H., Karaşahin, I., Uzun, I. 2004. Modified atmosphere storage and ethylene absorbent enables prolonged storage of 'Hayward' kiwifruits. *Acta Hort.* 632, ISHS 2004 Publication supported by Can. Int. Dev. Agency (CIDA), 632: 337-341.

- Pongorasert, N., Srilaong, V. 2014. A novel technique using 1-mcp microbubbles for delaying postharvest ripening of banana fruit a novel technique using 1-mcp microbubbles for delaying postharvest ripening of banana fruit. *Postharvest Biology and Technology*., 95 (2014) 42–45.
- Prasad, P ve Kochhar, A. 2014. Active packaging in food industry: a review. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)* e-ISSN: 2319-2402,p- ISSN: 2319-2399. Volume 8, Issue 5 Ver. III (05.2014), pp 01-07.
- Prill, M.A.S., Neves, L.C., Tosin, J.M., Chagas, E.A. 2012. Atmospheric modification and ethylene's control in posthaverst, for 'Prata-Anã' bananas cultivated in the setentrional brazilian amazon. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal.*, 34 (4): 990-1003.
- Ramin, A.A., Rezaei, A., Shams, M. 2010. Potassium permanganates and short term hypobaric enhances shelf-life of kiwifruits. Department of Horticulture College of Agriculture Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
- Ríos, C.A., Vargas, L.Y. 2011. In earth and environmental sciences. I. A. Dar, M. A. Dar, Eds. InTech, Rijeka., 363-374.
- Rocculi, P., Romani, S., Rosa, M.D. 2005. Effect of map with argon and nitrous oxide on quality maintenance of minimally processed kiwifruit. *Postharvest Biol Technol.*, 35 (3): 319-28.
- Salamanca, F.A., Balaguera-Lopez, H.E., Herrera, A.O. 2014. Effect of potassium permanganate on some postharvest characteristics of tomato 'Chonto' fruits (*Solanum Lycopersicum L.*). *Acta Hort.*, 1016: 171-178.
- Saltveit, M.E. 1999. Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*., 15: 279–292.
- Saravanan, S., Suchitra, V., Kumar, R., Bandral, J. 2012. Influence of wax coating and indigenous potassium permanganate based ethylene absorbents on shelf life of banana cv. Dwarf Cavendish. *International Journal of Processing and Post Harvest Technology*., 129-133.
- Sezer, E., Ayhan, Z., Çelikkol, T., Güner, F. 2017. Zeolit katkılı aktif polietilen ambalaj malzemesinin kivi meyvesinin kalite özellikleri ve raf ömrüne etkisi. *Gıda.*, 42 (3): 277-286.
- Sezer, E ve Ayhan, Z. 2017. Meyve ve sebzelerde etilen tutucu içeren aktif ambalajlama sistemlerinin uygulanması ve raf ömrüne etkisi. *Akademik Gıda.*, 15 (2): 182-191.
- Sharma, S ve Sharma, R.R. 2016. Impact of staggered treatments of novel molecules and ethylene absorbents on postharvest fruit physiology and enzyme activity of 'Santa Rosa' plums. *Scientia Horticulturae.*, 198: 242-248.

- Silva DFP, Salomao LCC, Siqueira DL, Cecon PR, Rocha A. 2009. Potassium permanganate effects in postharvest conservation of the papaya cultivar Sunrise Golden. *Pesq. Agropec. Bras.*, 44 (7): 669-675.
- Söylemezoğlu, G. 1998. Klimakterik ve klimakterik olmayan bahçe bitkileri üzerinde etilenin etkisi ile etilen antagonistlerinin hasat sonrası fizyolojisine kullanım imkanları. *Gıda.*, 23 (5): 329-337.
- Subaşı, O.S., Seçer, A., Yaşar, B., Emeksiz, F., Uysal, O. 2016. Türkiye’de muz üretim maliyeti ve karlılık durumu. *Mediterranean Agricultural Sciences.*, 29 (2): 73-78.
- Sürengil, G ve Kılınç, B. 2011. Gıda- ambalaj sektöründe nanoteknolojik uygulamalar ve su ürünleri açısından önemi. *Journal of Fisheries Sci.*, 5 (4): 317-325.
- Svensson A. 2004. Active food packaging. Karlstad University, Department of Chemical Engineering.
- Thompson, A.K. 2010. Controlled atmosphere storage of fruits and vegetables, second edition. ISBN 978-1-84593-646-4 (alk. paper)
- Turkay, C. 2007. Anamur yöresindeki muz seralarının özellikleri ve doğal havalandırma etkinliğinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Üçüncü, M., Gıda ambalajlama teknolojisi, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, Türkiye, 2007.
- Vermeiren, L., Devlieghere, F., Beest, M., Kruijf, N., Debevere, J. 1999. Development in the active packaging of foods. *The Journal of Food Technology in Africa.*, 5 (1): 6-13.
- Watkins, C.B. 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-mcp) on fruits and vegetables. *Biotechnology Advances.*, 24: 389–409.
- Weichmann, J. 1987. Postharvest physiology of vegetables. Marcel Dekker, New York.
- Wills, R, McGlasson, B, Graham, D, Joyce, D, Rushing, JW. 1999. Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. *J. Vegetable Crop Prod.*, 4 (2): 83-84.
- Wills, R., Kim, G.H. 1995. effect of ethylene on postharvest life of strawberries. *Postharvest Biology and Technology.*, 6: 249.
- Yıldırım I. 2010. "Hayward" kivi çeşidinin normal ve kontrollü atmosfer koşullarında depolanması üzerine araştırmalar. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi.

- Yılmaz, B. 2016. Giresun koşullarında yetiştirilen ‘Hayward’ kivi çeşidinde meyve gelişim sürecinde önemli kalite özelliklerinin değişimi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Yıldırım, S., Röcker, B., Pettersen, M.K., Nilsen-Nygaard, J., Ayhan, Z., Rutkaite, R., Radusin, T., Suminska, P., Marcos, B., Coma, V. 2018. Active packaging applications for food. Institute Of Food Technologists., 17: 1541-4337.
- Zagory, D. 1995. Ethylene removing packaging, active food packaging. Blackie Academic and Professional Press., London, 45-50.



ÖZGEÇMİŞ

Meliha Öztürk, 18.07.1992’de İstanbul’da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini İstanbul’da tamamladı. 2010 yılında Erkut Soyak Lisesi’nden mezun oldu. 2010 yılında başladığı Akdeniz Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nü 2014 yılında bitirdi. 2015 yılında Sakarya Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisans eğitimine başladı. Halen yüksek lisans eğitimi devam etmektedir.