

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKTİF AMBALAJLAMA ve DEPOLAMA SICAKLIĞININ
KİRAZ DOMATES ve BADEM HIYARIN RAF ÖMRÜNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuncay TİRİBOLULU

Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Zehra AYHAN

Ağustos 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AKTİF AMBALAJLAMA ve DEPOLAMA SICAKLIĞININ
KİRAZ DOMATES ve BADEM HIYARIN RAF ÖMRÜNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuncay TİRİBOLULU

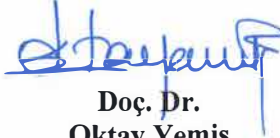
Enstitü Anabilim Dalı

GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 07/08/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.



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



**Doç. Dr.
Oktay Yemiş
Üye**



**Dr. Öğr.Üy.
Semin Özge ÖZKOÇ
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.

Tuncay TİRİBOLULU

07/08/2019

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen, tez çalışmamın belirlenmesi, planlanması ve yürütülmesi aşamalarında büyük titizlikle benimle ilgilenen ve destek olan çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Zehra AYHAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmada emeği geçen ve bana büyük destekte bulunan Arş. Gör. Elif SEZER'e ve Sümeyye AKARSU'ya, değerli yüksek lisans arkadaşım Meliha ÖZTÜRK KOÇAK'a teşekkür ederim.

Değerli jüri üyelerim Doç.Dr. Oktay YEMİŞ'e ve Dr. Öğr. Üy. Semin Özge ÖZKOÇ'a teşekkürlerimi sunarım.

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. Meyve ve Sebzelerin Kalitesini Etkileyen Faktörler | 5 |
| 2.1.1. Ambalaj materyali..... | 5 |
| 2.1.2. MAP’da kullanılan gazlar ve atmosfer bileşimi | 6 |
| 2.1.2.1. Karbondioksit..... | 6 |
| 2.1.2.2. Oksijen..... | 7 |
| 2.1.2.3. Azot..... | 7 |
| 2.1.3. Solunum hızı | 8 |
| 2.1.4. Etilen..... | 9 |
| 2.1.5. Depolama sıcaklığı | 13 |
| 2.2. Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP)..... | 14 |
| 2.2.1. Pasif MAP | 15 |
| 2.2.2. Aktif MAP | 15 |
| 2.3. Aktif Ambalajlama..... | 16 |

| | |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 2.3.1. Etilen tutucular..... | 17 |
| 2.3.1.1. Zeolit..... | 17 |
| 2.3.1.2. Potasyum permanganat (KMnO ₄)..... | 19 |
| 2.3.1.3. Paladyum klorür (PdCl)..... | 20 |
| 2.4. Domates ve Hıyarda Yapılan Raf Ömrü Çalışmaları..... | 21 |

BÖLÜM 3.

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| MATERYAL ve YÖNTEM..... | 27 |
| 3.1. Materyal | 27 |
| 3.2. Yöntem..... | 29 |
| 3.2.1. Ürünlerin hazırlanması ve ambalajlanması..... | 29 |
| 3.2.2. Analizler..... | 32 |
| 3.2.2.1. Kütle kaybı (%) | 32 |
| 3.2.2.2. Tepe boşluğu oksijen, karbondioksit ve etilen konsantrasyonu | 32 |
| 3.2.2.3. Fiziksel analizler..... | 33 |
| 3.2.2.4. Kimyasal analizler..... | 34 |
| 3.2.2.4.1. Suda çözünür kuru madde miktarı (%briks)..... | 35 |
| 3.2.2.4.2. pH analizi | 35 |
| 3.2.2.4.3. Titrasyon asitliği (%)..... | 35 |
| 3.2.2.4.4. Likopen konsantrasyonu (ppm)..... | 36 |
| 3.2.2.5. Duyusal değerlendirme..... | 37 |
| 3.2.2.6. İstatistiksel analiz | 37 |

BÖLÜM 4.

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| BULGULAR ve TARTIŞMA..... | 38 |
| 4.1. Kütle Kaybı (%) | 38 |
| 4.2. Tepe Boşluğu Gaz Bileşimi (% O ₂ ve CO ₂)..... | 41 |
| 4.3. Etilen Konsantrasyonu (ppm) | 46 |
| 4.4. Fiziksel Analizler | 48 |
| 4.4.1. Renk..... | 48 |
| 4.4.2. Tekstür | 54 |
| 4.5. Kimyasal Analizler..... | 57 |

| | |
|-------------------------------------------------------|----|
| 4.5.1. Suda çözüdür kuru madde miktarı (%briks) | 57 |
| 4.5.2. pH..... | 58 |
| 4.5.3. Titrasyon asitliği (%) | 60 |
| 4.5.4. Likopen konsantrasyonu (ppm) | 62 |
| 4.6. Duyusal Değerlendirme | 67 |
| | |
| BÖLÜM 5. | |
| SONUÇ | 78 |
| | |
| KAYNAKLAR | 80 |
| ÖZGEÇMİŞ | 89 |

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

| | |
|----------|--------------------------------|
| C_2H_4 | : Etilen |
| CO_2 | : Karbondioksit Gazı |
| HDPE | : Yüksek yoğunluklu polietilen |
| $KMNO_4$ | : Potasyum Permanganat |
| LDPE | : Düşük yoğunluklu polietilen |
| MAP | : Modifiye Atmosfer Paketleme |
| MCP | : Metil siklo propilen |
| N_2 | : Azot Gazı |
| O_2 | : Oksijen Gazı |
| OTR | : Oksijen geçiş hızı |
| PdCl | : Paladyum klorür |
| PE | : Polietilen |
| SÇKM | : Suda çözünür kuru madde |
| WVTR | : Su buharı geçiş hızı |

ŞEKİLLER LİSTESİ

| | | |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 3.1. | 0. gün kiraz domates örnekleri | 28 |
| Şekil 3.2. | 0. gün badem hıyar örnekleri..... | 28 |
| Şekil 3.3. | Etilen tutucu içeren LDPE ve katkısız LDPE ambalajlardaki kiraz domates örnekleri | 30 |
| Şekil 3.4. | Ambalajsız (a), katkısız LDPE (b) ve etilen tutucu içeren LDPE (c) ambalajlardaki badem hıyar örnekleri | 31 |
| Şekil 3.5. | Standart etilen gazıyla hazırlanmış kalibrasyon kurvesi | 33 |
| Şekil 3.6. | Kiraz domateste tekstür analizi | 34 |
| Şekil 4.1. | Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının kiraz domatesin kütle kaybına etkisi..... | 39 |
| Şekil 4.2. | Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının badem hıyarın kütle kaybına etkisi..... | 40 |
| Şekil 4.3. | Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının kiraz domatesin tepe boşluğu oksijen oranına etkisi | 41 |
| Şekil 4.4. | Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının kiraz domatesin tepe boşluğu karbondioksit oranına etkisi..... | 43 |
| Şekil 4.5. | Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının badem hıyarın tepe boşluğu oksijen oranına etkisi | 44 |
| Şekil 4.6. | Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının badem hıyarın tepe boşluğu karbondioksit oranına etkisi..... | 44 |
| Şekil 4.7. | Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının kiraz domatesin etilen konsantrasyonu üzerine etkisi | 47 |
| Şekil 4.8. | Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının badem hıyarın etilen konsantrasyonu üzerine etkisi | 48 |
| Şekil 4.9. | Depolamanın 16. gününde kiraz domates uygulamalarına ait görüntüler | 65 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.10. Depolamanın 32. gününde kiraz domates uygulamalarına ait görüntüler | 66 |
| Şekil 4.11. Depolamanın 5. gününde badem hıyar uygulamalarına ait görüntüler | 75 |
| Şekil 4.12. Depolamanın 10. gününde badem hıyar uygulamalarına ait görüntüler | 76 |
| Şekil 4.13. Depolamanın 20. gününde badem hıyar uygulamalarına ait görüntüler | 77 |

TABLolar LİSTESİ

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 2.1. Modifiye atmosfer paketleme için tavsiye edilen gaz karışımları ve oranları | 8 |
| Tablo 2.2. Bazı meyve ve sebzelerin farklı sıcaklıklardaki solunum hızları..... | 9 |
| Tablo 2.3. Meyve ve sebzelerde görülen soğuk zararı belirtileri ve kritik depolama sıcaklıkları..... | 10 |
| Tablo 2.4. Etilenin meyve ve sebzeler üzerindeki yararlı ve zararlı etkileri | 11 |
| Tablo 2.5. Meyve ve sebze çeşitlerinin etilen üretim oranları..... | 12 |
| Tablo 2.6. Bazı ticari etilen tutucular | 20 |
| Tablo 4.1. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının kiraz domatesin L*, a* ve b* renk değerlerine etkisi..... | 51 |
| Tablo 4.2. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının badem hıyarın L*, a* ve b* renk değerlerine etkisi..... | 52 |
| Tablo 4.3. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının kiraz domatesin penetrasyon kuvvetine etkisi | 55 |
| Tablo 4.4. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının badem hıyarın penetrasyon kuvvetine etkisi | 56 |
| Tablo 4.5. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının kiraz domatesin suda çözünür kuru madde miktarına etkisi..... | 58 |
| Tablo 4.6. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının badem hıyarın suda çözünür kuru madde miktarına etkisi..... | 58 |
| Tablo 4.7. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının kiraz domatesin pH'sına etkisi..... | 59 |
| Tablo 4.8. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının badem hıyarın pH'sına etkisi..... | 60 |
| Tablo 4.9. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının kiraz domatesin titrasyon asitliğine etkisi..... | 61 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 4.10. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının badem hıyarın titrasyon asitliğine etkisi | 62 |
| Tablo 4.11. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının kiraz domatesin likopen konsantrasyonuna etkisi | 64 |
| Tablo 4.12. Kiraz domateslerde renk (L^* , a^* ve b^*), sertlik, pH, briks, titrasyon asitliği ve likopen için temel faktörlerin ve etkileşimlerinin p değeri | 64 |
| Tablo 4.13. Badem hıyarlarda renk (L^* , a^* ve b^*), sertlik, pH, briks ve titrasyon asitliği için temel faktörlerin ve etkileşimlerinin p değeri | 64 |
| Tablo 4.14. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının kiraz domatesin duyuşal özelliklerine etkisi | 69 |
| Tablo 4.15. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının badem hıyarın duyuşal özelliklerine etkisi | 72 |

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Aktif ambalajlama, etilen tutucu, kiraz domates, badem hıyar, depolama sıcaklığı

Bu çalışmanın amacı kiraz domates ve badem hıyarların raf ömrüne aktif ambalajlama (etilen tutucu içeren sistemler) ve depolama sıcaklığının etkisinin belirlenmesidir. Kiraz domates, etilen tutucu katkı içeren düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) ambalajda ve katkısız LDPE ambalajda pasif modifiye atmosfer paketleme (MAP) altında, 4°C’de ve 10°C’de 32 gün depolanmıştır. Hıyar ise aynı ambalaj malzemeleri kullanılarak aktif modifiye atmosfer paketleme (%5 O₂ - %10 CO₂ - %85 N₂) altında 4°C ve 10°C’de 20 gün depolanmıştır. Ambalajsız ürünler kontrol grubunu oluşturmuştur. Tüm örneklerde kütle kaybı, fiziksel analizler (renk, tekstür), kimyasal analizler (%briks, pH, titrasyon asitliği) ve duyusal değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Ayrıca ambalajlı örneklerde tepe boşluğu oksijen, karbondioksit ve etilen konsantrasyonu, domates örneklerinde ise ayrıca likopen konsantrasyonu belirlenmiştir.

Kiraz domateslerde 10°C’de depolanan gruplarda oksijen seviyesi depolama sonunda %2’nin altına düşmüştür. 4°C’de etilen tutucu içeren ambalajlar %6.5 oksijen seviyesi ile en iyi sonucu veren ve denge atmosferin sağlandığı grup olmuştur. Depolama sonunda en az etilen üretimi yine 4°C’de etilen tutucu katkı içeren ambalajda gerçekleşmiştir ve bu grubun fiziksel analiz sonuçlarında da depolamanın önemli bir etkisi görülmemiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre de 4°C’de etilen tutucu katkı ile ambalajlanan grup hariç 32. günde kabul edilebilir uygulama bulunmamıştır. Bu sonuçlara göre 4°C’de etilen tutucu katkılı malzeme ile ambalajlanan kiraz domatesin raf ömrü en az 32 gün olarak belirlenmiştir.

Hıyarlarda 4°C’de meydana gelen soğuk zararlanması sebebiyle denge atmosfere ulaşamamış ve depolama sonunda %O₂ kritik seviyenin (%2) altına inmiştir. 10°C’de ise katkısız ambalajlı grupta daha yüksek etilen konsantrasyonu ürünün kalite parametrelerini olumsuz etkilerken, etilen tutucu içeren ambalajda hem üretilen etilen miktarının daha düşük seyretmesi hem de 10°C’de soğuk zararlanmasının düşük olması sebebiyle ürün kalitesi daha iyi korunmuştur. Duyusal analiz sonuçlarında da depolama sonunda kabul edilebilir bulunan tek grup 10°C’de etilen tutucu içeren uygulama olmuştur. Bu sonuçlara göre 10°C’de etilen tutucu katkı içeren ambalajlarda hıyarın raf ömrünün en az 20 gün olduğu tespit edilmiştir.

EFFECTS of ACTIVE PACKAGING AND STORAGE TEMPERATURE on SHELF LIFE of CHERRY TOMATOES AND CUCUMBERS

SUMMARY

Keywords: Active packaging, ethylene scavengers, cherry tomato, cucumber, storage temperature

The aim of this study is to investigate the effects of active packaging (ethylene scavenging systems) and storage temperature on the shelf life of cherry tomatoes and cucumbers. The cherry tomatoes were packaged with ethylene absorber incorporated LDPE and control LDPE under passive modified atmosphere (MAP) and stored at 4°C and 10°C for 32 days. The cucumbers were also packaged with same packaging materials under active MAP (5% O₂ - 10% CO₂ - 85% N₂) and stored at 4°C and 10°C for 20 days. Unpackaged products were the control groups for both tomatoes and cucumbers. During storage, mass loss, physical analysis (color and texture), chemical analysis (brix, pH, titratable acidity) and sensory evaluation were performed. For packaged products, headspace gas analysis, ethylene and lycopene (only for tomatoes) concentrations were determined.

Headspace oxygen content decreased below 2% at the end of the storage for tomatoes stored at 10°C, Ethylene absorber containing packages were the best group providing equilibrium atmosphere with 6.5% O₂ at 4°C. The minimum ethylene concentration was determined in packages with ethylene absorbers at 4°C. No significant effect of storage time was observed on the physical properties of this group. None of the treatment was acceptable on 32 days of storage except the tomatoes packaged with LDPE containing ethylene absorber at 4°C. In conclusion, the shelf life of the cherry tomatoes packaged LDPE packages including ethylene absorbers was suggested as at least 32 days at 4°C.

The equilibrium atmosphere was not reached for cucumbers stored at 4°C, and the O₂% content decreased below critical level of 2% possibly due to chilling injury. The high level of ethylene concentration in the control LDPE packages negatively affected the product properties at 10°C, however, lower ethylene concentration and less chilling injury provided better storage conditions for cucumbers packaged with ethylene absorbers at 10°C. At the end of the storage, only application acceptable by the sensory panelists was the products packaged with ethylene absorbers at 10°C. In conclusion, the shelf life of the cucumbers packaged with ethylene absorbers was suggested as at least 20 days at 10°C.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Her gün hızla değişen yaşam şartlarıyla birlikte insanların da gün geçtikçe beklentileri artmaktadır. Bu beklentiler arasında gıda tüketimi de ön sıralarda yer almaktadır. Bu da beraberinde insanların sebze ve meyve tüketimini arttırmaktadır. (Hüyükü, 2014). Meyve ve sebzeler karbonhidrat, yağ, protein, vitamin ve mineral içerikleriyle insan beslenmesinde önemli yeri olan gıdalardandır (Sezer ve Ayhan, 2017; Küçük, 2006). Bu gıdaların en başında domates ve hıyar gelmektedir. Gerek üretim hacmi, gerekse beslenmedeki ayrıntılı katkısı dolayısıyla dünyadaki en önemli tarımsal ürünlerden biri olan domates, taze veya işlenmiş olarak kullanılabilir (Kadalk ve ark., 2001).

Domates (*Lycopersicon lycopersicum*), *Solanaceae* ailesine ait, tüm dünyada yetiştirilen, ekonomik değeri yüksek bir bitki türüdür. Domates ve domates ürünleri likopen, β karoten, A ve C vitamini ve potasyum yönünden zengin ürünlerdir. Likopen, başta domates ve karpuz gibi kırmızı meyve ve sebzelerde bulunan, insan plazması için önemli majör karotenoidlerden biridir. Likopen, belirli biyolojik özelliklere katkıda bulunan benzersiz yapısal ve kimyasal özelliklere sahiptir (Shanzad ve ark., 2014). Bu nedenle çok güçlü bir antioksidandır ve zamanımızın kardiyovasküler hastalıklar ve bazı kanser tipleri gibi önemli patolojilerin azaltılmasını sağlar (İlahy ve ark., 2011).

Meyve ve sebzeler, solunum davranışlarına göre klimakterik olanlar ve klimakterik olmayanlar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadırlar. Hasat sonrası olgunlaşmaya devam eden meyve ve sebzeler klimakterik, olgunlaşmaya devam etmeyen meyve ve sebzeler ise klimakterik olmayan grup içerisinde yer alır (Farcuh ve ark., 2017). Domates gibi hasattan sonra renk değişimi ile birlikte, tadı değişen ve yumuşayan meyveler klimakterik meyveler olarak adlandırılmakta ve bu meyve türlerinde olgunlaşma ile

birlikte, etilen üretimi ve solunum artmaktadır (Kasım ve Kasım, 2007). Dolayısıyla domateste hasat sonrası muhafaza teknolojilerinde, solunum hızının yavaşlatılması ve etilen üretiminin kontrol edilmesi çok önemlidir (Fagundes ve ark., 2015).

Hıyar (*Cucumis Sativus*) *Cucumicaea* ailesine ait, salata ve turşu yapımında kullanılan önemli majör bir meyvedir. Klimakterik olmayan bir meyvedir ve K vitamini, A vitamini, Ca, Mo, K, Mn ve Mg bakımından zengindir. %95 gibi yüksek su içeriğine sahiptir (Manjunatha ve Anurag, 2014; Maleki ve ark., 2018). Doğada çok çabuk bozulabilen bir üründür ve kırışmaya çok elverişlidir (Manjunatha ve Anurag, 2014; Sabır ve Ağar, 2008). Hıyarların depolanması sırasında görülen bozulmaların çoğu, etilenin neden olduğu sararmayla ve kritik sıcaklıklarının altında meydana gelen soğuk zararlanmasının neden olduğu buruşmayla oluşur (Manjunatha ve Anurag, 2014).

Domates ve hıyar gibi sebze ve meyvelerin en önemli özellikleri, hasat yapıldıktan sonra canlılıklarını ve fizyolojik olarak solunumlarını devam ettirmeleridir (Sousa ve ark., 2017). Solunumda alınan oksijen, hücrenin yapısında bulunan nişasta, şeker ve organik asit gibi karmaşık bileşiklerin yavaş bir hızla oksidasyonu için kullanılırken; çevreye karbondioksit, su, etilen gibi bazı uçucu metabolizma ürünleri ile bir miktar ısı bırakırlar. Meyve ve sebzelerde solunumun devam etmesi sonucunda ortama verilen etilen ve CO₂ gibi ürünler kontrol altına alınmadığı takdirde bir süre sonra üründe su ve renk kayıplarına neden olmakta, bu da ürünün raf ömrünü kısaltmaktadır (Batu, 1999).

Sıcaklık, solunumu etkileyen en önemli faktörlerden biridir ve bu nedenle sıcaklık kontrolü ürünün hasat sonrası ömrünü uzatmak için büyük fayda sağlar. Solunum hızı ne kadar yavaş olursa hücrelerin yaşlanmaya karşı daha yavaş evrimleşmesi söz konusu olmakta ve ürünün genel olarak bozulması yavaşlamaktadır (Sousa ve ark., 2017; Demir, 2015).

Hasat sonrası dönemde ürün kayıplarına neden olan fizyolojik bozulmalardan birisi olan soğuk zararlanması; tropik ve subtropik kökenli ürünlerde, bitki hücresi, dokusu

ve organlarında kritik sıcaklığın altına inilmesiyle ortaya çıkan ve geri dönüşü olmayan bir zararlanma şeklidir. Soğuk zararlanmasını oluşturan sıcaklıklar donma noktasının (0°C) üzerinde ve ürüne göre değişmekle birlikte 7° - 15°C'nin altındaki sıcaklık dereceleridir. Soğuk zararlanmasının ana nedeni, hücre membranının zarar görmesidir. Bu da etilen üretimi, solunumun hızlanması, fotosentezde azalma, enerji üretiminde sorunlar, etanol ve asetaldehit gibi toksik bileşiklerin birikimi ve hücre yapısında değişim gibi ikincil reaksiyonlara yol açar (Küşümler, 2011; Halloran ve ark., 1996).

Domates ve hıyar düşük sıcaklıklarda depolandığında soğuk hassasiyetine sahip ürünlerdir ve 10°C'nin altındaki sıcaklıklara maruz kaldığında soğuk zararına uğrayabilirler. Soğuk zararı ürünlerde buruşmaya, siyah ve beyaz noktalara ve sararmaya sebebiyet vermektedir. 15°C'nin üzerinde ise çürümelere ve sararmalara neden olduğu belirtilmiştir. Bu sebeplerle ürünlerin muhafazası için kritik sıcaklıkların dışına çıkılması ürünlerde kalite kayıplarına yol açmaktadır (Li ve ark., 2014; Kasım ve Kasım, 2007; Sabır ve Açar, 2008). Bu kalite kayıplarının önüne geçilebilmesi için muhafaza teknikleri geliştirilmiştir. Bu tekniklerin başında modifiye atmosfer paketleme gelmektedir (Farber ve ark., 2003).

Modifiye atmosfer paketleme (MAP) tekniği, tüketicilerin güvenli, katkısız ve besin değeri yüksek gıdalar için artan talebini karşılayan bir gıda muhafaza ve ambalajlama yöntemidir. MAP'da uygun atmosfer bileşimi, ambalaj malzemesi ve depolama koşullarının seçimi ile az işlenmiş veya taze ürünlerin kalitesi daha uzun süre korunabilmekte ve raf ömrü uzatılabilmektedir (Farber ve ark., 2003). Modifiye atmosfer paketleme meyve ve sebzelerde soğuk zararını hafifletmek için kullanılan yöntemlerden biridir. Modifiye atmosferin, solunum hızını, etilen üretimini, etanol ve asetaldehit birikmesini ve su kaybını azaltarak soğuğa duyarlı ürünlerde soğuk zararının önlenmesi için yararlı olduğu tespit edilmiştir (Fahmy ve Nakano, 2014). MAP, ürünün nem kaybını azaltmakta ve ambalaj içi atmosfer bileşimini değiştirerek yaşlanmayı yavaşlattığı için birçok meyve ve sebzelerin hasat sonrası ömrünü uzatmak için muhafaza, taşıma ve dağıtım sürecinde kullanılmaktadır (Şen ve ark., 2016). Taze

meyve ve sebzelerin raf ömrünün uzatılması ve kalite kayıplarının önlenmesinde MAP kullanımının tek başına yeterli olmadığı görülmüştür. Yapılan çalışmalarda MAP'ın aktif ambalajlama ile beraber kullanılmasının ürünlerdeki kalite kayıplarını en aza indirdiği ve raf ömrünün uzatıldığı tespit edilmiştir (Kocaman, 2015).

Aktif ambalajlama, emici veya yayıcı sistemlerdir ve poşetlerde (şase olarak), veya doğrudan ambalaj malzemesine dâhil edilerek uygulanır. Aktif ambalajlama dış koşullara karşı inert bir bariyer sağlamaktan ziyade gıdaların korunmasında rol oynar. Önemli aktif ambalajlama sistemleri; etilen tutucular, oksijen tutucular, etanol yayıcılar, karbondioksit tutuculardır ve antimikrobiyal ambalajlamadır (Charles ve ark., 2004; Kocaman, 2015). Meyve ve sebze grubu ürünlerin raf ömrünün uzatılmasında ürünün etilen gazı üretiminin baskılanması, üretilen etilenin ise ortamdan uzaklaştırılması en önemli hususlardan biridir (Li ve ark., 2014). Bu amaçla etileni absorbe eden çeşitli etilen tutuculardan yararlanılır. Ortamdan etilenin uzaklaştırılmasını sağlayan bu bileşiklerin kullanımı yakın zamanlarda yaygınlaşmıştır. Bu etilen tutuculardan bazıları zeolit, potasyum permanganat ve paladyum gibi bileşiklerdir (Kocaman, 2015). Bunlardan zeolit en yaygın kullanılan etilen tutucudur (Yıldırım ve ark., 2018).

Hıyar ve domates yüksek sıcaklık derecelerinde muhafaza edildiğinde hızlı bozulması, hem etilen hem de soğutma sıcaklıklarına (10°C altı) karşı hassas olması nedeniyle, hasat sonrası kaliteyi korumak ve raf ömürlerini uzatmak için farklı ambalajlama teknolojilerine ihtiyaç vardır (Li ve ark., 2014). Bu tür gıdaların muhafazası ile ilgili çalışmaların büyük bir bölümünde kontrollü atmosferde depolama üzerine çalışılmış, özellikle etilen tutucu içeren ambalaj malzemesinin kullanımına yönelik çalışmalar daha sınırlı sayıda kalmıştır (Sezer ve ark., 2017).

Bu tez çalışmasında etilen tutucu içeren aktif polietilen (PE) ambalaj ile farklı depolama sıcaklığının aktif veya pasif modifiye atmosfer paketleme altında kiraz domates ve badem hıyarın raf ömrüne ve ürünlerin kalitesine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

BÖLÜM 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Günümüzde özellikle gıda dağıtımının küresel bir boyut kazanmasıyla birlikte gıda ambalajlama gerekli ve önemli bir duruma gelmiştir. Ambalajın görevlerinden biri de tüketim aşamasına kadar taze ürünlerin olabildiğince taze kalmasını, işlenmiş ürünlerin ise mevcut özelliklerinin en iyi şekilde korunmasını sağlamaktır (Sezer ve ark., 2017). Bu nedenle ürünün yapısı ve özelliklerine göre çeşitli ambalajlama yöntemleri uygulanmaktadır (Müftüoğlu, 2010).

Ambalajlama ve depolamada ürün kalitesine etki eden birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar; solunum hızı, kullanılan ambalaj materyali, depolama sıcaklığı, kullanılan gazlar ve etilen gazıdır. Bu faktörler ürüne spesifik olarak optimize edildiğinde kalitesinin daha uzun süre korunması sağlanabilmektedir.

2.1. Meyve ve Sebzelerin Kalitesini Etkileyen Faktörler

2.1.1. Ambalaj materyali

Plastik filmlerin taze meyve ve sebzelerin ambalajlanmasında kullanımının ürün üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri yıllardır incelenmektedir. Ürünlerin ambalajlanmasında polimer filmler kullanılmasının, modifiye atmosfer yaratılmasının dışında, ürünün ışıktan korunmasının sağlanması ve ürünlerin kütle kaybını azaltıcı etkileri de vardır (Kartal, 2010; Damarlı, 1995). Ambalajlamada kullanılan polimer filmler poliester, polipropilen, etilen vinil asetat, polistiren ve polietilendir. Bu polimerler içinde polietilen ısıyla yapışabilme özelliğine sahip olması, şeffaf olması, kokusuz ve gaz geçirgenliğinin yüksek olması sebebiyle en fazla tercih edilmektedir.

Modifiye atmosferde paketlenen bir ürün için ambalaj malzemesinin seçiminde dikkat edilmesi gereken önemli hususlar; oksijen, karbondioksit, su buharı geçirgenlik değerleri ve ısı yapışabilme özellikleridir. Mevcut malzemelerin geçirgenliği genellikle solunum hızı yüksek ürünler için yeterli gelmemektedir. Bu yüzden perfore/mikro perfore malzeme kullanılması malzemenin geçirgenliğini arttırmaktadır ancak bu durumda malzeme maliyeti yükselmektedir. Gaz geçirgenliği düşük ambalaj malzemesi kullanıldığında ise ortamdaki oksijen tamamen tüketilerek ürün için olumsuz etkileri olan anaerobik solunum başlamaktadır. Bu nedenle solunum yapan taze meyve ve sebzelerin ambalajlanmasında yüksek gaz geçirgenliğine sahip, şeffaf, solunum yapan ve antifog filmler tercih edilmelidir (Damarlı, 1995). Modifiye atmosferde paketlenen malzemenin ambalaj ortamı gaz bileşiminin belirlenmesi, ambalaj malzemesi kadar önemlidir. Bu gaz bileşiminde genellikle karbondioksit, oksijen ve azot gazları kullanılır (Yılmaz, 2008; Damarlı, 1995).

2.1.2. MAP’da kullanılan gazlar ve atmosfer bileşimi

2.1.2.1. Karbondioksit

Bakteriyostatik ve fungistatik özelliklerinden dolayı, CO₂ MAP’da kullanılan önemli bir gazdır. CO₂, bozulmaya sebep olan birçok bakterinin gelişimini inhibe etmektedir ve inhibisyon hızı, atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun artmasıyla artmaktadır. CO₂; suda ve yağda çözünür ve sıcaklık azaldıkça çözünürlüğü artmaktadır. Bu gaz suda çözünerek karbonik asit (H₂CO₃) oluşturur ve ortamın pH’sını azaltır (Yılmaz, 2008). Mikroorganizmaların sitoplazmasında pH’yı düşürmesi ve hücre zarını etkilemesi ile mikrobiyal gelişimi engellemektedir (Erdoğan ve Acar, 1996). Bu yüzden gazın etkinliği her zaman depolama sıcaklığına bağlıdır ve sıcaklık azaldıkça, bakteriyel inhibisyon artmaktadır (Yılmaz, 2008). Karbondioksit suda ve yağda çözünmediğinden ambalaj içerisindeki tepe boşluğunda gaz hacminin azalması nedeniyle paket çökmesine neden olabilmektedir (Khoshakhlagh ve ark., 2014).

2.1.2.2. Oksijen

Renksiz, kokusuz, suda düşük çözünürlüğe sahip, patlayıcı ve geniş bir aralıktaki biyolojik maddelerle tepkimeye giren gazdır (Mullan ve McDowell, 2003). Oksijen anaerobik mikroorganizmaların gelişimini inhibe eder, ancak aerobik olanların gelişimini destekler. Bunlara ek olarak oksijen, gıdalarda istenmeyen pek çok reaksiyondan sorumludur. Bitkisel ve hayvansal yağların acılaştırılması ve oksidasyonu, hızlı olgunlaşma, sebze ve meyvelerin aşırı olgunlaşması, fırın ürünlerinin bayatlaması ve renk değişimleri bunlara örnek verilebilir. Meyve ve sebzelerde solunumu hızlandırarak bozulmalara neden olmaktadır. 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). Gıda kalitesi üzerindeki negatif etkilerinden dolayı, genel olarak meyve ve sebze grubu dışındaki pek çok ürünün MAP uygulamalarında bu gazın kullanılmasından kaçınılır. Buna rağmen, düşük miktarlarda bulunması gerekli olabilir, örneğin; yüzeyi küf ile olgunlaştırılan peynirler (Yılmaz, 2008; Öz ve Süfer, 2013). Ancak meyve ve sebze grubunda solunumun devamı için denge atmosfer oluşumunu sağlayacak ve kontrollü solunum hızını temin edecek düzeyde O₂'ye ihtiyaç vardır.

2.1.2.3. Azot

Gıda bozulmaları açısından azot, antimikrobiyal aktiviteye sahip olmayan, inert ve tatsız bir gazdır. Suda çözünmez ve oksijenin yerine kullanılır ve dolaylı olarak oksidatif reaksiyonların oluşumunu engeller. Ayrıca ambalajın çökmesini engellemekte ve dolgu sağlamaktadır (Erdinç ve Acar, 1996). Yoğunluğu havadan düşüktür ve yanıcı değildir (Süfer ve Öz, 2013; Yılmaz, 2008). Çeşitli gıda gruplarında modifiye atmosfer paketlenme için tavsiye edilen gaz karışımları ve oranları Tablo 2.1.'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Modifiye atmosfer paketlenme için tavsiye edilen gaz karışımları ve oranları (Kırtıl ve Oztop, 2016)

| ÜRÜN | Oksijen (%) | Karbondioksit (%) | Azot (%) |
|------------------------|-------------|-------------------|----------|
| Kırmızı Et | 60-85 | 15-40 | - |
| Pişmiş Yemekler | | 20-35 | 65-80 |
| Kümes Hayvanları Eti | 25 | 75 | - |
| Balık | - | 60 | 40 |
| Sert Peynirler | - | 100 | - |
| Yumuşak Peynirler | - | 30 | 70 |
| Ekmek | 60-70 | 30-40 | - |
| Günlük Kekler | - | - | 100 |
| Taze Pastalar | - | - | 100 |
| Meyve ve Sebze | 3-5 | 3-5 | 85-95 |
| Kuru/Kavrulmuş Gıdalar | - | - | 100 |

2.1.3. Solunum hızı

Taze meyve ve sebze gözlemlenen ve fizyolojik yaşlanma olarak da adlandırılabilen bozulma mekanizmalarının ana nedeni, hasattan sonra da solunum ve terleme gibi fizyolojik aktivitelerin devam etmesidir. Bu süreçte; ürünlerin bünyesindeki şeker gibi besin maddelerinin havadaki oksijen ile parçalanmasıyla karbondioksit, su buharı, aroma maddeleri ve etilen gazı ortaya çıkmaktadır. Özellikle ürünlerin bitkisel bir büyüme hormonu olarak ifade edilen etilen gazına maruz kalması, yaşlanmayı ve bozulmayı hızlandırarak raf ömrünü daha da kısaltmaktadır (Gökkurt, 2012).

Meyve ve sebzeler solunum davranışlarına bağlı olarak klimakterik ve klimakterik olmayan şeklinde iki gruba ayrılmaktadır. Klimakterik gruba giren ürünlerin (domates, muz, kayısı ve mango) hasat edilmelerinin ardından olgunlaşmanın erken dönemlerinde solunum hızları yükselmektedir. Klimakterik olmayan grubun (hıyar, çilek, turunçgiller ve kiraz) ise olgunlaşma sırasında solunum hızları daha yavaş yükselir. Bu iki grup arasında bir diğer önemli farklılık ise klimakterik grupta yer alan ürünlerde olgunlaşmanın ilerlemesiyle etilen üretimi de solunum hızıyla doğru orantılı

olarak artmaktadır. Etilen üretimi sonucunda enerji kaynakları kullanılarak olgunlaşma ve dokularda yumuşama hızlanır; bunun sonucunda ürünlerde kalite kayıpları görülür ve raf ömrü kısalmır (Chisacova, 2016; Damarlı, 1995). Solunum hızına etki eden en önemli faktörler olarak ürünün depolandığı ortamdaki havanın bileşimi, sıcaklık ve etilen gazı gösterilebilir (Tablo 2.2) (Gökkurt, 2012).

Tablo 2.2. Bazı meyve ve sebzelerin farklı sıcaklıklardaki solunum hızları (CO₂ (ml/kg.h) (Gökkurt, 2012)

| | 0 °C | 4-5 °C | 10 °C | 15-16 °C |
|---------|-------|--------|-------|----------|
| Elma | 3-6 | 5-11 | 14-20 | 18-32 |
| Kayısı | 5-6 | 6-8 | 11-19 | 21-34 |
| Çilek | 12-18 | 16-23 | 49-95 | 71-92 |
| Kiraz | 4-5 | 10-14 | - | 25-45 |
| Vişne | 6-13 | 10-14 | - | 27-40 |
| İncir | - | 11-13 | 22-23 | 49-63 |
| Kivi | 3 | 6 | 12 | - |
| Şeftali | 4-6 | 6-9 | 16 | 33-42 |
| Pırasa | 10-20 | 20-29 | 50-70 | 75-117 |
| Marul | 6-17 | 13-20 | 21-40 | 32-45 |
| Mantar | 28-44 | 71 | 100 | - |
| Domates | - | - | 13-16 | 24-29 |

2.1.4. Etilen

Etilen, iki karbonlu, molekül ağırlığı 28.05 g, 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. Çoğu meyve ve sebzelerin büyümesi, gelişmesi ve saklanması üzerinde çeşitli etkileri bulunan gaz formunda doğal bir bitki büyüme düzenleyicidir (Yıldırım ve ark., 2018).

Tablo 2.3. Meyve ve sebzelerde görülen soğuk zararı belirtileri ve kritik depolama sıcaklıkları (Halloran ve ark., 1996; Çalhan ve Koyuncu, 2016)

| Sıcaklık Aralığı (°C) | Meyve – Sebze | Kritik Sıcaklık (°C) | Soğuk Zararı Belirtileri |
|--------------------------|----------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0-5 | Elma | 2-3 | İç kararması, kahverengi meyve göbeği, yumuşak doku |
| | Kuşkonmaz | 0-2 | Soluk, gri-yeşil renk, yumuşak uç |
| | Lima Fasülyesi | 1-4,5 | Kızıl kahverengi alanlar, kabukta çukurlaşma, tanelerde renk kaybı |
| | Kızılcık | 2 | Lastik doku, kırmızı meyve eti |
| | Kavun | 2-10 | Çukurlaşma, yüzeyde çürüme |
| | Karpuz | 4,5 | Çukurlaşma, istenmeyen tat |
| | Portakal | 3 | Çukurlaşma ve kahverengi leke |
| | Nar | 4,5 | Çukurlaşma, iç ve dış kararma |
| | Patates | 3 | Kızıl kahverengi görünüm, tatlanma |
| 6-10 | Hıyar | 10 | Çukurlaşma, sulu alanlar, çürüme |
| | Patlıcan | 7-12 | Kabukta yanık görünüm, <i>Alternaria</i> küfü, tohumlarda kararma, sap kısmında renk kaybı |
| | Misket Limon | 7-9 | Çukurlaşma, zamanla kahverengiye dönüşme, beneklenme |
| | Bamya | 7 | Renk kaybı, sulu alanlar, çukurlaşma, Çürüme |
| | Taze Zeytin | 7 | İç kararması |
| | Ananas | 7-10 | Olgunlaştığında soluk yeşil görünüm |
| | Balkabağı | 10 | Çürüme, özellikle <i>Alternaria</i> küfü (sert kabuk ve ezik) |
| | Domates | 7-8 | Buruşma, yumuşama, olgunlaşmanın gecikmesi, çürüme, sulu görünüm |
| 11-20 | Muz | 11,5-13 | Olgunlaştığında donuk renk oluşumu |
| | Greyfurt | 10 | Yanık görünümü, çukurlaşma ve sulu alanlar |
| | Mango | 10-13 | Kabukta grimsi yanık görünümlü renk kaybı, düzensiz olgunlaşma |

Etilenin çok düşük miktarları bile birçok meyve ve sebze de olgunlaşma ve yaşlanma üzerinde etkilidir. Etilenin meyve ve sebzeler üzerinde çeşitli yararlı ve yıkıcı etkileri bulunmaktadır (Saltveit, 1999) . Bu yararlı ve zararlı etkiler, etilen oluşumunun yeri

ve koşullarına bağlı olarak değişmektedir (Tablo 2.4.) (Sezer ve Ayhan, 2017; Saltveit, 1999).

Tablo 2.4. Etilenin meyve ve sebzeler üzerindeki yararlı ve zararlı etkileri (Sezer ve Ayhan, 2017; Saltveit, 1999)

| Yararlı Etkileri | Zararlı Etkileri |
|-------------------------------------|----------------------------------------|
| Turunçgillerin sarartılması | Kahverengileşme ve tatta acılaşıma |
| Klimakterik meyvelerin olgunlaşması | Yumuşama ve renk solması |
| Patojenlere karşı savunma | Raf ömrünün kısalması |
| Olgunlaşmanın düzenlenmesi | Doku kaybı ve tomurcuklanma |
| Fındıkta ayrılmayı sağlar | Klorofil yıkımını hızlandırır |
| | Sebzeleri sertleştirir |
| | Patateslerin filizlenmesine neden olur |

Etilen, meyve ve sebzelerin olgunlaşmasında olumlu etkisinin olmasının yanında; solunum hızının artmasına bağlı olarak raf ömrünün kısalmasına ve klorofil yıkımını hızlandırıcı rol oynamasıyla olumsuz etkide bulunur. Ortam atmosferinde az miktarda bile etilen bulunması durumunda meyveler hızla klimakterik faza girmektedirler (Watada, 1986).

Örneğin yeşil elmaların 5°C ile 10°C'lerde depolanmalarında, ortam atmosferinde 1 ppm etilen bulunması klimakterik faza girmelerine neden olmaktadır. Benzer şekilde yeşil muzların bulunduğu ortamda etilen oranı 0.5 ppm' in altına düşürülmezse, muzlar hızla olgunlaşırlar. Ayrıca etilen, klimakterik olmayan meyvelerin de solunum hızlarının artmasına neden olarak genellikle olumsuz etki göstermektedir (Kasım ve Kasım, 2007).

Yapılan bilimsel çalışmalar, meyve ve sebzelerin bulunduğu depo ve ambalaj ortamlarında etilenin gerek baskılanarak gerekse de ortamdaki uzaklaştırılarak kontrol altına alınması ile bu ürünlerin raf ömürlerinin uzatılabileceğini göstermiştir (Sezer ve Ayhan, 2017). Lee ve ark. (1996) %8'in altındaki O₂ konsantrasyonunun etilen

üretimini azalttığını ve meyve sebzelerin mikroorganizmalara duyarlılığının azaldığını bildirmişlerdir. Etilen tutucu sistemlerin meyve ve sebzelerin ambalajlanmasında uygun bir şekilde kullanılabilmesi için etilen üretim düzeyi ve ürünün etilene karşı duyarlılığının bilinmesi önemlidir (Sezer ve Ayhan, 2017). Tablo 2.5. meyve ve sebze çeşitlerinin etilen üretimini ve etilene duyarlılığını göstermektedir.

Tablo 2.5. Meyve ve sebze çeşitlerinin etilen üretim oranları (Kasım ve Kasım, 2007; Küşümler, 2011; Gökkurt, 2012)

| Klimakterik Sebzeler | Önerilen Depolama Sıcaklığı (°C) | Etilen Üretimi | Etilene Duyarlılık |
|----------------------|----------------------------------|----------------|--------------------|
| Domates | | | |
| Yeşil olum | 13.3 | ÇD | Y |
| Pembe olum | 10.0 | O | Y |
| Elma | 2-3 | ÇD | Y |
| Yeşil Muz | 14-16 | Y | Y |
| Kayısı | | | |
| Klimakterik olmayan | | | |
| Patlıcan | 10 | D | D |
| Biber | | | |
| Dolma | 10 | D | D |
| Sivri | 10 | D | D |
| Enginar | 0 | ÇD | D |
| Fasulye | | | |
| Lima | 1 | D | O |
| Snap | 7.2 | D | O |
| Brüksel Lahanası | 0 | ÇD | Y |
| Havuç | 0 | ÇD | Y |
| Lahana | 0 | ÇD | Y |
| Hıyar | 8-12 | D | Y |
| Karnabahar | 0 | ÇD | Y |
| Kereviz | 0 | ÇD | O |
| Kabak (Yazlık) | 7.2 | D | O |

(ÇD= Çok Düşük, D=Düşük, Y= Yüksek, O= Orta)

Depolamada ürün kalitesini olumsuz etkileyen faktörlerin etkisini azaltmak, dağıtım ve perakende aşamalarında ürün kalitesini koruyarak, tüketicilerin taleplerine karşılık verebilmek için modifiye atmosferde paketlenen en yaygın yöntemlerden biridir (Şen ve ark., 2016). MAP'ın yanı sıra aktif ve akıllı ambalajlama da yeni teknolojiler arasında yer almakta olup, meyve ve sebzelerde uygulanma potansiyelleri yüksektir.

2.1.5. Depolama sıcaklığı

Sıcaklık, ürünün bozulmasına etki eden fiziksel, biyokimyasal, mikrobiyolojik ve fizyolojik reaksiyonların çoğunda etkindir. Özellikle de; solunum, terleme ve olgunlaşmayı içeren metabolik faaliyetlerdeki en önemli değişkendir. Sıcaklıktaki her 10°C'lik artış, bu reaksiyonları 2 ya da 3 kat arttırmaktadır. Ancak meyve ve sebzelerde, sıcaklığın belirli bir derecenin altına düşürülmesi, bu ürünlerde çeşitli fizyolojik bozulmalara da sebep olabilmektedir (Gökkurt, 2012). Tropikal ve subtropikal bitkiler (veya bitki kısımları), 10-15°C'nin altında ve donma sıcaklığının üzerindeki sıcaklıklara maruz kaldıklarında belirgin fizyolojik fonksiyon bozuklukları sergilerler. Bu fonksiyon bozuklukları soğuk zararı olarak tanımlanır ve çeşitli fizyolojik bozukluklarla sonuçlanır. Soğuk zararının, hassas bitki türlerinde en yoğun 10-12°C arasında görüldüğü söylenebilir. Fakat bu genelleme tüm durumlar için yapılamaz. Meyve türlerinin toleransı orijin bölgelerine göre oldukça farklıdır. Örneğin düşük sıcaklık limiti ılıman iklim meyvelerinde 0-4°C, subtropikal meyvelerde 8°C ve tropik meyvelerde ise 12°C civarındadır (Çalhan ve Koyuncu, 2016). Soğukta muhafaza için kritik sıcaklık meyve ve sebze çeşidine göre değişmektedir. Soğuğa karşı hassas muz gibi tropik ürünlerde bu sıcaklık, 12-13°C'iken soğuğa dayanıklı elma gibi ürünlerde muhafaza sıcaklığı, çeşide bağlı olmakla birlikte 0°C'ye kadar inebilmektedir. Bazı meyve ve sebzelerin soğuğa dayanabileceği en düşük sıcaklık ve sonrasında oluşabilen zararlanmalar, Tablo 2.3.'te özetlenmiştir. Oluşan bu soğuk zararlarını engellemenin en etkili ve basit yolu depolama sıcaklığının, kritik depolama sıcaklıklarının üzerinde tutulmasıdır. Yapılan çalışmalarda bazı kimyasal maddelerin hasattan sonra uygulanması durumunda soğuk zararının azaltılabileceği belirtilmiştir. Kalsiyumun daldırma yolu ile uygulanmasının

bu açıdan etkili olduğu belirlenmiştir. Biber ve hıyarlarda sodyum benzoat, sakız kabağında metil jasmonatın soğuk zararını engelleyeceği belirtilmiştir (Halloran ve ark., 1996). Soğuk zararını engellemenin diğer önemli metodu ise ürünlerin modifiye atmosfer altında paketlenmesidir. Bu yöntemle soğuk zararının en önemli belirtilerinden olan ürün yüzeyinde oluşan çukurlaşmalar engellenebilmektedir (Halloran ve ark., 1996).

2.2. Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP)

Ülkemizde yapılan araştırmalar, yıllık 40 milyon ton taze meyve ve sebze üretimimizin %25'inin, tüm gıda ürünlerinin ise %10'unun tüketilemeden çöpe atıldığını göstermektedir. Özellikle taze meyve ve sebze üretiminde %25 oranındaki kaybın büyük bir kısmı tarladan sofraya uzanan yoldaki ara kademelerin fazlalığı ve muhafaza imkânlarının yetersizliğinden kaynaklanmaktadır. Hasat sonrası meyve ve sebzelerin çürümeleri hızlanacağından depolama kalitesini arttırmak ve raf ömrünü uzatmak çok önemlidir. Meyve ve sebzelerin raf ömürleri, daha çok ambalaj atmosferinin bileşimi, işleme teknikleri, solunum hızı ve depolama sıcaklıkları gibi faktörlere bağlıdır (Gökkurt, 2012).

Günümüzde gıdalara uygulanan birçok koruma yöntemi mevcuttur. Bunlardan biri olan modifiye atmosferde paketleme (MAP) yöntemi, günümüzde tüketicilerin giderek bilinçlenmesinden ve sağlıklı, düşük kalorili, tüketime hazır ve tazesine en yakın ürünlere olan talebin artmasından dolayı ortaya çıkmış oldukça etkili bir koruma yöntemidir (Müftüoğlu, 2010).

Gıdaların depolama, taşıma veya paketlenmesinde; oksijen, karbondioksit, azot ve etilen gibi gazların ortama verilmesi veya ortamdan uzaklaştırılması ile ürünü çevreleyen hava atmosferinin içeriğinin (%78,8 N₂, %20,9 O₂, %0,04 CO₂, değişen oranlarda su buharı ve inert gazlar) değiştirilmesi, modifiye atmosfer olarak tanımlanmaktadır (Damarlı, 1995).

Modifiye atmosferde paketlenme (MAP) kavramı, gıda ambalajlama pazarında hızla gelişmektedir. Hasattan sonra sebze ve meyvelerin gelişimi sonlanırken, bozulmaya neden olan biyolojik prosesler hızlanır. Bu durum, besin değerini, aromayı, dokuyu ve görünüşü etkiler. Kötü iklim koşullarında bozulma daha hızlı gerçekleşmektedir (Öz ve Süfer, 2013).

Modifiye atmosfer paketlenme (MAP) teknolojisi, ürünlerin depolanması ve pazarlanması sürecinde, ürünün renginin ve parlaklığının korunması, ağırlık kayıplarının ve bozulmaların azalmasını sağlamaktadır (Şen ve ark., 2016; Damarlı, 1995).

Meyve ve sebzeler diğer gıdalardan farklıdır. Çünkü ambalajlandıkları zaman oksijen tüketerek, karbondioksit üretirler. Bu nedenle MAP, ya pasif olarak solunum yapan ürün tarafından kendiliğinden (pasif modifikasyon) ya da ambalaj içerisindeki gaz atmosferi değiştirilerek (aktif modifikasyon) oluşturulabilir (Şen ve ark., 2016).

2.2.1. Pasif MAP

Pasif modifikasyon, özellikle taze meyve ve sebzelerin muhafazasında tercih edilen bir yöntemdir (Gökkurt, 2012). Pasif modifiye atmosferde paketlenmede, solunum yapan ürün polimerik bir ambalaja konulur ve hermetik olarak kapatılır. Yalnızca ürünün yaptığı solunum ve filmin gaz geçirgenliği, ürünü çevreleyen atmosferin gaz bileşiminin değişmesi üzerinde etkili olur. Eğer ürünün solunum karakteristikleri filmin geçirgenlik değerleri ile birebir uyum gösterirse, ambalaj içerisinde denge atmosferinin oluştuğu pasif MAP ortamı yaratılmış olur (Öz ve Süfer, 2013).

2.2.2. Aktif MAP

Pasif modifikasyonda arzu edilen denge atmosfer bileşiminin sağlanması yavaş gelişen bir olaydır. O₂ ve CO₂ konsantrasyonları ürünün istediği oranların altında veya üstünde kalabilir ve üründe olumsuz kalite değişiklikleri yaşanabilmektedir. Bu nedenle aktif

modifikasyon yöntemi geliştirilmiştir (Damarlı, 1995). Aktif MAP uygulamasında, ambalaj kapatılmadan önce ürünü çevreleyen atmosferdeki gazların değiştirilmesi ve/veya uzaklaştırılması sağlanır. MAP'ta depolama boyunca ambalaj içerisindeki gaz oranları değişebilir ancak ambalaj kapatıldıktan sonra ek olarak herhangi bir gaz ayarlaması yapılmaz (Öz ve Süfer, 2013; Gökkurt, 2012). Aktif modifikasyonda ambalaj içerisinde istenen gaz bileşiminin oluşturulması; gazın içeriye enjekte edilmesiyle, gaz absorbantlarından veya gaz üreticilerinden yararlanılarak gerçekleştirilir (Chisacova, 2016).

2.3. Aktif Ambalajlama

Geleneksel ambalajlama yöntemlerinde kullanılan ambalaj malzemeleri, gıdaları belirli düzeyde dış etkenlerden koruyabilen bir bariyer özelliğe sahiptirler. Yani gıdaların kalitelerinin korunması ve raf ömürlerinin uzatılması bağlamında yetenekleri sınırlıdır. Ancak gıda kayıplarının azaltılması, tüketiciye daima sağlıklı ve raf ömrü uzun ürünlerin sunulabilmesi için uygun ambalaj malzemelerinin ve ambalajlama tekniklerinin kullanımı, gıda ambalajlama teknolojisinin günümüzdeki en temel hedefi olmuştur. Bu doğrultuda yapılan çalışmalar sonucunda “aktif ve akıllı ambalajlama” olarak adlandırılan yeni ambalajlama teknolojileri geliştirilmiştir. Aktif ambalajlama, bozulma reaksiyonlarının hızının azaltılması ve gıdanın raf ömrünün daha da uzatılabilmesi için ambalaj içerisindeki ortamın değiştirilmesi veya modifiye edilmesidir. Aktif ambalajlama teknolojisinde; çeşitli aktif bileşenler ambalaj malzemesine eklenerek ya da ambalaj içerisine ayrı tablet veya kesecikler halinde konularak ambalaja, etilen ve karbondioksit gibi gazları tutma özelliği, antimikrobiyel özellikler ile antioksidan ve aromanın korunması gibi bazı ek işlevler kazandırılmaktadır (Üçüncü, 2007). Önemli aktif ambalajlama sistemleri; etilen tutucular, oksijen tutucular, etanol yayıcılar, karbondioksit tutuculardır ve antimikrobiyal ambalajlamadır (Charles ve ark., 2006; Kocaman, 2015). Tez konusu nedeniyle sadece etilen tutuculara yer verilmiştir.

2.3.1. Etilen tutucular

Taze meyve ve sebzelerin muhafaza edileceği ambalaj ya da ortam atmosferinde, etilen gazının bulunmaması ya da az miktarda bulunması, raf ömrü açısından oldukça önemlidir. Taze meyve ve sebzelerin, plastik ambalajlar içerisinde muhafazasına yönelik gerçekleştirilen geçmiş dönemlerdeki araştırmalar incelendiğinde; ortamda bulunan etilen gazının solunum hızını arttırdığı ve bunun sonucunda da, birçok meyve ve sebzenin olgunlaşmasını ve yumuşamasını hızlandırdığı rapor edilmiştir. Bunun yanında; etilen gazının sebep olduğu doku yumuşaması nedeni ile ürünler mikroorganizmalara karşı daha dirençsiz hale gelmektedirler. Etilen gazının raf ömrü üzerindeki bu etkileri göz önüne alındığında; meyve ve sebzelerin raf ömrünü uzatmak için etilen gazının ambalaj atmosferinden uzaklaştırılmasının zaruri olduğu açıktır (Sezer ve Ayhan, 2017). Meyve ve sebzelerdeki etilenin kontrol altına alınması için geliştirilen çeşitli etilen tutucu sistemler vardır. Bu sistemler etilenin absorplanması, okside edilmesi, etilen üretiminin baskılanması gibi çeşitli mekanizmalarla etilenin kontrol altına alınmasını sağlar (Pretel ve ark., 2000; Olu ve ark., 2008). Bu sistemlere zeolit, potasyum permanganat ve paladyum klorür örnek olarak gösterilebilir.

2.3.1.1. Zeolit

Zeolit, alkali ve toprak alkali metallerin kristal yapıya sahip sulu alüminyum silikatları olarak tanımlanmaktadır. Isıtıldığında, yapısındaki suyu dışarı vermesi sebebi ile de, kaynayan taş anlamına gelen “zeolit” kelimesi ile adlandırılmıştır (Su, 2017). Zeolitlerin gaz moleküllerine karşı bir elek gibi davranmasından dolayı 1932 yılında McBain tarafından “moleküler elek” olarak adlandırılmış ve ticari alanda kullanılmaya başlanmıştır.

Bugün A.B.D., İtalya, Japonya ve Yeni Zelanda başta olmak üzere Türkiye ve Kanada'da zengin ve saf doğal zeolit rezervlerinin bulunduğu bilinmektedir. Doğal zeolitlerin en yaygın olanları eriyonit, mordenit, şabazit ve klinoptilolit türleridir.

Ülkemizde ise genel olarak gözlenen doğal zeolit türü klinoptilolit ve analım olup, diğer doğal zeolit türlerine çok az rastlanmıştır. Türkiye'nin en önemli zeolit yatakları detaylı etüdü yapılmış olan Bigadiç-Balıkesir yöresinde bulunmakta olup 500 milyon tonluk bir rezerve sahiptir. Manisa - Gördes sahası ise yaklaşık 20 milyon ton olduğu tahmin edilen rezervi ile ikinci büyük zeolit yatakları olarak bilinmektedir. Türkiye genelindeki zeolit rezervinin ise yaklaşık 50 milyar ton olduğu ileri sürülmektedir (Gökkurt, 2012)

Zeolitlerin en önemli yapısal ve karakteristik özellikleri, yapıdaki boşlukların birleşmesi ile oluşan kanallar ve bu kanallarda su moleküllerinin varlığıdır. Kanallardaki su moleküllerinin, hem katyonlara hem de silikat yapısına sıkı bağlı olduğu zeolitlerde, yüksek sıcaklıklarda kristal yapıda bir bozulma olmaksızın su kaybı gerçekleşebilirken, büyük boşluklu bazı zeolitlerde ise bu durum düşük sıcaklıklarda dahi gerçekleşebilmektedir (Yıldırım ve ark., 2018).

Zeolit, gözenekli 3 boyutlu kristal yapıda olup ambalaj filmlerine dahil edilen etilen emici katkı maddesidir ve zeolitin ambalaj filmine dahil edilmesi ile filmin gaz geçirgenliğinin arttırıldığına yönelik literatürde raporlar da yer almaktadır (Yıldırım ve ark., 2018). Bu şekilde film materyalinin geçirgenlik özellikleri geliştirilmekte, film malzemesine eklenmiş bu mineraller, etileni absorbe ederek ambalaj içerisinde etilen birikimini önleyebilmektedir (Üçüncü, 2007). Bu sayede etilen ve CO₂'nin daha hızlı difüze olmasını sağlamaktadır (Sezer ve Ayhan, 2017).

Zeolitlerin bu özelliklerinden yararlanılarak, 100-350°C'lik sıcaklık aralıklarında yapılan ve susuzlaştırma adı verilen bir işlem sonrasında bir, iki ve üç boyutlu kanallara ve çok geniş bir yüzey alanına sahip olan yeni bir zeolit kristal yapısı elde edilebilir. Bu yeni zeolit kristal yapısı su, amonyak, etilen ve civa buharı gibi molekülleri bünyesinde tutabilmektedir (Gökkurt, 2012).

2.3.1.2. Potasyum permanganat (KMnO₄)

MAP uygulanmış meyve ve sebzelerin olgunlaşma hızlarını azaltarak raf ömürlerinin uzatılması ve duyuşsal özelliklerinin korunabilmesi için, etilen gazının ambalaj içinde birikmesinin önlenmesi ve ambalaj atmosferinden uzaklaştırılması gerekir. Bu amaçla etilen absorbe eden çeşitli kimyasallardan yararlanılmaktadır. Potasyum permanganat da (KMnO₄) etilen tutucu bileşiklerden biridir ve bu bileşik uçucu olmadığından ürünle etkileşime girmemektedir (Bal, 2016). KMnO₄ etileni bir dizi tepkime bağlamında önce asetaldehide sonra asetik aside yükseltmekte ve asetik asit de karbondioksit ve suya dönüşmektedir (Türk ve Karaca, 2015). Yapılan farklı çalışmalarda potasyum permanganat uygulamasının meyvelerin olgunlaşma sürecini yavaşlattığı ve muhafaza süresini uzattığı tespit edilmiştir (Bal, 2016). Fakat KMnO₄ toksik bir madde olmasının yanında mavi rengi nedeniyle gıda ile temas halinde bulunan ambalajlarda doğrudan kullanılamaz. Bu nedenle de, KMnO₄ esaslı etilen tutucular sadece şase veya kesecik içine yerleştirilerek ambalaj içerisinde kullanılabilirler (Gökkurt, 2012). Bazı ticari etilen tutucular Tablo 2.6.'da verilmiştir.

Japon eriğı (*Prunus salicina Lindell*) enzim aktivitesi ve tekstürü üzerine etilen tutucuların etkisinin incelendiğı bir çalışmada ambalaj içine KMnO₄ bazlı etilen tutucu kese yerleştirilmiştir. Olgun ve yarı olgun erikler 15 gün boyunca 20°C'de depolanmıştır. Çalışma sonunda etilen tutucuların eriklerin sertliğini daha uzun süre koruduğı, solunumunu baskıladığı, ortamdaki etilen konsantrasyonunu önemli ölçüde azalttığı ve ürün fizyolojisinin yavaşlamasını sağlayarak meyvelerin çürümesine ve hızlı bozulmasına neden olan lipoksigenaz aktivitesini düşürdüğü ve meyve yumuşamasına neden olan poligalakturonaz aktivitesini düşürdüğü saptanmıştır (Sharma ve ark., 2011).

Bal (2016) tarafından yapılan araştırmada, şeftalide potasyum permanganat ve modifiye atmosfer paketlemenin (MAP) muhafaza süresi ve kalite parametreleri

üzerine etkileri incelenmiştir. Birinci grup meyvelere sadece MAP uygulaması yapılırken, ikinci grup meyvelere MAP + potasyum permanganat saşe uygulaması yapılmıştır. Şeftaliler 0-1°C sıcaklık ve %90±5 bağıl nem koşullarında 30 gün süreyle depolanmıştır. Soğukta depolama periyodunda 10 günde bir alınan meyve örneklerinde, tekstür, suda çözünebilir kuru madde miktarı, titre edilebilir asit miktarı, toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid miktarı, yünlüleşme ve tepe boşluğu %O₂ ve %CO₂ oranları belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, potasyum permanganat uygulamasının modifiye atmosfer paketleme ile birlikte kullanıldığında özellikle ürün tekstürünün korunmasında ve solunumun yavaşlatılmasında etkili olduğu belirlenmiştir. 30 günlük muhafaza sonunda sertlik MAP uygulanmış meyvelerde ortalama 3.9 kg, MAP+KMnO₄ uygulanmış meyvelerde ise ortalama 5.6 kg olarak bulunmuştur. Başlangıç değeri 282.3 mg.kg⁻¹ olan fenolik madde ve 232.2 mg.kg⁻¹ olan flavonoiddeki değişimler muhafaza sürecinde KMnO₄ uygulanmış meyvelerde kontrol grubu meyvelere göre daha yavaş gerçekleşmiştir. KMnO₄ uygulamasının yünlüleşmenin önlenmesi üzerine anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Tablo 2.6. Bazı ticari etilen tutucular (Gökkurt, 2012)

| Ticari Adı | Üretici Firma | İçeriği ve Etkisi |
|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|
| Prafil | Purafil (ABD) | Potasyum Permanganat Emdirilmiş Alümina |
| Ail Repair | Deltatrak (ABD) | Potasyum Permanganat |
| Mrs.Green's Ekstra Life | Dennis Gren Ltd. (ABD) | Potasyum Permanganat |
| Neupalon | Sekisui Jushi (Japonya) | Aktif Karbon |
| Sendomate | Mitsubishi Gas Chemical Co. (Japonya) | Aktif Karbon ve Paladyum Klorür |
| Profresh | E.I.A. Warenhandels GmbH. (Avusturya) | Mineraller |
| Peakfresh | Peakfresh Products (Almanya) | Mineraller |
| Orega Bet | Cho Yang Heung san. Co. (Kore) | Mineraller |
| Ethylene Eleminator Pack | Dessicare (ABD) | Zeolit |

2.3.1.3. Paladyum klorür (PdCl)

Bailen ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, aktif karbon ve katalizator olarak PdCl içeren etilen tutucuların kullanımıyla ambalaj içerisindeki etilen birikiminin

engellendiğini ve kalite parametreleri olan kütle kaybı, renk, tekstürdeki bozulmayı geciktirdiğini ve duyuşsal özellikleri koruduğunu belirtmişlerdir.

Olgun avokado meyvesinin 5°C’de depolanması ve ardından 20°C’de olgunlaştırılması süresince 1-metilsiklopropenin (1-MCP) ve geliştirilen paladyumlu (Pd) etilen tutucunun kalite özelliklerine etkileri karşılaştırılmıştır. 1-MCP 5°C’de depolama boyunca olgunlaşmanın gecikmesinde paladyum içeren etilen tutucuya göre daha iyi sonuç vermekle birlikte, 20°C’deki olgunlaştırma sürecinde avokadonun istenilen olgunluğa gelememesine neden olmuştur (Meyer and Terry, 2010).

%1 paladyum içeren aktif karbon etilen tutucunun tek başına kullanımı ve belirli aralıklarla 175°C’lik ısı şokla birlikte kullanımı üzerine yapılan çalışmada, domates örnekleri 8°C’de %85 bağıl nemli ortamda depolanmıştır. Hem tek başına kullanımında, hem de birlikte kullanımında olumlu sonuçlar alınmıştır. Ancak ısı şok uygulanan numunelerde kısmen daha olumlu sonuçlar elde edilmiştir (Martinez-Romero ve ark., 2009).

2.4. Domates ve Hıyarda Yapılan Raf Ömrü Çalışmaları

Modifiye atmosfer paketleme ile ambalajlanan kiraz domates örnekleri 0°C’de LDPE ambalajlarda (39×25 cm², 38µm kalınlığında) 10 hafta boyunca %5 O₂ - %5 CO₂ - %90 N₂ atmosfer altında depolanmıştır. Analiz günlerinde domateslerin kalite parametreleri (renk, tekstür, titrasyon asitliği, pH), tepe boşluğu gaz bileşimi ve duyuşsal özellikleri değerlendirilmiştir. Depolamanın ikinci haftasında %0.8 O₂ ve %4.5 CO₂ ile denge atmosfer oluşmuştur. L* değerleri 6. haftanın sonunda azalmaya başlamış ve ürünler 8. haftanın sonunda yumuşamaya başlamıştır. Titrasyon asitliği depolama süresi boyunca istikrarlı bir şekilde azalmış ve meyvelerin sapsarı 8 haftalık depolama süresince rengini korumuştur. Ancak, duyuşsal olarak ise 8. hafta sonrasında kabul edilebilir bulunmamıştır. Ambalajlarda 8. haftadan itibaren yüksek düzeyde nem

tespit edilmiş ve meyvede yaralanmalara sebep olmuştur. Çalışmada elde edilen sonuçlardan depolamanın 6 hafta olabileceği saptanmıştır (Meheriuk ve ark., 1995).

Yapılan diğer bir çalışmada, domatesler 7° ve 22°C'de pasif modifiye atmosfer ve kontrollü atmosfer altında LDPE (50 µl – 10×10 cm²) ambalajlarda 20 gün depolanmıştır. Depolamanın sonunda hem pasif MAP hem de kontrollü atmosferde depolamada, 7°C'de tekstür ve görünümde değişim olmazken, 22°C'de yumuşama ve esmerleşmenin meydana geldiği belirtilmiştir. Ayrıca depolama sonunda tepe boşluğu gaz kompozisyonunun %6 O₂ ve %4 CO₂ olduğu ve denge atmosferin sağlandığı belirtilmiştir (Daş ve ark., 2005).

Gökkurt (2012) tarafından yapılan çalışmada ambalajlama sektöründe çok yaygın kullanılan düşük yoğunluklu polietilen ambalaja (AYPE) zeolit minerallerinin eklenmesiyle ambalaj tepe boşluğunda oluşacak karbondioksit ve etilen gazlarının uzaklaştırılması amaçlanmıştır. Bu şekilde ürünün raf ömrünün uzaması ve ambalajın gaz geçirgenlik özelliklerinin artırılması sağlanmıştır. Üretilen kompozit yapı ambalajların, içerisinde muhafaza edilen muz ve çilek gibi ürünler üzerindeki etkisini incelemek için raf ömrü çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda ambalaj yapısına eklenen kütlece %4 oranında doğal zeolit mineralleri sayesinde ortamdaki etilen ve karbondioksit gazlarının %90 oranında uzaklaştırıldığı belirlenmiştir. Ayrıca oksijen geçirgenlik oranının %47, karbondioksit geçirgenlik oranının %82 arttığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada etilen tutucu içeren ambalajlı ürünlerin raf ömrünün 2 ile 4 kat arasında arttığı belirtilmiştir.

Demir (2015) tarafından yapılan yüksek lisans tezinde etilen tutucu şase 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 cm² boyutlarında iki dökme propilen ambalaj filmi (CPP) kullanılmıştır. 500 g örnek ile birlikte Fresh Pod (Fresh Pod Ltd, Norwich, İngiltere) etilen tutucu şaseler ambalaj içerisine yerleştirilmiştir. Sonrasında

pasif ve aktif MAP (%5 CO₂+ %5 O₂+ %90 N₂) uygulanarak 10°C’ de 28 gün depolanmıştır. İki farklı ambalaj filminin kullanıldığı çalışmada genel olarak uygulamalar arasında önemli farklılık gözlenmemiştir. Meyvenin renk ve tekstürünün korunması açısından aktif MAP’ın daha etkili olduğu belirlenmiştir. Su buharı geçirgenlik oranı (WVTR) daha az olan ambalaj filmindeki örneklerde kütle kaybı da daha düşük gözlenmiştir. OTR’ si düşük olan film ile ambalajlanan tüm paketler 14. günde kabul edilebilirlik sınırının 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 filmi kullanılarak oksijeni düşürülmüş atmosfer altında paketlenen uygulamada alınmıştır. Sonuç olarak karbondioksit oranı artırılmış modifiye atmosfer paketlemenin domateslerin kalite parametrelerini korumada daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Farklı O₂ ve CO₂ konsantrasyonlarının kiraz domates üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada ürün polietilen ambalajlarda 60 gün depolanmıştır. Depolama süresince fizyolojik özellikler, kalite ve depolanabilirlik üzerindeki etkilerin belirlenmesi için 1°C’de MAP (%13-18 O₂ + %2-4 CO₂) ve kontrollü atmosfer altındaki (%5 O₂ - %10 CO₂ ve %70 O₂ - %0 CO₂) depolama koşullarında muhafaza edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre %5 O₂ - %10 CO₂ içeren kontrollü atmosferde depolamanın polifenol oksidaz ve peroksidaz enzimlerinin aktivitelerini inhibe edemediği, malonaldehit içeriğini azalttığı, meyvenin olgunlaşmasını engelleyemediği, bozulmasını ve uzun süreli depolanmasını engellediği gözlenmiştir. Bunun yanında yüksek O₂ konsantrasyonlu (%70 O₂ - %0 CO₂) kontrollü atmosferde depolamanın, meyveden etanol üretimini inhibe etme ve ürünün çürümesini önlemede diğer yöntemlere göre daha etkili olduğu belirtilmiştir. Ancak 40 günlük depolama sonrasında meyvenin esmerleştiği gözlenmiştir. %5 O₂ - %10 CO₂’de depolanan meyvelerde muhafaza süresince yüksek O₂ seviyesindeki kontrollü atmosferde depolamaya ve modifiye atmosfer paketlemeye göre sertlik, C vitamini ve titrasyon asitliği değerleri açısından daha iyi sonuç alınmıştır (Tian ve ark., 2004).

Aktif ve pasif MAP'ın 5°C'de, BOPP/LDPE ile ambalajlanan kiraz domateslerin hasat sonrası kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Paketlerde %5 O₂ + %5 CO₂ atmosfer şartları ve hava kullanılmış ve 30 gün boyunca depolanmıştır. Sonuçlar aktif MAP'ın domateslerin raf ömrünü 25 güne uzatabileceğini ve gaz konsantrasyonunun kiraz domateslerin hasat sonrası kalitesini etkileyebileceğini göstermiştir. Aktif ve pasif modifiye atmosfer paketleme solunum hızını, etilen üretim oranını, kütle kaybını, likopen biyosentezini ve kırmızı rengin oluşumunu azaltmıştır. Aktif MAP ve düşük sıcaklıktaki işlemlerin kombinasyonu, depolama süresince olgunlaşmanın ertelenmesi ve domateslerin kalitesinin korunması açısından daha iyi sonuç vermiştir (Fagundes ve ark., 2015).

Kiraz domatesler, 30mm kalınlığındaki polipropilen (PP) filmle (Film A), makro perfore ambalajlarda ve lazer ile delinen ambalajlarda paketlenmiş ve 20°C ve %60 bağıl nemde 21 gün depolanmıştır. Lazerle delinen film ve makro perfore filmlerde solunum hızı azalırken, film A'da solunum hızı artmıştır. Lazerle delinmiş örneklerde CO₂ ve O₂ seviyeleri sırasıyla 12 kPa ve 6 kPa civarındayken, makro perfore filmlerde sırasıyla 3 kPa ve 15 kPa civarında bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda varılan kaniya göre orta derecede CO₂ (yaklaşık 3 kPa), O₂ (yaklaşık 12 kPa) ve %90'ı geçmeyen bağıl nemde yapılan MAP'ın genel kaliteyi arttırabileceği ve 20°C'de olgun kiraz domateslerin bozulmasının azaltılabileceği belirtilmiştir. Düşük sıcaklıkta fayda sağlayacağı düşünülen polipropilen film ile yapılan ambalajlarda aerobik koşullar sağlanmış, ürünün fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri korunmuştur. Makro perfore filmler ise üründe bozulmayı geciktirmesiyle birlikte metabolik aktiviteyi düşürmede fizyolojik bir etkisi olmamıştır (D'Aquino ve ark., 2016).

Üretici serasından ticari olgunlukta hasat edilen hıyar (*Cucumis sativus* L. var. Baccara); ambalajsız (kontrol), shrink film ile tek tek sarılarak ve modifiye atmosfer paketleme (MAP) kullanılarak ambalajlanmıştır. Uygulamalar 10±0,5°C sıcaklıkta ve %90 bağıl nemdeki soğuk depo koşullarında 30 gün süreyle muhafazaya alınmıştır. Shrink film ve MAP hıyarlarda ağırlık kaybını sınırlandırarak buruşmaları önlerken, ambalajsız meyvelerde 30 günlük depolama sonunda kütle kaybı %11,43'e ulaşmış ve

buruşmalar görülmüştür. MA ambalajda hıyarların depolama sonunda 14,74 olan b* değeri, kontrol ve shrink filmde sırasıyla 16,11 ve 21,77 bulunmuştur. Hıyar kabuğunun klorofil a, b ve toplam klorofil miktarında görülen değişimler, renk değişimleri ile uyumlu olmuş, en fazla klorofil a kaybı shrink filmde %40 olarak gerçekleşmiştir. Genel olarak ambalajların hıyarların kimyasal özelliklerine önemli bir etkisinin olmadığını belirtmiştir. Muhafaza süresinin ilerlemesiyle kontrol ve shrink film uygulanan meyvelerin kabuk renginde ve dokusunda görülen değişimler kalitenin düşmesine neden olmuştur. Sonuçlar, hıyarların ambalajsız ve shrink film ile sarılarak 20 gün, MAP kullanılarak ise 30 gün süreyle başarılı bir şekilde depolanabileceğini göstermiştir (Şen, 2013).

Salisilik asitin 2°C'de 12 gün depolanan hıyarlarda soğuk zararı ve hasat sonrası kalitesine etkisi incelenmiştir. Kitozan-g salisilik asit kaplamanın, soğuk zararını salisilik asitin ve kitozanın tek başına kaplanmasıyla oluşturulan uygulamalara göre geciktirdiği gözlenmiştir. Kitozan-g salisilik asit ayrıca kütle kaybını ve solunum hızını diğer uygulamalara göre azaltmış ve ürünün klorofil ve askorbik asit içeriğini muhafaza etmiştir (Zhang ve ark., 2015).

31.75µm kalınlığında LDPE perfore ambalajda ve LDPE ambalajda pasif MAP altında ambalajlanmış hıyarlar 18 gün boyunca 5°C'de ve %90-95 bağıl nemde muhafaza edilmiştir. Soğuk zararı kontrol grup ile karşılaştırıldığında LDPE malzemenin soğuk zararını geciktirdiği görülmüştür. Kapalı ambalajlarda depolama sonunda CO₂ konsantrasyonu %3'e çıkarken, O₂ konsantrasyonu %16'ya düşmüştür. Perfore ambalajlarda ise O₂ ve CO₂ konsantrasyonlarında fazla değişiklik olmamıştır. 18 günde kontrol grubunda kütle kaybı %9'a ulaşırken, diğer örneklerde %1'in altında kalmıştır. Tüm uygulamalarda strese bağlı zararlar görülürken, en az zarara uğramış grup LDPE ile ambalajlanan grup olmuştur (Wang ve Qi, 1997).

4°C'de %90 bağıl nemde perfore ambalajlarda (2 ve 4 delik içeren) ambalajlanan hıyarlara MAP uygulanmıştır. Malzeme olarak 107 µm kalınlığında LDPE ambalajlar

kullanılmıştır. Sertlik 6. günde 0.333N iken 12. günde 0.326N olup önemli bir değişim göstermemiştir. Renk düşüşü en az 2 delikli perfore ambalajlarda görülmüştür. Duyusal değerlendirme sonuçlarında da 2 delikli ambalajlarda iyi sonuçlar alınmıştır. Yapılan çalışma hıyarların 4°C'de 2 delikli perfore ambalajda ve MAP altında muhafaza edilebileceğini göstermiştir (Manjunatha ve Anurag, 2014).

UV-C ışınının hıyarlarda soğuk zararlanması üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada hıyarlar, iki farklı sıcaklıkta (4° ve 10°C) depolanmış ve depolama öncesi farklı dozlarda (3, 9 ve 15 kJ/m²) UV-C uygulaması yapılmıştır. Depolama süresince hıyarlarda soğuk zararlanması indeksi, görsel kalite, ağırlık kaybı, elektrolit sızıntısı, pirüvat ve lipid oksidasyonu değerleriyle renkteki değişimler belirli aralıklarla takip edilmiştir. Soğuk zararlanmasının bazı belirtilerinin gözlenebilmesi için düşük sıcaklıklarda depolanan (4° ve 10°C) örneklerin bir kısmı depodan alındıktan sonra bekletilmeden analiz edilmiş, bir kısmı soğuk depolama sonrası bir gün oda sıcaklığında (20°C) bekletildikten sonra analize alınmıştır. UV-C uygulamaları soğuğa hassas hıyarlarda soğuk zararlanması etkilerini azaltmada ve görsel kalitenin korunmasında etkin bulunmuştur. Kimyasal analizler (pirüvat, oksidasyon) ve renk analizinde düşük dozların kullanılmasının (3 ve 9 kJ/m²) yeterli olduğu görülmüştür. 10°C'de depolamada ürünlerin daha iyi kalitede raf ömrünü tamamladığı belirlenmiştir. Genellikle kalite kayıpları, bir gün ortam sıcaklığında bekletilen ürünlerde daha fazla olmuştur (Küşümler, 2011)

Yapılan çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda farklı depolama sıcaklıkları ile birlikte 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 etilen tutucu (zeolit) içeren aktif ambalajlamanın ve farklı depolama sıcaklıklarının kiraz domates ve badem hıyar gibi çok tüketilen ve kısa raf ömrüne sahip olan ürünlerde kalite ve raf ömrüne etkisinin araştırılması hedeflenmiştir.

BÖLÜM 3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada kullanılacak badem hıyar çalışmadan 1 gün önce Sakarya meyve sebze halinden, kiraz domates ise Sakarya’da yerel bir marketten tedarik edilerek (Şekil 3.1. ve Şekil 3.2.) Sakarya Üniversitesi Gıda Ambalajlama Laboratuvarına getirilip 4° ve 10°C’de muhafaza edilmiştir.

Çalışmada 2 farklı ambalaj materyali kullanılmıştır. Etilen tutucu özelliğe sahip düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) ambalajlar PEAKfresh (Peakfresh Products, Almanya) firmasından tedarik edilmiştir. Etilen tutucu özelliğe sahip ambalajlar, gaz geçirgenliğini önemli ölçüde arttıran, etilen gazının uzaklaştırılmasına izin veren doğal bir mineral emdirilmiş düşük yoğunluklu polietilen filmidir. PEAKfresh ambalajın kalınlığı 25 µm, oksijen geçiş hızı (OTR) 22°C ve % 0 bağıl nemde 23000-24000 cc/m²/gün, su buharı geçiş hızı (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. Katkısız LDPE ambalaj filmi Sümer Plastik A.Ş.’ den (İstanbul, Türkiye) temin edilmiştir. Ambalaj filminin kalınlığı 25µm, oksijen geçiş hızı (OTR, 22°C ve %0 bağıl nemde) 4500 cc/m²/gün, su buharı geçiş hızı (WVTR, 37,8±1,1°C ve %90 bağıl nemde) 7,36 g/m²/gün’ dür. Her ambalaja 450 ± 50 g domates ve hıyar tartılmıştır.



Şekil 3.1. 0.gün kiraz domates örnekleri



Şekil 3.2. 0.gün badem hıyar örnekleri

3.2. Yöntem

3.2.1. Ürünlerin hazırlanması ve ambalajlanması

Katkısız LDPE bobin olarak temin edilmiş olup ısı yapıştırma makinesi (ME-400 CFN, Mercier Corporation, Tayvan) ile 100°C'de yapıştırılarak paket haline getirilmiştir. Elde edilen ambalaj boyutları domates için 17×20 cm², hıyar için ise 20×20 cm²'dir. Paket haline getirilen ambalajlarda ısı kaynak sızdırmazlığı boya penetrasyon testi (sızdırmazlık) ile belirlenmiştir. Boya penetrasyon test yönteminde 0,5 g Rodamin B boyası (Merck, Almanya) 100 ml isopropanol içinde çözüldürüldükten sonra süzülerek boya çözeltisi hazırlanmıştır. Boya çözeltisi ambalaj filminin yapışma 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).

Kullanılacak atmosfer koşullarının belirlenmesi amacıyla çalışmaya başlamadan önce ambalajlarda denge atmosferi sağlamak amacıyla ön denemeler yapılmıştır. Ön denemelere göre ürün:tepe boşluğu oranı ve uygulanacak atmosfer koşulları belirlenmiştir. Ön denemelerde aktif ve pasif modifiye atmosfer koşullarında 1:1 ve 1:1,5 ürün:tepe boşluğu oranları denenmiştir. Ön denemelerde elde edilen sonuçlar ışığında; kiraz domates örnekleri 1:1 tepe boşluğunda pasif modifiye atmosfer altında, ambalajsız (açık kontrol, A4°C ve A10°C), katkısız LDPE ile paketlenmiş (K4°C ve K10°C), etilen tutucu içeren LDPE ile paketlenmiş (Peakfresh, P4°C ve P10°C) olmak üzere 6 gruba ayrılmıştır (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Etilen tutucu içeren LDPE ve katkısız LDPE ambalajlardaki kiraz domates örnekleri



Şekil 3.4. Ambalajsız (a), katkısız LDPE (b) ve etilen tutucu içeren LDPE (c) ambalajlardaki badem hıyar örnekleri

Ön denemelerde elde edilen sonuçlar ışığında; hıyarlar ise 1:1 tepe boşluğunda %5 O₂ - %10 CO₂ - %85 N₂ şartlarında aktif modifiye atmosfer altında, ambalajsız (açık kontrol, A4°C ve A10°C), katkısız LDPE ile paketlenmiş (K4°C ve K10°C), etilen tutucu içeren LDPE ile paketlenmiş (Peakfresh, P4°C ve P10°C) olmak üzere 6 gruba ayrılmıştır (Şekil 3.4.). Hıyarların ambalajlanmasında tek odalı ambalajlama makinesi (Reepack rv 300, İtalya) kullanılmıştır.

Kiraz domates ve badem hıyarlar, 4° ve 10°C’de depolanıp, domates için 0, 8, 16, 24 ve 32. günlerde, hıyar için 0, 5, 10, 15 ve 20. günlerde kalite analizleri gerçekleştirilmiştir. Her analiz günü için her uygulamadan 3 paralel hazırlanmıştır.

Kütle kaybı ölçümleri için her uygulamadan 3 paralel farklı bir set olarak hazırlanmıştır.

3.2.2. Analizler

3.2.2.1 Kütle kaybı (%)

Depolama öncesi ağırlıkları belirlenen örneklerin, analiz günleri depodan çıkarıldıktan sonra ağırlıkları $\pm 0,1$ g hassasiyetindeki terazi (Sartorius, GE 2101, Almanya) ile tartılarak yüzde (%) kütle kaybı değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Denklem 3.1).

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

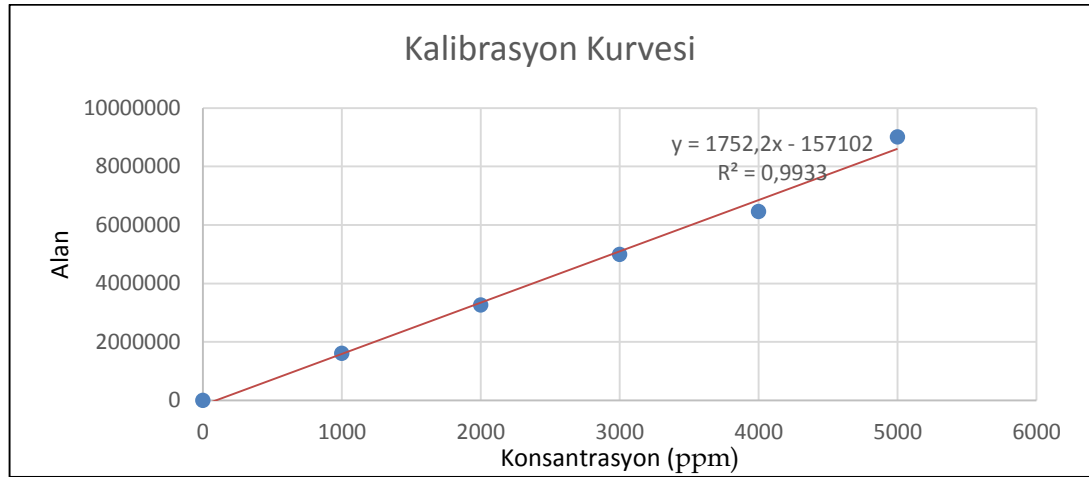
3.2.2.2 Tepe boşluğu oksijen, karbondioksit ve etilen konsantrasyonu

Analiz günlerinde tepe boşluğu oksijen ve karbondioksit (%v/v) konsantrasyonları gaz analizörü (Witt Oxybaby, Almanya) kullanılarak belirlenmiştir. Ambalajın üzerine ölçüm öncesinde yapıştırılan septumdan analizörün iğnesi ile girilerek ölçüm yapılmıştır. Her bir paralelden 2 ölçüm yapılmış olup, her uygulama için 6 ölçümün ortalaması alınmıştır (Sezer ve Ayhan, 2017).

Etilen konsantrasyonunun belirlenebilmesi için %99 saflığında etilen gazı içeren tüpten 5 farklı konsantrasyon olacak şekilde (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) 100 μL gaz kaçırmaz şırınga ile çekilmiş ve alev iyonizasyon dedektörüne (FID) sahip gaz kromatografisine (GC) enjekte edilmiş ve 5 farklı konsantrasyona karşı alan grafiği belirlenerek kalibrasyon

kurvesi oluşturulmuştur (Şekil 3.5.). Kalibrasyon kurvesinin belirlenmesinin ardından kurvede hesaplanan denklem kullanılarak ambalajlanan örneklerde tepe boşluğu etilen konsantrasyonu (ppm) belirlenmiştir.

Ambalaj içindeki etilen gaz konsantrasyonunu belirlemek için ambalajlı kontrol ve PEAKfresh ambalajdan gaz kaçırmaz şırınga ile 1 mL etilen gaz örneği alınarak etilen konsantrasyonu gaz kromatografisi ile belirlenmiştir (Tian ve ark., 2004). GC' de kolon olarak Poropak-Q (1.8m) kullanılmıştır. Kullanılan kromatografik koşullar: Taşıyıcı gaz; azot, fırın sıcaklığı; 50°C, enjektör sıcaklığı; 210°C, dedektör sıcaklığı: 250°C olarak ayarlanmıştır.

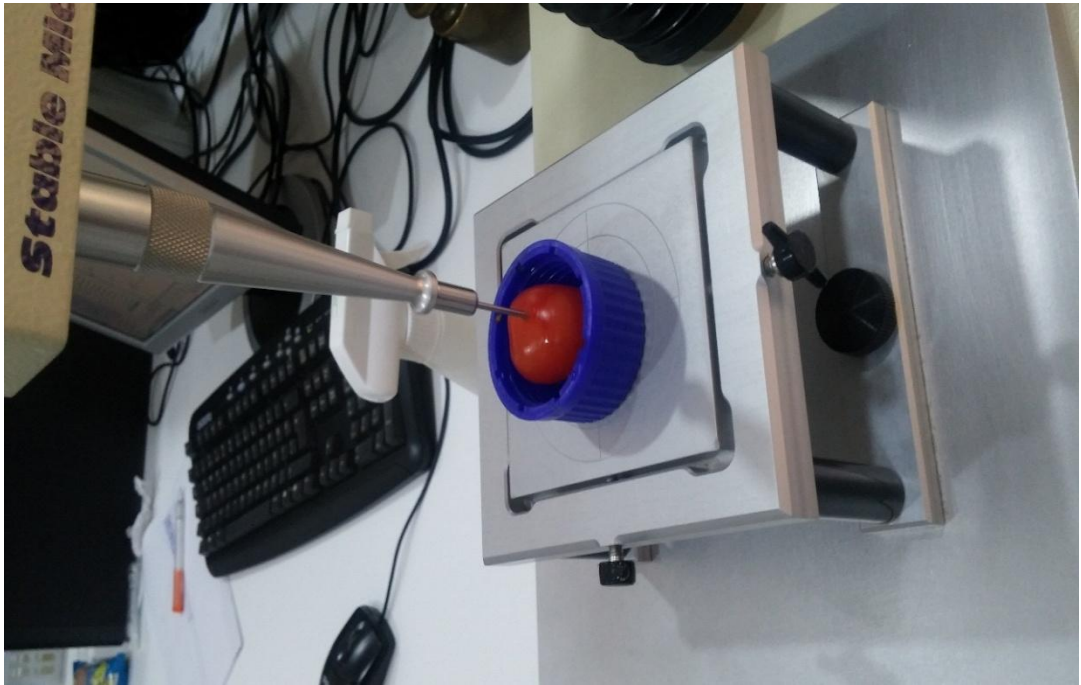


Şekil 3.5. Standart etilen gazıyla hazırlanmış kalibrasyon kurvesi

3.2.2.3. Fiziksel analizler

Domates ve hıyarda fiziksel analiz olarak renk ve tekstür ölçümü yapılmıştır. Renk ölçümünde domateslerden ve hıyardardan 3 meyve alınarak karşılıklı orta noktasından iki ölçüm, renk ölçüm cihazı (PCE-CSM 7, Meschede, Almanya) ile yapılmış olup, L* (L= 0 siyah, L= 100 beyaz), a* (-a= yeşillik, +a= kırmızılık) ve b* (-b=mavilik, +b= sarılık) değerleri belirlenmiştir (Guine ve ark., 2014). Her ambalajdan 3 örnek alınmış olup, her bir uygulama için 18 ölçümün ortalaması hesaplanmıştır.

Üründe meydana gelen yumuşama ve sertleşmeyi belirlemek için tekstür analizi yapılmıştır. Tekstür analizi için örneklerin karşılıklı 2 noktasında tekstür analiz cihazı (TA.XT Plus, İngiltere) ile domates için; 2mm çapında silindirik prob, 5mm/s hız ve 7mm penetrasyon mesafesi kullanılarak (Hayta ve Aday, 2015), hıyar için ise; 4mm çapında silindirik prob, 5mm/s hız ve 5mm penetrasyon mesafesi kullanılarak ölçüm yapılmıştır (Manjunatha ve Anurag, 2014). Her bir paralelden 3 örnek alınmış olup, her uygulama için 18 ölçümün ortalaması alınmıştır. Tekstür analizi sonuçları maximum penetrasyon kuvveti, (Newton (N)) olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.6. Kiraz domateste tekstür analizi

3.2.2.4. Kimyasal analizler

Her iki meyvede de kimyasal analizlerden suda çözümlü kuru madde miktarı (SÇKM), pH ölçümü ve titrasyon asitliği AOAC (2005)'e göre yapılmıştır. Ayrıca domates için likopen konsantrasyonu ölçülmüştür. Her paralelden 2 ölçüm yapıp, her uygulama için 6 ölçümün ortalaması alınmıştır. Kimyasal analizler için öncelikle her bir

ambalajdan alınan domates için en az 3, hıyar için en az 2 örnek karıştırıcı (Waring, Almanya) yardımıyla homojenize edilmiştir.

3.2.2.4.1. Suda çözünür kuru madde miktarı (%briks)

Suda çözünür kuru madde (SÇKM) tayini için homojenize edilen örneklerden refraktometreye (Atago N-50, Japonya) 1-2 damla alınarak okunan değer, %Briks olarak ifade edilmiştir. Her paralelden 2 ölçüm yapıp, her uygulama için 6 ölçümün ortalaması alınmıştır.

3.2.2.4.2. pH analizi

pH ölçümleri için homojenize edilen çözülden 20g alınıp 200mL'lik balon jodede saf su ile çizgisine kadar tamamlanmış ve ardından hazırlanan çözelti filtre kâğıdından geçirilmiştir. Oluşan çözülden bir behere 20 ml alınarak pH metre (WTW-315i, Weilheim, Almanya) ile ölçüm yapılmıştır. Her paralelden 2 ölçüm yapıp, her uygulama için 6 ölçümün ortalaması alınmıştır.

3.2.2.4.3. Titrasyon asitliği (%)

Titrasyon asitliği için homojenize edilen çözülden 20 g alınıp 200 ml'lik balon jodede saf su ile çizgisine kadar tamamlanmış ve ardından hazırlanan çözelti filtre kâğıdından geçirilmiştir. Oluşan çözülden 25 ml bir erlene alınarak 0,1N NaOH ile pH 8,1'e kadar titre edilmiş ve elde edilen sarfiyattan domates için % sitrik asit, hıyar için ise % malik asit cinsinden titrasyon asitliği aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Denklem 3.2). Her paralelden 2 ölçüm yapıp, her uygulama için 6 ölçümün ortalaması alınmıştır.

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

V: Harcanan NaOH miktarı, ml

F: 0.1 N Baz çözeltisinin faktörü

E: 1 ml 0.1 N NaOH'in eşdeğeri asit miktarı, g

M: Titre edilen örneğin gerçek miktarı, ml veya g

3.2.2.4.4. Likopen konsantrasyonu (ppm)

Likopen analizi için kullanılacak kiraz domatesler homojenize edilmiş ve 1g örnek alınmıştır. Alınan örneğe 2:1:1 oranında 16 ml'lik hekzan/etanol/aseton karışımı şişeye eklenmiştir. 1 saat boyunca oda sıcaklığında çalkalayıcı inkübatör kullanılarak çalkalanmasının ardından tüpe 1 ml deiyonize su ilave edilmiş ve 3 dk çalkalanmıştır. Numuneler daha sonra her iki fazın ayrılması için oda sıcaklığında 10 dk bekletilmiş ve oluşan üst tabaka UV-vis spektrofotometresinde 503 nm'de absorbansı okunarak aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır (Denklem 3.3). Her uygulama için 6 ölçümün ortalaması alınmıştır (Choi ve ark., 2014).

$$\text{Likopen (mg/kg)} = \frac{A_{503} \cdot 536,9 \cdot 16 \cdot 0,5}{1 \cdot 172} \quad (3.3)$$

A_{503} , 503 nm'de ölçülen absorbans olup, likopenin moleköl ağırlığı 536,9 g/mol, karışım solventinin hacmi 16 ml, solventte altta kalan ile üst kısmın birbirine oranı 0,5, hekzan içinde likopen için molar sönümlleme katsayısı (extinction coefficient) 172 mM^{-1} , eklenen kiraz domates miktarı 1 g olarak alınmıştır.

3.2.2.5. Duyusal değerlendirme

Her analiz gününde domates için renk, tat, tekstür, koku ve genel beğeni parametreleri 6 panelist tarafından 1-5 dereceli skalada değerlendirilmiştir. Yüzey rengi değerlendirmesinde (1 = çok kötü/buruşuk/reng kaybı, 3 = kabul edilebilir, 5 = çok iyi/pürüzsüz/istenen kırmızı renk), tekstür değerlendirmesinde (1 = yumuşak, 3 = orta, 5 = sıkı/sert), tat değerlendirmesinde (1 = bozuk/istenmeyen tat/tat kaybı, 3 = kabul edilebilir, 5 = istenen/yoğun ürün tadı); koku değerlendirmesinde (1 = çok kötü/istenmeyen koku, 3 = kabul edilebilir, 5 = istenen domates kokusu), genel beğenide (1 = hiç beğenmedim, 3 = kabul edilebilir, 5 = çok beğendim) olarak belirlenmiştir.

Her analiz gününde hıyar için renk, tat, tekstür ve genel beğeni parametreleri 6 panelist tarafından 1-5 dereceli skalada değerlendirilmiştir. Yüzey rengi değerlendirmesinde (1 = çok kötü/kabukta şiddetli sararma, 3 = orta/hafif sarı, 5 = çok iyi/koyu yeşil), tekstür değerlendirmesinde (1 = yumuşak/gevrek değil, 3 = orta/kabul edilebilir, 5 = gevrek/sıkı sert), tat değerlendirmesinde (1 = çok kötü/istenmeyen tat/tat kaybı, 3 = kabul edilebilir, 5 = çok iyi/yoğun meyve tadı); genel beğenide (1 = hiç beğenmedim, 3 = kabul edilebilir, 5 = çok beğendim) olarak belirlenmiştir.

3.2.2.6. İstatistiksel analiz

Çalışma parametrelerinin (uygulama, sıcaklık ve depolama süresi) incelenen ürünlerin fiziksel, kimyasal ve duyusal kalitesi üzerindeki etkileri IBM SPSS 20 istatistik programı kullanılarak varyans analizi ile belirlenmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen istatistik analiz sonuçları $p \leq 0,05$ önem düzeyine göre değerlendirilmiştir.

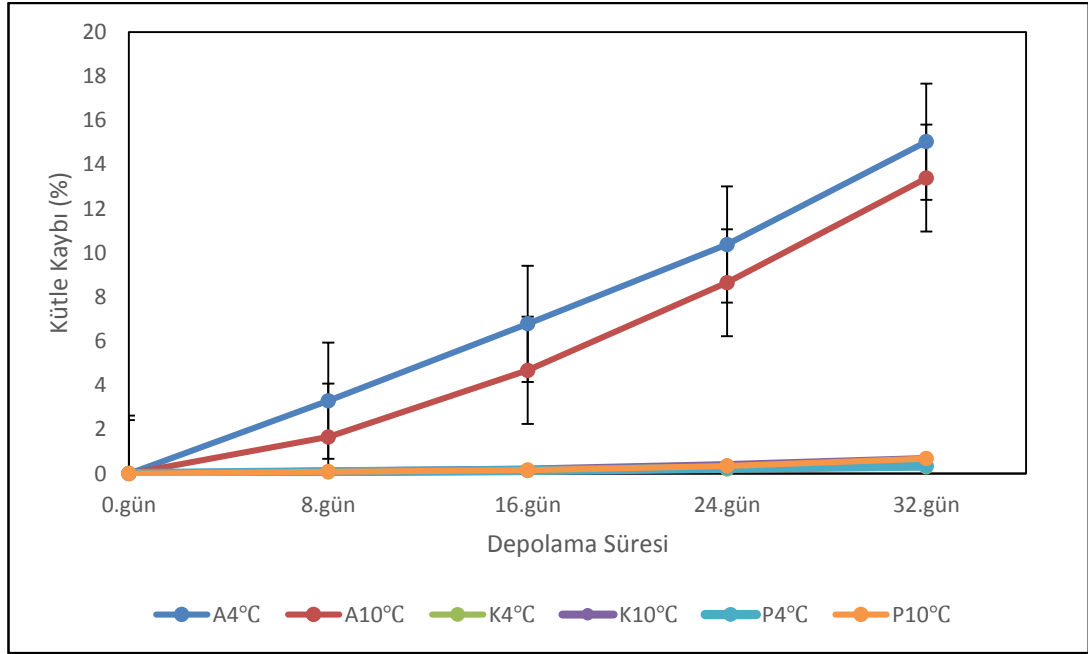
BÖLÜM 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Kütle Kaybı (%)

Aktif ambalajlama ve depolama sıcaklığının depolama süresince kiraz domates ve hıyar örneklerinin kütle kaybı (%) üzerine etkisi sırasıyla Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.'de verilmiştir. Kütle kaybı taze meyve ve sebzelerde ekonomik kaybın yaşanmasına ve raf ömrünün kısılmasına sebep olduğu için önemli bir parametredir. Meyvede kütle kaybının artışı ile ürün albenisi ve pazar kalitesi olumsuz etkilenmekle birlikte ekonomik açıdan da kayıp yaşanmaktadır (Sezer ve ark., 2017).

Şekil 4.1. kiraz domateslerde meydana gelen kütle kaybını göstermektedir. Kütle kaybı 4°C'de depolanan, etilen tutucu içeren LDPE ve katkısız LDPE gruplarda sırasıyla %0,35 ve %0,30'dur. 10°C'de depolanan gruplarda ise katkılı ve katkısız LDPE gruplarda sırasıyla %0,68 ve %0,67 bulunmuştur. Ambalajsız gruplarda ise 4° ve 10°C'de sırasıyla %15,04 ve %13,39'dur. Ambalajsız ürünlerde meydana gelen yüksek düzeydeki kütle kaybının nem kaybindan meydana geldiği düşünülmektedir. Ambalajlı gruplarda gerçekleşen kütle kaybı ihmal edilebilecek düzeyde bulunmuştur ve istatistiksel açıdan aralarında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

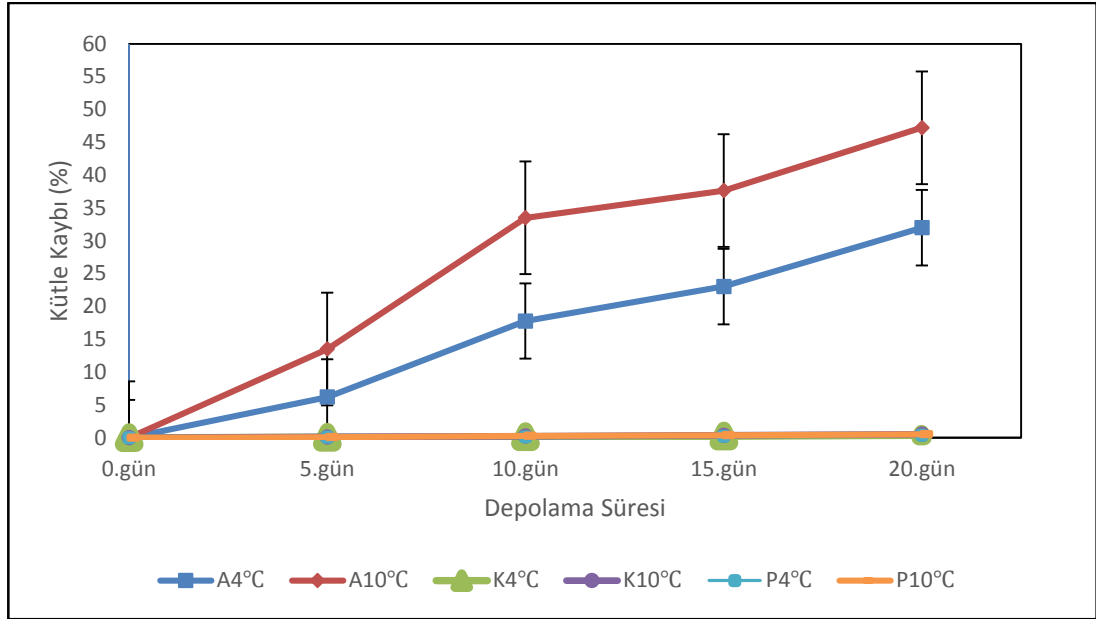
Dong ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada kiraz domateste çalışmamıza benzer bir şekilde 9 günlük depolama sonunda kontrol grubunda %3 kütle kaybı bulurken, pasif MAP ile ambalajlanan grupta ihmal edilebilecek düzeyde kütle kaybı gerçekleştiğini belirtmişlerdir.



Şekil 4.1. Aktif ambalajlamannın ve depolama sıcaklığının kiraz domatesin kütle kaybına etkisi (A4°C:4°C’de ambalajsız, A10°C: 10°C’de ambalajsız, K4°C: 4°C’de katkısız LDPE, K10°C: 10°C’de katkısız LDPE, P4°C: 4°C’de etilen tutucu içeren LDPE, P10°C: 10°C’de etilen tutucu içeren LDPE)

D’Aquino ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada 21 gün boyunca 20°C’de depolanan ambalajsız domateslerde depolama sonunda %20 kütle kaybı bulurken, pasif modifiye atmosfer altında paketlenen gruplarda %4’ün altında kütle kaybı meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Şekil 4.2. incelendiğinde domateste olduğu gibi hıyarda da ambalajlı gruplarda kütle kaybı ihmal edilebilecek düzeyde kalırken (%1’in altında), açık gruplarda 4° ve 10 °C’de sırasıyla %31,99 ve %47,21 ile çok yüksek düzeylerde kütle kaybı bulunmuştur. Ambalajlı gruplarda gerçekleşen kütle kaybı istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).



Şekil 4.2. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının badem hıyarın kütle kaybına etkisi (A4°C: 4°C’de ambalajsız, A10°C: 10°C’de ambalajsız, K4°C: 4 °C’de katkısız LDPE, K10°C: 10°C’de katkısız LDPE, P4°C: 4°C’de etilen tutucu içeren LDPE, P10°C: 10°C’de etilen tutucu içeren LDPE)

Sabır ve Açar (2008) yaptıkları çalışmada, polietilen ambalajlarda pasif MAP altında muhafaza edilen hıyarlarda, açıkta muhafaza edilenlere göre kütle kaybında önemli derecede farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir. Depolama sonunda en fazla ağırlık kaybı açıkta muhafaza edilen hıyarlarda (%15.86) gözlenirken, en düşük ağırlık kaybı modifiye atmosfer paketleme yapılmış gruplarda (%0.23) elde edilmiştir.

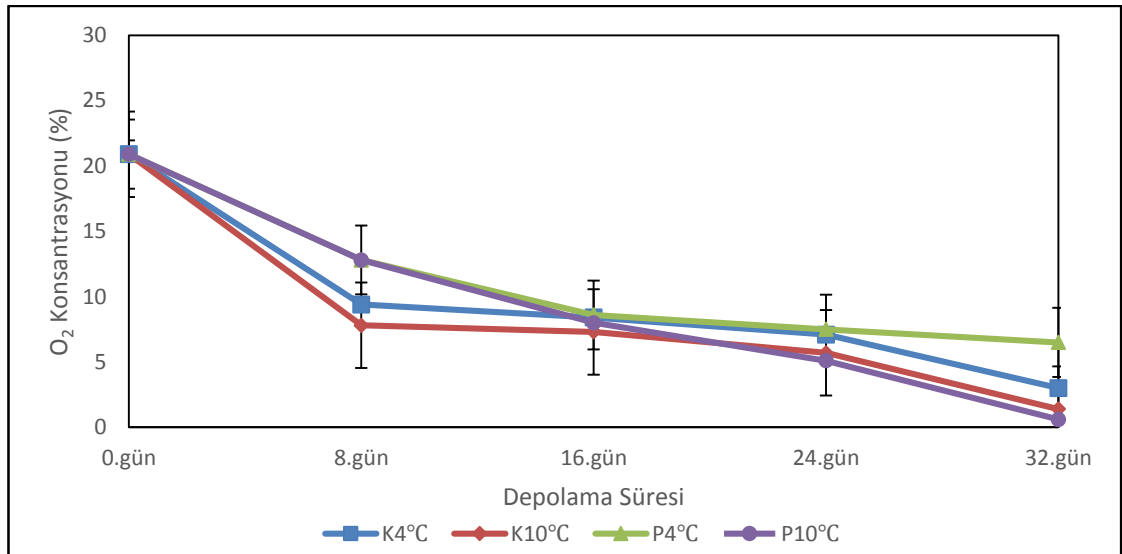
Wang ve Qi (1997) yaptıkları çalışmada, perfore ve kontrol grubu LDPE ambalajlarda paketledikleri hıyarlarda 18 günlük depolama sonunda perfore ambalajlarda %1’in altında kontrol grubunda ise %9 düzeyinde kütle kaybı rapor etmişlerdir.

Başka bir çalışmada, hıyarlarda farklı ambalaj materyallerinin kalite özellikleri üzerine etkileri araştırılmış ve ambalajlamanın ağırlık kaybını önemli derecede azalttığı bildirilmiştir (Halloran ve ark., 1996).

Kütle kaybının ambalajlı gruplarda düşük olması kullanılan PE bazlı malzemelerin nem geçirgenliğinin düşük olması ile ilişkilendirilebilir. Genellikle ambalajsız olarak satışa sunulan kiraz domateslerde %10 civarı, badem hıyarlarda ise %30'un üzerinde gerçekleşen kütle kaybı çok önemli ekonomik kayıplara işaret etmektedir.

4.2. Tepe Boşluğu Gaz Bileşimi (% O₂ ve CO₂)

Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının tepe boşluğu gaz oranları (%O₂ ve CO₂) üzerine etkisi kiraz domates için Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.'te, hıyar için Şekil 4.5. ve 4.6.'da verilmiştir. Domates ve hıyar gibi hasat sonrası solunumunu devam ettiren meyve-sebze grubu ürünlerde oksijen seviyesinin anaerobik fermantasyonun başlamasına neden olabilecek %2 düzeyinin üzerinde kalması ve denge atmosferin oluşması amaçlanmıştır.



Şekil 4.3. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının kiraz domatesin tepe boşluğu oksijen oranına etkisi (K4°C: 4 °C'de katkısız LDPE, K10°C: 10 °C'de katkısız LDPE, P4°C: 4 °C'de etilen tutucu içeren LDPE, P10°C: 10 °C'de etilen tutucu içeren LDPE)

Şekil 4.3.'te görüldüğü gibi %O₂ konsantrasyonu tüm uygulamalarda 8. günde hızlı bir düşüş göstermiştir. 10°C'de depolanan ambalajlı ürünlerde depolamanın sonunda

O₂ seviyesinin kritik değer olan %2'nin altına düştüğü görülmüştür. 10°C'de domateslerin solunum hızının artmasına bağlı olarak oksijen tüketiminin artması sebebiyle oksijen oranı açısından depolama boyunca denge atmosfer oluşmamıştır.

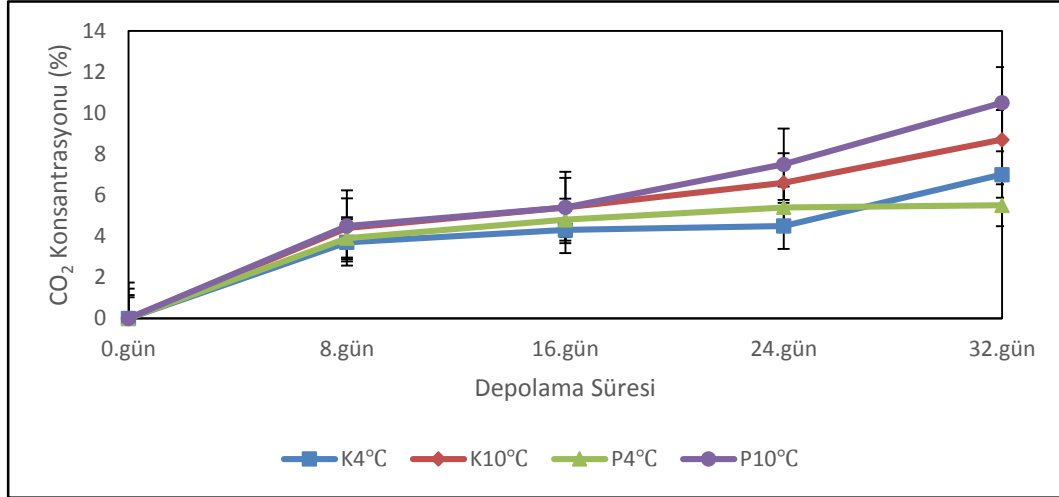
4°C'de katkısız LDPE ile ambalajlanan (K4) ürünlerde ise depolama boyunca denge atmosfer sağlanamamıştır. 24. günün ardından %O₂ seviyesinde önemli derecede düşüş meydana gelmiştir. 24. günde %7,1 olan O₂ seviyesi depolamanın sonunda %3'e düşmüştür. Depolamanın 24. gününden itibaren bu grupta etilen konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak ürünün solunumu hızlanmış ve O₂ seviyesinin düşmesine neden olmuştur.

4°C'de etilen tutucu içeren LDPE ile ambalajlanan (P4°C) ürünlerde ise 16.günde denge atmosfer sağlanmış olup O₂ oranı 32. günde %6,5'te kalmıştır. Zeolit içeren LDPE'nin yüksek oksijen geçirgenliğine sahip olması, etilenin ortamdan uzaklaştırılması ve 4°C'de ürünün solunum hızının daha düşük olması gibi nedenlerle ambalaj içerisindeki oksijen seviyesi kritik seviyenin (%2) altına düşmemiştir.

Genellikle pasif MAP'ta denge atmosferin sağlanması için solunumun yavaşlaması ve CO₂'nin belli bir miktar artıp, O₂'nin azalması istenir. (Maleki ve ark., 2018). Çalışmamızda bu etkiye 4°C'de etilen tutucu içeren LDPE ambalajlarda (P4) ulaşılmıştır.

şekil 4.4 incelendiğinde ise başlangıçta %0 olan CO₂ seviyesi depolamanın 16.gününde tüm uygulamalarda %5 seviyesindeyken depolamanın sonunda sadece P4°C uygulamasında %5 seviyesinde kalmıştır. Katkısız kontrol ambalajda malzemenin geçirgenliğinin daha düşük olması ve ürünün solunumu nedeniyle %CO₂'nin arttığı düşünülmektedir. P4°C grubunda ise malzemenin OTR'sinin daha yüksek olması ve etilen tutucunun varlığı ürünün solunum hızını kontrol altına almış ve CO₂ konsantrasyonunun artmasına engel olmuştur. P10°C uygulamasında ise

sıcaklık artışına bağlı olarak ürünün solunum hızının arttığı ve buna bağlı olarak %CO₂'nin arttığı düşünülmektedir.

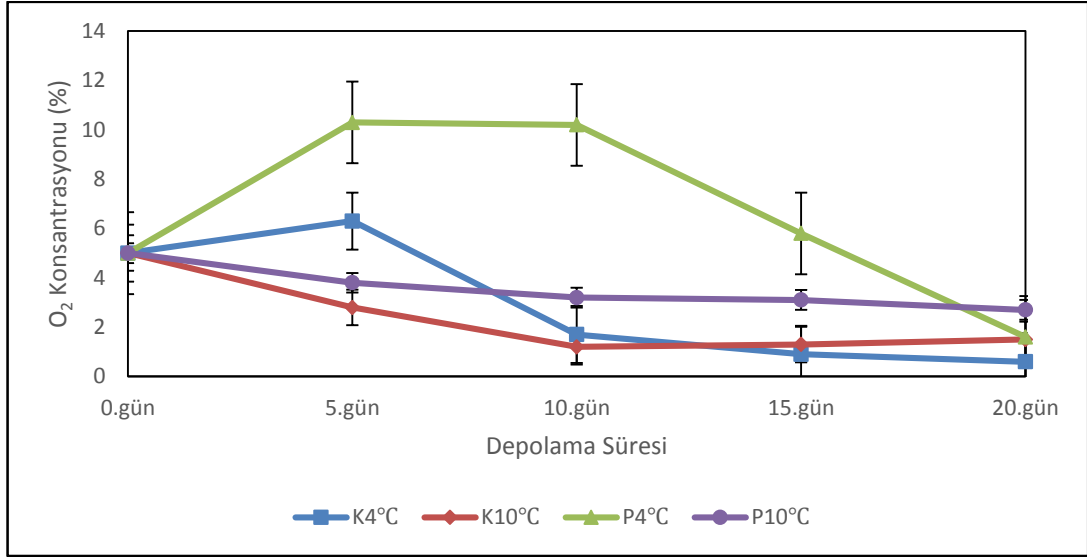


Şekil 4.4. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının kiraz domatesin tepe boşluğu karbondioksit oranına etkisi (K4°C: 4 °C'de katkısız LDPE, K10°C: 10 °C'de katkısız LDPE, P4°C: 4 °C'de etilen tutucu içeren LDPE, P10°C: 10 °C'de etilen tutucu içeren LDPE)

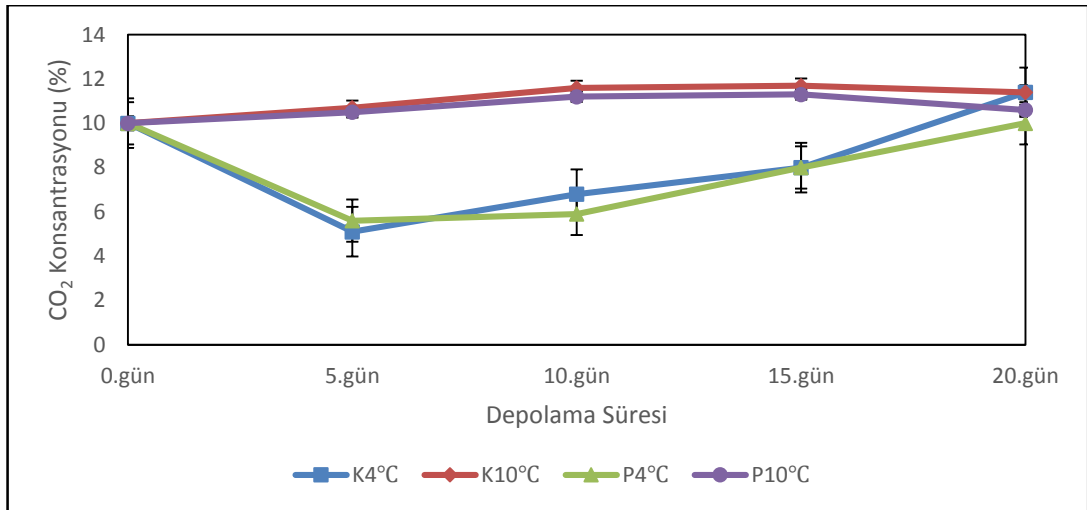
Domateste tepe boşluğu gaz analizi sonuçları incelendiğinde 4°C'de depolanan ambalajlarda (K4°C ve P4°C) oksijen seviyesi %2'nin üzerinde kalmıştır. Ancak katkısız LDPE ile ambalajlanan grupta 24. günden itibaren artan etilen denge atmosfer oluşumunu engellemiştir. Etilen tutucu içeren LDPE ile ambalajlanan grupta solunum yavaşladığı için etilen kontrol altına alınmış ve denge atmosfer oluşmuştur.

Demir (2015) yaptığı çalışmada aktif ve pasif modifiye atmosfer paketleme altında kiraz domatesleri etilen tutucu şase içeren ve içermeyen polietilen ile ambalajlamışlardır. 28 günlük depolama sonunda etilen tutucu içeren pasif ambalajlarda O₂ düşüşünün yavaş gerçekleştiği belirtilmiştir. Etilen tutucu içeren uygulamalarda O₂ konsantrasyonu düşüşünde görülen bu farklılık etilen tutucu içeren ürünün solunumu ve olgunluğu üzerinde etkili olan etilenin ortamdan uzaklaştırılarak solunumun yavaşlatılması, bunun sonucunda da O₂ kullanımının daha az olması ile açıklanmaktadır. Aktif modifiye atmosfer paketlemede ise başlangıçtaki %5 O₂ konsantrasyonunun depolama sonunda %2,3'e düştüğü gözlenmiştir. Aynı çalışmada etilen tutucu içeren ve içermeyen tüm gruplarda CO₂ oranının %9-10 aralığında

değiştirdiği ve etilenin CO₂ üzerinde bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir. Tüm gruplarda CO₂ oranındaki yükselmenin mikrobiyal yükün artmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Ancak bu çalışmada etilen konsantrasyonu belirlenmemiştir.



Şekil 4.5. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının badem hıyarın tepe boşluğu oksijen oranına etkisi (K4°C: 4°C'de katkısız LDPE, %5O₂+%10CO₂, K10°C: 10°C'de katkısız LDPE, %5O₂+%10CO₂. P4°C: 4°C'de etilen tutucu içeren LDPE, %5O₂+%10CO₂, P10°C: 10°C'de etilen tutucu içeren LDPE, %5O₂+%10CO₂)



Şekil 4.6. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının badem hıyarın tepe boşluğu karbondioksit oranına etkisi (K4°C: 4°C'de katkısız LDPE, %5O₂+%10CO₂, K10°C: 10°C'de katkısız LDPE, %5O₂+%10CO₂. P4°C:

4°C'de etilen tutucu içeren LDPE, %5O₂+%10CO₂, P10°C: 10°C'de etilen tutucu içeren LDPE, %5O₂+%10CO₂)

Şekil 4.5. ve Şekil 4.6. incelendiğinde ise hıyarda aktif MAP altında (%5 O₂ + %10 CO₂) 4°C'de istenen denge atmosfer oluşmamış ve 20. günün sonunda fermentasyonun başlamasına sebep olabilecek kritik %2 O₂ seviyesinin altına düşülmüştür. Bu düşüş, hıyarın soğuğa karşı hassas bir ürün olmasıyla açıklanabilmektedir. 10°C'nin altında hıyarda soğuk zararı oluşmakta ve oluşan soğuk zararı ürünün solunum hızını arttırmaktadır. Solunum hızının artmasıyla ürün oksijeni daha hızlı tüketmekte ve denge atmosfer oluşumunu engellemektedir (Küşümler, 2011). K4°C grubunda O₂ seviyesi depolamanın ilk 5 gününde artmış ardından düşüşe geçmiş ve depolama sonunda %1,5 olarak ölçülmüştür.

10°C'de ise katkısız LDPEF ambalajlarda (K10°C) yine hedeflenen denge atmosfer oluşmamıştır. Soğuk zararı olmamasına rağmen daha yüksek sıcaklıklarda artan solunuma bağlı olarak oksijen konsantrasyonunda meydana gelen düşüş, malzemedan geçen O₂'nin yeterli gelmemesi nedeniyle denge atmosferi sağlamamıştır.

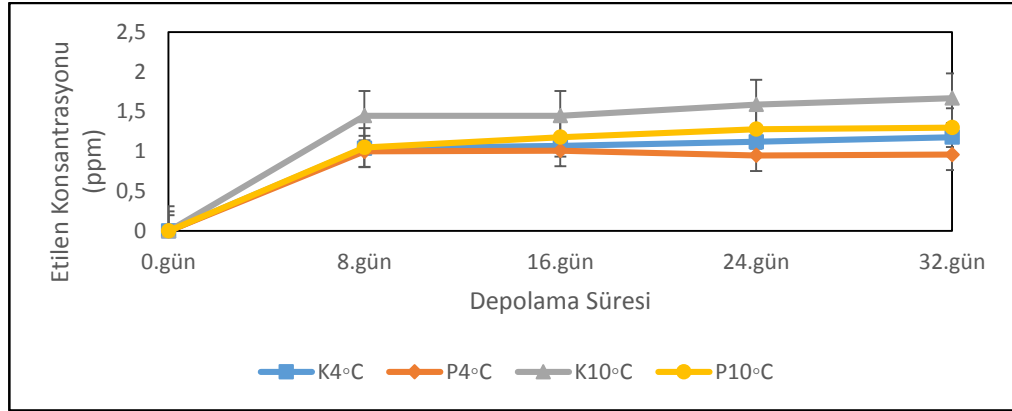
10°C'de etilen tutucu içeren LDPE ambalajlarda (P10°C'de), soğuk zararının düşük olması, ve ambalaj malzemesinin OTR'sinin yüksek olması sebebiyle 5. günde denge atmosfer sağlanmış olup O₂ konsantrasyonu 20. günde %2,7 olmuştur. 10°C'de depolanan gruplarda CO₂'de %11 seviyelerinde denge oluşmuştur. 4°C'de yaşanan değişim ise ürünün soğuğa olan hassasiyetinin yüksek olmasıyla açıklanabilir. Hıyarın soğuk hassasiyetinin artmasıyla solunumu hızlanmış ve CO₂ üretimi 5. günden itibaren artmıştır.

Tepe boşluğu gaz analizi sonuçları incelendiğinde kiraz domateste 4°C'de, hıyarda ise 10°C'de etilen tutucu içeren LDPE ambalajlarda depolama sonunda denge atmosfer sağlanmıştır. Domates klimakterik meyve grubuna girmektedir ve etilenden daha fazla etkilenmektedir. Dolayısıyla düşük derecelerde soğuk zararına uğramasına rağmen

solunum hızının yavaş olması ve düşük derecelerde daha az etilen üretimi olması sebebiyle kalite özellikleri daha iyi korunmuştur. Hıyar klimakterik olmayan bir üründür ve etilen üretimi düşüktür. Düşük olan etilen üretiminin de katkılı ambalajlarda tutulmasıyla ürünün etilenden etkilenmesi minimuma indirilmiştir. 4°C’de oluşan yüksek soğuk zararı da göz önüne alındığında hıyar için 10°C’de daha uygun bir atmosfer oluşmuştur.

4.3. Etilen Konsantrasyonu (ppm)

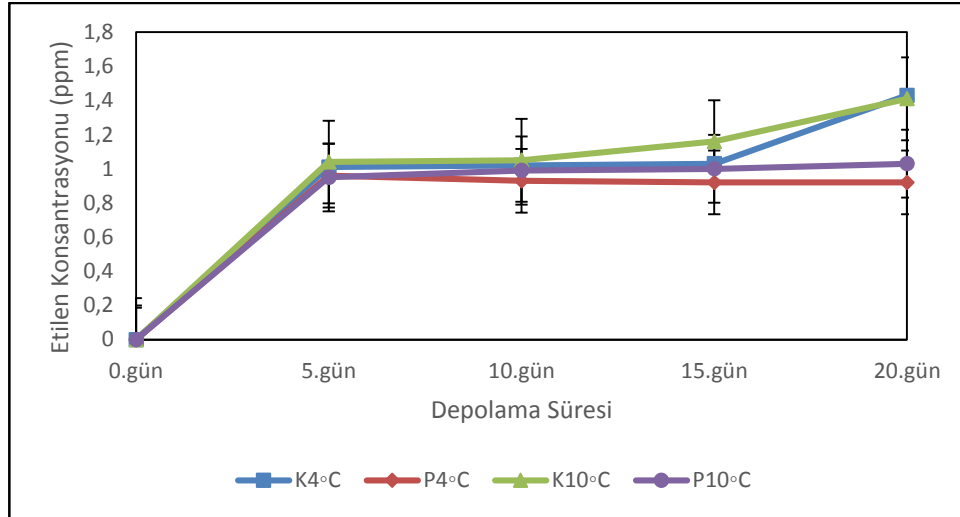
Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının tepe boşluğu etilen konsantrasyonu üzerine etkisi kiraz domates için Şekil 4.7.’de, hıyar için Şekil 4.8.’de verilmiştir. Şekil 4.7.’ye göre tüm uygulamalarda ilk 8 günde etilen konsantrasyonunda artış meydana gelmiştir. Etilen konsantrasyonu depolamanın 8. gününde K4°C ve P4°C uygulamaları için sırasıyla 1,04 ppm ve 1,00 ppm olarak ölçülmüştür. 10°C’de depolanan ürünlerde ise K10°C ve P10°C uygulamaları için sırasıyla 1,45 ppm ve 1,05 ppm olarak ölçülmüştür. Etilen konsantrasyonu açısından 4°C’de depolanan gruplar arasında 32. günde anlamlı bir değişim oluşmazken, 10°C’de depolanan uygulamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p \leq 0,05$). 10°C’de ürünün solunum hızının yüksek olması sebebiyle etilen konsantrasyonunda artış meydana gelmiştir. Şekil 4.7.’ye göre farklı depolama sıcaklıklarının etilen konsantrasyonu üzerine etkisinin istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0,05$). Depolama sonunda 4°C’de depolanan ürünlerde K4°C ve P4°C uygulamaları için etilen konsantrasyonu sırasıyla 1,18 ppm ve 0,96 ppm iken, 10°C’de depolanan ürünlerde sırasıyla 1,67 ppm ve 1,30 ppm’dir. 10°C’de depolanan ürünlerde solunum hızının yüksek olması etilen konsantrasyonunun yükselmesine sebep olmuştur.



Şekil 4.7. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının kiraz domatesin etilen konsantrasyonu üzerine etkisi (K4°C: 4°C’de katkısız LDPE, %5O₂+%10CO₂, K10°C: 10°C’de katkısız LDPE, %5O₂+%10CO₂. P4°C: 4°C’de etilen tutucu içeren LDPE, %5O₂+%10CO₂, P10°C: 10°C’de etilen tutucu içeren LDPE, %5O₂+%10CO₂)

Fagundes ve ark. (2015) kiraz domatesteki yaptıkları çalışmada çalışmamıza benzer şekilde 7. günde 1,00 ppm olan etilen konsantrasyonunu, depolama sonunda kontrol grubunda (pasif MAP) 1,50 ppm, aktif MAP (%5 O₂ - %5 CO₂ - %90 N₂) uygulanan grupta ise etilen konsantrasyonunu 1,20 ppm olarak rapor etmişlerdir.

Hıyar ambalajlarında ölçülen etilen konsantrasyonu ise Şekil 4.8.’de verilmiştir. Domatesle benzer sonuçların olduğu göze çarpmaktadır. İlk 5 günde tüm uygulamalarda artış meydana gelmiştir. K grubu ambalajlarda 4°C ve 10°C’de 5. günde etilen konsantrasyonu sırasıyla 1,01 ppm ve 1,04 ppm ölçülürken, aynı günde P grubu ambalajlarda 4°C ve 10°C’de sırasıyla 0,96 ppm ve 0,95 ppm olarak ölçülmüştür. Depolamanın 15. gününe kadar tüm uygulamalarda anlamlı bir değişim oluşmamıştır. Depolamanın sonunda ise K grubu ambalajlarda etilen tutucu özelliğinin olmamasından dolayı anlamlı bir yükseliş oluşmuştur ($p \leq 0,05$). Depolamanın sonunda etilen tutucu içermeyen ambalajlar ile etilen tutucu içeren ambalajlardaki etilen konsantrasyonu arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p \leq 0,05$). En düşük etilen konsantrasyonu 4°C’de etilen tutucu içeren ambalajlarda ölçülmüştür. Depolama sıcaklığının ise hıyar ambalajlarında ölçülen etilen konsantrasyonu üzerine önemli bir etkisinin olmadığı görülmektedir ($p > 0,05$).



Şekil 4.8. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının badem hıyarın etilen konsantrasyonu üzerine etkisi (K4°C: 4°C’de katkısız LDPE, %5O₂+%10CO₂, K10°C: 10°C’de katkısız LDPE, %5O₂+%10CO₂. P4°C: 4°C’de etilen tutucu içeren LDPE, %5O₂+%10CO₂, P10°C: 10°C’de etilen tutucu içeren LDPE, %5O₂+%10CO₂)

Hıyarlarda etilen üretimi düşük oranda (0,1-1,0 µl/kg.s, 20°C’de) olmakla birlikte etilene karşı hassastır. Hıyarlarda 0,5 ppm etilen dahi sararmayı ve bozulmaları artırmaktadır (Srialong ve Tatsumi, 2003). Yapılan bir çalışmada hava atmosferi, %5 O₂ ve %100 O₂ ile ambalajlanan hıyarlar 5°C’de 16 gün süreyle depolanmıştır. %100 O₂ ile ambalajlanan grupta 11 günlük depolama sonunda etilen oluşmazken, hava ile depolanan grupta 14. günde 0,07 ppm tespit edilmiş, %5 O₂ ile ambalajlanan grupta depolama sonunda 0,05 ppm etilen konsantrasyonu ölçülmüş ve etilenin hıyarın kalitesi üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirtilmiştir (Srialong ve Tatsumi, 2003).

4.4. Fiziksel Analizler

4.4.1. Renk

Aktif ambalajlama, depolama sıcaklığı ve süresinin kiraz domateslerde renk (L*, a*, b*) üzerine etkisi Tablo 4.1.’de verilmiştir. Renk, olgun meyve ve sebzelerde raf ömrünü etkileyen en önemli parametrelerden biridir (Fagundes C. ve ark., 2015).

Depolama süresinin ve sıcaklık*depolama süresinin kiraz domatesin L* değeri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p \leq 0,05$) (Tablo 4.12.). 4°C’de etilen tutucu içeren polietilen (P4°C) ile ambalajlanan ürünlerin L* değerinde depolama boyunca istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik görülmezken ($p > 0,05$), diğer uygulamalarda depolama süresince yaşanan düşüş önemli bulunmuştur ($p \leq 0,05$). L* değerindeki düşüşün mikrobiyal gelişmeden ve depolama sonunda soğuk zararına bağlı ürün yüzeyinde meydana gelen değişikliklerden kaynaklandığı öngörülmektedir. Depolamanın sonunda uygulamalar arasında istatistiksel açıdan önemli farklar bulunmuş ve en iyi sonuç 4°C’de etilen tutucu içeren ambalajlarda tespit edilmiştir. Domateste L* değeri en iyi P4°C grubu ambalajlarda korunmuştur.

Yapılan bir çalışmada 0°C’de aktif modifiye atmosfer paketlenme (%5 O₂ ve %5 CO₂) altında LDPE ambalajlarda domatesler 10 hafta boyunca depolanmıştır. Depolamanın başlangıcında 31,6 olan L* değeri, 10. hafta sonunda 27,2 bulunmuş ve meydana gelen bu azalmanın istatistiksel olarak önemli olduğu belirtilmiştir. Depolamanın sonunda meydana gelen parlaklık kaybının ürün yüzeyinde meydana gelen kahverengileşmeden kaynaklandığı belirtilmiştir (Meheriuk ve ark., 1995).

Aktif ambalajlama ve depolama süresinin domateste a* değeri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p \leq 0,05$) (Tablo 4.12.). Tablo 4.1.’e göre domateste kırmızılığı ifade eden a* değerinde depolama süresince etilen tutucu içeren uygulamalarda önemli bir değişim olmazken, katkısız kontrol ve ambalajsız gruplarda düşüş yaşanmıştır. Depolama sonunda ambalajsız gruplar ile katkısız kontrol grupları arasındaki fark ise önemsizdir ($p > 0,05$). a* değerinde meydana gelen düşüş, artan etilen konsantrasyonuna bağlı hızlı olgunlaşma ile ilişkilendirilebilir. Domateste hızlı olgunlaşma ürünün rengini olumsuz etkilemekte ve ürünün esmerleşmesine yol açmaktadır. a* değerinde yaşanan bu değişimi b* değerinde elde edilen sonuçlar da desteklemektedir.

Aktif ambalajlama, depolama süresi ve uygulama*depolama süresinin b* değeri üzerine etkisi kiraz domateste önemli bulunmuştur ($p \leq 0,05$) (Tablo 4.12.). Üründe sarılığın ifade eden b* değerinde etilen tutucu içeren gruplar P4°C ve P10°C hariç depolama boyunca anlamlı derecede düşüş gözlenmiştir. b* değerinde meydana gelen düşüş ürünlerde renk değişiminin arttığını göstermektedir ki, bu durum a* değerinin azalmasıyla da desteklenmektedir. Sonuç olarak, P4°C ve P10°C uygulamalarında kiraz domatesler depolama boyunca kırmızı rengini daha iyi korumuştur.

Yapılan bir çalışmada başlangıçta 19,90 olan a* değerinin 28 günlük depolama süresinin ilk 14 gününde arttığı, ardından düştüğü belirtilmiştir. En az değişimin aktif modifiye atmosfer paketlenen yapılan ambalajlarda ortaya çıktığı rapor edilmiştir. Etilen tutucu içeren aktif MAP uygulamasının kokteyl domatesin olgunlaşmasını geciktirdiği ve rengini koruduğu belirtilmiştir. Kontrol uygulamalarında ise etilen üretiminin olgunlaşmayı hızlandırarak renk değişimini engelleyemediği belirtilmiştir. b* değerinde de depolama süresi sonunda en fazla düşüşün kontrol uygulamalarında olduğu, etilen tutucu içeren aktif MAP uygulamasından en iyi sonucun alındığı belirtilmiştir (Demir, 2015).

Tablo 4.1. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının kiraz domatesin L*, a* ve b* renk değerlerine etkisi

| L* değeri | | | | | |
|-----------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|
| | 0.gün | 8.gün | 16.gün | 24.gün | 32.gün |
| A4°C | 34,07 ± 1,50Aa | 33,37 ± 1,07Ca | 33,97 ± 1,52Ba | 33,95 ± 2,91BCa | 31,40 ± 1,08CDB |
| K4°C | 34,07 ± 1,50Aab | 33,25 ± 1,22Cb | 34,34 ± 1,43ABab | 35,37 ± 1,27Aa | 31,54 ± 0,99CDc |
| P4°C | 34,07 ± 1,50Aa | 35,28 ± 1,13ABa | 35,07 ± 1,25Aa | 34,47 ± 1,46Ca | 34,46 ± 1,37Aa |
| A10°C | 34,07 ± 1,50Aa | 35,03 ± 0,95Ba | 34,50 ± 0,92ABa | 31,89 ± 1,67Db | 32,82 ± 2,28Bb |
| K10°C | 34,07 ± 1,50Aa | 34,52 ± 1,36Ba | 34,25 ± 1,75ABa | 34,78 ± 1,25ABa | 31,25 ± 1,00Db |
| P10°C | 34,07 ± 1,50Ab | 36,08 ± 2,50Aa | 34,33 ± 2,38ABb | 33,88 ± 1,41Ab | 32,13 ± 1,25BCc |
| a* değeri | | | | | |
| | 0.gün | 8.gün | 16.gün | 24.gün | 32.gün |
| A4°C | 21,88 ± 2,34Aab | 22,71 ± 2,20Aa | 20,44 ± 2,85Abc | 17,46 ± 2,91Bd | 18,62 ± 2,30Bcd |
| K4°C | 21,88 ± 2,34Aab | 23,32 ± 2,35Aa | 19,54 ± 2,18Ac | 16,29 ± 2,24Bd | 18,60 ± 1,15Bc |
| P4°C | 21,88 ± 2,34Aab | 23,33 ± 1,70Aa | 20,30 ± 2,65Abc | 19,82 ± 3,16Ac | 21,11 ± 2,88Aab |
| A10°C | 21,88 ± 2,34Aab | 22,92 ± 2,55Aa | 21,20 ± 2,42Ab | 16,22 ± 3,02Bc | 17,74 ± 1,23Bc |
| K10°C | 21,88 ± 2,34Aab | 23,32 ± 1,84Aa | 20,40 ± 2,55Ab | 16,83 ± 2,90Bc | 18,34 ± 1,11Bcd |
| P10°C | 21,88 ± 2,34Aab | 23,81 ± 2,50Aa | 22,55 ± 2,38Aa | 17,00 ± 3,54Bc | 19,68 ± 2,79ABb |
| b* değeri | | | | | |
| | 0.gün | 8.gün | 16.gün | 24.gün | 32.gün |
| A4°C | 19,47 ± 1,59Aa | 18,31 ± 1,36Bab | 17,97 ± 2,82Ab | 15,75 ± 2,27Bc | 17,17 ± 0,93Bb |
| K4°C | 19,47 ± 1,59Aa | 18,60 ± 2,51Ba | 16,24 ± 2,27Ab | 11,04 ± 1,40Dc | 16,84 ± 1,45Bb |
| P4°C | 19,47 ± 1,59Aa | 20,14 ± 1,40Aa | 19,53 ± 1,73Aa | 18,64 ± 2,25Aab | 19,32 ± 2,19Aa |
| A10°C | 19,47 ± 1,59Aa | 18,28 ± 1,99Ba | 16,71 ± 1,20Ab | 15,37 ± 2,39Bb | 15,98 ± 2,63Bb |
| K10°C | 19,47 ± 1,59Aa | 17,95 ± 1,45Ba | 17,61 ± 3,03Ab | 12,63 ± 1,96Cd | 15,81 ± 1,71Bc |
| P10°C | 19,47 ± 1,59Aa | 19,10 ± 2,01ABa | 17,91 ± 2,27Ab | 18,53 ± 2,42Bab | 18,70 ± 2,24Aa |

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 (A4°C: 4°C'de ambalajsız, K4°C: 4°C'de katkısız LDPE, P4°C: 4°C'de etilen tutucu içeren LDPE, A10°C: 10°C'de ambalajsız, K10°C: 10°C'de katkısız LDPE, P10°C: 10°C'de etilen tutucu içeren LDPE)

Aktif ambalajlama, depolama sıcaklığı ve süresinin hıyarların renk değişimleri üzerine etkisi Tablo 4.2.'de verilmiştir. 4°C'de depolanan ambalajsız ürünlerde meydana gelen aşırı yumuşama ve ürün yüzeyinde oluşan yapışkan tabaka sebebiyle 20. günde ölçüm yapılamamıştır.

Tablo 4.2. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının badem hıyarın L*, a* ve b* renk değerlerine etkisi

| | | L* | | | | |
|-------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| | 0.gün | 5.gün | 10.gün | 15.gün | 20.gün | |
| A4°C | 39,86 ± 1,78Aa | 38,91 ± 2,12Aa | 32,40 ± 2,11Db | 30,89 ± 1,79Dc | T.E | |
| K4°C | 39,86 ± 1,78Ab | 36,68 ± 2,28Bc | 41,31 ± 2,02Aa | 34,00 ± 1,70Cd | 33,52 ± 1,40Dd | |
| P4°C | 39,86 ± 1,78Aa | 37,53 ± 2,24ABb | 40,38 ± 2,00Cb | 33,24 ± 1,99Cc | 32,40 ± 1,73Dc | |
| A10°C | 39,86 ± 1,78Aa | 37,86 ± 1,96ABa | 37,91 ± 2,36Ba | 36,16 ± 2,00Ab | 34,89 ± 4,19Ac | |
| K10°C | 39,86 ± 1,78Aa | 37,66 ± 1,44ABb | 40,02 ± 1,92ABa | 37,28 ± 2,19Bb | 36,06 ± 1,16Cc | |
| P10°C | 39,86 ± 1,78Ac | 36,95 ± 1,78Bd | 39,77 ± 2,45Bc | 41,38 ± 1,97Ab | 42,89 ± 1,46Ba | |
| | | a* | | | | |
| | 0.gün | 5.gün | 10.gün | 15.gün | 20.gün | |
| A4°C | -1,32 ± 0,45Aa | -4,44 ± 1,11Cc | -2,79 ± 1,21Ab | -3,54 ± 1,40CDd | T.E | |
| K4°C | -1,32 ± 0,45Aa | -2,82 ± 1,11Bb | -4,10 ± 0,70Bc | -2,53 ± 1,26Bb | -4,02 ± 1,02Bc | |
| P4°C | -1,32 ± 0,45Aa | -1,95 ± 1,06Aa | -3,32 ± 0,82Ac | -1,42 ± 0,95Aa | -2,60 ± 1,19Ab | |
| A10°C | -1,32 ± 0,45Aa | -2,73 ± 0,79Bb | -2,87 ± 0,92Ab | -3,96 ± 0,90Dc | -5,30 ± 1,41Cd | |
| K10°C | -1,32 ± 0,45Aa | -1,93 ± 1,67Ab | -3,05 ± 0,63Ac | -2,92 ± 0,88BCc | -3,48 ± 1,42Ac | |
| P10°C | -1,32 ± 0,45Aa | -1,69 ± 0,88Aa | -3,36 ± 1,02Ab | -3,60 ± 0,73CDb | -4,33 ± 0,69Bc | |
| | | b* | | | | |
| | 0.gün | 5.gün | 10.gün | 15.gün | 20.gün | |
| A4°C | 18,23 ± 2,53Aa | 18,86 ± 2,89BCa | 18,41 ± 2,27Ca | 15,77 ± 3,80Db | T.E | |
| K4°C | 18,23 ± 2,53Ab | 18,24 ± 2,10Cb | 25,25 ± 2,12Aa | 17,77 ± 2,63Cb | 15,14 ± 1,85Dc | |
| P4°C | 18,23 ± 2,53Ac | 20,23 ± 2,14ABb | 22,05 ± 2,65Ba | 16,73 ± 2,70CDc | 14,07 ± 1,73Dd | |
| A10°C | 18,23 ± 2,53Ac | 21,30 ± 1,83Ab | 25,98 ± 2,53Aa | 26,18 ± 2,72Aa | 22,97 ± 4,47Bb | |
| K10°C | 18,23 ± 2,53Ac | 19,78 ± 1,36ABb | 22,65 ± 2,20Ba | 21,99 ± 2,14Ba | 19,16 ± 1,27Cbc | |
| P10°C | 18,23 ± 2,53Ac | 18,91 ± 2,48BCc | 23,30 ± 3,17Bb | 24,77 ± 2,40Ab | 27,59 ± 2,94Aa | |

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 (A4°C: 4°C'de ambalajsız, K4°C: 4°C'de katkısız LDPE, P4°C: 4°C'de etilen tutucu içeren LDPE, A10°C: 10°C'de ambalajsız, K10°C: 10°C'de katkısız LDPE, P10°C: 10°C'de etilen tutucu içeren LDPE, T.E: Tespit Edilemedi)

Aktif ambalajlamanın, depolama sıcaklığının ve süresinin, badem hıyarın L* değerine etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p\leq 0,05$) (Tablo 4.13). Tablo 4.2.'ye göre L* değeri incelendiğinde, 10°C'de depolanan ve etilen tutucu içeren grupta (P10°C) ürün parlaklığı artarken, diğer gruplarda yaşanan düşüş hıyarların yüzeyinde oluşan yapışkan tabaka dikkate alındığında mikrobiyal gelişim ile ilişkilendirilebilir. 10°C'de depolanan gruplarda 4°C'de depolanan gruplara göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. 4°C'de ürünün soğuk zararına uğraması sebebiyle depolama sonunda ambalajsız gruplarda ölçüm yapılamazken, ambalajlı gruplarda elde edilen sonuçlar K4°C ve P4°C uygulamalarında sırasıyla 33,52 ve 32,40 olarak ölçülmüştür. Başlangıçta 39,86 olarak ölçülen L* değeri A10°C, K10°C ve P10°C uygulamalarında ise depolamanın sonunda sırasıyla 34,89, 36,06 ve 42,89 olarak ölçülmüştür.

Küşümler (2011) tarafından yapılan çalışmada 10°C’de depolanan hıyarlarda L* değerindeki değişimin 4°C’ye göre daha az olduğu ve yüksek sıcaklıkta (10°C’de) depolamanın ürün parlaklığını korumada daha etkili olduğu belirtilmiştir. Concellon ve ark. (2007) yaptığı çalışmada düşük sıcaklıkta depolamanın (0°C ve 5°C) üründe meydana gelen soğuk zararlanması sebebiyle parlaklığı düşürdüğünü tespit etmişlerdir.

Uygulama*sıcaklık*depolama süresinin a* değerine etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p \leq 0,05$) (Tablo 4.13). Negatif a* değeri ürünlerin yeşilliğini göstermektedir. Tablo 4.2’ye göre depolama sonunda tüm uygulamaların a* değerinde başlangıca göre düşüş yaşanmıştır. Meydana gelen bu düşüş hıyarların renginin koyulaştığının ve olgunlaştığının göstergesidir. Başlangıçta -1,32 olan a* değeri A10°C uygulamasında depolama sonunda -5,30’a düşmüştür. Depolama sonunda başlangıca en yakın a* değeri (-2,60) P4°C uygulamasında elde edilmiştir. Düşük sıcaklıklarda etilen tutucunun kullanımı a* değerinin değişimini sınırlamıştır. P4°C grubu hıyarlarda meydana gelen buruşmaların renge etki edebileceği düşünülmektedir. Manjunatha ve Anurag (2014) çalışmasında da ürün yüzeyinde meydana gelen buruşmaların rengi etkileyebileceğini belirtmiştir.

Kabuk renginin değişimi tarımsal ürünlerin olgunlaşma ve yaşlanma sırasındaki doğal gelişimlerinin bir parçasıdır. Bu süreçte karotenoid ve antosiyanin gibi pigmentler klorofille yer değiştirerek meyvenin (degreening) yeşil renginin kaybolarak, olgunluk rengine geçmesine neden olur. Renk değişimi soğuk zararlanması gibi stres faktörüyle hızlanmakla birlikte muhafaza süresince kendiliğinden de oluşmaktadır (Küşümler, 2011).

Uygulama*sıcaklık*depolama süresinin b* değeri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p \leq 0,05$) (Tablo 4.13). b* değerindeki azalma hıyarda meydana gelen renk değişimini göstermektedir ve Tablo 4.2’de yer alan sonuçlara göre en fazla renk değişimi P4°C ve K4°C uygulamalarında meydana gelmiştir. 4°C’de etilen tutucu grupta soğuk zararından dolayı renk değişimi meydana geldiği düşünülmektedir. 10°C’de yer alan

gruplarda ise b^* değerinde depolama süresi sonunda yükselme görülmüştür. Başlangıçta 18,23 olarak ölçülen b^* değeri depolama sonunda $A10^\circ\text{C}$, $K10^\circ\text{C}$ ve $P10^\circ\text{C}$ gruplarında sırasıyla 22,97, 19,16 ve 27,59 ölçülmüştür. $P10^\circ\text{C}$ uygulamasında b^* değeri depolama boyunca yükselmiş ve a^* değeriyle bağlantılı olarak ürünün başlangıçtaki rengi koyulaşmıştır. Küşümler (2011) yaptığı çalışmada hıyarları 5° ve 10°C 'de muhafaza etmiş ve düşük sıcaklıklarda b^* değerinin düştüğünü, yüksek sıcaklıklarda ise arttığını rapor etmiştir. Yapılan birçok çalışmada depolama koşulları ve süresine bağlı olarak klorofil miktarında azalmalar ve meyve kabuğunda sararmalar meydana gelmiştir (Şen, 2016). Suslow ve Cantwell (2006) oksijen seviyesinin düşürülmesi ile klorofil parçalanmasının ve dolayısıyla meyve kabuğunda sararmaların geciktirilebileceğini bildirmiştir. Yaptığımız çalışmada 10°C 'de aktif ambalajlama ile birlikte aktif modifiye atmosfer paketleme uygulamasının hıyarların renk değişimini geciktirdiği görülmektedir.

Yapılan bir çalışmada 30 günlük depolama süresi sonunda hıyarın renginde en büyük değişimin shrink film uygulamasında olduğu belirtilirken, modifiye atmosfer paketleme uygulanmış ambalajlardaki değişimin önemsiz olduğu belirtilmiştir. Aynı zamanda depolama süresinin meyvenin rengi üzerine önemli etkisinin olduğu açıklanmıştır (Şen, 2013).

4.4.2. Tekstür

Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının penetrasyon kuvveti (N) üzerine etkisi kiraz domates için Tablo 4.3.'te, badem hıyar için Tablo 4.4.'te verilmiştir. Penetrasyon kuvveti, Newton (N) cinsinden belirtilmiş olup ürünlerde meydana gelen sertleşmeyi veya yumuşamayı belirtmektedir.

Aktif ambalajlamanın, depolama sıcaklığının ve süresinin domateste penetrasyon kuvveti üzerine etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p \leq 0,05$) (Tablo 4.12.). Tablo 4.3.'e göre 4°C 'de depolanan Etilen tutucu içeren LDPE ile ambalajlanan grupta

(P4°C) depolama süresi boyunca doku sertliği korunmuştur. Bu grupta başlangıçta 5,81N olan penetrasyon kuvveti, depolamanın sonunda 4,84N ölçülmüş ve en az yumuşamanın meydana geldiği uygulama olmuştur. Diğer gruplarda ciddi oranda yumuşama gözlenmiştir ve meydana gelen bu yumuşamalar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0,05$). 10°C’de depolanan ürünlerde solunum hızının daha yüksek olmasıyla birlikte gerçekleşen olgunlaşma sonucunda ürünlerde daha fazla yumuşama meydana gelmiştir. 10°C’de depolanan gruplarda en yüksek penetrasyon kuvveti 2,74N ile ambalajsız gruplarda ölçülmüştür. Bu durum ambalajsız üründe nem kaybından dolayı gerçekleşen kuruma ile ilişkilendirilebilir. 4°C’de depolanan ürünlerde, 10°C’ye göre daha az yumuşama gerçekleşmiştir. 4°C’de domatesin solunum hızının düşük olması ve olgunlaşmanın gecikmesi ürünlerin yumuşamasını önlemiştir.

Tablo 4.3. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının kiraz domatesin penetrasyon kuvvetine etkisi

| | Penetrasyon Kuvveti (N) | | | | |
|-------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 0.gün | 8.gün | 16.gün | 24.gün | 32.gün |
| A4°C | 5,81 ± 0,49Aa | 5,40 ± 0,47ABa | 4,71 ± 0,54Ab | 2,76 ± 0,87Bd | 3,68 ± 0,53Bc |
| K4°C | 5,81 ± 0,49Aa | 5,44 ± 0,63ABa | 4,02 ± 0,92Bb | 3,49 ± 0,53Ab | 3,61 ± 1,07Bb |
| P4°C | 5,81 ± 0,49Aa | 5,19 ± 0,69Ba | 4,89 ± 0,46Aab | 4,93 ± 0,51Aab | 4,84 ± 0,65Aab |
| A10°C | 5,81 ± 0,49Aa | 5,68 ± 0,58Aa | 5,13 ± 0,41Ab | 2,46 ± 0,73Bc | 2,74 ± 0,70Cc |
| K10°C | 5,81 ± 0,49Aa | 5,48 ± 0,76ABa | 2,57 ± 1,23Cb | 1,13 ± 0,39Cc | 1,67 ± 0,44Dc |
| P10°C | 5,81 ± 0,49Aa | 5,64 ± 0,51ABa | 4,67 ± 0,68Ab | 1,36 ± 0,49Cd | 2,51 ± 0,32Cc |

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 (A4°C: 4°C’de ambalajsız, K4°C: 4°C’de katkısız LDPE, P4°C: 4°C’de etilen tutucu içeren LDPE, A10°C: 10°C’de ambalajsız, K10°C: 10°C’de katkısız LDPE, P10°C: 10°C’de etilen tutucu içeren LDPE)

Çölgeçen ve Aday (2015) kiraz domates üzerine yaptıkları çalışmada, pasif modifiye atmosfer altında 4°C’de 5 hafta boyunca depoladıkları kiraz domateslerin kalitesinde meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Tekstür sonuçları incelendiğinde başlangıçta 7,85N olan sertlik değeri depolamanın ilk haftasında 5,49N’a düşmüş ve depolamanın sonunda 4,14N olarak bulunmuştur. Sertliğin azalması kütle kaybı ile ilişkilendirilmiştir.

Fagundes ve ark. (2015) kiraz domates üzerine yaptıkları çalışmada başlangıçta 6,1N olan penetrasyon kuvvetinin 25 günlük depolama sonunda aktif MAP (%5 O₂ - %5

CO₂) altında paketlenen grupta 5N'a düştüğünü ve depolama boyunca anlamlı farklılık oluşmadığını belirtmişlerdir. Kontrol grubunda ise (pasif MAP) başlangıçta 6,5N olan penetrasyon kuvveti, depolama sonunda 4,5N'a düşmüştür.

Tablo 4.4. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının badem hıyarın penetrasyon kuvvetine etkisi

| | Penetrasyon Kuvveti (N) | | | | |
|-------|-------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 0.gün | 5.gün | 10.gün | 15.gün | 20.gün |
| A4°C | 25,88 ± 2,05Aa | 26,53 ± 2,59ABCa | 21,59 ± 2,91Bb | 0,61 ± 0,35Ec | T.E. |
| K4°C | 25,88 ± 2,05Aa | 25,02 ± 2,86Ca | 19,05 ± 2,78Cb | 19,73 ± 3,25Cb | 11,71 ± 4,15Cc |
| P4°C | 25,88 ± 2,05Aa | 25,33 ± 3,10ABCa | 22,67 ± 1,78Bb | 5,33 ± 1,48 Dc | 1,51 ± 1,70Dd |
| A10°C | 25,88 ± 2,05Ab | 25,61 ± 2,47BCb | 25,51 ± 2,63Ab | 29,26 ± 3,47Aa | 19,56 ± 2,99Bc |
| K10°C | 25,88 ± 2,05 Ab | 27,89 ± 2,00Aa | 24,86 ± 2,10Abc | 24,60 ± 2,30Bbc | 23,88 ± 3,37Ac |
| P10°C | 25,88 ± 2,05Aab | 27,19 ± 1,53ABa | 24,99 ± 2,27Aab | 25,72 ± 1,89Bab | 25,42 ± 1,75Aab |

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 (A4°C: 4°C'de ambalajsız, K4°C: 4°C'de katkısız LDPE, P4°C: 4°C'de etilen tutucu içeren LDPE, A10°C: 10°C'de ambalajsız, K10°C: 10°C'de katkısız LDPE, P10°C: 10°C'de etilen tutucu içeren LDPE, T.E.: Tespit edilemedi)

Aktif ambalajlamanın, depolama sıcaklığının ve depolama süresinin hıyarın penetrasyon kuvveti üzerine etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p\leq 0,05$) (Tablo 4.13.). Tablo 4.4.'e göre 10°C'de depolanan ve etilen tutucu içeren LDPE ile ambalajlanan grupta (P10°C) depolama süresi boyunca doku sertliği korunmuştur. Bu grupta başlangıçta 25,88N olan penetrasyon değeri depolamanın sonunda 25,22N olarak ölçülmüştür. 4°C'de depolanan gruplarda ise depolama süresi boyunca önemli bir düşüş görülmüştür ($p\leq 0,05$). Bu durum hıyarlarda düşük sıcaklıklarda meydana gelen soğuk zararlanması sonucu ürünlerin yumuşamasıyla açıklanabilmektedir. Düşük sıcaklıklarda hıyarlarda meydana gelen yüksek soğuk zararlanması nedeniyle 10°C'de depolanan gruplarda daha iyi sonuçlar alınmıştır.

Hıyarlarda depolama sonunda uygulamalar arasında da anlamlı farklılıklar bulunmuş ($p\leq 0,05$) ve en iyi sonucun P10°C ve K10°C gruplarından elde edildiği gözlenmiştir. Sıcaklığın hıyar sertliği üzerinde etilen tutucu ambalajlamaya göre daha önemli bir etken olduğu görülmektedir. Akbudak ve ark. (2007) Octopus turşuluk hıyar çeşidinde kontrollü atmosfer ve pasif modifiye atmosfer altında depolamanın hıyarların kalitesi

üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, 30 günlük muhafaza süresi sonunda tüm uygulamalarda sertliğin azaldığını, ancak bu azalmanın en hızlı kontrollü atmosferde depolanan meyvelerde meydana geldiğini belirtmişlerdir.

4.5. Kimyasal Analizler

4.5.1. Suda çözümlü kuru madde miktarı (%briks)

Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının suda çözümlü kuru madde (SÇKM) üzerine etkisi kiraz domates için Tablo 4.5.'te, badem hıyar için Tablo 4.6.'da verilmiştir. Uygulama*sıcaklık*depolama süresinin briks üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p \leq 0,05$) (Tablo 4.12.). Tablo 4.5.'e göre depolama süresi boyunca tüm uygulamalarda önemli düzeyde düşüş görülmüştür. Depolamanın başlangıcında %5,90 olan SÇKM değeri, depolamanın sonunda K4°C grubunda %3,90'a, P4°C grubunda 4,70'e, K10°C grubunda 4,30'a ve P10°C grubunda ise 3.80'e düşmüştür. En az değişim 4°C'de depolanan ve etilen tutucu içeren LDPE ambalajlarda (P4°C) depolanan ürünlerde meydana gelmiştir. 4°C'de etilen tutucu içeren grupta solunumun yavaş olması ve etilenin uzaklaştırılmasından dolayı olgunlaşmanın kontrol altına alındığı ve bu nedenle %briksteeki değişimin daha az olduğu düşünülmektedir. Depolama sonunda en düşük SÇKM, 4°C ve 10°C'de depolanan ambalajsız gruplarda meydana gelmiştir (3,60 ve 3,30). Domateste suda çözümlü maddelerin %65'ini şeker oluşturur, suda çözümlü diğer maddeler ise organik asitler, tuzlar, vitaminler, serbest amino asitler ve diğer bazı maddelerdir (Demir, 2015). Depolama süresi boyunca birkste meydana gelen düşüş ürün içeriğindeki şekerlerin solunum ile kullanılmasıyla açıklanabilmektedir (Halloran ve ark., 1996)

Depolama sonunda P4°C ve K10°C ile diğer uygulamalar arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Ambalajlı muhafazanın nem kaybını azaltarak SÇKM miktarının korunmasında etkili olduğu bilinmektedir (Sabır ve Açar, 2008; Halloran ve ark. 1996).

Tablo 4.5. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının kiraz domatesin suda çözünür kuru madde miktarına etkisi

| | Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı (% Briks) | | | | |
|-------|-------------------------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 0.gün | 8.gün | 16.gün | 24.gün | 32.gün |
| A4°C | 5,90 ± 0,23Aa | 5,00 ± 0,23ABCb | 4,90 ± 0,32Abc | 4,50 ± 0,24BCc | 3,60 ± 0,20Bd |
| K4°C | 5,90 ± 0,23Aa | 5,30 ± 0,28Ab | 4,80 ± 0,26Abc | 5,10 ± 0,17Abc | 3,90 ± 0,30BCd |
| P4°C | 5,90 ± 0,23Aa | 4,50 ± 0,45Cb | 5,00 ± 0,41Ab | 4,80 ± 0,40ABb | 4,70 ± 0,27Ab |
| A10°C | 5,90 ± 0,23Aa | 5,20 ± 0,41ABb | 5,10 ± 0,20Ab | 3,90 ± 0,40Bc | 3,30 ± 0,30BCd |
| K10°C | 5,90 ± 0,23Aa | 4,80 ± 0,46ABCb | 4,40 ± 0,24 | 4,60 ± 0,17ABb | 4,30 ± 0,08Abc |
| P10°C | 5,90 ± 0,23Aa | 4,70 ± 0,34BCb | 4,30 ± 0,24Bc | 4,10 ± 0,53CDe | 3,80 ± 0,31Bc |

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 (A4°C: 4°C'de ambalajsız, K4°C: 4°C'de katkısız LDPE, P4°C: 4°C'de etilen tutucu içeren LDPE, A10°C: 10°C'de ambalajsız, K10°C: 10°C'de katkısız LDPE, P10°C: 10°C'de etilen tutucu içeren LDPE)

Uygulama*sıcaklık*depolama süresinin hıyarda briks üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p\leq 0,05$) (Tablo 4.12.). Tablo 4.6.'ya göre uygulamalar arasında depolama sonunda istatistiki olarak önemli bir fark ortaya çıkmamıştır. Ancak tüm uygulamalarda depolama süresi boyunca düşüş meydana gelmiştir. Depolamanın başında %2,20 olan SÇKM değeri, depolamanın sonunda ambalajsız gruplarda %1,50, katkısız LDPE gruplarında %1,60, etilen tutucu içeren gruplarda ise P4°C'de %1,40 ve P10°C'da %1,70 olarak ölçülmüştür. Depolama süresi boyunca meydana gelen düşüş ürün içeriğindeki şekerlerin solunum ile kullanılmasıyla açıklanabilmektedir.(Halloran ve ark., 1996).

Tablo 4.6. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının badem hıyarın suda çözünür kuru madde miktarına etkisi

| | Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı (% Briks) | | | | |
|-------|-------------------------------------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| | 0.gün | 5.gün | 10.gün | 15.gün | 20.gün |
| A4°C | 2,20 ± 0,10Aa | 2,20 ± 0,40Aa | 2,10 ± 0,10Aa | 1,70 ± 0,20Bb | 1,50 ± 0,01ABb |
| K4°C | 2,20 ± 0,10Aa | 2,00 ± 0,30Aa | 2,10 ± 0,10Aa | 1,80 ± 0,10Bb | 1,60 ± 0,20ABb |
| P4°C | 2,20 ± 0,10Aa | 2,10 ± 0,10Aab | 2,10 ± 0,10Ab | 2,10 ± 0,10Ab | 1,40 ± 0,20Bc |
| A10°C | 2,20 ± 0,10Aa | 2,10 ± 0,10Aa | 2,00 ± 0,30Aa | 2,20 ± 0,20Aa | 1,50 ± 0,20ABb |
| K10°C | 2,20 ± 0,10Aa | 2,10 ± 0,10Aa | 1,70 ± 0,20Bb | 1,80 ± 0,10Bb | 1,60 ± 0,10ABc |
| P10°C | 2,20 ± 0,10Aa | 2,00 ± 0,20Aa | 1,70 ± 0,20Bb | 1,60 ± 0,20Bb | 1,70 ± 0,10Ab |

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 (A4°C: 4°C'de ambalajsız, K4°C: 4°C'de katkısız LDPE, P4°C: 4°C'de etilen tutucu içeren LDPE, A10°C: 10°C'de ambalajsız, K10°C: 10°C'de katkısız LDPE, P10°C: 10°C'de etilen tutucu içeren LDPE)

4.5.2. pH

Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının pH üzerine etkisi kiraz domates için Tablo 4.7.'de, badem hıyar için Tablo 4.8.'de verilmiştir. Aktif ambalajlama, depolama sıcaklığı ve süresinin kiraz domatesin pH değeri üzerine önemli bir etkisinin

bulunmadığı görülmektedir ($p>0,05$) (Tablo 4.12.). Tablo 4.7.'ye göre 4°C ve 10°C'de depolanan örneklerde depolama boyunca gerçekleşen değişim önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Depolama sonunda uygulamalar arasındaki farklar da önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Demir (2015) yaptığı çalışmada etilen tutucu içeren ve içermeyen aktif ve pasif MAP ile ambalajlanan kiraz domateslerin pH değerinde 28 günlük depolama boyunca artış meydana geldiğini ve depolama sonunda 4,30 ile 4,50 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Daş (2004) ise yaptığı çalışmada pH değerlerinin 3,0 ile 4,0 aralığında olduğunu tespit etmiş ve depolama süresi boyunca inişler ve çıkışlar olduğunu belirtmiştir. Yapılan çalışmalara göre domateslerde pH'nın ürün çeşidine göre farklılık gösterdiği, MAP uygulamasının bazı çalışmalarda pH üzerine etkisinin olduğu bazılarında ise herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir (Gil ve ark., 2002; Daş, 2004).

Tablo 4.7. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının kiraz domatesin pH'sına etkisi

| | pH | | | | |
|-------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|
| | 0.gün | 8.gün | 16.gün | 24.gün | 32.gün |
| A4°C | 4,60 ± 0,02Aab | 4,46 ± 0,05Cc | 4,77 ± 0,3Aa | 4,70 ± 0,07Bab | 4,41 ± 0,13Abc |
| K4°C | 4,60 ± 0,02Aab | 4,55 ± 0,03Bbc | 4,56 ± 0,02Bbc | 4,69 ± 0,07Ba | 4,57 ± 0,03Abc |
| P4°C | 4,60 ± 0,02Aab | 4,60 ± 0,10Aab | 4,67 ± 0,09ABa | 4,69 ± 0,08Ba | 4,50 ± 0,09Ab |
| A10°C | 4,60 ± 0,02Aab | 4,64 ± 0,06Aab | 4,65 ± 0,05ABab | 4,69 ± 0,14Ba | 4,56 ± 0,05Aab |
| K10°C | 4,60 ± 0,02Aab | 4,64 ± 0,03Aab | 4,66 ± 0,02ABab | 4,77 ± 0,06Aa | 4,58 ± 0,12Aab |
| P10°C | 4,60 ± 0,02Aab | 4,61 ± 0,07Aab | 4,73 ± 0,09Aa | 4,74 ± 0,09Aa | 4,54 ± 0,03Ab |

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 (A4°C: 4°C'de ambalajsız, K4°C: 4°C'de katkısız LDPE, P4°C: 4°C'de etilen tutucu içeren LDPE, A10°C: 10°C'de ambalajsız, K10°C: 10°C'de katkısız LDPE, P10°C: 10°C'de etilen tutucu içeren LDPE)

Aktif ambalajlama, depolama süresi ve uygulama*depolama süresinin badem hıyarın pH değeri üzerine etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p\leq 0,05$) (Tablo 4.13.). Hıyarlarda elde edilen sonuçlara göre (Tablo 4.8.), tüm gruplarda depolama boyunca çok az miktarda artış gözlenmektedir. Meydana gelen artışlar depolama süresi ilerledikçe ürünlerin olgunlaşmasıyla açıklanabilmektedir. Karaçalı (2004)'ya göre de

birçok meyvede olgunlaşmayla birlikte asitlik azalmakta, buna karşılık pH miktarında ise artış meydana gelmektedir. Katkısız PE grubu örneklerde 4°C ve 10°C sıcaklıklarında pH değeri sırasıyla 6,84 ve 6,68 ile en yüksek olup, diğer uygulamalara göre meyvenin olgunlaşma düzeyinin daha ileride olduğu belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada, hıyar aktif ve pasif modifiye atmosfer altında 4°C ve 10°C'de 15 gün depolanmıştır. Başlangıçta 5,82 olan pH değerinin 4°C ve 10°C'de depolamanın sonunda 6.40 ve 6.60 arasında olduğu belirtilmiştir. pH'daki değişimin ürünün solunum hızı ve metabolik aktivitesiyle ilişkili olduğu belirtilmiştir (Maleki ve ark., 2018).

Tablo 4.8. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının badem hıyarın pH'sına etkisi

| | pH | | | | |
|-------|---------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| | 0.gün | 5.gün | 10.gün | 15.gün | 20.gün |
| A4°C | 5,98 ± 0,03Ac | 6,08 ± 0,08BCb | 6,42 ± 0,08ABa | 6,30 ± 0,33Ba | 6,14 ± 0,10Cb |
| K4°C | 5,98 ± 0,03Ab | 6,11 ± 0,13BCb | 6,27 ± 0,55Bb | 6,65 ± 0,07Aa | 6,68 ± 0,07ABa |
| P4°C | 5,98 ± 0,03Ac | 6,18 ± 0,10Bb | 6,46 ± 0,16ABa | 6,50 ± 0,16ABa | 6,63 ± 0,03Ba |
| A10°C | 5,98 ± 0,03Ab | 6,00 ± 0,11Cab | 6,33 ± 0,14Ba | 6,18 ± 0,11Ba | 6,02 ± 0,19CDab |
| K10°C | 5,98 ± 0,03Ad | 6,41 ± 0,07Ac | 6,72 ± 0,09Ab | 6,73 ± 0,07Ab | 6,84 ± 0,04Aa |
| P10°C | 5,98 ± 0,03Ab | 6,14 ± 0,09Bb | 6,76 ± 0,20Aa | 6,63 ± 0,42Aa | 6,59 ± 0,18Ba |

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 (A4°C: 4°C'de ambalajsız, K4°C: 4°C'de katkısız LDPE, P4°C: 4°C'de etilen tutucu içeren LDPE, A10°C: 10°C'de ambalajsız, K10°C: 10°C'de katkısız LDPE, P10°C: 10°C'de etilen tutucu içeren LDPE)

4.5.3. Titrasyon asitliği (%)

Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının titrasyon asitliği üzerine etkisi kiraz domates için Tablo 4.9.'da, badem hıyar için Tablo 4.10.'da verilmiştir. Titrasyon asitliği (%) kiraz domates için domatesteki hâkim asit olan sitrik asit (%), hıyar için ise malik asit (%) cinsinden ifade edilmiştir.

Yalnızca uygulama*sıcaklık etkileşiminin kiraz domatesin TA değeri üzerine etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p\leq 0,05$) (Tablo 4.12.) Tablo 4.9.'a göre, tüm uygulamalarda depolama süresince başlangıç değerine kıyasla önemli bir değişim

ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$). Etilen tutucu sistemlerin ve depolama sıcaklığının kiraz domateslerin titrasyon asitliği üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$) (Tablo 4.12.). Ayrıca depolama sonunda uygulamalar arasında titrasyon asitliği açısından önemli bir fark olmadığı da görülmektedir. ($p>0.05$). Başlangıçta %0,67 olarak ölçülen TA değeri depolamanın sonunda tüm gruplarda %0,66-%0,70 aralığında ölçülmüştür.

Tablo 4.9. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının kiraz domatesin titrasyon asitliğine etkisi

| | Titrasyon Asitliği (%Sitrik asit) | | | | |
|-------|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 0.gün | 8.gün | 16.gün | 24.gün | 32.gün |
| A4°C | 0,67 ± 0,02Ab | 0,76 ± 0,06Aa | 0,43 ± 0,06ABc | 0,40 ± 0,04Bc | 0,70 ± 0,05Aab |
| K4°C | 0,67 ± 0,02Aa | 0,70 ± 0,05ABa | 0,50 ± 0,02Ac | 0,40 ± 0,02Bd | 0,68 ± 0,06Aa |
| P4°C | 0,67 ± 0,02Aab | 0,69 ± 0,08ABa | 0,39 ± 0,01Bd | 0,46 ± 0,02Ac | 0,72 ± 0,03Aa |
| A10°C | 0,67 ± 0,02Ab | 0,78 ± 0,06Aa | 0,47 ± 0,06ABc | 0,38 ± 0,07Bd | 0,69 ± 0,07Ab |
| K10°C | 0,67 ± 0,02Aa | 0,63 ± 0,07Ba | 0,43 ± 0,09ABb | 0,36 ± 0,03Bbc | 0,71 ± 0,04Aa |
| P10°C | 0,67 ± 0,02Aa | 0,72 ± 0,07Aa | 0,41 ± 0,03Bc | 0,40 ± 0,04Bc | 0,66 ± 0,05Aa |

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 (A4°C: 4°C'de ambalajsız, K4°C: 4°C'de katkısız LDPE, P4°C: 4°C'de etilen tutucu içeren LDPE, A10°C: 10°C'de ambalajsız, K10°C: 10°C'de katkısız LDPE, P10°C: 10°C'de etilen tutucu içeren LDPE)

Meheriuk ve ark. (1995) kiraz domates ile yaptıkları çalışmada, 10 haftalık depolama sonunda başlangıçta 0,721 olan titrasyon asitliği değerini depolamanın 4. haftasında 0,685, depolama sonunda ise 0,373 bulmuşlardır. İlk 6 haftadaki değişimin önemsiz olduğu, asitlik değerinde depolama sonunda yaşanan düşüşün lezzet kaybına sebep olduğu belirtilmektedir.

Uygulama*sıcaklık*depolama süresinin badem hıyarın titrasyon asitliği üzerine etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p\leq 0.05$) (Tablo 4.13.). Tablo 4.10.'a göre, depolama süresince tüm uygulamalarda titrasyon asitliği açısından istatistiksel bir değişim tespit edilmemiştir ($p>0.05$). Ancak, depolamanın sonunda uygulamalar arasında fark ortaya çıkmıştır ($p\leq 0.05$). En yüksek titrasyon asitliği %0,20 ile 4°C'de depolanan ambalajsız grupta ölçülmüştür. Yapılan bir çalışmada kontrol grubu ürünlerin titrasyon asitliği etilen tutucu içeren gruba göre yüksek çıkmış ve bu durum

kontrol grubunda olgunlaşmanın daha hızlı olduğunun göstergesi olarak açıklanmıştır (Duman, 2011).

Tablo 4.10. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının badem hıyarın titrasyon asitliğine etkisi

| | Titrasyon Asitliği (% Malik asit) | | | | |
|-------|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 0.gün | 5.gün | 10.gün | 15.gün | 20.gün |
| A4°C | 0,18 ± 0,02Aab | 0,20 ± 0,02Aab | 0,26 ± 0,05Ca | 0,16 ± 0,01Bb | 0,20 ± 0,02Aab |
| K4°C | 0,18 ± 0,02Ab | 0,18 ± 0,01Ab | 0,21 ± 0,02Ba | 0,16 ± 0,01Bb | 0,17 ± 0,01Bb |
| P4°C | 0,18 ± 0,02Ab | 0,19 ± 0,02Ab | 0,32 ± 0,03ABa | 0,20 ± 0,03ABb | 0,18 ± 0,01Ab |
| A10°C | 0,18 ± 0,02Ab | 0,19 ± 0,01Ab | 0,28 ± 0,04BCa | 0,21 ± 0,06Ab | 0,17 ± 0,03Bb |
| K10°C | 0,18 ± 0,02Ab | 0,18 ± 0,01Ab | 0,21 ± 0,02Ba | 0,16 ± 0,01Bb | 0,18 ± 0,01Ab |
| P10°C | 0,18 ± 0,02Ab | 0,20 ± 0,01Ab | 0,33 ± 0,02Aa | 0,15 ± 0,01Bbc | 0,16 ± 0,01Bb |

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 (A4°C: 4°C’de ambalajsız, K4°C: 4°C’de katkısız LDPE, P4°C: 4°C’de etilen tutucu içeren LDPE, A10°C: 10°C’de ambalajsız, K10°C: 10°C’de katkısız LDPE, P10°C: 10°C’de etilen tutucu içeren LDPE)

Solunum hızı ve etilen üretimi gibi 2 temel faktörün kontrol altına alınması, meyve ve sebzeler için kalite göstergesi olan renk, asitlik ve tekstür gibi temel kalite parametrelerini de yakından etkilemektedir (Çavuşoğlu, 2014).

4.5.4. Likopen konsantrasyonu (ppm)

Likopen domates ve benzeri ürünlere kırmızı rengini veren ve domateste yüksek miktarda bulunan karotenoidlerden biridir. Günümüzün önemli hastalığı olan kanserin ve kalp hastalıklarının azaltılmasında önemli rol oynamaktadır. Bu sebeplerden dolayı domateslerde likopenin korunması çok önemlidir (İlahy ve ark., 2011; Demir, 2015).

Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının kiraz domatesin likopen konsantrasyonu üzerine etkisi Tablo 4.11’de gösterilmiştir. Depolama sıcaklığı ve süresinin likopen konsantrasyonu üzerine etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p\leq 0,05$) (Tablo 4.12.). Tablo 4.11.’e göre, depolama sonunda en fazla likopen kaybı ambalajsız uygulamalarda gözlenmiştir. Atmosferik oksijen ile sürekli temas halinde bulunan ürünlerin likopen konsantrasyonlarında azalma meydana gelmektedir (İzgi, 2012). Dolayısıyla ambalajsız ürünlerdeki düşüşün sebebi olarak ürünlerin oksijen ile

temasının kesilmemesi gösterilebilir. Modifiye atmosfer paketlemenin likopen içeriğini koruduğu bilinmektedir. Ancak yaptığımız çalışmada, 4°C’de aktif ambalajlama ile modifiye atmosfer paketlemenin (P4°C) birlikte kullanılması ürünün likopen içeriğine en olumlu etki eden ortamı oluşturmuştur. Nitekim bu grupta başlangıçta likopen miktarı 20,49 ppm iken depolamanın sonunda 20,77 ppm olmuştur. Etilen tutucu sistemlerin kullanımının likopen konsantrasyonunu koruduğu görülmektedir. Diğer tüm uygulamalarda depolama süresince azalma meydana gelmiş ve bu azalmanın anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0,05$). Ambalajsız ürünlerde depolamanın başında 20,49 ppm olan likopen konsantrasyonu depolamanın sonunda A4°C grubunda 15,46 ppm bulunurken, A10°C grubunda 13,71 ppm bulunmuştur. Katkısız LDPE grubu ambalajlarda, depolama sonunda K4°C grubunda 17,51 ppm bulunurken, K10°C grubunda 16,71 ppm bulunmuştur. Sonuç olarak tüm uygulamalarda 4°C’de depolanan örneklerin, 10°C’de depolanan örneklere göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüş ve depolama sıcaklığının likopen konsantrasyonu üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0,05$). Likopen kaybı üzerine en önemli faktörlerin depolama sıcaklığı ve süresi ile oksijen ve ışık olduğu belirtilmiştir. Depolama süresi uzadıkça likopen kaybı artmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda yapılan depolama işlemlerinde likopen kayıplarının daha fazla olması beklenmektedir (İzgi, 2012).

Çavuşoğlu (2014) yaptığı çalışmada domates, hıyar ve brokoli üzerinde farklı konsantrasyonlardaki ozon gazı uygulamalarının raf ömrüne etkisini incelemiştir. 21 günlük depolama süresi boyunca tüm gruplarda domatesin likopen değerlerinde azalma olduğu gözlenmiştir. Başlangıçta 25,1 ppm olan likopen miktarı depolamanın sonunda 0,05 ppm ozon gazı uygulamasında 12,1 ppm, 0,3 ppm ozon gazı uygulamasında 10,8 ppm, açık kontrol uygulamasında ise 11,2 ppm olarak belirtilmiştir. Depolama sonunda uygulamalar arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmadığı belirtilmiştir.

Likopen domatese kırmızı rengini veren en önemli pigment olduğu için likopendeki değişim domatesin rengini de etkilemektedir. Bu durumda renk analiz sonuçları ve

likopen analiz sonuçlarının paralellik göstermesi beklenmektedir. Nitekim aldığımız sonuçlardan P4°C grubunda depolama sonunda likopen miktarı aynı kaldığı gibi a* değerinde de istatistiki olarak önemli farklılıklar gözlenmemiştir.

Tablo 4.11. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının kiraz domatesin likopen konsantrasyonuna etkisi

| | Likopen Konsantrasyonu (ppm) | | | | |
|-------|------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| | 0.gün | 8.gün | 16.gün | 24.gün | 32.gün |
| A4°C | 20,49 ± 5,67Aa | 17,82 ± 2,94Bb | 16,10 ± 2,95Bbc | 15,53 ± 2,58Cc | 15,46 ± 4,03Cc |
| K4°C | 20,49 ± 5,67Aa | 18,82 ± 1,39ABb | 16,77 ± 2,43Bc | 18,91 ± 3,94Ab | 17,51 ± 2,44Bbc |
| P4°C | 20,49 ± 5,67Aa | 19,42 ± 1,29Aa | 17,70 ± 3,84Ab | 18,12 ± 2,17Ab | 20,77 ± 1,17Aa |
| A10°C | 20,49 ± 5,67Aa | 19,61 ± 2,25Aa | 17,09 ± 2,85Bb | 16,50 ± 0,71Bb | 13,71 ± 2,11Dc |
| K10°C | 20,49 ± 5,67Aa | 18,56 ± 2,98ABb | 18,15 ± 3,88Ab | 17,25 ± 3,74Bb | 16,71 ± 0,75Bbc |
| P10°C | 20,49 ± 5,67Aa | 17,69 ± 3,66Bb | 17,61 ± 3,48Ab | 17,45 ± 2,32Bb | 16,74 ± 0,52Bcb |

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 (A4°C: 4°C'de ambalajsız, K4°C: 4°C'de katkısız LDPE, P4°C: 4°C'de etilen tutucu içeren LDPE, A10°C: 10°C'de ambalajsız, K10°C: 10°C'de katkısız LDPE, P10°C: 10°C'de etilen tutucu içeren LDPE)

Tablo 4.12. Kiraz domateslerde renk (L*, a* ve b*), sertlik, pH, briks, titrasyon asitliği ve likopen için temel faktörlerin ve etkileşimlerinin p değeri

| | Sertlik | L* | a* | b* | Briks | pH | TA | Likopen |
|-----------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Uygulama | 0,000 | 0,411 | 0,035 | 0,000 | 0,243 | 0,382 | 0,112 | 0,157 |
| Depolama Sıcaklığı | 0,000 | 0,324 | 0,796 | 0,317 | 0,212 | 0,286 | 0,072 | 0,044 |
| Depolama Süresi | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,334 | 0,100 | 0,000 |
| Uygulama*Sıcaklık | 0,000 | 0,287 | 0,295 | 0,060 | 0,268 | 0,401 | 0,008 | 0,407 |
| Uygulama*Depolama Süresi | 0,000 | 0,183 | 0,381 | 0,029 | 0,793 | 0,361 | 0,706 | 0,082 |
| Sıcaklık*Depolama Süresi | 0,000 | 0,031 | 0,667 | 0,979 | 0,038 | 0,316 | 0,891 | 0,191 |
| Uygulama*Sıcaklık*Depolama Süresi | 0,005 | 0,772 | 0,292 | 0,354 | 0,020 | 0,393 | 0,136 | 0,890 |

*P>0.05 istatistiksel olarak anlamlı değildir

Tablo 4.13. Badem hiyarlarda renk (L*, a* ve b*), sertlik, pH, briks ve titrasyon asitliği için temel faktörlerin ve etkileşimlerinin p değeri

| | Sertlik | L* | a* | b* | Briks | pH | TA |
|-----------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Uygulama | 0,000 | 0,031 | 0,013 | 0,059 | 0,289 | 0,000 | 0,000 |
| Depolama Sıcaklığı | 0,000 | 0,000 | 0,700 | 0,000 | 0,316 | 0,159 | 0,763 |
| Depolama Süresi | 0,000 | 0,009 | 0,000 | 0,611 | 0,000 | 0,000 | 0,607 |
| Uygulama*Sıcaklık | 0,001 | 0,003 | 0,001 | 0,000 | 0,184 | 0,326 | 0,111 |
| Uygulama*Depolama Süresi | 0,000 | 0,008 | 0,033 | 0,012 | 0,429 | 0,000 | 0,227 |
| Sıcaklık*Depolama Süresi | 0,000 | 0,000 | 0,058 | 0,000 | 0,018 | 0,278 | 0,068 |
| Uygulama*Sıcaklık Depolama Süresi | 0,000 | 0,002 | 0,003 | 0,000 | 0,032 | 0,733 | 0,014 |

*P>0.05 istatistiksel olarak anlamlı değildir



Şekil 4.9. Depolamanın 16. gününde kiraz domates uygulamalarına ait görüntüler (A4°C: 4°C’de ambalajsız, K4°C: 4°C’de katkısız LDPE, P4°C: 4°C’de etilen tutucu içeren LDPE, A10°C: 10°C’de ambalajsız, K10°C: 10°C’de katkısız LDPE, P10°C: 10°C’de etilen tutucu içeren LDPE)



Şekil 4.10. Depolamanın 32. gününde kiraz domates uygulamalarına ait görüntüler (A4°C: 4°C’de ambalajsız, K4°C: 4°C’de katkısız LDPE, P4°C: 4°C’de etilen tutucu içeren LDPE, A10°C: 10°C’de ambalajsız, K10°C: 10°C’de katkısız LDPE, P10°C: 10°C’de etilen tutucu içeren LDPE)

4.6. Duyusal Değerlendirme

Aktif ambalajlamanın ve farklı depolama sıcaklıklarının kiraz domateslerin duyusal özelliklerine etkisi Tablo 4.14.'te, hıyarların duyusal özelliklerine etkisi ise Tablo 4.15.'te verilmiştir. Kiraz domateste duyusal nitelikler olarak kabuk rengi, tekstür, koku, tat ve genel ürün beğenisi değerlendirilirken, hıyarda kabuk rengi, tekstür, tat ve genel ürün beğenisi değerlendirilmiştir.

Tablo 4.14.'e göre domates kabuk renginde tüm gruplarda depolama boyunca azalma meydana gelmiştir. 4°C'de depolanan etilen tutucu içeren ambalajda (P4°C) depolama boyunca domates kabul edilebilir bulunmuştur. Ambalajsız ürünlerin kabul edilebilirliği, 4°C'de 8. günle sınırlı kalırken, 10°C'de 16 gündür. K4°C ise 24. günde kabul edilebilir bulunmuştur. Depolama sonunda 4°C'de etilen tutucu içeren grup renk açısından kabul edilebilirken, kontrol grupları ve ambalajsız gruplar kabul edilebilir bulunmamıştır. Renk analizi de duyusal analizi desteklemekte olup 32. günde L* değeri en yüksek uygulama P4°C olmuştur. Depolama sıcaklığının ve aktif ambalajlamanın kabuk rengi üzerine etkisi önemli bulunmuştur.

Tekstür değerlerinde ise depolama sonunda tüm gruplar kabul edilebilirlik sınırının altında kalmıştır. 24. günde P4°C ve K4°C kabul edilebilir bulunmuş, diğer grupların kabul edilebilirliği 16. günle sınırlı kalmıştır. Tekstür analizi sonuçları da bu sonuçlarla paralellik göstermektedir. P4°C uygulaması hariç diğer uygulamalarda 16. günden itibaren yumuşama meydana gelmiştir. Depolama sıcaklığının ve aktif ambalajlamanın sertlik üzerine etkisi önemli bulunmuştur.

Tablo 4.14.'e göre kiraz domateslerin tat değerlendirmesinde depolamanın sonunda sadece P4°C grubu kabul edilebilir bulunurken diğer gruplarda 32. günde tadım yapılamamıştır. A4°C ve P10°C grubunun kabul edilebilirliği, 8. günle sınırlı kalırken, A10°C ve K10°C grupları 16. günle sınırlı kalmıştır. K4°C ise 24. gün kabul edilebilir olmasına rağmen 32. günde tadım yapılamaz duruma gelmiştir. P10°C grubundaki

örneklerde depolamanın 24. gününde meydana gelen mikrobiyal gelişim nedeniyle tadım yapılamamıştır. Depolama sıcaklığının ve aktif ambalajlamanın tat üzerine etkisi önemli bulunmuştur.

Kiraz domatesin koku değerlerine bakıldığında ise tüm gruplarda depolama boyunca düşüş gözlenmektedir. Depolama sonunda sadece P4°C grubu kabul edilebilir bulunmuştur. K4°C grubunun kabul edilebilirliği 24. günle sınırlı kalırken, diğer grupların kabul edilebilirliği 16. günle sınırlı kalmıştır. Depolama sıcaklığının ve aktif ambalajlamanın koku üzerine etkisi önemli bulunmuştur.

Genel ürün beğenisi açısından depolama sonunda kabul edilebilir bulunan domates grubu P4°C olmuştur. Depolama sonunda diğer grupların sınırın altında kalması ürün yüzeyinde meydana gelen görünür mikrobiyal gelişim ile ilişkilendirilebilir. Sonuç olarak zeolit içeren LDPE ambalajdaki domates örnekleri, 4°C'de tüm duyuşsal kriterler ve genel ürün beğenisi açısından 32 günlük depolama süresince kabul edilebilir bulunmuştur.

Domateste referans sıcaklık 10°C olmasına rağmen tüm duyuşsal kriterlerde 4°C'de daha iyi sonuçlar alınmıştır. Yapılan diğer analizler de bu durumu desteklemektedir. 4°C'de ürün solunum hızının yavaş olması, etilen üretiminin düşük olması ve tepe boşluğu O₂ konsantrasyonunun denge atmosfer oluşturması sebebiyle 4°C'de duyuşsal açıdan ve diğer kalite parametreleri açısından daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 4.14. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının kiraz domatesin duyuşal özelliklerine etkisi

| Renk | | | | | |
|---------------|------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| | 0.gün | 8.gün | 16.gün | 24.gün | 32.gün |
| A4°C | 5,00±0,0Aa | 5,00±0,0Aa | 2,50±0,45Bb | 2,00±1,10Bb | 1,00±0,32Bc |
| K4°C | 5,00±0,0Aa | 5,00±0,0Aa | 4,30±0,34Aa | 3,50±0,55Ab | 1,00±0,22Bc |
| P4°C | 5,00±0,0Aa | 5,00±0,0Aa | 4,75±0,22Aa | 3,50±0,53Ab | 3,00±0,44Ab |
| A10°C | 5,00±0,0Aa | 5,00±0,0Aa | 4,50±0,33Aa | 1,00±0,87Cb | 1,00±0,38Bb |
| K10°C | 5,00±0,0Aa | 5,00±0,0Aa | 3,00±0,78Bb | 1,00±0,33Cc | 1,00±0,14Bc |
| P10°C | 5,00±0,0Aa | 5,00±0,0Aa | 3,00±0,66Bb | 1,25±0,45Cc | 1,00±0,13Bc |
| Tektür | | | | | |
| | 0.gün | 8.gün | 16.gün | 24.gün | 32.gün |
| A4°C | 5,00±0,0Aa | 4,50±0,24Aa | 3,50±0,13ABb | 2,00±0,55Bc | 1,00±0,14Bd |
| K4°C | 5,00±0,0Aa | 4,75±0,14Aa | 4,00±0,35Aab | 3,00±0,40Ab | 1,25±0,23Bc |
| P4°C | 5,00±0,0Aa | 4,50±0,26Aa | 4,25±0,31Aa | 3,00±0,42Ab | 2,75±0,32Ab |
| A10°C | 5,00±0,0Aa | 5,00±0,0Aa | 4,25±0,40Ab | 1,00±0,33Cc | 1,00±0,43Bc |
| K10°C | 5,00±0,0Aa | 4,75±0,15Aa | 3,25±0,30Bb | 1,00±0,20Cc | 1,00±0,38Bc |
| P10°C | 5,00±0,0Aa | 5,00±0,0Aa | 3,50±0,40ABb | 1,00±0,22Cc | 1,00±0,14Bc |
| Tat | | | | | |
| | 0.gün | 8.gün | 16.gün | 24.gün | 32.gün |
| A4°C | 5,00±0,0Aa | 4,75±0,20Aa | 2,75±0,54Bb | 2,00±0,48Bb | T.Y |
| K4°C | 5,00±0,0Aa | 4,75±0,20Aa | 3,75±0,58ABa | 3,00±0,50Ab | T.Y |
| P4°C | 5,00±0,0Aa | 4,75±0,22Aa | 4,50±0,33Aa | 3,00±0,44Ab | 3,00±0,48Ab |
| A10°C | 5,00±0,0Aa | 5,00±0,0Aa | 3,25±0,40Bb | T.Y | T.Y |
| K10°C | 5,00±0,0Aa | 4,75±0,16Aa | 3,00±0,50Bb | 1,00±0,22Cc | T.Y |
| P10°C | 5,00±0,0Aa | 5,00±0,0Aa | 2,75±0,64Bb | T.Y | T.Y |

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 (A4°C: 4°C'de ambalajsız, K4°C: 4°C'de katkısız LDPE, P4°C: 4°C'de etilen tutucu içeren LDPE, A10°C: 10°C'de ambalajsız, K10°C: 10°C'de katkısız LDPE, P10°C: 10°C'de etilen tutucu içeren LDPE, T.Y.: Tadım yapılamadı)

Tablo 4.14. (Devamı)

| Koku | | | | | |
|--------------|------------|-------------|--------------|--------------|-------------|
| | 0.gün | 8.gün | 16.gün | 24.gün | 32.gün |
| A4°C | 5,00±0,0Aa | 4,75±0,15Aa | 3,25±0,50Bb | 1,75±1,10BCc | 1,00±0,15Bc |
| K4°C | 5,00±0,0Aa | 5,00±0,0Aa | 3,00±0,45Bb | 3,00±0,55Ab | 1,00±0,24Bc |
| P4°C | 5,00±0,0Aa | 4,50±0,24Aa | 4,75±0,12Aa | 3,25±0,50Ab | 3,00±0,47Ab |
| A10°C | 5,00±0,0Aa | 4,75±0,22Aa | 4,00±0,39ABb | 1,00±0,30Cc | 1,00±0,17Bc |
| K10°C | 5,00±0,0Aa | 5,00±0,0Aa | 3,50±0,48Bb | 1,00±0,26Cc | 1,00±0,35Bc |
| P10°C | 5,00±0,0Aa | 4,50±0,25Aa | 3,00±0,45Bb | 1,25±0,26Cc | 1,00±0,34Bc |

| Genel Ürün Beğenisi | | | | | |
|----------------------------|------------|-------------|--------------|--------------|-------------|
| | 0.gün | 8.gün | 16.gün | 24.gün | 32.gün |
| A4°C | 5,00±0,0Aa | 5,00±0,0Aa | 3,00±0,58Bb | 2,00±1,15Bc | 1,00±0,22Bc |
| K4°C | 5,00±0,0Aa | 5,00±0,0Aa | 3,75±0,44ABb | 3,00±0,57Ab | 1,00±0,26Bc |
| P4°C | 5,00±0,0Aa | 4,75±0,19Aa | 4,50±0,25Aa | 3,25±0,34Ab | 3,00±0,45Ab |
| A10°C | 5,00±0,0Aa | 5,00±0,0Aa | 3,50±0,47ABb | 1,00±0,33Cc | 1,00±0,33Bc |
| K10°C | 5,00±0,0Aa | 4,75±0,22Aa | 3,00±0,35Bb | 1,00±0,55Cc | 1,00±0,47Bc |
| P10°C | 5,00±0,0Aa | 5,00±0,0Aa | 3,25±0,57Bb | 1,50±0,75BCc | 1,00±0,18Bc |

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 (A4°C: 4°C'de ambalajsız, K4°C: 4°C'de katkısız LDPE, P4°C: 4°C'de etilen tutucu içeren LDPE, A10°C: 10°C'de ambalajsız, K10°C: 10°C'de katkısız LDPE, P10°C: 10°C'de etilen tutucu içeren LDPE)

Çavuşoğlu (2014) yaptığı çalışmada, domates, hıyar ve brokoli üzerinde farklı konsantrasyonlardaki (0,05 ve 0,3 ppm) ozon gazı uygulamalarının ürünlerin kalitesi üzerine etkisini incelemiştir. Başlangıç değeri 5 olan görsel kalite değerinin, 16. günden sonra tüm domates örneklerinde sınır değer olarak kabul edilen 3'ün altına düştüğü, muhafaza süresi boyunca ürün yapısında meydana gelen tekstürel değişikliklere bağlı olarak, domates kalitesinde bozulmalar olduğu belirtilmiştir.

Tablo 4.15.'e göre hıyarların renk değerlerinde 4°C ve 10°C'de depolanan ambalajsız grupların kabul edilebilirliği 5. günle sınırlı kalırken, 4°C depolanan ambalajlı grupların kabul edilebilirliği 10 günle sınırlı kalmıştır. 10°C'de depolanan katkısız

LDPE ambalajlı grup (K10°C) ise 15. günde kabul edilebilir bulunmuştur. Depolamanın sonunda renk değerleri açısından sadece P10°C grubu kabul edilebilir bulunmuştur.

Tekstür açısından ise ambalajsız grupların ve 4°C'de depolanan ambalajlı grupların kabul edilebilirliği, 10 günle sınırlı kalırken, 10°C'de depolanan katkısız LDPE grubu ambalajlarda depolanan ürünlerin kabul edilebilirliği 15. günle sınırlı kalmıştır. Depolamanın sonunda tekstür değerleri açısından sadece P10°C grubu kabul edilebilir bulunmuştur. 4°C'de depolanan gruplarda yüksek soğuk zararından kaynaklı yumuşamalar meydana gelmiştir.

Tat değerlerinde ise ambalajsız gruplarda A4°C grubunun kabul edilebilirliği 5. günle sınırlı kalırken, A10°C grubunun kabul edilebilirliği 10. günle sınırlı kalmıştır. 15. günde mikrobiyal gelişmeden kaynaklı ambalajsız gruplarda tadım yapılamamıştır. 4°C'de depolanan ambalajlı grupların ise tat açısından kabul edilebilirliği 10. günle sınırlı kalmıştır. Depolamanın sonunda tat değerleri açısından sadece P10°C grubu kabul edilebilir bulunmuştur. Aktif ambalajlama ve depolama sıcaklığının tat üzerine etkisinin önemli olduğu görülmektedir.

Tablo 4.15. Aktif ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının badem hiyarın duyuşal özelliklerine etkisi

| Renk | | | | | |
|----------------|------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| | 0.gün | 5.gün | 10.gün | 15.gün | 20.gün |
| A4°C | 5,00±0,0Aa | 4,80±0,08Aa | 2,00±0,36Cb | 1,00±0,31Cc | 1,00±0,21Dc |
| K4°C | 5,00±0,0Aa | 4,50±0,23Aa | 3,50±0,78Bb | 2,50±0,89Bc | 2,00±0,76Cc |
| P4°C | 5,00±0,0Aa | 4,75±0,14Aa | 3,75±0,38Bb | 2,25±0,45Bc | 2,00±0,44Cc |
| A10°C | 5,00±0,0Aa | 5,00±0,0Aa | 2,75±1,14BCb | 1,00±0,50Cc | 1,00±0,32Dc |
| K10°C | 5,00±0,0Aa | 4,75±0,13Aa | 4,50±0,28Aa | 3,50±0,34Ab | 2,50±0,36Bc |
| P10°C | 5,00±0,0Aa | 4,50±0,33Aab | 4,75±0,24Aa | 4,00±0,67Abc | 3,50±0,45Ac |
| Tekstür | | | | | |
| | 0.gün | 5.gün | 10.gün | 15.gün | 20.gün |
| A4°C | 5,00±0,0Aa | 5,00±0,0Aa | 3,00±0,54Cb | 1,00±0,44Dc | 1,00±0,21Dc |
| K4°C | 5,00±0,0Aa | 4,00±0,45Aa | 4,25±0,23ABab | 2,25±0,33Cc | 1,50±0,22CDc |
| P4°C | 5,00±0,0Aa | 4,75±0,20Aa | 3,50±0,37ABa | 2,25±0,78Cc | 2,00±0,44BCc |
| A10°C | 5,00±0,0Aa | 5,00±0,0Aa | 4,00±0,33ABb | 1,00±0,50Dc | 1,00±0,21Dc |
| K10°C | 5,00±0,0Aa | 5,00±0,0Aa | 4,50±0,20Aa | 3,25±0,59Bb | 2,50±0,66Bc |
| P10°C | 5,00±0,0Aa | 4,50±0,24Aab | 4,25±0,37ABab | 4,00±0,42Abc | 3,25±0,69Ac |
| Tat | | | | | |
| | 0.gün | 5.gün | 10.gün | 15.gün | 20.gün |
| A4°C | 5,00±0,0Aa | 4,75±0,12Aa | 2,75±1,04Bb | T.Y | T.Y |
| K4°C | 5,00±0,0Aa | 4,25±0,35Ab | 4,25±0,44Ab | 2,25±1,20Ab | 1,00±0,33Cc |
| P4°C | 5,00±0,0Aa | 4,50±0,22Aa | 3,50±0,51ABb | 2,50±0,45Ac | 2,00±0,76Bc |
| A10°C | 5,00±0,0Aa | 4,75±0,16Aa | 3,75±0,13ABab | T.Y | T.Y |
| K10°C | 5,00±0,0Aa | 4,25±0,41Aa | 4,25±0,22Aa | 3,00±0,55Ab | 2,00±0,45Bc |
| P10°C | 5,00±0,0Aa | 4,00±0,55Aa | 3,80±0,45ABb | 3,00±0,78Ac | 3,00±0,43Ac |

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 (A4°C: 4°C'de ambalajsız, K4°C: 4 °C'de katkısız LDPE, P4°C: 4°C'de etilen tutucu içeren LDPE, A10°C: 10°C'de ambalajsız, K10°C: 10 °C'de katkısız LDPE, P10°C: 10 °C'de etilen tutucu içeren LDPE, T.Y.: Tadım yapılamadı)

Tablo 4.15. (Devamı)

| Genel Ürün Beğenisi | | | | | |
|---------------------|------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| | 0.gün | 5.gün | 10.gün | 15.gün | 20.gün |
| A4°C | 5,00±0,0Aa | 4,75±0,14Aa | 2,25±1,12Cb | 1,00±0,44Dc | 1,00±0,22Dc |
| K4°C | 5,00±0,0Aa | 4,25±0,33Ab | 4,25±0,36Ab | 2,25±0,58Cc | 1,50±0,56Cc |
| P4°C | 5,00±0,0Aa | 4,75±0,22Aa | 3,25±0,63Bb | 2,25±0,54Cc | 2,00±0,63Bx |
| A10°C | 5,00±0,0Aa | 5,00±0,0Aa | 3,25±0,77Bb | 1,00±0,62Dc | 1,00±0,34Dc |
| K10°C | 5,00±0,0Aa | 4,50±0,24Aa | 4,50±0,21Aa | 3,00±0,46Bb | 2,00±0,74Bc |
| P10°C | 5,00±0,0Aa | 4,25±0,35Aab | 4,25±0,46Aab | 4,00±0,57Ab | 3,00±0,47Ac |

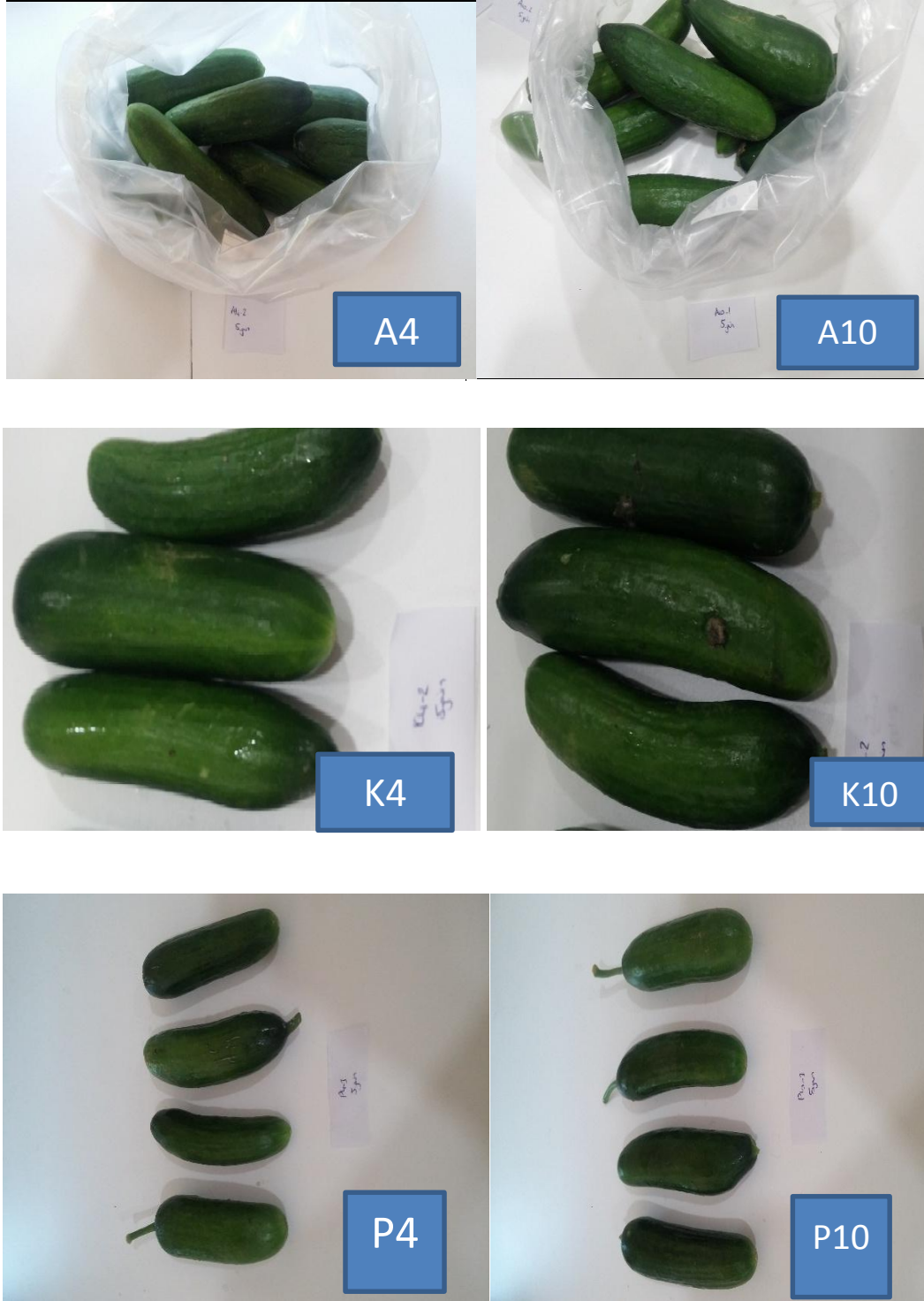
Aynı sütunda benzer büyük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. Aynı satırdaki benzer küçük harflerin bulunduğu ortalama değerler ($P>0.05$) istatistiksel olarak anlamlı değildir (A4°C: 4°C'de ambalajsız, K4°C: 4°C'de katkısız LDPE, P4°C: 4°C'de etilen tutucu içeren LDPE, A10°C: 10°C'de ambalajsız, K10°C: 10°C'de katkısız LDPE, P10°C: 10°C'de etilen tutucu içeren LDPE)

Genel ürün beğenisi değerlendirildiğinde, ambalajsız gruplarda A4°C grubunun kabul edilebilirliği, 5. günle sınırlı kalırken, A10°C grubunun kabul edilebilirliği 10. günle sınırlı kalmıştır. 4°C'de depolanan ambalajlı grupların kabul edilebilirliği ise 10. günle sınırlı kalmıştır. 10°C'de depolanan katkısız LDPE (K10°C) ile ambalajlı ürünlerin kabul edilebilirliği, 15. günle sınırlı kalmıştır. Depolamanın sonunda genel ürün beğenisi açısından sadece P10°C grubu kabul edilebilirlik sınırının üzerinde kalmıştır. Sonuç olarak zeolit içeren LDPE ambalajdaki hıyar örnekleri 10°C'de tüm duyuşal kriterler ve genel ürün beğenisi açısından kabul edilebilir bulunmuştur.

Hıyarın duyuşal analiz sonuçları göz önüne alındığında 10°C'de ambalajlamanın ve depolama sıcaklığının badem hıyarın duyuşal özellikleri üzerine etkisinin anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p\leq 0,05$). Hıyar uygulamalarında 10°C'de tüm duyuşal parametreler açısından 4°C'ye kıyasla daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. 4°C hıyarın soğuk zararına uğramasından kaynaklı kabuğunda meydana gelen değişimler ve klimakterik bir ürün olmadığı için etilenden daha az etkilenmesi 10°C'de daha iyi sonuçların alınmasına neden olmuştur.

Şen (2013) yaptığı çalışmada modifiye atmosfer paketlenme ve shrink film ile sararak depolanan ürünleri, 10°C'de 30 gün depolamıştır. Duyuşal değerlendirme sonuçlarında

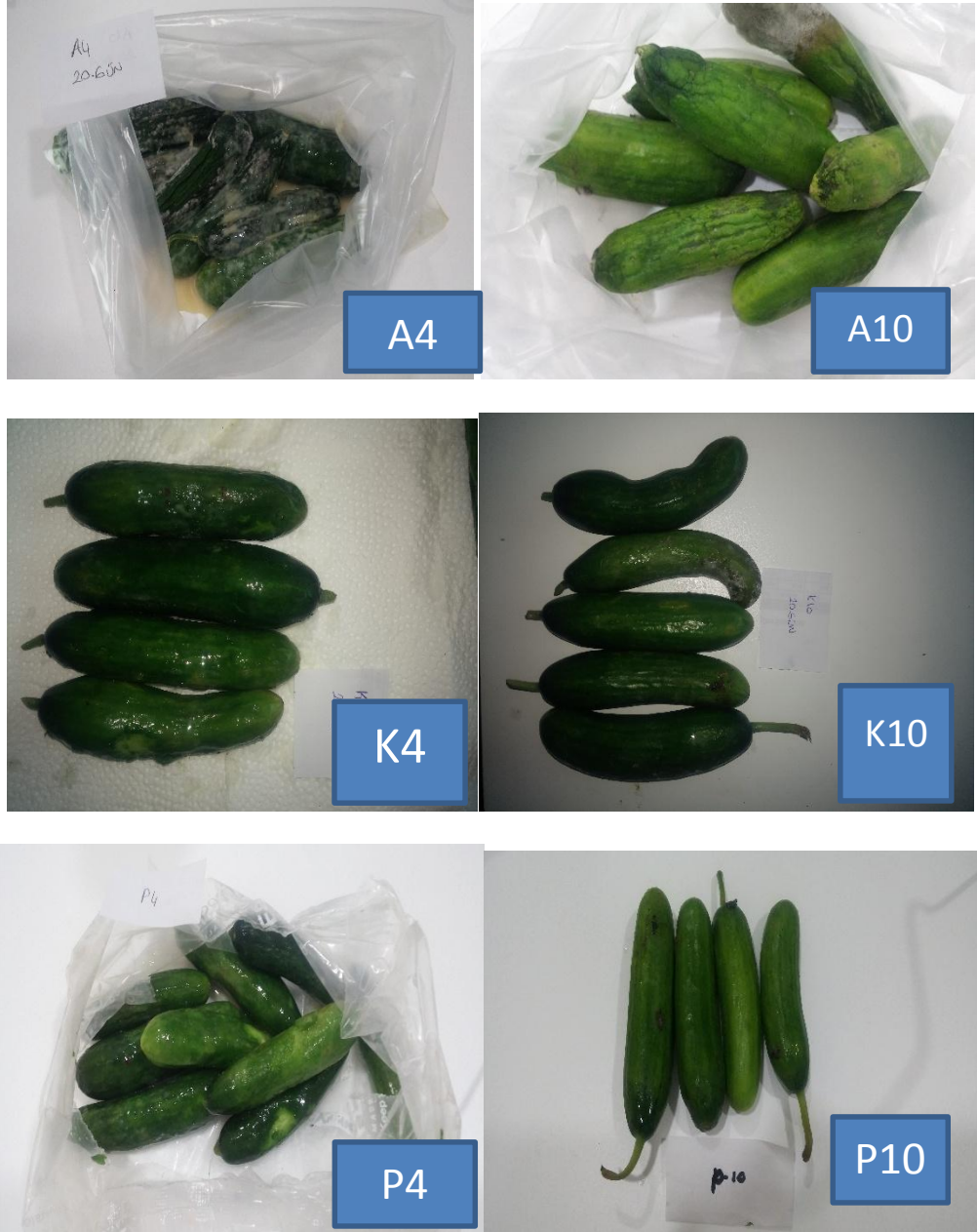
30 günlük depolama sonunda modifiye atmosfer paketlenen ürünlerin 5 üzerinden 3,6 olarak pazarlanabilirliğini sürdürdüğünü, shrink film ile sarılanların ise 2,0 puan olarak pazarlanabilirliğini kaybettiğini belirtmiştir. Depolama sonunda shrink film ile sarılan ürünlerde çürümelerin görülmesinin ve ürünün yeşil rengini kaybetmesinin düşük puan almasına neden olduğu belirtilmiştir.



Şekil 4.11. Depolamanın 5. gününde badem hıyar uygulamalarına ait görüntüler (A4°C: 4°C’de ambalajsız, K4°C: 4°C’de katkısız LDPE, P4°C: 4°C’de etilen tutucu içeren LDPE, A10°C: 10°C’de ambalajsız, K10°C: 10°C’de katkısız LDPE, P10°C: 10°C’de etilen tutucu içeren LDPE)



Şekil 4.12. Depolamanın 10. gününde badem hıyar uygulamalarına ait görüntüler (A4°C: 4°C’de ambalajsız, K4°C: 4°C’de katkısız LDPE, P4°C: 4°C’de etilen tutucu içeren LDPE, A10°C: 10°C’de ambalajsız, K10°C: 10°C’de katkısız LDPE, P10°C: 10°C’de etilen tutucu içeren LDPE)



Şekil 4.13. Depolamanın 20. gününde badem hıyar uygulamalarına ait görüntüler (A4°C: 4°C’de ambalajsız, K4°C: 4°C’de katkısız LDPE, P4°C: 4°C’de etilen tutucu içeren LDPE, A10°C: 10°C’de ambalajsız, K10°C: 10°C’de katkısız LDPE, P10°C: 10°C’de etilen tutucu içeren LDPE)

BÖLÜM 5. SONUÇ

Kiraz domates ve badem hıyarın raf ömrünü uzatmaya ve kalite özelliklerini korumaya yönelik yaptığımız çalışmada aktif ambalajlama ile birlikte farklı depolama sıcaklıklarının etkisi incelenmiştir. Kiraz domateste elde edilen veriler dikkate alındığında, hem tepe boşluğu gaz analizi, hem de duyusal analiz sonuçlarına göre en etkili uygulamanın 4°C’de depolanan etilen tutucu içeren uygulama (P4°C) olduğu görülmektedir. Bu grupta etilen tutucunun varlığı, 4°C’de solunum hızının düşük olması ve malzemenin oksijen geçirgenliğinin yüksek olması sebebiyle tepe boşluğu oksijen oranı depolama boyunca kritik seviye olan %2’nin altına inmemiştir.

10°C’de depolanan ve etilen tutucu içeren uygulamada (P10°C) ise düşük soğuk zararına rağmen, solunum hızının yüksek olması sebebiyle olgunlaşma geciktirilememiş ve buna bağlı olarak denge atmosfer oluşturulamamıştır. Tekstür sonuçlarında da 10°C’de depolanan gruplarda yüksek düzeyde yumuşama olması kalitenin olumsuz etkilendiğinin göstergesidir. Etilen tutucu içermeyen katkısız PE ile ambalajlanan gruplarda ise etilen tutucunun olmaması sebebiyle etilen konsantrasyonu yükselmiş ve ürün kalitesini olumsuz etkilemiştir.

Bu sonuçlar ışığında, 4°C ve 10°C’de ambalajsız ve etilen tutucu içermeyen LDPE ile ambalajlanan kiraz domateslerin raf ömrü en az 16 gün olarak belirlenirken, 10°C’de etilen tutucu içeren LDPE ambalajdaki domateslerin raf ömrü en az 24 gün, 4°C’de etilen tutucu içeren LDPE ambalajdaki domateslerin raf ömrü ise en az 32 gün olarak tespit edilmiştir.

Badem hıyarda ise duyusal analiz ve tepe boşluğu gaz analizi sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, en iyi uygulamanın 10°C’de etilen tutucu içeren LDPE

ambalajlama olduğu gör÷lmektedir. Hıyarların 4°C’de depolanması halinde meydana gelen yüksek soğuk zararlanması ve buna bağlı olarak artan solunum hızı nedeniyle oksijen oranı kritik seviye olan %2’nin altına inmiştir. Tepe boşluğu oksijen oranının %2 ve altına inmesi anaerobik solunumu tetikleyebilecek kritik seviyedir. Hıyarda tüm uygulamalarda depolama boyunca yumuşama meydana gelirken, istatistiksel olarak değişmeyen tek grubun P10°C olduğu gör÷lmektedir.

Bu sonuçlar ışığında, 4°C’de ambalajsız hıyarların raf ömrü en az 5 gün, 10°C ambalajsız ürünlerin ve 4°C’de etilen tutucu içeren ve içermeyen LDPE ile ambalajlanan hıyarların raf ömrü en az 10 gün olarak belirlenirken, 10°C’de etilen tutucu içermeyen LDPE ile ambalajlanan hıyarların raf ömrü en az 15 gün, 10°C etilen tutucu içeren LDPE ambalajdaki domateslerin raf ömrü ise en az 20 gün olarak tespit edilmiştir.

Domates ve hıyar ÷lkemizde genellikle ambalajsız satılan ürünlerdir. Yaptığımız çalışmada da gör÷ldüğu gibi ambalajsız ürünlerde yüksek düzeylerde kütle kaybı meydana gelmiştir ve gerçekleşen kütle kaybı ürünlerin raf ömrünün kısalmasına ve ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Etilen tutucu içeren LDPE ambalaj malzemesi kullanılarak kiraz domatesin raf ömrü 4°C’de 16 günden 32 güne kadar, badem hıyarın raf ömrü ise 10 °C’de 10 günden 20 güne kadar uzatılmıştır. Ambalajsız ürünlerle kıyaslayacak olursak, kiraz domatesin ve badem hıyarın raf ömründe %100 artış sağlanmıştır.

Kiraz domatesin aktif modifiye atmosfer paketleme ile ambalajlanması (%5 O₂ - %5 CO₂), salatalığın ise pasif modifiye atmosfer paketleme ile ambalajlanması ön çalışmada alınan sonuçlarda denge atmosfere ulaşamadığı için bu çalışmaya dâhil edilmemiştir. Her meyve ve sebzenin fizyolojisi birbirinden farklı olduğu için raf ömrü çalışmalarında seçilen ambalaj malzemesi ve geçirgenliği, aktif özellik taşıyıp taşımadığı, depolama sıcaklığı ve bağıl nemi gibi birçok faktör önemlidir. Bu nedenle meyve ve sebzelerde yapılan ambalajlama çalışmalarında bu faktörlerin ürüne hatta çeşide spesifik olarak optimize edilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Akbudak B., Özer M., Uylaser V., Karaman B. 2007. The Effect of Low Oxygen and High Carbon Dioxide on Storage and Pickle Production of Pickling Cucumbers cv. 'Octobus'. Journal of Food Engineering 78: 1034-1046.
- 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, 22: 16-17.
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. 18th Edition Arlington, Virginia, USA.
- Bailen G, Guillen F, Castillo S, Zapata PJ, Serrano M, Valero D, Martinez-Romero D. 2007. Use of a Palladium Catalyst to Improve The Capacity of Activated Carbon to Absorb Ethylene, and Its Effect on Tomato Ripening. Spanish Journal of Agricultural Research 5(4): 579-86.
- Bal, E. 2016. Modifiye Atmosfer Paketleme ile Potasyum Permanganat Uygulamalarının J.H.Hale Şeftali Çeşidinin Muhafazası Üzerine Etkileri. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 6(1): 9-15.
- Batu, A ve Demirdöven, A. 2010. Modifiye Atmosferde Paketleme ve Soğukta Depolamanın Elmanın Duyusal Kalitesi Üzerine Etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarih Bilim Dergisi 20(2): 58-67.
- Batu, A. 1999. Domatesin Solunum Hızı Üzerine Ortam Sıcaklığı ve Hasat Olgunluğunun Etkileri. Journal of Agriculture and Forestry 23: 473-481.
- Cabrera, R. M. ve Saltveit, M. E. 1990. Physiological Response to Chilling Temperatures of Intermittently Warmed Cucumber Fruit. Journal of American Society for Horticultural Science 115: 256-261.

- Charles, F., Sanchez, J., Gontard, N. 2004. Absorption Kinetics of Oxygen and Carbon Dioxide Scavengers as Part of Active Modified Atmosphere Packaging. *Journal of Food Engineering* 72: 1-7.
- Chisacova, I. 2016. Pasif Modifikasyon ve Aktif Modifikasyonla Modifiye Atmosferde Ambalajlama ve Aktif Ambalajlama Teknolojilerinin Taze Doğranmış Ispanağın Raf Ömrü ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Choi, D.S., Park, S.H., Choi, S.R., Kim, J.S., Chun, H.H. 2014. The Combined Effects of Ultraviolet-C Irradiation and Modified Atmosphere Packaging For Inactivating *Salmonella Enterica Serovar Typhimurium* and Extending The Shelf Life of Cherry Tomatoes During Cold Storage. *Food Packaging and Shelf Life* 3: 19-30.
- Concellón, A., Anon M. C. and Chaves, A. R., 2007. Effect of Low Temperature Storage on Physical and Physiological Characteristics of Eggplant Fruit (*Solanum melongena L.*). *Lebensmittel-Wissenschaft and Technology* 40: 389-396.
- Çalhan, Ö ve Koyuncu, M.A. 2016. Meyvelerde Derim Sonrası Dönemde Görülen Üşüme Zararı Üzerine Sıcaklık Koşullandırmalarının Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 11 (2):120-133.
- Çavuşoğlu, G. 2014. Farklı Doz Ozon Gazı Uygulamalarının Hasat Sonrası Soğukta Saklama Sırasında Brokoli, Hıyar ve Domates Kalitesi Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Çölgeçen, İ ve Aday, M. 2015. The Efficacy of The Combined Use of Chlorine Dioxide and Passive Modified Atmosphere Packaging on Sweet Cherry Quality. *Postharvest Biology and Technology* 109: 10-19.
- Damarlı, E. 1995. Yerli Kiraz ve Kayısının Modifiye Atmosferde Ambalajlanması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi.
- D'Aquino, S., Mistriotis, A., Briassoulis, D., Lorenzo, M.L., Malinconico, M., Palma, A. 2016. Influence of Modified Atmosphere Packaging on Postharvest Quality of Cherry Tomatoes Held at 20°C. *Postharvest Biology and Technology* 115: 103-112.

- Daş, E., Gürakan, C., Bayındırlı, A. 2005. Effect of Controlled Atmosphere Storage, Modified Atmosphere Packaging and Gaseous Ozone Treatment on The Survival of *Salmonella Enteritidis* on Cherry Tomatoes. *Food Microbiology* 23: 430-438.
- 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.
- 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.
- Erdinç, A ve Acar, J. 1996. Gıda Muhafazasında Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP). *Gıda Dergisi* 21(1): 17-21.
- Eştürk, O., Ayhan, Z., Gökkurt, T. 2014. Production and Application 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.
- Fagundes, C., Moraes, K., Gago, M.B., Palou, L., Maraschin, M., Monteiro, M.M. 2015. Effect of Active Modified Atmosphere and Cold Storage on The Postharvest Quality of Cherry Tomatoes. *Postharvest Biology and Technology* 109: 73-81.
- Fahmy, K. ve Nakano, K. 2014. Optimal Design of Modified Atmosphere Packaging for Alleviating Chilling Injury in Cucumber Fruit. *Environmental Control in Biology* 52(4): 233-240.
- Farber, J.M., Harris, L.J., Parish, M.E., Beuchat, L.R., Suslow, T.V., Gorney, J.R., Garret, E.H., Busta, F.F. 2003. Microbiological of Controlled Atmosphere and Modified Atmosphere Packaging and Fresh Cut Produce. *Comprehensive Reviews Food Science and Food Safety* 2:142-160.
- 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* 68: 5813-5828.

- Gil, M. I., Conesa, M. A., Artes, F., 2002. Quality Changes in Fresh Cut Tomato as Affected by Modified Atmosphere Packaging. *Postharvest Biology and Technology* 25 (2): 199-207.
- 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.
- Guine, R., Henrique, F., Barroca, M. 2014. Influence of Drying Treatments on The Physical and Chemical Properties of Cucumber. *Food Measure* 8: 195-206.
- Halloran, N., Çağırın, R., Kasım, M.U. 1996. Sebzelerde Hasat Sonrası Üşüme Zararı. *Gıda Dergisi* 21(5): 359-366.
- Hayta, E ve Aday, M. 2015. The Effect of Different Electrolyzed Water Treatments on The Quality and Sensory Attributes of Sweet Cherry During Passive Atmosphere Packaging Storage. *Postharvest Biology and Technology* 102: 32-41.
- Hüyükü, Ç. 2014. Modifiye Atmosfer Ambalajlarının Kiraz Muhafaza Süresine Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- İlahy, R., Hdider, C., Menucci, M.S., Tlili, I., Dalessandro, G. 2011. Antioxidant Activity and Bioactive Compound Changes During Fruit Ripening of High-lycopene Tomato Cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis* 24: 588-595.
- İzgi, C. 2012. Farklı Kurutma Metotlarının Domatesteki Likopen Miktarına Etkisi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Kadalkal, Ç., Artık, N., Nas, S. 2001. Domates Doku ve Küf Karakteristikleri, Domates Ürünlerinde Küf Sayımı ve Küfü Azaltma Olanakları. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 7(2): 251-260.
- Karaçalı, I. 2004. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, Türkiye.

- Kartal, S. 2010. Çileğin Raf Ömrünün Mikroperfore Filmler ve Oksijen Tutucular Kullanılarak Denge Modifiye Atmosfer ile Arttırılması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisan Tezi.
- Kasım, R ve Kasım, M.U. 2007. Sebzelerde Etilenin Önemi ve 1-Metilsiklopropen (1-MCP)'ın Kullanımı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 22(2): 227-231.
- Khoshakhlagh, K., Hamdami, N., Shahedi, M., Le-Bail, A. 2014. Quality and Microbial Characteristics of Part-Baked Sangak Bread Packaged in Modified Atmosphere During Storage. Journal of Cereal Science 60: 42-47.
- Kırtıl, E ve Oztop, M. 2016. Controlled and Modified Atmosphere Packaging. Reference Module in Food Science 11: 15-16
- Kocaman, A. 2015. Modifiye Atmosferde Aktif Paketlemenin Karnabaharın (*Brassica Oleracea* Var. *Botrytis* L.) Kalite ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Küçük, V. 2006. Bazı Meyve ve Sebzelerde Raf Ömrünün Uzatılması İçin Zeolitle Birlikte Paketlemenin Ürünün Kalite Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Küşümler A. 2011. Ultraviyole (UV-C) Işını Uygulamasının Patlıcan ve Hıyarlarda Soğuk Zararlanması Üzerine Etkisi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi.
- Lee, M., Sebranek, J. G., Olson, D.G and Dickson. J.S., 1996. Irradiation and Packaging of Fresh Meat and Poultry. Journal of Food Protection 59: 62-72.
- Li, J., Yang, S., Wang, Q., Li, Y., Wang, Q. 2014. Effects of Ionized Air Treatments on Postharvest Physiology and Quality of Fresh Cucumber. Journal of Food Processing and Preservation 38: 271-277.

- Maleki, G., Sedagat, N., Woltering, E., Farhoodi M., Muhebbi, M. 2018. Chitosan - Limonene Coating in Combination With Modified Atmosphere Packaging Preserve Postharvest Quality of Cucumber During Storage. *Journal of Food Measurement and Characterization* 12: 1610-1621.
- Manjunatha, M ve Anurag, R. 2014. Effect of Modified Atmosphere Packaging and Storage Conditions on Quality Characteristics of Cucumber. *Journal of Food Science Technology* 51(11): 3470-3475.
- Martinez-Romero, D., Guillén, F., Castillo, S., Zapata, P.J., Valero, D., Serrano, M., 2009. Effect of Ethylene Concentration on Quality Parameters of Fresh Tomatoes Stored Using a Carbon-heat Hybrid Ethylene Scrubber. *Postharvest Biology and Technology* 51(2): 206-211.
- Mcbain, J.W. 1932. *The Sorption of Gases and Vapors by Solids*. George Rutledge and Sons, Ltd., London, pp. 1361-1403.
- Meheriuk, M., Girard, B., Moyes, L., Beveridge, H. J., Mckenzie, D., Harrison, J., Weintraup, S., Hocking, R. 1995. Modified Atmosphere Packaging of 'Lapins' Sweet Cherry. *Food Research International* 28: 239-244.
- Meyer, M.D., Terry, L.A., 2010. Fatty Acid and Sugar Composition of Avocado, cv. Hass, in Response to Treatment with an Ethylene Scavenger or 1-Methylcyclopropene to Extend Storage Life. *Food Chemistry* 121(4): 1203-1210.
- Müftüoğlu, F., 2010. Yenilebilir Kaplama ve Modifiye Atmsofer Paketlemenin Kayısının Kalite Özelliklerine ve Muhafazasına Etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Oliu, G., Fortuny, R., Belloso, O. 2008. Physiological and Microbiological Changes in Fresh-Cut Pears Stored in High Oxygen Active Packages Compared with Low Oxygen Active and Passive Modified Atmosphere Packaging. *Postharvest Biology and Technology* 48: 295-301.
- Öz, A ve Süfer, Ö. 2013. Taze Meyve ve Sebzelerin Muhafazasında Modifiye Atmosfer Paketlemenin Doğal Bileşiklerle Birlikte Kullanımı. *Akademik Gıda* 11(2): 110-115.

- Pretel, M.T., Souty, M., Romajaro, F. 2000. Use of Passive and Active Modified Atmosphere Packaging to Prolong The Postharvest Life of Three Varieties of Apricot (*Prunus Armenica, L.*). European Food Research and Technology 211: 191-198.
- Sabır, F ve Ağar, İ. 2008. Modifiye Atmosferde Muhafazanın Çengelköy Hıyar Çeşidinde Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. Alatarım Dergisi 7(1): 29-35.
- Saltveit, M.E. 1999. Effect of Ethylene on Quality of Fresh Fruits and Vegetables. Postharvest Biology and Technology 15: 279-292.
- Saltveit, M.E. 2002. The Late of Ion Leakage from Chilling-sensitive Tissue Does not Immediately Increase upon Exposure to Chilling Temperatures. Postharvest Biology and Technology 26: 295-304
- Sezer, E., Ayhan, Z., Çelikkol, T., Güner, F. 2017. Zeolit Katkılı Aktif Polietilen Ambalaj Malzemesinin Kivi Meyvesinin Kalite Özellikleri ve Raf Ömrüne Etkisi. Gıda Dergisi 42(3): 277-286.
- Sezer, E., Ayhan, Z. 2017. Meyve ve Sebzelerde Etilen Tutucu İçeren Aktif Ambalajlama Sistemlerinin Uygulanması ve Raf Ömrüne Etkisi. Akademik Gıda 15(2): 182-191.
- Sharma, S., Sharma, R.R., Pal, R.K., Jhalegar, Md.J., Singh, J., Srivastav, M. and Dhiman, M.R. 2011. Ethylene Absorbents Influence Fruit Firmness and Activity of Enzymes Involved in Fruit Softening of Japanese Plum (*Prunus salicina Lindell*) cv. Santa Rosa, Edition Diffusion Presse Science, Fruits 67(4): 257-266.
- Sousa A.R., Oliviera, J.C., Gallagher, M.J. 2017. Determination of The Respiration Rate Parameters of Cherry Tomatoes and Their Joint Confidence Regions Using Closed Systems. Journal of Food Engineering 206: 13-22.
- Srialong, V ve Tatsumi, Y. 2003. Changes in Respiratory and Antioxidative Parameters in Cucumber Fruit (*Cucumis Sativus L.*) Stored Under High and Low Oxygen Concentrations. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science 72(6): 525-532.
- Su, A. 2017. Deniz Marulu (*Ulva Lactuca L.*) Sıvı Organik Gübresi ve Zeolit Kombinasyonlarının Salatalık Bitkisinin Gelişimine Etkisi. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

- Suslow, T.V., Cantwell, M., 2006. Cucumber Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. <http://postharvest.ucdavis.edu>.
- Şen, F., Teksür, P., Türk B. 2016. Perakende Modifiye Atmosfer Ambalajlarının Kiraz Meyvelerinin Depo ve Raf Ömrüne Etkilerinin Araştırılması. VII. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu 1: 100-104.
- Şen, F. 2013. Farklı Ambalajlarda Muhafaza Edilen Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Meyvelerinin Kalite Degisimleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 8(1): 60-70.
- Tian, S., Jiang, A., Xu, Y., Wang, Y. 2004. Responses of Physiology and Quality of Sweet Cherry Fruit to Different Atmospheres in Storage. Food Chemistry 87: 43-49.
- Türk, R., Karaca, H. 2015. Ülkemizde Taze Ürün Depolayan Soğuk Muhafaza Tesislerinde Teknik ve Ekonomik Nitelikler. 12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 8-11 Nisan 2015, s. 777-795.
- Üçüncü, M., Gıda Ambalajlama Teknolojisi. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, Türkiye, 2007.
- Wang, C. Y. and Baker, J. E., 1979. Effects of Two Free Radical Scavengers and Intermittent Warming on Chilling Injury and Polar Lipid Composition of Cucumber and Sweet Pepper Fruits. Plant Cell Physiology 20: 243-251.
- Wang, C.Y. ve Qi, L. 1997. Modified Atmosphere Packaging Alleviates Chilling Injury in Cucumbers. Postharvest Biology and Technology 10: 195-200.
- 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. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 17: 165-199.
- Yılmaz, N. 2008. Modifiye Atmosferde Paketleme ve Işınlamanın Pişirmeye Hazır Köftelerin Mikrobiyal Kalitesi ve Güvenliği Üzerine Etkileri. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Watada, A. 1986. Effects of Ethylene on The Quality of Fruits and Vegetables. Food Technology 1: 82-85.

Zhang, Y., Zhang, Z., Yang, H. 2015. Postharvest Chitosan-g-Salicylic Acid Application Alleviates Chilling Injury and Preserves Cucumber Fruit Quality During Cold Storage. *Food Chemistry* 174: 558-563.

ÖZGEÇMİŞ

Tuncay Tiribolulu, 18 Eylül 1993'te İstanbul'da doğdu. İlk,orta ve lise eğitimini İstanbul'da tamamladı. 2011 yılında Burhan Felek Lisesinde mezun oldu ve aynı yıl başladığı Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünden 2015 yılında mezun oldu. 2015 yılında Sakarya Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı.