



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DERİM SONRASI KİTOSAN UYGULAMASI VE MODİFİYE
ATMOSFERDE PAKETLEMENİN 'HİCAZNAR' NAR ÇEŞİDİNİN
MUHAFAZASINA ETKİSİ**

|MEHMET CAN AKSOY |

|BAHÇE BİTKİLERİ|ANABİLİM DALI

|YÜKSEK LİSANS|TEZİ

HATAY

|KASIM|2019|



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DERİM SONRASI KİTOSAN UYGULAMASI VE MODİFİYE
ATMOSFERDE PAKETLEMENİN 'HİCAZNAR' NAR ÇEŞİDİNİN
MUHAFAZASINA ETKİSİ**

MEHMET CAN AKSOY

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY

KASIM 2019

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DERİM SONRASI KİTOSAN UYGULAMASI VE MODİFİYE ATMOSFERDE
PAKETLEMENİN ‘HİCAZNAR’ NAR ÇEŞİDİNİN MUHAFAZASINA ETKİSİ**

MEHMET CAN AKSOY

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Prof.Dr. Elif ÇANDIR danışmanlığında hazırlanan bu tez **14/11/2019** tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **OYBİRLİĞİ** ile kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Elif ÇANDIR
Başkan

Prof.Dr. Ahmet Erhan ÖZDEMİR

Üye

Doç.Dr. Aşkın BAHAR

Üye

Kod No: 1210

Prof. Dr. Erdal SERTKAYA

Enstitü Müdürü

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 215O701

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

14.11.2019

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

Mehmet Can AKSOY

ÖZET

DERİM SONRASI KITOSAN UYGULAMASI VE MODİFİYE ATMOSFERDE PAKETLEMENİN ‘HİCAZNAR’ NAR ÇEŞİDİNİN MUHAFAZASINA ETKİSİ

Bu çalışmanın amacı, derim sonrası kitosan (CH) ve modifiye atmosferde paketlenme (MAP) uygulamalarının ‘Hicaznar’ nar çeşidi meyvelerinin depo ve raf ömrüne etkisinin belirlenmesidir. Meyveler derimden hemen sonra %1 CH uygulandıktan sonra açıkta veya MAP torbalarında 6°C’de 6 ay süre ile depolanmıştır. Raf ömrünün değerlendirilmesi için 2 ay aralıkla soğuk hava deposundan çıkarılan meyveler 20°C’de 7 gün bekletilmiştir. Hiçbir uygulama yapılmamış meyveler kontrol uygulaması ve saf su uygulanan meyveler kontrol su uygulaması olarak değerlendirilmiştir. Depo ve raf ömrü sırasında, ağırlık kaybı, meyve kabuk ve tane rengi, suda çözünabilir toplam kuru madde (SÇKM) miktarı, titre edilebilir asit (TEA) miktarı, meyve suyu pH’sı, askorbik asit miktarı, toplam fenolik madde miktarı, toplam monomerik antosiyanin (TMA) miktarı, antioksidan aktivite, fizyolojik ve mantarsal bozulma oranları incelenmiştir. Ayrıca, depo ve raf ömrü sırasında meyvelerde duyuusal değerlendirme yapılmıştır.

Sonuçta CH+MAP ve MAP ambalaj uygulamaları ağırlık kaybını kontrol uygulamasına göre 5 kat azaltmıştır. Sadece CH uygulaması ağırlık kaybını azaltmada CH+MAP ve MAP ambalaj uygulamaları kadar etkili olmamıştır. Soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodu boyunca MAP ambalaj, CH+MAP ve CH uygulamaları fizyolojik ve mantarsal bozulmaları azaltmış, meyvelerin kabuk rengini, TEA ve askorbik asit miktarını kontrol uygulamasına göre daha iyi korumuşlardır. CH+MAP ve MAP ambalaj uygulamalarında tane rengi diğer uygulamalara göre daha parlak (daha yüksek L* değeri) fakat daha açık kırmızı (daha düşük a* ve C*) olmuş ve daha düşük antioksidan aktivite, TMA ve toplam fenolik madde miktarı belirlenmiştir. CH uygulanan meyveler en koyu kırmızı tanelere (yüksek a* ve C* değerleri) ve en yüksek antioksidan aktivite, TMA ve toplam fenolik madde miktarına sahip olmuşlardır. CH+MAP ve MAP ambalaj uygulamalarına ait meyveler 6°C’de 6 ay ve 20°C’de 7 gün bekletildikten sonra pazarlanabilir kalitede iken Kontrol ve CH uygulamalarına ait meyveler 6°C’de sadece 4 ay ve 20°C’de 7 gün süre ile pazarlanabilir kalitede kalmışlardır.

2019, 126 sayfa

Anahtar Kelimeler: Nar, kitosan, MAP, kalite, biyoaktif bileşenler, depolama, raf ömrü

ABSTRACT

EFFECTS OF POSTHARVEST CHITOSAN TREATMENT AND MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING ON THE STORAGE AND SHELF LIFE OF POMEGRANATE FRUITS CV. 'HICAZNAR'

The objective of this study is to determine effects of postharvest chitosan (CH) treatment and modified atmosphere packaging (MAP) on storage and shelf life of 'Hicaznar' pomegranate fruits. Fruits were subjected to 1% CH treatment and packaged with or without MAP bags and then kept at 6°C for 6 months. Fruit were removed from cold storage at a 2 month-interval and kept at 20°C for 7 days to simulate a shelf life period. Untreated fruits were served as control treatment, respectively. Weight loss, peel and seed color, total soluble solid (TSS), titratable acidity (TA), pH of juice, ascorbic acid content, total phenolic content, antioxidant activity, total monomeric anthocyanin (TMA) content, rate of physiological disorders and fungal decay were assessed during storage and shelf life. Sensory evaluation was also performed during storage and shelf life.

In comparison to control treatment, CH+MAP and MAP treatments reduced weight loss by 5 fold. CH treatment alone was not effective in reducing weight loss as CH+MAP and MAP treatments. MAP, CH+MAP and CH treatments reduced incidence of physiological disorders and fungal decay and better maintained peel color, TA and ascorbic acid content of fruits during storage and shelf life period, compared to control. Seed color of fruits from CH+MAP and MAP treatments were lighter (higher L*), less intense and reddish (lower a* and C*) with a lower antioxidant activity, TMA and total phenolic content in comparison to those from other treatments. The arils of CH treated fruits were deepest red (higher a* and C* value) and had highest antioxidant activity, TMA and total phenolic content. Fruit from MAP and CH+MAP treatments remained marketable after 6 months at 6°C plus 7 days at 20 °C while CH treated and control fruits remained marketable for only 4 month at 6°C plus 7 days at 20°C.

2019, 126 pages

Key Words: Pomegranate, chitosan, MAP, quality, bioactive compounds, storage, shelf life

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez konunum belirlenmesinde, araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmayı yönlendiren ve her türlü yardımı esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Elif ÇANDIR'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez konusunun belirlenmesi ve çalışmaların takip edilmesinde her türlü yardımı esirgemeyen Prof. Dr. Ahmet Erhan ÖZDEMİR'e ve Prof. Dr. Celil TOPLU'ya; çalışmaları sırasında tüm bölüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölüm Başkanlığı'na ve isimlerini burada zikredemediğim ama yardımlarını esirgememiş herkese içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu araştırma TÜBİTAK Hızlı Destek Programı (TOVAG kapsamında yürütülmüş olup, TÜBİTAK'a finansal desteğinden dolayı teşekkür ederiz. Çalışmada kullanılan MAP ambalajları sağlayan Sabri BURHANOGLU (Stepac Amb. Malz. San ve Tic. A.Ş., Antalya) ve Kitosan içeren ChitoPlant® isimli kimyasalın sağlanmasındaki katkılarından dolayı Evren BULAY'a (Boyut Dış Ticaret Ltd., İstanbul) teşekkür ederiz.

Çalışmalarım sırasında desteklerini esirgemeyen Tuğba ATABEY, Nesip NURAL, Sibel KULAN, Hüseyin İBİŞ, Mehmet AKGÜN, Ayten DEMİR, Onur KATIRCI, Hatice KOÇAK, Burcu MÜNGAN, Caner YAVUZELİ, eşim Hasret AKSOY ve aileme çok teşekkür ederim.

Mehmet Can AKSOY

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	XI
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
2.1. Nar Meyvelerinde Biyoaktif Bileşikler Konusunda Yapılan Çalışmalar	5
2.2. Nar Meyvesinin Depolanması	9
2.3. Derim Sonrası Kitosan Uygulamaları	17
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	24
3.1. Materyal.....	24
3.2.Yöntem	24
3.3. İncelenen Fiziksel ve Kimyasal Parametreler	28
3.3.1. MAP Ambalaj İçindeki O ₂ ve CO ₂ Konsantrasyonları	28
3.3.2. Ağırlık Kaybı Oranı	29
3.3.3. Meyve Kabuk ve Tane Rengi	29
3.3.4. Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde (SÇKM) Miktarı.....	29
3.3.5. Meyve Suyu pH'sı	29
3.3.6. Titre Edilebilir Asitlik (TEA)	30
3.3.7. Askorbik Asit İçeriği	31
3.3.8. Toplam Monomerik Antosiyanin (TMA) İçeriği	31
3.3.9. Toplam Fenolik Madde İçeriği	33
3.3.10. Antioksidan Kapasitesi	34
3.3.11. Fizyolojik Bozulma Oranı	36
3.3.12. Mantarsal Bozulma Oranı	36
3.3.13. Duyusal Değerlendirme	36
3.4. İstatiksel Analizler.....	36
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	37
4.1. MAP Ambalaj İçindeki O ₂ ve CO ₂ Konsantrasyonları	37
4.2. Ağırlık Kaybı Oranı	39
4.3. Meyve Kabuk Rengi.....	42
4.4. Tane Rengi	51
4.5. Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde (SÇKM) Miktarı	61
4.6. Meyve Suyu pH'sı ve Titre Edilebilir Asit (TEA) Miktarı	65
4.7. Askorbik Asit Miktarı	69

4.8. Toplam Monomerik Antosiyanin (TMA) Miktarı.....	72
4.9. Toplam Fenolik Madde Miktarı	77
4.10. Antioksidan Aktivitesi	81
4.11. Fizyolojik ve Mantarsal Bozulma Oranı	85
4.12. Duyusal Değerlendirme	98
5.SONUÇ ve ÖNERİLER.....	110
KAYNAKLAR	112
ÖZGEÇMİŞ	126



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Meyvelerin derimi	25
Şekil 3.2. Yapılan uygulamalar	26
Şekil 3.3. Kontrol su ve CH uygulamalarının yapılışı	27
Şekil 3.4. Bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerin analizlerine ait görüntüler	30
Şekil 3.5. ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyve örneğinin (A) ve askorbik asit standardının (B) kaydedilen kromatogramı	32
Şekil 3.6. Askorbik asit standartlarının kalibrasyon eğrisi	33
Şekil 3.7. Gallik asit standartlarının kalibrasyon eğrisi	34
Şekil 3.8. FRAP yöntemi için Trolox standartlarının kalibrasyon eğrisi	35
Şekil 3.9. TEAC yöntemi için Trolox standartlarının kalibrasyon eğrisi	35
Şekil 4.1. CH uygulanan ve uygulanmayan ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinin ambalajlandığı MAP torbalar içindeki %O ₂ ve %CO ₂ konsantrasyonlarının soğukta muhafaza sırasındaki değişimi	38
Şekil 4.2. Kontrol uygulamasında 6 ay soğukta muhafaza sonrasında sağlıklı meyvelerin dışsal (A) ve içsel görünümü (B); mantarsal bozulma gösteren meyvelerin dışsal (C) ve içsel görünümü (D); meyve kabuğuna meydana gelen yüzeysel yanıklığının görünümü (E ve F)	88
Şekil 4.3. Kontrol su uygulamasında 6 ay soğukta muhafaza sonrasında sağlıklı meyvelerin dışsal (A) ve içsel görünümü (B); mantarsal bozulma gösteren meyvelerin dışsal (C) ve içsel görünümü (D); meyve kabuğuna meydana gelen yüzeysel yanıklığının görünümü (E)	89
Şekil 4.4. CH uygulamasında 6 ay soğukta muhafaza sonrasında sağlıklı meyvelerin dışsal (A) ve içsel görünümü (B); mantarsal bozulma gösteren meyvelerin dışsal (C) ve içsel görünümü (D); meyve kabuğuna meydana gelen yüzeysel yanıklığının görünümü (E)	90
Şekil 4.5. CH+MAP uygulamasında 6 ay soğukta muhafaza sonrasında sağlıklı meyvelerin dışsal (A) ve içsel görünümü (B); mantarsal bozulma gösteren meyvelerin dışsal (C) ve içsel görünümü (D); meyve kabuğuna meydana gelen yüzeysel yanıklığının görünümü (E)	91
Şekil 4.6. MAP ambalaj uygulamasında 6 ay soğukta muhafaza sonrasında sağlıklı meyvelerin dışsal (A) ve içsel görünümü (B); mantarsal bozulma gösteren meyvelerin dışsal (C) ve içsel görünümü (D); meyve kabuğuna meydana gelen yüzeysel yanıklığının görünümü (E)	92
Şekil 4.7. Farklı uygulamalara ait ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinin muhafaza başlangıcındaki görünümleri	102
Şekil 4.8. 6°C’de 2 ay soğukta muhafazadan sonra farklı uygulamalara ait ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinin görünümleri.....	103
Şekil 4.9. 6°C’de 2 ay soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen farklı uygulamalara ait ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinin görünümleri	104
Şekil 4.10. 6°C’de 4 ay soğukta muhafazadan sonra farklı uygulamalara ait ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinin görünümleri.....	105

Şekil 4.11. 6°C’de 4 ay soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen farklı uygulamalara ait ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinin görünümleri ...	106
Şekil 4.12. 6°C’de 6 ay soğukta muhafazadan sonra farklı uygulamalara ait ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinin görünümleri.....	107
Şekil 4.13. 6°C’de 6 ay soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen farklı uygulamalara ait ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinin görünümleri ...	108



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1.	Ülkemiz 2016 yılı nar üretim değerleri (TUIK 2018).....	2
Çizelge 1.2	Ülkemiz 2016 yılı nar ihracat değerleri (TUIK, 2018).....	3
Çizelge 2.1	Bazı nar çeşitlerinin depolama koşulları.....	10
Çizelge 2.2	Bazı nar çeşitlerinde yapılan MAP çalışmaları.....	12
Çizelge 2.3	Ticari CH ürünleri.....	18
Çizelge 4.1	‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların ağırlık kaybı oranı (%) üzerine etkisi.....	40
Çizelge 4.2	Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların ağırlık kaybı oranı (%) üzerine etkisi.....	40
Çizelge 4.3	‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların kabuk rengi L* değeri üzerine etkisi.....	42
Çizelge 4.4	Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların kabuk rengi L* değeri üzerine etkisi.....	43
Çizelge 4.5	‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların kabuk rengi a* değeri üzerine etkisi.....	43
Çizelge 4.6	Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların kabuk rengi a* değeri üzerine etkisi.....	44
Çizelge 4.7	‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların kabuk rengi b* değeri üzerine etkisi.....	44
Çizelge 4.8	Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların kabuk rengi b* değeri üzerine etkisi.....	45
Çizelge 4.9	‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların kabuk rengi C* değeri üzerine etkisi.....	45
Çizelge 4.10	Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların kabuk rengi C* değeri üzerine etkisi.....	46
Çizelge 4.11	‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların kabuk rengi h° değeri üzerine etkisi.....	47
Çizelge 4.12	Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların kabuk rengi h° değeri üzerine etkisi.....	47
Çizelge 4.13	‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların tane rengi L* değeri üzerine etkisi.....	52

Çizelge 4.14 Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların tane rengi L* üzerine etkisi.....	53
Çizelge 4.15 ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların tane rengi a* değeri üzerine etkisi.....	53
Çizelge 4.16 Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların tane rengi a* üzerine etkisi.....	54
Çizelge 4.17 ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların tane rengi b* üzerine etkisi.....	54
Çizelge 4.18 Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların tane rengi b* üzerine etkisi.....	55
Çizelge 4.19 ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların tane rengi C* üzerine etkisi.....	55
Çizelge 4.20 Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların tane rengi C* üzerine etkisi.....	56
Çizelge 4.21 ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların tane rengi h° üzerine etkisi.....	56
Çizelge 4.22 Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların tane rengi h° üzerine etkisi.....	57
Çizelge 4.23 ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların SÇKM miktarı (%) üzerine etkisi.....	62
Çizelge 4.24 Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların SÇKM miktarı (%) üzerine etkisi.....	62
Çizelge 4.25 ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların meyve suyu pH’sı üzerine etkisi.....	65
Çizelge 4.26 Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların meyve suyu pH’sı üzerine etkisi.....	66
Çizelge 4.27 ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların TEA miktarı (%) üzerine etkisi.....	66
Çizelge 4.28 Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların TEA miktarı (%) üzerine etkisi.....	67
Çizelge 4.29 ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların askorbik asit miktarı (mg 100 ml ⁻¹) üzerine etkisi.....	70

Çizelge 4.30 Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların askorbik asit miktarı (mg 100 ml ⁻¹) üzerine etkisi.....	70
Çizelge 4.31 ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların TMA miktarı (mg l ⁻¹) üzerine etkisi.....	73
Çizelge 4.32 Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların TMA miktarı (mg l ⁻¹) üzerine etkisi.....	73
Çizelge 4.33 ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların toplam fenolik madde miktarı (mg GAE l ⁻¹) üzerine etkisi.....	78
Çizelge 4.34 Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların toplam fenolik madde miktarı (mg GAE l ⁻¹) üzerine etkisi.....	79
Çizelge 4.35 ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların FRAP antioksidan aktivitesi (mmol TE l ⁻¹) üzerine etkisi	81
Çizelge 4.36 Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların FRAP antioksidan aktivitesi (mmol TE l ⁻¹) üzerine etkisi.....	82
Çizelge 4.37 ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların TEAC antioksidan aktivitesi (mmol TE l ⁻¹) üzerine etkisi	83
Çizelge 4.38 Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların TEAC antioksidan aktivitesi (mmol TE l ⁻¹) üzerine etkisi.....	83
Çizelge 4.39 ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde 6 ay soğukta muhafaza sonrasında uygulamaların fizyolojik ve mantarsal bozulmalar üzerine etkisi.....	86
Çizelge 4.40 6 ay soğukta muhafaza sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların fizyolojik ve mantarsal bozulmalar üzerine etkisi.....	86
Çizelge 4.41 ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların tat (1-9) üzerine etkisi.....	98
Çizelge 4.42 Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların tat (1-9) üzerine etkisi.....	99
Çizelge 4.43 ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların dış görünüş (1-5) üzerine etkisi.....	100
Çizelge 4.44 Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların dış görünüş (1-5) üzerine etkisi.....	100

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
ϵ	: Molar absorpsiyon katsayısı
μ	: Mikron
μ l	: Mikrolitre
μ mol	: Mikromol
μ m	: Mikrometre
ABTS	: 2,2'-Azino-bis 3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid
cm	: Santimetre
CO ₂	: Karbondioksit
DF	: Seyreltme faktörü
dk	: Dakika
Fe	: Demir
g	: Gram
KOB	: Koloni oluşturan birim
kg	: Kilogram
l	: Litre
L	: Absorbans ölçüm küvetinin ışık yolu
M	: Molar
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
mM	: Milimolar
mmol	: Milimol
MW	: Molekül ağırlığı
N	: Normalite
NaOH	: Sodyumhidroksit
nm	: Nanometre
O ₂	: Oksijen

rpm	: Dakika devir sayısı
s	: Saniye
TPTZ	: 2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine
Trolox	: 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid

KISALTMALAR

1-MCP	: 1-Metilsiklopropen
C*	: Kroma
CH	: Kitosan
DPPH	: Difenil-1-pikrihidrazil radikal söndürücü kapasite
FRAP	: Demir III indirgeme antioksidan gücü
GAE	: Gallik asit eşdeğeri ()
h°	: Hue açısı
KA	: Kontrollü atmosfer
LSD	: Fisher'in en küçük önemli fark testi
MA	: Modifiye atmosfer
MAP	: Modifiye atmosferde paketlenme
NA	: Normal atmosfer
ORAC	: Oksijen radikali emme kapasitesini
PDA	: Fotodiyot array
PPO	: Polifenol oksidaz
SÇKM	: Suda çözünabilir toplam kuru madde
TBZ	: Tiabendazol
TE	: Troloks eşdeğeri
TEA	: Titre edilebilir asit
TEAC	: Troloks eşdeğeri antioksidan aktivitesi
TMA	: Toplam monomerik antosiyanin

1. GİRİŞ

Nar (*Punica granatum* L.) dünyanın birçok tropikal ve subtropikal bölgelerinde özellikle Akdeniz ülkelerinde yetiştirilen önemli bir meyve türüdür. Dünya üzerinde, ABD, Afganistan, Çin, Fas, Filistin, Hindistan, Irak, İran, İspanya, İsrail, İtalya, Kıbrıs, Mısır, Suriye, Suudi Arabistan, Tayland, Tunus, Türkiye ve diğer bazı ülkelerde yetiştirilmektedir (Özgüven ve Yılmaz, 2000). Türkiye narın anavatanı sınırları içerisinde olup, binlerce yıldır bu meyveyi üretmekte ve tüketmektedir. Ülkemizde uzun zamandan beri bahçe kenarlarında, çit bitkisi ve süs bitkisi olarak yetiştirilen narlar son zamanlarda kapama bahçeler halinde yetiştirilmeye başlanmıştır. Narlar çok çeşitli iklim ve toprak koşullarına kolayca adapte olabilmesi, çoğaltmasının çok kolay olması, birim alandan yüksek verim elde edilmesi ve erken meyveye yatması gibi avantajlara sahiptir (Gündoğdu, 2011). Üretim yoğunluğu Akdeniz, Güney Doğu Anadolu ve Ege bölgelerindedir. Ayrıca Karaman'da Göksu Vadisi, Bilecik ve Eskişehir'de Sakarya Vadisi, Doğu Anadolu Bölgesinde mikro klima özelliğine sahip bazı vadilerde nar üretim yapılmaktadır. Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi için uygun olan tatlı, mayhoş, ekşi, erkenci, orta ve geçici çeşitler saptanmıştır (Özgüven ve Yılmaz, 2000). Türkiye'de nar yetiştiriciliği yaygın olarak rengi ve iriliği ile daha iyi bir albeniye sahip, depolamaya uygun ‘‘Hicaznar’’ nar çeşidi ile yapılmaktadır. ‘Hicaznar’ nar çeşidi, meyve kabuk ve dane renginin koyu kırmızı olması nedeniyle hem yurt içi hem de yurt dışındaki tüketiciler tarafından tercih edilmektedir (Yaman ve ark., 2015). Nar genellikle taze olarak tüketilmektedir. Bunun yanı sıra nar pekmezi, nar ekşisi, meyve suyu, konserve, boya, ilaç, sirke, marmelat, nar konsantresi, sitrik asit ve hayvan yemi üretimi gibi çok çeşitli endüstri kollarında da nardan yararlanılmaktadır. Ayrıca nar çiçeklerinden bitkisel yağ elde edilmektedir (Pareek ve ark., 2015).

Dünyada ve ülkemizde nar üretiminde ve ticaretinde özellikle son yıllarda hızlı bir artış meydana gelmiştir. Dünya nar üretiminde 2013 yılından beri ilk sırada 745.000 ton ile Hindistan gelmekte olup, bunu İran, Çin, Türkiye, ABD, İspanya, Güney Afrika, Peru, Şili ve Arjantin izlemektedir (Anonymous, 2018). Avrupa ülkeleri (özellikle Almanya), ABD ve Kanada nar için en önemli pazarlar konumundadırlar. Ayrıca, Hindistan, Malezya, Japonya ve Birleşik Arap Emirlikleri

gibi ülkelerde son 10 yıldır nar meyvesine olan talep artmıştır. 1 kg nar Avrupa ülkelerinde 2012 yılında 1,51 dolara satılırken, 2015’de 1 kg narın pazar değeri 3,5 dolara ulaşmıştır. Nar üretimi ve ticaretindeki bu artış, hem çeşit ve hem de üretim miktarında yaşanmaktadır. 1990’da 50.000 ton olan nar üretimimiz, 2018 yılı itibariyle 537.847 tona ulaşmıştır (Anonim, 2018). 2018 yılı verilerine göre; Türkiye’de en fazla nar yetiştiriciliğinin yapıldığı il Antalya olup, bunu sırasıyla Muğla, Mersin, Adana, Denizli, Hatay, Gaziantep, Aydın ve İzmir illeri izlemektedir (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Ülkemiz 2018 yılı nar üretim değerleri (Anonim, 2018)

İller	Üretim (ton)	Toplu meyveliklerin alanı (dekar)	Meyve veren yaşıta ağaç sayısı	Meyve vermeyen yaşıta ağaç sayısı	Toplam ağaç sayısı
Antalya	123.880	55.172	2.715.451	367.725	3.083.176
Muğla	87.306	33.774	1.936.372	103.741	2.040.113
Mersin	83.159	40.725	1.551.146	394.376	1.945.522
Adana	67.688	18.769	952.043	47.985	1.000.028
Denizli	44.129	24.511	1.364.880	246.397	1.611.277
Hatay	22.012	13.340	732.554	153.130	885.684
Gaziantep	19.376	17.249	603.583	61.006	664.589
Aydın	15.122	11.225	470.275	136.807	607.082
İzmir	14.886	6.993	454.713	91.539	546.252
Diğer iller	60.289	69.732	2.793.212	1.042.550	3.835.762
Toplam	537.847	291.490	13.574.229	2.645.256	16.219.485

1970’lerin son yıllarında Türkiye’nin nar ihracatı 2000 ile 7000 ton arasında olup, tamamı Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinden başta Ürdün, Suudi Arabistan ve Kuveyt olmak üzere bazı Arap ülkelerine yapılmaktaydı. İhracat konusu olan narlar o bölgenin tatlı narlarıydı. 1980’lerin sonlarına doğru yıllık nar üretimimiz ve özellikle Avrupa ülkelerine ihracatta hızlı bir büyüme yaşandı. 1990’lı yıllarda Rusya ve Avrupa ülkelerine ihracat arttı ve Hicaznar çeşidi “Türk Narı” adıyla dış ülkelerde de tanındı (Onur, 2011). 2000 yılında 3.120 ton olan taze nar ihracatı, 2018 yılında 205,099 tona ulaşmış ve bu ihracattan yaklaşık 114 milyon dolar gelir elde edilmiştir (Anonim, 2018). En fazla nar ihracatı Irak’a yapılmakta olup, bunu ve Rusya Federasyonu ve Almanya izlemektedir (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2. Ülkemiz 2018 yılı nar ihracat değerleri (Anonim, 2018)

Ülke adı	İhracat Miktar (ton)	İhracat Değeri (1000 Dolar)
Irak	67.497	13.775
Rusya Federasyonu	46.977	33.190
Almanya	16.779	15.946
Ukrayna	13.276	6.887
Belarus	5.724	3.539
Gürcistan	5.427	1.154
Birleşik Krallık	4.211	4.633
Suudi Arabistan	4.071	1.829
Hollanda	3.992	3.472
Romanya	3.314	2.717
İsveç	2.712	2.102
İtalya	2.418	2.143
Avusturya	1.863	1.778
Türkmenistan	1.853	1.904
Sırbistan	1.783	1.134
Polonya	1.752	1.852
Hırvatistan	1.685	1.341
Moldova	1.648	1.212
Bosna-Hersek	1.590	799
Fransa	1.484	1.870
Bulgaristan	1.345	756
BAE	1.217	576
Letonya	1.200	880
Danimarka	1.190	1.107
Slovenya	1.123	889
Diğer Ülkeler	8.969	6.939
Toplam	205.099	114.424

Dünyada sağlıklı beslenme bilincinin gelişmesine paralel olarak fonksiyonel gıdalar ve bu gıdaların fonksiyonel bileşenleri üzerine yapılan çalışmaların sayısında önemli artışlar olmuştur. Bu çalışmalar sonucunda narın fonksiyonel gıdalar sınıfında yer alan bir meyve olduğu belirtilmektedir (Johanningsmeier ve Harris, 2011). Narın fonksiyonel gıdalar sınıfında yer alması, içerdiği antioksidantlar, polifenolik maddeler

ve C vitamininden kaynaklanmaktadır (Gil ve ark., 2000; Özgen ve ark., 2008; Gözlekçi ve ark., 2011). Son yıllarda yapılan çalışmalarla özellikle kırmızı olan meyvelerin yüksek miktarda biyoaktif fenolik bileşikler içeren besin kaynakları olduğu belirlenmiştir. Nar meyvesi, doğal antioksidan olarak bilinen C vitamini, punicalagin, ellagic asit, gallotannin, flavonoidler ve antosiyaninler (siyanidin, pelargonidin, delfinidin) gibi biyoaktif bileşikler (Gil ve ark., 2000; Seeram ve ark., 2006; Tzulker ve ark., 2007; Mousavinejad ve ark., 2009) nedeniyle kanser, kalp rahatsızlıkları, diyabet, kısırlık, Alzheimer, yaşlanma ve AIDS gibi hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır (Sreekumar ve ark., 2014).

Nar derimden sonra olgunlaşmaya devam etmeyen bir meyve olup, düşük solunum hızına sahiptir ve çok az miktarda etilen üretmektedir (Elyatem ve Kader, 1984). Ancak, nar meyvelerinin depolanması sırasında üşüme zararı, su kaybı, kabuk yanıklığı ve fungal çürümeler önemli miktarda ürün ve kalite kaybına neden olmaktadır (Porat ve ark., 2009; Caleb ve ark., 2012). Nar meyvesinin muhafazasında bu olumsuzlukları azaltmak için modifiye atmosferde paketlenme (MAP), kontrollü atmosferde (KA) muhafaza, aralıklarla ısıtma, depolama öncesi termal (sıcak su ve sıcak hava) uygulamalar gibi çeşitli derim sonrası yöntemler denenmiştir (Artés ve Tomás-Barberán, 2000).

Bu çalışmanın amacı ticari değeri gün geçtikçe artan ve Akdeniz bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen ‘Hicaznar’ nar çeşidinde derim sonrası kitosan (CH) ve modifiye atmosferde paketlenme (MAP) uygulamalarının depolama ve raf ömrü sırasında meyve kalitesi ve biyoaktif bileşenlere etkilerini belirlemektir. Ülkemizde nar meyveleri ticari olarak 5-12 kg’lık MAP torbalarda muhafaza edilmektedir. Bölgemizde nar depolayan tesislerde üretici ve tüccarların depolama sırasında su kaybı ve mantarsal bozulmalar gibi sorunlar yaşadıkları tespit edilmiştir. Bu çalışmayla bu sorunların çözüme yönelik olarak ülkemizde yaygın olarak kullanılan MAP ambalajın 5 kg’lık torbalarının ‘Hicaznar’ nar çeşidinin muhafazası üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca CH ve MAP uygulamaları kombinasyonun nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında su kaybı, mantarsal bozulma, kabuk yanıklığı ve diğer kalite parametreleri ile biyoaktif bileşenlere etkisi araştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Nar Meyvelerinde Biyoaktif Bileşikler Konusunda Yapılan Çalışmalar

Narın yenebilen kısmı, yani taneleri, meyvenin %52'sini oluşturmakta ve tanelerin de; %78'i meyve eti, %22'si ise çekirdekten oluşmaktadır (Kulkarni ve Aradhya, 2005). Nar tanelerinin 100 g'ında; 77,9 g su, 18,7 g karbonhidrat, 1,67g protein ve 1,17 g yağ olduğu ve tanelerin 100 g'nın 83 kcal enerji verdiği bildirilmektedir (USDA, 2015). Narın fonksiyonel gıdalar sınıfında yer alması, içerdiği antioksidantlar, polifenolik maddeler ve C vitamininden kaynaklanmaktadır (Gil ve ark., 2000; Özgen ve ark., 2008; Gözlekçi ve ark., 2011). Son yıllarda yapılan çalışmalarla özellikle kırmızı olan meyvelerin yüksek miktarda biyoaktif fenolik bileşikler içeren besin kaynakları olduğu belirlenmiştir. Nar meyvesi, doğal antioksidan olarak bilinen C vitamini, punicalagin, ellagic asit, gallotannin, flavonoidler ve antosiyaninler (siyanidin, pelargonidin, delfinidin) gibi biyoaktif bileşikler (Gil ve ark., 2000; Seeram ve ark., 2006; Tzulker ve ark., 2007; Mousavinejad ve ark., 2009) nedeniyle kanser, kalp rahatsızlıkları, diyabet, kısırlık, Alzheimer, yaşlama ve AIDS gibi hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır (Sreekumar ve ark., 2014). Narın biyoaktif bileşikler içeriği ve kompozisyonunu etkileyen en etkili faktörler; genetik heterojenlikler, çeşit özellikleri, iklim koşulları, toprak yapısı, kültürel uygulamaları, su-ısı stresi, derim zamanı ve muhafaza koşullarıdır (Karaaslan ve ark., 2014).

Nar meyveleri hidrolize olabilen tanenler, ellajik asit, antosiyaninler ve diğer flavonoid bileşikler gibi fenolik maddeler içermektedir (Gil ve ark., 2000; Kulkarni and Aradhya, 2005; Apaydın, 2008). Yapılan bir araştırmada Adana, Antalya, Hatay ve Mersin olmak üzere dört ilde farklı 13 nar çeşidinin meyve suyunda fenolik bileşiklerin miktarı: gallik asit 4,55 g l⁻¹, protokatekuik asit 0,84 g l⁻¹, kateşin 3,72 g l⁻¹, klorogenik asit 1,24 g l⁻¹, kafeik asit 0,78 g l⁻¹, p-kumarik asit 0,06 g l⁻¹, ferulik asit 0,01 g l⁻¹ o-kumarik asit 0,17 g l⁻¹, floridzin 0,99 g l⁻¹, kuersetin 2,50 g l⁻¹ olarak bulunmuştur (Poyrazoğlu ve ark., 2002). Özkan ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada ülkemizde yetiştirilen ve nar suyu üretiminde tercih edilen bazı nar çeşitlerinin toplam fenolik madde içeriklerinin 1359-2028 mg gallik asit eşdeğeri

(GAE) l^{-1} arasında değiştiğini belirlenmiştir. zhan-Tmer (2006) tarafından ‘Hicaznar’, ‘Silifke Açısı’ ve ‘ekirdeksiz VI’ nar çeşitlerinde en yüksek toplam fenolik bileşik miktarı kabukta bulunmuş, bunu sırasıyla meyve suyu ve çekirdek izlemiştir. Gallik asit, kateşin ve klorojenik asit tüm çeşitlerde, tüm olgunluk aşamalarında ve meyvenin tüm dokularında en yüksek miktarlarda belirlenen fenolik bileşikler olarak belirlenmiştir. Karadeniz ve ark. (2005), nar suyunda toplam fenolik madde miktarının 2408 mg kateşin eşdeğeri kg^{-1} ve toplam flavonoid içeriğinin 459 mg kateşin eşdeğeri kg^{-1} olduğunu belirlemişlerdir. Çalışkan ve Bayazit (2012) Doğu Akdeniz Bölgesinde yetiştirilen nar genotiplerinin toplam fenolik madde miktarının 108-945 mg GAE $100 g^{-1}$ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. zgen ve ark. (2008), Akdeniz Bölgesi’nde yetiştirilen Dikenli İnce kabuk, Ekşi, Kan, Katırbaşi, şerife, Tatlı gibi nar çeşitlerinin kimyasal ve antioksidan özelliklerini inceledikleri çalışmada toplam fenolik miktarı 1245-2076 mg GAE l^{-1} arasında değişmiştir. am ve ark. (2009), tarafından yapılan çalışmada ülkemizde yetiştirilen 10 nar çeşidinde toplam fenolik madde miktarı 2083-3436 mg GAE l^{-1} arasında belirlemiştir. Pande ve Akoh (2009) tarafından Amerika Birleşik Devletlerinde (ABD) yetişen 6 nar çeşidi ile yapılan çalışmada fenolik bileşiklerden hidrolize tanenler 71,2-103,1 mg $100 g^{-1}$, kafeik asit 12,3-14,4 mg $100 g^{-1}$, p-kumarik asit 6,6-8,1 mg $100 g^{-1}$, ferulik asit 1,3-2,0 mg $100 g^{-1}$, kateşin 82,7-101,2 mg $100 g^{-1}$, epikateşin 9,6-11,7 mg $100 g^{-1}$, kuersetin 66,7-77,1 mg $100 g^{-1}$ ve toplam fenolik madde miktarı 164,4 mg GAE $100 g^{-1}$ olarak saptanmıştır. Sepulveda ve ark. (2010), şili’de yetiştirilen 8 nar genotipinde toplam fenolik madde miktarını 67,6-123,6 mg GAE $100 ml^{-1}$ olarak belirlemiştir. Toplam fenolik madde miktarı dünyada yaygın olarak yetiştirilen ‘Wonderful’ eşidinde 883-2263 mg GAE l^{-1} (Gil ve ark., 2000; Pantelidis ve ark., 2012; Arendse, 2014) ve ‘Mollar de Elche’ eşidinde 1500-4500 mg GE l^{-1} (Mena ve ark., 2011) arasında değişmektedir. ‘Hicaznar’ eşidinde yapılan farklı çalışmalarda meyvelerinin toplam fenolik madde miktarının 251,0-333,6 mg GAE $100 g^{-1}$ (Selçuk ve Erkan 2014; 2015) veya 1435,8-1773,0 mg GAE l^{-1} (zkan ve ark., 2009; öz ve ark., 2015) arasında değiştiği belirlenmiştir. Adıyaman ilinde yetiştirilen ‘Hicaznar’ eşidi nar meyvelerinin 4 ay depolama sonunda toplam fenol miktarı 983-1074 mg GAE l^{-1} olarak saptanmıştır (şen ve Eroğul, 2012).

Nar fenolik maddele içerisinde yer alan antosiyaninlerce oldukça zengin bir meyve olup en fazla delfinidin-3-glukozit, siyanidin-3-glukozit, pelargonidin-3-glukozit, delfinidin-3,5-diglukozit, siyanidin-3,5-diglukozit ve pelargonidin-3,5-diglukozit gibi antosiyanin pigmentleri içermektedirler (Gil ve ark., 1996; 2000; Hernández ve ark., 1999; Artés ve ark., 1998). Nar meyvelerinin antosiyanin miktarı çeşitlere, iklim ve toprak koşullarına göre değişiklik göstermektedir. Sepulveda ve ark. (2010), Şili’de yetiştirilen 8 nar genotipinde toplam antosiyanin miktarını 16,8-132,8 mg 100 ml⁻¹ olarak belirlemiştir. Çam ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada ülkemizde yetiştirilen 10 nar çeşidinde toplam antosiyanin miktarı 8,1-36,9 mg 100 ml⁻¹ arasında belirlemiştir. Akdeniz Bölgesi’nde yetiştirilen bazı nar çeşitlerinin (Dikenli ince kabuk, Ekşi, Kan, Katırbaşı, Şerife, Tatlı) toplam monomerik antosiyanin (TMA) miktarı 0,61-21,9 mg 100 ml⁻¹ arasında değişmiştir (Özgen ve ark., 2008). TMA miktarı yaygın olarak yetiştirilen ‘Wonderful’ çeşidinde 206,2-736,4 mg l⁻¹ (Holcroft ve ark., 1998; Arendse ve ark., 2014b; Pantelidis ve ark., 2012) ve ‘Mollar de Elche’ 250-388 mg l⁻¹ (Gil ve ark., 1995; 1996; Artés ve ark., 1998) arasında değişmektedir. ‘Hicaznar’ çeşidinde yapılan farklı çalışmalarda meyvelerinin TMA miktarının derim zamanında 4,60-42,58 mg 100 g⁻¹ (Karav ve ark., 2015; Selçuk ve Erkan 2014; 2015) veya 273,0-836,0 mg l⁻¹ (Özkan ve ark., 2009; Pantelidis ve ark., 2012) arasında değiştiği belirlenmiştir. Özkan ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada ‘Hicaznar’ çeşidinde en fazla bulunan antosiyaninin siyanidin-3,5-diglukozit (%55) olduğu ve bunu azalan sırayla; siyanidin-3-glukozit (%26), delfinidin-3,5-diglukozit (8%), delfinidin-3-glukozit (5%), pelargonidin-3,5-diglukozit (3%) ve pelargonidin-3-glukozit (2%) izlediği bildirilmiştir.

Nar meyvelerinin askorbik asit miktarı diğer birçok meyve ile karşılaştırıldığında düşük olup 3,7-10 mg 100 ml⁻¹ arasında değişmektedir (Onur, 1988; Küpper ve ark., 1995). İran’da yapılan çalışmada nar çeşitlerinin meyve sularının C vitamini içerikleri araştırılmıştır. Araştırmada bölgede yetiştirilen 10 nar çeşidi incelenmiştir. İnceleme sonucunda nar meyvelerinin C vitamini içerikleri 0,09-0,40 mg 100 g⁻¹ arasında değiştiği tespit edilmiştir (Fadavi ve ark., 2005). Karaaslan ve ark. (2014)’nın 4 farklı nar genotipinde yaptıkları çalışma askorbik asit miktarının 10,43-11,18 mg 100 g⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Antalya, Mersin, Muğla ve İzmir gibi illerde yetiştirilen 18 nar çeşidinin askorbik asit miktarının 2,9-13,6 mg 100

g⁻¹ arasında değiştiği bildirilmiştir (Karav ve ark., 2015). ‘Hicaznar’ eşidinde yapılan farklı çalışmalarda meyvelerinin askorbik asit miktarının derim zamanında 5,80-9,24 mg 100 g⁻¹ (Karav ve ark., 2015; Selçuk ve Erkan 2015) veya 9,9 mg 100 ml⁻¹ (Küpper ve ark., 1995) olduğu belirlenmiştir.

Nar meyvelerinin antioksidan aktivitesi içerdiği fenolik bileşiklerden (hidrolize olabilen tanenler, ellajik asit, antosiyaninler ve diğer flavonoid bileşikler) kaynaklanmaktadır (Gil ve ark., 2000; Kulkarni ve Aradhya, 2005; Apaydın, 2008). Gil ve ark. (2000) ticari nar sularında antioksidan aktivitesini 18-20 Troloks eşdeğeri (TE) olarak belirlemiştir. Mousavinejad ve ark. (2009)’nın yapmış olduğu araştırmada, İran’da yetiştirilen 8 nar eşidinin Troloks eşdeğeri antioksidan aktivitesi (TEAC) yöntemine göre antioksidan aktivitelerinin 18,6-42,8 mM arasında değiştiği bildirilmiştir. Sepulveda ve ark. (2010), şili’de yetiştirilen 8 nar genotipinde oksijen radikali emme kapasitesini (ORAC) yöntemiyle belirlenen antioksidan aktivitesini 1,27-2,44 mmol TE 100 ml⁻¹ olarak belirlemiştir. Karadeniz ve ark. (2005) farklı meyve ve sebzelerin antioksidan aktivitelerini incelemişlerdir. Antioksidan aktivitenin ̢- karoten ağartma metoduyla belirlendiği çalışmada, meyveler arasında nar suyunun %62,7 ile en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Akdeniz bölgesinde yetiştirilen bazı nar eşitlerinde (Dikenli ince kabuk, Ekşi, Kan, Katırbaşi, şerife, Tatlı) yapılan başka bir çalışmada TEAC ve FRAP antioksidan aktivitenin sırasıyla 4,38-7,70 mmol TE l⁻¹ ve 4,63-10,90 mmol TE l⁻¹ arasında değiştiği bildirilmiştir (zgen ve ark., 2008). Ülkemizde üretilen ticari nar sularının Difenil-1-pikrihidrazil radikal söndürücü kapasite (DPPH) yöntemi ile yapılan antioksidan aktivitesinin % 10,37-67,46 inhibisyon oranında, Demir III indirgeme antioksidan gücü (FRAP) yöntemi ile yapılan antioksidan aktivitesinin 18,34-121,8 mmol l⁻¹ Fe⁺² değerleri arasında olduğu saptanmıştır (Tezcan ve ark., 2009). am ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada ülkemizde yetiştirilen 10 nar eşidinde TEAC yöntemiyle yapılan antioksidan aktivite değerleri 221,2- 418,3 mg TE 100 ml⁻¹ arasında belirlemiştir. zkan ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada ülkemizde yetiştirilen ve nar suyu üretiminde tercih edilen bazı nar eşitlerinin TEAC antioksidan aktivite değerlerinin 17,1-24,6 mM TE l⁻¹ arasında değiştiğini belirlenmiştir. Çalışkan ve Bayazit (2012) Doğu Akdeniz bölgesinde yetiştirilen nar genotiplerinin FRAP antioksidan aktivitesinin 7,4-17,5 mmol kg⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. ‘Hicaznar’ nar

çeşidinde yapılan farklı çalışmalarda antioksidan aktivitenin 32,61-45,84 mg mg⁻¹ DPPH (Selçuk ve Erkan 2014; 2015) ile 18,7 mM TE l⁻¹ TEAC (Özkan ve ark., 2009) arasında olduğu belirlenmiştir. Adıyaman ilinde yetiştirilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinin 4 ay depolama sonunda FRAP antioksidan aktivitesi 16,15-20,16 mmol TE l⁻¹ olarak saptanmıştır (Şen ve Eroğul, 2012).

2.2. Nar Meyvesinin Depolanması

Ülkemizde yetiştirilen narların hasadı, Ağustos ayından başlayarak, Kasım ayına kadar devam etmektedir. Nar, hasattan sonra uygun depolama şartlarında birkaç ay süre ile depolarda muhafaza edilebildiği için, pazarlarda yaklaşık 6 ay boyunca nar görülebilmesi mümkündür. Bu sürenin uzunluğu narın çeşidine, meyve özelliklerine, depolama koşullarına ve ambalaj tipine göre değişiklik gösterebilmektedir (Onur ve ark., 1992). Nar, adi depo koşullarında belirli bir süre muhafaza edilebilmesine karşın, meyve albenisindeki kayıplar ile özellikle ağırlık kayıpları ve çürük meyve miktarındaki artışlar, bu meyvenin pazar değerini olumsuz yönde etkilemektedir. Diğer yaş meyvelerde olduğu gibi narların derimden sonra kalitelerinden fazla bir şey kaybetmeden belirli sürede depolanması ancak soğukta muhafaza ile mümkün olabilmektedir (Onur ve ark., 1995). Genel olarak geç olgunlaşan, mayhoş veya ekşi narlar depolamaya daha uygundur (Onur, 1988). Nar meyvesinin optimum depolama sıcaklığı, çeşit, üretim bölgesi ve derim sonrası işlemlere göre değişmektedir. (Pekmezci ve Erkan, 2004; Köksal 1989, Onur ve ark., 1995). Bazı nar çeşitlerinin depolama koşulları Çizelge 2.1’de verilmiştir. ‘Hicaznar’ nar çeşidi için tavsiye edilen depolama koşulları 6°C ve %90 oransal nem olup, bu koşullarda 5-6 ay depolanabilmektedir (Onur ve ark., 1992, 1995, Pekmezci ve ark., 1998).

Nar meyveleri 5°C’nin altındaki sıcaklıklarda 2 aydan daha uzun bir süre depolandığında özellikle meyveyi odacıklara ayıran zar kısımlarında üşüme zararı meydana gelmektedir (Elyatem ve Kader, 1984). Düşük sıcaklık derecelerinde muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte, bu zarar tanelere kadar ulaşmakta, meyvenin içsel ve görsel kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Üşüme zararlarının genel belirtileri, kabukta kahverengi renk oluşumu, kabuk yüzeyinde çukurların oluşması, tane renginin solması, taneleri çevreleyen beyaz kısmın kahverengileşmesi ve

mantarsal bozulmaların artmasıdır (Elyatem ve Kader, 1984; Artés ve ark., 2000b). Nar meyveleri uzun süre (7°C'de 3 aydan fazla) depolandıklarında kabukta görülen yüzeysel yanıklar pazarlamayı büyük ölçüde sınırlayan bir diğer fizyolojik bozulmadır (Ben-Arie ve Or, 1986). Yüzeysel kabuk yanıklığının nar meyvelerindeki üşüme zararından farklı olarak üşüme sıcaklığının üzerinde (7°C'de) uzun süre depolanan ve daha çok geç sezonda derilen meyvelerde görülmesi yaşlanma ile ilgili olduğunu göstermektedir (Defilippi ve ark., 2006). Yüzeysel kabuk yanıklığının fenolik maddelerin oksidasyonu nedeniyle meydana geldiği ileri sürülmüştür (Ben-Arie ve Or, 1986).

Çizelge 2.1. Bazı nar çeşitlerinin depolama koşulları

Çeşit	Sıcaklık (°C)	Oransal nem (%)	Depolama süresi (ay)	Kaynaklar
'Bhagwa'	5 ⁽¹⁾	>92	2-3	Fawole ve Opara, 2013
'Banati'	5 ⁽²⁾	80-90	2	Al-Mughrabi ve ark., 1995
		90	5-6	Onur ve ark., 1995
'Hicaznar'	6 ⁽³⁾	85-90	5	Pekmezci ve ark., 1998
		90-95	4	Şen ve Eroğul, 2012
				Selçuk ve Erkan, 2014
'Helow'	7 ⁽⁴⁾	90-95	1	Opara ve ark., 2008
'Manfaloti'	5 ⁽²⁾	80-90	2	Al-Mughrabi ve ark., 1995
'Ruby'	5 ⁽¹⁾	>92	2-3	Fawole ve Opara, 2013
'Taeifi'	5 ⁽²⁾	80-90	2	Al-Mughrabi ve ark., 1995
	5 ⁽⁵⁾	95	2	Kader ve ark., 1984.
'Wonderful'	7 ⁽⁴⁾	90-95	3-4	Kader, 2006
	5 ⁽¹⁾	>92	3	Arendse, 2014
'Mollar de Elche'	5 ⁽³⁾	90-95	3-5	Laribi ve ark., 2012
	□2 ⁽³⁾	95	3	Artés ve ark., 2000a

⁽¹⁾Karton ambalaj ⁽²⁾Plastik kasa ⁽³⁾MAP ambalaj ⁽⁴⁾Belirtilmemiş ⁽⁵⁾Nemlendirilmiş hava akımı altında kavanozlarda

Nar meyvesinin kabuğu, kalın görünmesine rağmen, su buharının hareketine izin veren minik açıklıklara sahip olduğu için su kaybına karşı oldukça hassastır (Elyatem ve Kader, 1984). Su kaybı %5'i aştığında su kaybı belirtileri başlamakta (Elyatem ve Kader, 1984), meyve kabuğunda kahverengileşme, belirgin şekilde buruşma-kırışma ve kuruma-sertleşme, köşeleme görülmektedir (Şen, 2013; Pareek ve ark., 2015).

Nar meyvelerinin depolanmasında en önemli sorunlardan birisi de fungal çürümelerdir. Bunun ana nedeni ise meyve sapında ve çiçek ucunda fungal inokulumun bahçe aşamasında bulaşmasıdır. Fungal çürümelerin neden olduğu problemler, depo sıcaklığı 5°C'nin üzerinde olduğunda şiddetini daha da arttırmaktadır (Defilippi ve ark., 2006). Hasat sonrasında nar meyvelerinde; *Botrytis cinerea*, *Aspergillus niger*, *Penicillium* spp., *Alternaria* spp., *Trichoderma* spp. ve *Coniella granati* gibi fungal patojenler önemli kayıplara neden olmaktadır (Teksür, 2014). Bunlardan etmeni *B. cinerea* olan gri küf ile etmeni *Aspergillus* spp. ve *Alternaria* spp. olan iç çürüklüğü narlarda en çok ekonomik zarar oluşturan hasat sonrası hastalıklardandır (Pekmezci ve Erkan, 2004).

Nar meyvesinin muhafazasında bu olumsuzlukları azaltmak için modifiye atmosferde paketleme (MAP), kontrollü atmosferde (KA) muhafaza, aralıklarla ısıtma, depolama öncesi termal (sıcak su ve sıcak hava) uygulamalar gibi çeşitli derim sonrası yöntemler denenmiştir (Artés ve Tomás-Barberán, 2000).

Modifiye atmosfer (MA)'de muhafaza tekniği, farklı gaz geçirgenliğine sahip plastik film veya torbalar kullanılarak kapalı şartlarda ürünlerin solunumları sonucu ortamdaki O₂'nin azalması ve CO₂'in yükselmesi ve bu şekilde ürünleri çevreleyen atmosfer bileşiminin değiştirilmesi esasına dayanmaktadır. MA'de muhafaza yönteminin en yaygın uygulandığı ürünler taze veya dilimlenmiş meyve ve sebzelerdir. Bu ürünlerin düşük O₂ ve yüksek CO₂ içeren atmosfer bileşimlerinde depolanmasıyla solunum hızları ve etilen üretimleri yavaşlamaktadır. Bunun sonucunda; olgunlaşma gecikmekte, şeker ve asitlerin tüketilmesi sınırlanmaktadır (Kader ve Watkins, 2000; Caleb ve ark., 2012). MAP ambalajlar meyveleri çevreleyen atmosferde yüksek oransal nem sağlayarak su kaybını ve meyvelerde buna bağlı meydana gelen ağırlık ve kalite kaybını azaltabilmektedir (Kader ve Watkins, 2000). MAP ambalajlar 'Wonderful' (Porat ve ark., 2009), 'Ganesh' (Nanda ve ark., 2001), 'Mollar de Elche' (Artés ve ark., 2000a; Laribi ve ark., 2012), 'Shlefy' (Ghafir ve ark., 2012), 'Primosole' (D'Aquino ve ark., 2010), 'Hicaznar' (Şen ve Eroğul, 2012; Selçuk ve Erkan, 2014), ve 'Canernar' (Selçuk ve Erkan, 2013) gibi nar çeşitlerinde ağırlık kayıplarının azaltılmasını ve kalitenin korunmasını sağlayarak depolama süresini uzatmıştır. Bazı nar çeşitlerinde yapılan MAP çalışmaları Çizelge 2.2'de özetlenmiştir.

MAP ambalajları ile nar meyveleri hasat sonrası dönemde kalitesini kaybetmeden 3-4 ay depolanabilmektedir. MAP ambalajlarının sadece ürün depolanmasında değil, taşımada ve raf ömründe de olumlu etkiler yaptığı saptanmıştır (Porat ve ark., 2009). Önceki çalışmalar MAP ambalajlarla depolanan narlarda su kaybı, kabuk yanıklığı ve çürümelerin başarılı bir şekilde kontrol edildiğini ve depo ömrünü uzattığını (>3 ay) göstermiştir (Artés ve ark., 2000a; Nanda ve ark., 2001). MAP ambalaj kullanılmayan nar meyvelerinin yüzeylerinde belirgin şekilde buruşma-kırışma ve kabukta kuruma-sertleşme, köşeleme meydana gelmektedir (Şen, 2013).

Çizelge 2.2. Bazı nar çeşitlerinde yapılan MAP çalışmaları

Çeşit	MAP ambalaj	Muhafaza koşulları	Kaynaklar
‘Moller de Elche’	Deliksiz polipropilen torba	5°C %95 oransal nem 3 ay	Artés ve ark., 2000
‘Garnesh’	Poliiolefin film ile bireysel paketlenme	8°C %70-75 oransal nem 3 ay	Nanda ve ark., 2001
‘Wonderful’	Xtend	6°C %85±5 oransal nem 3-4 ay	Porat ve ark., 2009
‘Canernar-1’	Xtend ve ZOEpac	6°C %90-92 oransal nem 7 ay	Selçuk ve Erkan, 2014
‘Katırbaşı’	LifePack	6°C %90 oransal nem 4 ay	Oğuz ve ark., 2014
‘Hicaznar’	Xtend/Zoepac	6°C %90-95 oransal nem 4 ay	Selçuk ve Erkan, 2014
‘Hicaznar’	Lifepack	6°C %90-95 oransal nem 4 ay	Şen ve Eroğul, 2012
‘Hicaznar’	Plastik torba	6°C %90 oransal nem 5 ay	Onur ve ark., 1995
‘Hicaznar’	Xtend	6°C %90-92 oransal nem	Gözlekçi ve ark., 2005
‘Hicaznar’	Streç film (Kalınlık 12µ) Plastik torba (Kalınlık 8µ)	6°C >%90 oransal nem 3-4 ay 6°C >%90 oransal nem 2-3 ay	Bayram, 2007; Bayram ve ark., 2010
‘Hicaznar’	LifeSpan	7°C %85-90 oransal nem 4,5 ay	Öz ve ark., 2015

Onur ve ark. (1995) tarafından yapılan çalışmada 1. yıl plastik torbada ve farklı depo sıcaklıklarında muhafaza edilen ‘Hicaznar’ nar çeşidinin, depolama süresince kalitelerinde görülen değişimler incelenmiştir. Torbalı ve torbasız meyveler, 2, 6 ve

10°C sıcaklık ve %90 oransal nemde muhafazaya alınmıştır. Bu çalışma sonucunda ‘Hicaznar’ nar meyvelerinin ince plastik torbada 6°C’de en az 5 ay süreyle, çok az bir kayıpla ve kalitesinde önemli bir olumsuz değişim olmadan muhafaza edilebileceği belirtilmiştir. 2. yıl, deliksiz plastikte tek tek torbalama, delikli plastikte tek tek torbalama, plastikte kasa torbalama ve streç filmle kaplama gibi ambalajlama yöntemlerinin 6°C’de soğukta muhafaza sırasında kalite üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonunda denemeye alınan ‘Hicaznar’ nar çeşidi için deliksiz plastikte tek tek torbalama ve plastikte kasa torbalamanın en uygun ambalajlama yöntemi olduğu belirlenmiş olup, bu koşullarda 5-6 ay süreyle kalitelerinden fazla bir şey kaybetmeden muhafaza edilebileceği saptanmıştır.

Gözlekçi ve ark. (2005) ‘Hicaznar’ nar çeşidinde MAP ambalajın depo ömrüne etkisi araştırılmıştır. Denemede meyveler en uygun zamanında derilmiş ve üç gruba ayrılmıştır. Birinci grup meyveler plastik torba içerisine koyulmuştur. İkinci grup meyveler Xtend® film ile sarılmıştır. Üçüncü grup meyveler ise kontrol meyveleri olarak sarılmadan depolanmıştır. Bütün meyveler 6°C’de ve %90-92 oransal nemde depolanmıştır. Depolama süresince 45 gün arayla meyvelerin ağırlık kaybı, meyve suyu miktarı, titre edilebilir asit (TEA) miktarı, suda çözünür toplam kuru madde (SÇKM) miktarı, kabuk kalınlığı ve kabuk rengi değerlendirilmiştir. Bunların dışında mantarsal ve fizyolojik bozulmalar ile paketlerdeki O₂ ve CO₂ konsantrasyonundaki değişimler kaydedilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre MAP ambalaj ‘Hicaznar’ nar meyvelerinde ağırlık kayıplarını azaltmış ve kabuk sertleşmesini yavaşlatmış olup depo ömrünü en az kalite kaybıyla uzatmıştır.

Adana koşullarında yetiştirilen ‘Hicaznar’ nar çeşidi meyveleri 12 µ kalınlıkta streç film ile sarılarak veya 8 µ kalınlıkta MAP torbalarında 6°C’de 6 ay depolanmıştır. Araştırma sonucunda ‘Hicaznar’ nar çeşidinde, MAP ambalajlar kontrole göre daha iyi muhafaza olanağı sağlamıştır. Görsel kalite ve fungal çürümeler göz önüne alındığında MAP torba uygulaması yapılan meyvelerin 2-3 ay ve streç film uygulaması yapılan meyvelerin 3-4 ay muhafaza edilebileceği saptanmıştır (Bayram, 2007; Bayram ve ark., 2010).

İki farklı poliolefin film kullanılarak bireysel olarak ambalajlanan veya sukroz polyester (SPE) Semperfresh™ ile kaplanan ‘Ganesh’ narının kalitesi 8, 15 ve 25°C’de depolama sırasında incelenmiştir. 8, 15 ve 25°C’de SPE ile kaplanan narlar

sırasıyla 12, 9 ve 4 hafta depolanabilirken, film ile ambalajlanan narlar sırasıyla 8, 6 ve 2 hafta depolanabilmiştir. Kontrol meyvelerinin bu sıcaklıklarda depolama süresi 7, 5 ve 1 hafta olmuştur. Film ile ambalajlama ağırlık kaybını, asitlik, şeker ve C vitamini içeriğindeki değişimleri ve solunum hızını azaltmış, meyvenin kabuk kalınlığını, tazeliğini ve sertliğini korumuştur (Nanda ve ark., 2001).

Şen ve Eroğul (2012) tarafından Adıyaman ilinde yetiştirilen ‘Hicaznar’ nar çeşidinde yapılan bir çalışmada nar meyveleri, MAP ambalajlarda 6°C sıcaklıkta ve %90-95 oransal nemde 4 ay süreyle muhafaza edilmiştir. Depolama sonunda nar meyvelerinin ortalama ağırlık kaybı %9,1, çürüklük gelişimi %15,8 olarak saptanmıştır. Depolama sürecinde genel olarak nar kabuğunun kırmızı renk tonunda kısmi artışlar görülürken, tane rengindeki değişimler sınırlı olmuştur. Depolama sonunda, nar sularının 510 nm ve 446 nm absorbans değerleri ve TEA miktarında azalışlar, olgunluk indeksinde ise artışlar gözlenmiştir. Çalışmanın ikinci yılında SÇKM miktarı ve pH değerinde görülen azalışlar önemli iken, ilk yıl bu azalışlar istatistiksel anlamda önemli bir farklılık yaratmamıştır. Çalışma sonuçları, Adıyaman ilinde yetiştirilen ‘‘Hicaznar’ nar çeşidi meyvelerinin hasat ve hasat sonrası işlemlerde gereken özenin gösterilmesi, ön soğutmanın yapılması, uygun MAP ambalajın kullanılması ve uygun depolama koşullarının sağlanması ile 4 ay süreyle başarıyla depolanabileceğini göstermiştir.

Selçuk ve Erkan (2013) ‘Canernar-1’ çeşidi narlar iki farklı MAP ambalajda (MAP1 ve MAP2), 6°C sıcaklık ve %90-92 oransal nemde 210 gün süreyle depolanmışlardır. MAP ambalajlar depolama sırasında narların ağırlık kayıplarını, kalite kayıplarını ve çürük meyve miktarını azaltmada, TEA miktarı, meyve kabuk rengi ve antioksidan aktivitesinin korunmasında oldukça etkili olmuştur. MAP ambalajda depolanan narlar 6°C sıcaklık ve %90-92 oransal nemde 210 gün süreyle kalitelerinden fazla bir şey kaybetmeden başarıyla depolanmıştır.

Oğuz ve ark. (2014) tarafından yürütülen bir çalışmada, Adıyaman ilinin Kahta ve Gerger lokasyonlarından hasat edilen ‘Katırbaşı’ nar çeşidi meyveleri MAP ambalajlara yerleştirilerek 6°C’de ve %90 oransal nemde 4 ay süreyle muhafazaya alınmıştır. Depoda 2 ve 4 ay süre ile muhafaza edilen nar meyvelerinde bazı fiziksel ve biyokimyasal özellikler belirlenmiştir. Depolama sonunda nar meyvelerinde TEA miktarında önemli bir azalış görülmüş olup en yüksek TEA miktarı ‘Kahta 4’

çeşidinde belirlenmiştir. Nar meyvelerinin kabuk ve tane rengi, çeşitlere göre önemli farklılıklar göstermiştir. ‘Gerger 4’ nar meyvelerinin toplam fenol miktarı (99,04 mg GAE 100 ml⁻¹) ve antioksidan aktivitesi (20,85 µmol TE ml⁻¹), depolama süresince diğer narlara göre belirgin şekilde daha yüksek bulunmuştur. Depolama süresince SÇKM miktarında ve kabuk rengi *hue* açısı (*h*°) değeri hafif bir azalış, kabuk rengi kroma (*C**) değeri, toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesinde hafif bir artış gözlenmiştir. Çalışma sonuçları, farklı lokasyonlarda yetiştirilen ‘Katırbaşı’ nar meyvelerinin 4 ay süreyle başarıyla depolanabileceğini göstermiştir.

Selçuk ve Erkan (2014) MAP ambalajın ‘Hicaznar’ nar çeşidi meyvelerinde 6°C’de 90-95% oransal nemde 120 gün muhafaza sırasında ağırlık kayıplarının ve çürük meyve miktarının azaltılmasında, görsel kalitenin ve meyve kabuk renginin korunmasında oldukça etkili olduğunu belirlemişlerdir. Ancak MAP ambalajının içsel kalite (TEA, SÇKM, toplam fenolik madde ve antosiyanin içeriği ile antioksidan aktivite) üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

Öz ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada, ‘‘Hicaznar’ nar çeşidi meyveleri açıkta ve MAP ambalajlarda 7°C sıcaklık ve %85-90 oransal nemde 18 hafta süreyle muhafaza etmişlerdir. Muhafaza sonunda ‘‘Hicaznar’ nar meyvelerinin tane rengi *L** değerinde artış görülürken, *C** değerinde hafif düşüşler meydana gelmiştir. Depolama süresinin sonunda, nar meyve suyu toplam fenolik madde miktarı kontrol grubunda 109,5 mg 100ml⁻¹ iken, MAP grubunda 127,83 mg 100ml⁻¹ olarak saptanmıştır.

Porat ve ark. (2009) yüksek su buharı geçirgenliğine sahip Xtend® MAP ambalajların ‘Wonderful’ nar meyvelerinde depolama sırasında ağırlık kaybı, çürüklük gelişimi ve kabuk yanıklığını azaltarak, meyvelerin 3-4 ay kalitelerini koruduğunu bildirmiştir. Araştırmacılar 10 hafta veya daha kısa süreli depolama ve dış pazara ürün gönderme için 4-5 kg’lık Xtend® torbalarını ve 10 haftadan daha uzun süreli depolamalar için 20 kg’lık Xtend® torbalarını tavsiye etmektedirler.

Nar meyvelerinin muhafazasında kullanılan MAP ambalajların, nar meyvesinin kalitesi ile patolojik ve fizyolojik kayıpları üzerinde doğrudan etkili olduğu bilinmektedir (Şen ve Eroğul, 2012). MAP ambalajlarının içerisinde, nar meyvesi için uygun O₂ ve CO₂ bileşiminin oluşması kalitenin korunmasını sağlarken; gaz bileşiminin istenmeyen sınır değerlerinin üstüne veya altına inmesi fizyolojik bozuklukların oluşmasına neden olmaktadır. MAP ambalaj içerisinde ürünü

çevreleyen ortamda yüksek bir oransal nem oluşturarak depolama, taşıma ve dağıtım sırasında su kaybını azaltmaktadır. Ancak MAP ambalajlarında nem geçirgenliklerinin ürün için uygun olmaması durumunda, ambalaj içinde doygun bir ortam yaratılabilmekte ve fungal çürüklük gelişimi teşvik edilmektedir. Bu nedenlerden dolayı nar meyvesinin uzun süreli depolanmasında MAP ambalajlarının doğru seçilmesi büyük önem taşımaktadır. Aksi halde depolama süresinin uzamasına bağlı olarak patolojik ve fizyolojik bozukluklar çok önemli boyutlara ulaşmaktadır (Teksür, 2014).

Nar meyvesi için optimum KA muhafaza koşulları %3 O₂ + %6 CO₂ olarak belirlenmiştir (Küpper ve ark., 1995). 'Hicaznar' narı bu koşullarında 6°C'de 6 ay muhafaza edilebilmektedir (Pekmezci ve ark., 1998). 'Hicaznar' nar çeşidi ile yapılan başka bir çalışmada, Ekim ayı ortasında derimi yapılan meyvelere fungusit uygulaması yapıldıktan sonra üç farklı sıcaklıkta (6, 8 ve 10°C) ve üç farklı atmosferde (%3 O₂ + %1,5 CO₂; %3 O₂ + %3 CO₂; %3 O₂ + %6 CO₂) depolanmıştır. Belirli aralıklarla fiziksel ve kimyasal analizler (ağırlık kaybı, kabuk rengi, C vitamini içeriği meyve suyu, TEA ve SÇKM miktarı) yapılmıştır. Fungal çürümeler ve fizyolojik bozulmalar kaydedilmiştir. Çalışmanın sonunda 'Hicaznar' nar çeşidinin 6°C'de %3 O₂ ve %6 CO₂ içeren KA'de en az kalite kaybıyla 6 ay muhafaza edilebileceği belirlenmiştir (Küpper ve ark., 1995). Yapılan başka bir çalışmada 'Mollar de Elche' nar çeşidi 5°C'de %95 oransal nemde normal atmosfer ve KA koşullarında (%10 O₂ + %5 CO₂, %15 O₂ + %5 CO₂, %5 O₂ + %0 CO₂ ve etilensiz %5 O₂ + %0 CO₂) 8 hafta muhafaza edilmiştir. KA'de muhafaza ağırlık kaybını, çürüme oranını ve kabuk kararması şiddetini azaltmıştır (Artés ve ark., 1996). 'Wonderful' narlarının 7,5°C'de %5 O₂ + %15 CO₂ içeren KA koşullarında 5 aya kadar muhafaza edilebileceği belirlenmiştir (Hess-Pierce ve Kader, 2003). Kabuk karamaları şeklinde kendini gösteren yüzeysel kabuk yanıklığı narların uzun süre depolanmasını sınırlandıran önemli bir faktördür. Yapılan bir çalışmada, orta ve geç sezonda derimi yapılan 'Wonderful' narları 7°C'de muhafaza edilmiştir. 4-6 ay sonra bazı meyvelerde kabuk kararmaları meydana gelmiştir. Kabuk kararması geç sezonda derilen meyvelerde orta sezonda derilenlerden daha fazla bulunmuştur. Bu durum, bozulmanın yaşlanma ile ilgili olduğunu göstermektedir. Depolama öncesi Difenilamin ve/veya 1-Metilsiklopropan uygulamalarının da kabuk kararması üzerine etkisi araştırılmış olup difenilaminin

(1100 -2200 $\mu\text{L l}^{-1}$) ve 1-MCP (1 $\mu\text{L l}^{-1}$) tek başlarına ya da beraber kullanımı kabukta kararma oranını düşürmemiştir. KA'de muhafaza (%1 O_2 , %1 O_2 + %15 CO_2 ve %5 O_2 + %15 CO_2) orta ve geç sezonda derilen narlarda kabuk kararması oranını önemli derecede azaltmıştır. 'Wonderful' narlarında %5 O_2 + %15 CO_2 içeren KA koşullarının kabuk kararmasının önlenmesi açısından en iyi sonucu verdiği bildirilmiştir. Bu durumun meyvelerin meyve sap dibi kabuk dokusundaki kararma ile ilişkili olan karetenoid, açıl lipid ve fenilpropanoid seviyelerinin düşürülmesi ile meydana geldiği sonucuna varılmıştır (Defilippi ve ark., 2006).

2.3. Derim Sonrası Kitosan Uygulamaları

Yenilebilir kaplama, gıdanın üzerinde oluşturulan yenilebilir materyalin ince bir tabakası olarak tanımlanmaktadır. Yenilebilir kaplamaların bahçe ürünlerinde kullanımı, 12.-13. yüzyıllarda turuncgillerde kullanılan mum kaplamalara kadar dayanmaktadır. Meyve ve sebzeleri koruyan bu kaplamaların mekanizması, ürünün çevresinde modifiye edilmiş bir atmosfer yaratmaktır. Kaplamalar ile ürüne O_2 girişi azaltılabilmekte ve içsel CO_2 konsantrasyonunu artırılabilir. Böylece üründe olgunlaşma, yaşlanma gibi fizyolojik olaylar yavaşlatılabilmekte, su kaybı azaltılabilmekte ve mikrobiyel bozulmalar önlenebilmekte veya azaltılabilmektedir. Yenilebilir kaplamaların bu fonksiyonları onların farklı geçirgenlik özelliklerine dayanmaktadır. Lipidler, proteinler, polisakkaritler gibi doğal olarak bulunan maddeler, yenilebilir kaplamalar olarak, tek tek veya karışım halinde ürünün yüzeyine uygulanabilmekte ve geleceğin gıda paketleri olarak görülmektedir (Koyuncu ve Savran, 2002). Yenilebilir bir kaplama materyali olan kitosan (CH), yengeç, karides, ıstakoz gibi eklembacaklıların kabuklarında, bazı bakteri ve mantarların hücre duvarlarında bulunan ve doğada selülozdan sonra en yaygın olarak bulunan bir polimer olan kitinin deasetilasyonu sonucu elde edilmektedir. Antimikrobiyel bir polisakkarit olan CH, meyve ve sebzelerde antifungal ve antibakteriyel özelliklerinin yanı sıra, yenilebilir film oluşturma, meyve sularının asitliğini azaltma, durultma yardımcı maddesi, esmerleşmeyi önleyici ve renk koruyucu olarak da kullanılmaktadır. Doğada bulunan kaynaklardan elde edilebilen bir biyopolimer olan CH, canlılara karşı toksik özelliğinin olmaması, biyolojik olarak parçalanabilirliği,

biyoyoumluluğu, kimyasal ve fiziksel özellikleri bakımından diğer biyopolimerlere göre üstün özellikler göstermesi nedeniyle meyve-sebze endüstrisi için geniş kullanım alanına sahiptir (Tastan ve Baysal, 2013). CH “genelde emniyetli olarak kullanım (Generally recognized as safe, GRAS)” statüsünde bir bileşik olarak Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi tarafından onaylanmıştır (Romanazzi ve ark., 2017). CH katyonik yapısı sayesinde pH<6 ortamında bazı çözeltilerde kolayca çözünebilmektedir. CH’ın çözünmesi amacıyla genellikle asetik asit, formik asit ve laktik asit gibi organik asitler kullanılmaktadır. Bunlar arasında en çok kullanılan çözgen asetik asittir (Demir ve Seventekin, 2009). Günümüzde CH’ın pratik kullanım açısından daha uygun olan suda kolayca çözünebilir ticari formülasyonları geliştirilmiştir (Romanazzi ve ark., 2017). Bu ticari formülasyonlar sıvı veya toz formunda olup, %2-100 oranında CH içermektedir (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3. Ticari CH ürünleri (Romanazzi ve ark., 2017)

Ürün	Firma, Ülke	Formülasyon	CH içeriği (%)
Chito Plant	ChiPro GmbH (Bremen, Almanya)	Toz	99,9
OIIYS	VentureInnovations (Lafayette, LA, USA)	Sıvı	5,8
Armour-Zen	Botry-Zen Limited (Dunedin, New Zealand)	Sıvı	14,4
Biorend	Bioagro S.A. (Chile)	Sıvı	1,25
FreshSeal	BASF Corporation (Mount Olive, NJ, USA)	Sıvı	-
ChitoClear	Primex ehf (Siglufjörður, Iceland)	Toz	100
Bioshield	Seafresh (Bangkok, Thailand)	Toz	100
Biochikol 020 PC Gumitex	(Lowics, Poland)	Sıvı	2

Derim öncesi veya derim sonrası CH uygulamalarının yaş meyve ve sebzelerde başta derim sonrası hastalıkların kontrolü olmak üzere ağırlık kaybı, meyve eti sertliği, SÇKM ve TEA miktarı gibi kalite özellikleri ile insan sağlığı açısından önemli biyoaktif bileşenlerine etkisi konusunda çalışmalar yapılmıştır.

Çilek meyvelerinde CH kaplama uygulamasının sentetik fungusit uygulamalarına benzer oranda gri küf ve *Rhizopus* çürüklüğünü kontrol ettiği bildirilmiştir (El Ghaouth ve ark., 1991; 1992a; Zhang ve Quantick, 1998). 4 ve 6°C’de 20 gün depolanan çileklerde CH kaplama uygulamasının *Cladosporium* spp.

ve *Rhizopus* spp. kaynaklı enfeksiyonları azalttığı belirlenmiştir (Park ve ark., 2005). Sofralık üzümlerde %0,5 ve %1 CH uygulamasının 0°C 'de depolama ve 20°C'de raf ömrü sırasında *B. cinerea* ile inoküle edilen tanelerde gri küf enfeksiyonunu azalttığı ve enfeksiyonun yayılmasını önlediği belirlenmiştir (Romanazzi ve ark., 2002). Li ve Yu (2001) şeftali meyvelerinde %0,5 ve %1 CH uygulamasının kontrol uygulamasına göre 23°C'de raf ömrü sırasında etmeni *Monilinia fructicola* olan kahverengi çürüklüğü azalttığını bildirmiştir. Kiraz meyvelerinde %1 CH uygulamasının derim sonrası hastalıkları azalttığı saptanmıştır (Feliziani ve ark., 2013). CH ve oligokitosan uygulamaları ile hem spor çimlenmesinin hem de *M. fructicola*'nın misel gelişiminin büyük ölçüde inhibe edildiği ve şeftalilerde kahverengi çürüklüğün kontrolü için doğal fungusit olarak kullanımlarının umut verici olduğu saptanmıştır (Yang ve ark., 2012). Benzer çalışmada, CH (350 kDa) ve oligokitosanın (6 kDa) patojenik küfler üzerindeki inhibisyon etkisi ve armutta çürüme kontrolündeki kullanım olanağı araştırılmış, bu uygulamaların *Alternaria kikuchiana* ve *Physalospora piricola* misel gelişimini inhibe ettiği ve meyvelerde hasat sonrası hastalıklarını kontrol etmek için sentetik fungusitlere alternatif olarak kullanılabileceği belirlenmiştir (Meng ve ark., 2010). Domates ve üzüm meyvelerinde *Colletotrichum* sp'a karşı CH uygulamasının etkinliğinin değerlendirildiği bir çalışmada; enfekte dokulara 5 farklı konsantrasyonda (%0, 1, 1,5, 2, 2,5) CH uygulanmış ve lezyon çapları ölçülmüştür. CH'ın, 7 günlük inkübasyondan sonra en yüksek üç konsantrasyonda, bu küfün gelişimini önemli ölçüde inhibe ettiği belirlenmiştir (Muñoz ve ark., 2009). Domateslerde *B. cinerea* tarafından oluşturulan gri küf üzerine, farklı molekül ağırlıklı (0.5×10^4 , 3.7×10^4 , 5.7×10^4 ve 2.9×10^5 g mol⁻¹) CH bileşiklerinin etkinliğini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada; CH'ın molekül ağırlığı arttıkça, antifungal aktivitesinin arttığı, 2000 ve 4000 mg l⁻¹ konsantrasyonlardaki CH çözeltilerinin inoküle edilmiş domateslerde tam bir küf kontrolü sağladığı belirlenmiştir (Badawy ve Rabea, 2009). Ayrıca, CH uygulamasının, polifenol oksidaz (PPO) aktivitesini azalttığı, toplam protein ve fenolik bileşikler arttırdığı saptanmıştır. Bu bulgular ışında domates meyvesinde CH'ın gri küfe karşı antimikrobiyel etkisinin doğrudan fungitoksik olduğu ve aynı zamanda meyvenin biyokimyasal savunma tepkilerini teşvik etme ile ilgili olduğu düşünülmektedir (Badawy ve Rabea, 2009). Hernández-Muñoz ve ark. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada; çileklere kalsiyum glukonat çözeltisi (%1), CH

(%1,5) ve %1,5 CH+%1 kalsiyum glukonat içeren kaplama uygulamaları denenmiştir. 20°C'de 4 gün depolama sonrasında; %1,5 CH kaplama uygulaması ile ağırlık kaybının azaltıldığı ve fungal çürümenin olmadığı bildirilmiştir. 'Murcott' tangor meyvelerinde 15°C'de 56 gün depolama sırasında %0,1 düşük molekül ağırlıklı CH uygulaması tiabendazol (TBZ) ile yapılan fungusit uygulamasına göre çürümelere %20 oranında azaltmış, meyve eti sertliği, TEA, askorbik asit ve usare miktarı gibi kalite özelliklerini iyileştirmiştir (Chien ve ark., 2007).

'Ortanique tangor' çeşidinin soğukta muhafazasına (5±0,5 °C'de ve %90±5 oransal nemde 3 ay süre) sıcak su ve kitosan uygulamalarının etkisinin araştırıldığı bir başka çalışmada kitosan uygulaması ağırlık kayıplarını önlemede sıcak su uygulamasından daha başarılı olmuştur (Borazan, 2019). 'Owari satsuma' mandarin çeşidinin doğal soğutmalı depo ve soğukta muhafazasına (5±0,5°C'de ve %90±5 oransal nemde 90 gün) kitosan uygulamasının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada kitosan uygulaması fizyolojik bozulmaları önlemede başarılı bulunmuştur. Meyvede yeşil kapsülün korunmasında kitosan ve kitosan+mum uygulamaları başarılı olmuştur. SÇKM miktarındaki artış kitosan uygulamasında daha yavaş olmuştur. Kitosan+mum uygulaması TEA miktarı en az azalan olmuştur. Kitosan+mum, kitosan ve mumlama uygulamalarında tat puanları yüksek olmuştur (Zan, 2018).

CH kaplama uygulaması, meyve yüzeyinde yarı geçirgen bir bariyer oluşturarak, su kaybını azaltmakta (Vargas ve ark., 2008; Bourlieu ve ark., 2009) ve gaz değişimini kontrol etmektedir. CH kaplama uygulaması ile oluşan MA (Düşük O₂ ve yüksek CO₂) meyve solunum hızını ve metabolik aktivitesini yavaşlatarak meyve olgunlaşmasını ve yaşlanmasını geciktirmektedir (Olivas ve Barbosa-Cánovas, 2005; Romanazzi ve ark., 2007; 2009; Vargas ve ark., 2008). CH kaplama uygulaması elmalarda depolama sırasında su kaybını azalttığı, termal uygulamalar ile birlikte kombine edildiğinde solunum hızını ve meyve suyu pH'sını azalttığı ve TEA miktarını arttırdığı bildirilmiştir (Shao ve ark., 2012). Armut meyvelerinde CH uygulaması ağırlık kaybını ve solunum hızını azaltmış ve depolama süresini uzatmıştır (Zhou ve ark., 2008). CH uygulaması tek başına veya askorbik asitle kombine edildiğinde armut meyvelerinde solunum hızını, ağırlık kaybını, SÇKM ve TEA miktarlarındaki değişimleri yavaşlatmıştır (Li ve ark., 2008). CH uygulanmış şeftalilerde kontrole göre daha düşük solunum hızı ve daha yüksek TEA miktarı belirlenmiştir (Li ve Yu, 2001).

Kiraz meyvelerinde CH kaplama ağırlık kaybını azaltarak TEA ve SÇKM miktarındaki değişimleri yavaşlatmıştır (Dang ve ark., 2010). Çileklerde CH tek başına veya kalsiyum glukonat ile kombine edildiğinde ağırlık kaybı ve solunum hızını azaltmış ve olgunlaşmayı yavaşlatmıştır. Bu şekilde CH uygulanan çileklerde daha yüksek TEA miktarı, daha düşük pH ve SÇKM miktarı belirlenmiştir (Hernández-Muñoz ve ark., 2008). Kırmızı ahududu ve çilek meyvelerinde depolama sırasında CH tek başına veya kalsiyum/vitamin E ile birlikte uygulandığında ağırlık kaybını azaltmış, meyve suyu pH'sı ve TEA miktarındaki değişimler gecikmiştir (Han ve ark., 2004; 2005). Sofralık üzümlerde CH bergomat yağı (Sánchez-González ve ark., 2011), putrescine (Shiri ve ark., 2012) ve üzüm çekirdeği ekstraktı (Xu ve ark., 2007) ile birlikte kombine edildiğinde bir su buharı bariyeri oluşturarak depolama sırasında ağırlık kaybını azaltmıştır. Başka bir çalışmada 13°C'de 42 gün soğukta muhafaza sırasında CH ile kaplanmış turuncgil meyvelerinde kontrole göre daha düşük ağırlık kaybı, daha yüksek TEA ve SÇKM miktarı belirlenmiştir (Chien ve Chou, 2006). %1 veya %2 CH ile kaplanan domates meyvelerinde kontrole göre solunum ve etilen üretim hızı azalmış ve daha yüksek TEA miktarı belirlenmiştir (El Ghaouth ve ark., 1992b). Muz meyvelerinde CH uygulaması kontrole göre ağırlık kaybını, solunum hızını, TEA, indirgen şeker ve SÇKM miktarlarını azaltmıştır (Kittur ve ark., 2001). Longan (Jiang ve Li, 2001) ve guava (Hong ve ark., 2012) meyvelerinde CH uygulaması depolama sırasında ağırlık kaybını ve solunum hızını azaltmış, SÇKM ve TEA miktarını arttırmıştır. Papaya meyvelerinde CH uygulaması 5 haftalık depolama sırasında ağırlık kaybı, SÇKM ve TEA miktarındaki değişimleri yavaşlatmıştır (Ali ve ark., 2010; 2011; Bautista-Baños ve ark., 2003). Liçi meyvelerinde CH uygulaması solunum ve transpirasyon hızını azaltmış (Lin ve ark., 2011), SÇKM ve TEA miktarındaki değişimleri yavaşlatmıştır (Jiang ve ark., 2005). CH kaplama uygulamaları ile sağlanan düşük O₂ ve yüksek CO₂ atmosferi meyve yumuşamasında etkili enzimlerin aktivitelerini yavaşlatarak, çilek (Hernández-Muñoz ve ark., 2008), sofralık üzüm (Xu ve ark., 2007; Sánchez-González ve ark., 2011), elma (Shao ve ark., 2012), armut (Li ve ark., 2008), şeftali (Li ve Yu, 2001), portakal (Chien ve Chou, 2006; Cháfer ve ark., 2012), muz (Kittur ve ark., 2001; Win ve ark., 2007; Baez-Sañudo ve ark., 2009), mango (Zhu ve ark., 2008; Salvador-Figueroa ve ark., 2011), papaya (Bautista-Baños ve ark., 2003; Sivakumar ve ark., 2005a; Ali ve

ark., 2010; 2011), guava (Hong ve ark., 2012) ve domates (El Ghaouth ve ark., 1992b) gibi meyvelerde meyve eti sertliğindeki azalmaları geciktirmiştir.

CH'in tek başına veya diğer bileşiklerle (tarçın yağı, putrescine, üzüm çekirdeği ekstraktı, vitamin E, oleik asit) birlikte uygulandığında armut (Zhou ve ark., 2008), elma (Shao ve ark., 2012), sofralık üzüm (Xu ve ark., 2007; Shiri ve ark., 2012), kiraz (Dang ve ark., 2010), çilek (Devlieghere ve ark., 2004; Han ve ark., 2005; Vargas ve ark., 2006) ve muz (Baez-Sañudo ve ark., 2009) gibi ürünlerde duysal kaliteye (görünüm, renk, tat, aroma) olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir.

CH uygulamaları derimden sonra meyve kabuğundaki olgunlaşmaya bağlı meydana gelen veya üşüme zararı vb. fizyolojik bozulmalardan kaynaklanan renk değişimlerini önleyerek veya yavaşlatarak görsel kalitenin en önemli unsuru olan rengin korunmasını sağlamaktadır. Longan meyvelerinde CH uygulaması ile meyve kabuğu renk bozulmasından sorumlu PPO enzim aktivitesi ve dolayısıyla polifenol oksidasyonu önlenmiştir (Jiang ve Li, 2001). Papaya meyvelerinde CH uygulaması kontrole göre solunum ve etilen üretim hızını azaltarak olgunlaşmaya bağlı meyve kabuğu renk L* ve C* değerlerindeki değişimlerini yavaşlatmıştır (Ali ve ark., 2011). CH uygulamasının depolama sırasında muz (Kittur ve ark., 2001; Win ve ark., 2007; Baez-Sañudo ve ark., 2009; Maqbool ve ark., 2011), liçi (Zhang ve Quantick, 1997; Caro ve Joas, 2005; Joas ve ark., 2005; Ducamp-Collin ve ark., 2008; De Reuck ve ark., 2009; Sun ve ark., 2010), mango (Zhu ve ark., 2008; Salvador-Figueroa ve ark., 2011), çilek (Han ve ark., 2004; 2005; Hernández-Muñoz ve ark., 2008) ve domates (El Ghaouth ve ark., 1992b) gibi meyvelerde renk değişimlerini yavaşlattığı bildirilmiştir.

CH uygulamalarının meyvelerde insan sağlığı ve beslenmesi açısından önemli antioksidan aktiviteyi oluşturan askorbik asit ve fenolik maddeler gibi biyoaktif bileşenlere olumlu etkileri bildirilmiştir. CH uygulamasıyla üzümde toplam fenolik içeriği (Meng ve ark., 2008), çilekte antosiyanin (El Ghaouth ve ark., 1991; Zhang ve Quantick, 1998; Reddy ve ark., 2000), toplam fenolik madde (Kerch ve ark., 2011) ve askorbik asit içeriği (Zhang ve Quantick, 1998; Kerch ve ark., 2011; Wang ve Gao, 2012), ahududu meyvelerinde antosiyanin ve askorbik asit içeriği (Zhang ve Quantick, 1998), kayısıda toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite (Ghasemnezhad ve ark., 2010), mangoda (Jitareerat ve ark., 2007; Zhu ve ark., 2008)

ve papayada (Ali ve ark., 2011), askorbik asit içeriği, liçi meyvelerinde toplam fenolik madde ve flavonoid içeriği (Zhang ve Quantick, 1997; Sivakumar ve ark., 2005b) artmıştır.

Nar meyvelerinde ve tanelerinde CH uygulamalarının derim sonrası kaliteye etkisi konusunda sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Varasteh ve ark. (2012) ‘Rabbab-e-Neyriz’ nar çeşidi meyvelerinde yenilebilir kaplama uygulaması olarak %1 ve %2 CH uygulamasının, 2°C ve 5°C’de depolama sırasında renk ve antosiyanin içeriğine etkisi incelemişlerdir. %1 ve %2 CH uygulaması kontrole göre antosiyanin içeriğinin ve rengin koruması için daha başarılı bulunmuş olup %1 ve %2 CH dozları arasındaki farklılık önemsiz olmuştur. Çetin (2012) tarafından yapılan çalışmada yenilebilir CH kaplamanın nar tanelerinin kalite faktörleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, nar taneleri %0 (kontrol) ve %1 CH (karides kabuklarından üretilmiş, de-asetillenmiş CH içeriği $\geq 75\%$) çözeltileriyle kaplanarak 22 gün boyunca 4°C’de muhafaza edilmiştir. CH kaplama ağırlık kaybını, duyu kalitedeki ve toplam antosiyanin miktarındaki düşüşü geciktirmiştir. CH ile kaplanmış nar tanelerinin pH değeri, SÇKM ve TEA miktarı, kaplanmamış nar tanelerine göre daha yüksek olarak belirlenmiştir. CH kaplama uygulaması mikrobiyal bozulmayı geciktirmiş, tanelerde parlaklığını (L^* değeri) artırarak rengin korumasını sağlamıştır. Çalışma bulgularına göre CH ile kaplama 4°C’de muhafaza edilen nar tanelerinin raf ömrünü 15 günden 19 güne artırmıştır. Ghasemnezhad ve ark. (2013) 4°C’de %95 oransal nemde 12 gün depolama sırasında %0,25, %0,5 ve %1 CH ile kaplanmış nar tanelerinin toplam fenolik madde ve toplam antosiyanin içeriği ile antioksidan aktivitesini kontrole göre daha yüksek bulmuşlardır. Görsel kalitenin korunması ve mikrobiyel bozulmaların azaltılması açısından %0,25 ve %0,5 CH uygulaması yetersiz kalmış olup, tüm parametreler açısından %1 CH uygulaması başarılı bulunmuştur. Meighani ve ark. (2015) ‘Malase Torshe Saveh’ nar çeşidi meyvelerinde CH (%1 ve %2), resin ve carnauba kaplama uygulamalarının 4,5°C’de 120 gün depolama ve 20°C’de 3 gün raf ömrü sırasında derim sonrası kalite üzerine etkisini belirlemişlerdir. Kaplama uygulamaları kontrole göre solunum hızını ve ağırlık kaybını azaltmış olup, SÇKM ve TEA miktarı, renk, biyoaktif bileşiklerdeki (flavonoidler, antosiyaninler, fenolik bileşikler ve antioksidan aktivitesi) azalmayı yavaşlatmıştır. Bu özellikler bakımından %1 ve %2 CH uygulamaları arasındaki farklılık ise önemsiz olmuştur.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışma 2016 ve 2017 yıllarında Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde yürütülmüştür. Denemede bitkisel materyal olarak özel bir üretici bahçesinden (Antakya, Hatay) temin edilen ‘Hicaznar’ nar çeşidi meyveleri kullanılmıştır. ‘Hicaznar’ çeşidinin meyve ağırlığı ortalama 350 g, meyve eni ortalama 91 mm’dir. Meyve kabuk rengi sarı zemin üzerine %95 kırmızıdır. Taneler koyu kırmızı renkte ve 100 tanesinin ağırlığı ortalama 26,1 g’dır. Asitlik ortalama %1,9 olup ekşiye yakın mayhoştur. Çekirdekleri serttir. Akdeniz bölgesinin sahil ve geçit yörelerinde iyi yetişmektedir (Onur, 1988).

Denemede MAP ambalaj olarak nar meyveleri için geliştirilmiş 5 kg Xtend® marka MAP ambalaj kullanılmıştır. Xtend® MAP torbalar StePac A.Ş. (Antalya) tarafından sağlanmıştır.

CH uygulaması için ChiPro GmbH (Bremen, Almanya) tarafından derim öncesi ve sonrası hastalıkların kontrolü için geliştirilmiş ChitoPlant® ticari adıyla satılan %99,9 CH içeren pH’sı 6,5-7 olan suda çözünebilen toz formülasyon kullanılmıştır. ChitoPlant® Boyut Dış Ticaret Ltd. (İstanbul, Türkiye) tarafından sağlanmıştır. Nar ve diğer meyvelerde yapılan önceki çalışmalar incelendiğinde derim sonrası CH uygulamalarında %0,5 CH dozunun özellikle çürümelerin önlemesi ve görsel kalitenin korunması için yetersiz kaldığı (Ghasemnezhad ve ark., 2013), %1 ve %2 dozları arasında ise incelenen meyve kalite parametreleri açısından farklılık saptanamadığından (Varasteh ve ark., 2012; Meighani ve ark., 2015) bu çalışmada CH uygulaması için %1 dozunun kullanılmasına karar verilmiştir. %1 CH çözeltisi oda sıcaklığında ($20\pm1^{\circ}\text{C}$) saf su kullanılarak hazırlanmıştır.

3.2. Yöntem

Nar meyvelerinin, çeşide özgü renk ve iriliğini aldığı, titre edilebilir asit (TEA) miktarının $<1,85$ ve suda çözünebilir toplam kuru madde (SÇKM) miktarının >17

olduğu (Pekmezci ve Erkan, 2004) optimal olgunluk döneminde derimi yapılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Meyvelerin derimi

Nar meyveleri, derimden sonra Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait Hasat Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarına

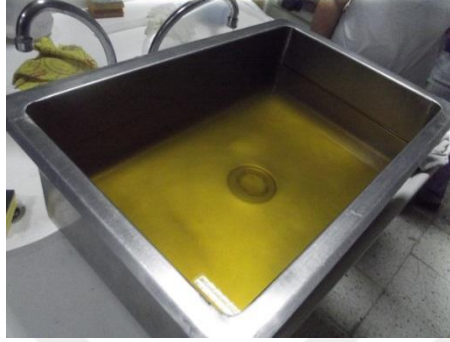
taşıyarak, burada çeşide özgü irilik ve boyda olan sağlam meyveler seçilmiştir. Çalışma aşağıda belirtilen uygulamalara tabi tutulmuştur (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Yapılan uygulamalar

1. Kontrol: Hiçbir uygulama yapılmamış meyveler (açıkta) plastik kasa içerisine (60x40x30 cm ebatlarındaki delikli plastik kasa) 3 yinelemeli ve her yinelemede 5 kg olacak şekilde yerleştirilmiş ve kontrol uygulaması olarak değerlendirilmiştir.

2. Kontrol Su: 2. grup meyveler 1 dk süreyle saf suya daldırıldıktan sonra 1 saat süreyle doğal hava akımıyla kurumaya bırakılmıştır (Şekil 3.3). Meyveler daha sonra (açıkta) delikli plastik kasalara 3 yinelemeli yinelemede 5 kg olacak şekilde yerleştirilmiştir.



CH çözeltisi



CH uygulaması

Kontrol su uygulaması



Meyvelerin doğal hava akımıyla kurutulması

Şekil 3.3. Kontrol su ve CH uygulamalarının yapılışı

3. MAP: 3. grup meyveler delikli plastik kasalarda MAP ambalajlar içerisine her yinelemede 5 kg olacak şekilde yerleştirilmiştir ve torbanın ağzı klipslerle bağlanmıştır.

4. CH: 4. grup meyveler 1 dk süreyle %1 CH çözeltisine daldırıldıktan sonra 1 saat süreyle doğal hava akımıyla kurumaya bırakılmıştır (Şekil 3.3). Meyveler daha sonra (açıkta) delikli plastik kasalara 3 yinelemeli ve her yinelemede 5 kg olacak şekilde yerleştirilmiştir.

5. CH+MAP: 5. grup meyveler 1 dk süreyle %1 CH çözeltisine daldırıldıktan sonra 1 saat süreyle doğal hava akımıyla kurumaya bırakılmıştır. Meyveler daha sonra delikli plastik kasalarda MAP ambalajlar içerisine 3 yinelemeli ve her yinelemede 5 kg olacak şekilde yerleştirilmiş ve torbanın ağzı klipslerle bağlanmıştır.

Meyveler uygulamaları takiben $6\pm0,5^{\circ}\text{C}$ 'de ve 90 ± 5 oransal nemde 0, 2, 4 ve 6 ay süreyle depolanmıştır. Ayrıca raf ömrü için 0 (derimden hemen sonra), 2, 4 ve 6 ay depolamadan sonra meyveler $20\pm1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve 70 ± 5 oransal nem koşullarında 7 gün bekletilmiştir. Kullanılan soğuk hava deposu yaklaşık 4 ton kapasiteli, makineli, Freon 12 ile doğrudan soğutmalı özelliktedir. Depolama süresince depo odasının sıcaklık ve oransal nemi Testo 175-H2 model datalogger (Testo Elektronik ve Test Ölçüm Cihazları Dış Ticaret Ltd. Şti., İstanbul / Türkiye) yardımıyla sürekli kaydedilmiştir.

3.3. İncelenen Fiziksel ve Kimyasal Parametreler

Depo ve raf ömrü sırasında, ağırlık kaybı oranı, meyve kabuk ve tane rengi, SÇKM miktarı, TEA miktarı, meyve suyu pH'sı, askorbik asit miktarı, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivitesi, toplam monomerik antosiyanin (TMA) miktarı, fizyolojik ve mantarsal bozulma oranı incelenmiştir. Ayrıca, depo ve raf ömrü sırasında meyvelerde duyuusal değerlendirme yapılmıştır.

3.3.1. MAP Ambalaj İçindeki O₂ ve CO₂ Konsantrasyonları

MAP ambalaj içindeki O₂ ve CO₂ konsantrasyonları ambalaj üzerine yapıştırılan septum üzerinden CO₂/O₂ ölçüm cihazına bağlı bir iğne ile depolama boyunca % olarak ölçülmüştür.

3.3.2. Ağırlık Kaybı Oranı

Meyveler 0,01 g'a duyarlı teraziyle tartılmış ve başlangıç ağırlığıyla karşılaştırılarak ağırlık kaybı oranı eşitlik 3.1'e göre yüzde olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Ağırlık kaybı (\%)} = \frac{\text{Başlangıç ağırlığı} - \text{Son ağırlık}}{\text{Başlangıç ağırlığı}} \times 100 \dots \dots \dots (3.1)$$

3.3.3. Meyve Kabuk ve Tane Rengi

Meyve kabuk rengi meyvelerin ekvator bölgesinde; her iki tarafından C.I.E. L*a*b* skalasına göre Minolta Chroma Meter CR-300 model renk ölçüm cihazı (Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japonya) ile ölçülmüş (Şekil 3.3) ve L*, a*, b*, Kroma (C*) ve hue açısı (h°) değerleri ile ifade edilmiştir. Tane rengi için meyveler kesilip parçalara ayrılmış, tanelenen meyveler petri kabına alınarak yüzeye yayılmış ve kabın iki farklı üst yüzeyinden belirlenen 1cm'lik bölgelerden aynı cihazla ölçülmüştür (Şekil 3.4).

3.3.4. Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde (SÇKM) Miktarı

SÇKM miktarı Atago ATC-1E Model (Atago Co. Ltd., Tokyo, Japonya) el refraktometresi ile % olarak ölçülmüştür (Şekil 3.4).

3.3.5. Meyve Suyu pH'sı

Meyve suyu pH'sı, Hanna model HI 2211 dijital pH metre (Thermo Fisher Scientific Inc., MA, ABD) ile belirlenmiştir.



Şekil 3.4. Bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerin analizlerine ait görüntüler

3.3.6. Titre Edilebilir Asit (TEA) Miktarı

TEA miktarı, potansiyometrik yöntem ile ölçülmüş olup, 5 ml meyve suyuna 95 ml saf su eklenerek, pH metrede 8,1 değeri okunana kadar 0,1 N NaOH çözeltisi ile

titre edilmiş (Şekil 3.4) ve sonuçlar sitrik asit cinsinden eşitlik 3.2'e göre yüzde olarak hesaplanmıştır.

$$\text{TEA miktarı (\%)} = \frac{\text{NaOH faktörü} \times \text{Harcanan NaOH miktarı} \times \text{Sitrik asit sabiti}}{\text{Alınan meyve suyu miktarı}} \times 100 \quad (3.2)$$

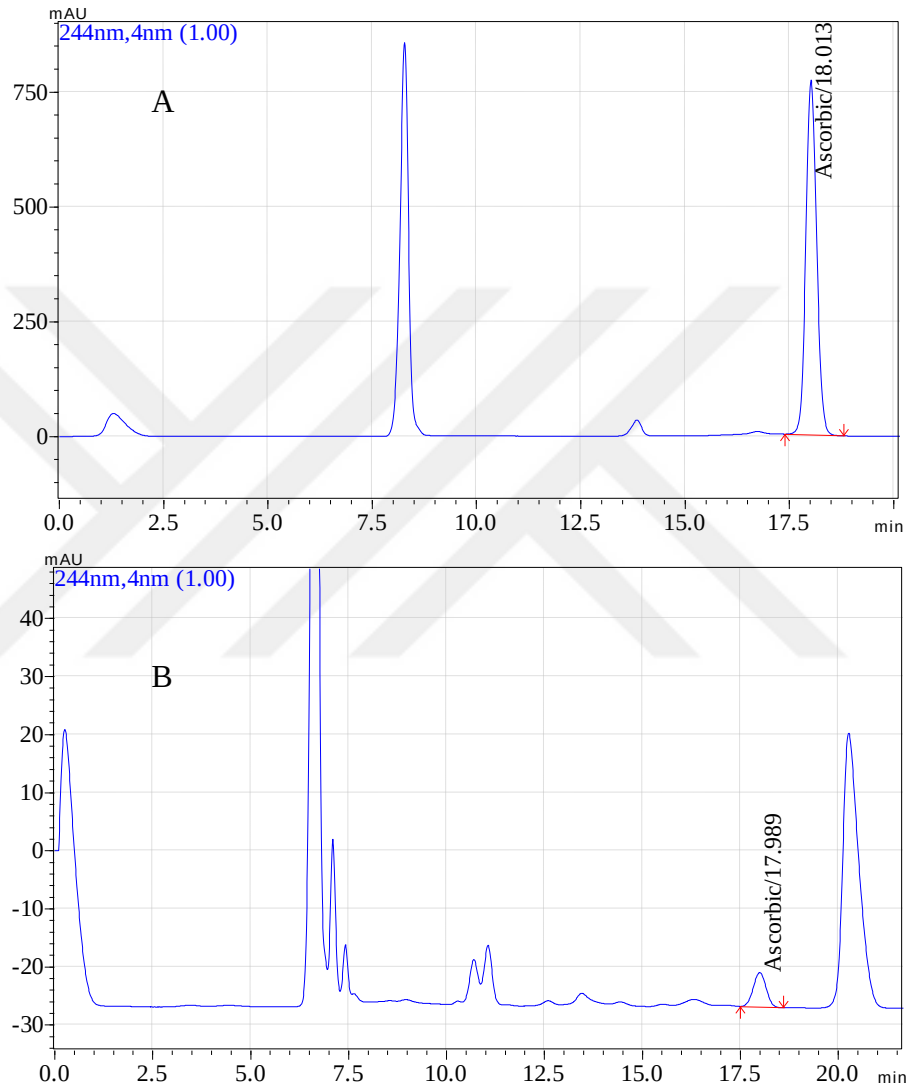
3.3.7. Askorbik Asit Miktarı

Meyvelerin askorbik asit miktarı (L-askorbik asit) Lee ve Coates'e (1999) göre belirlenmiştir. Kısaca, nar suyundan alınan 5 ml örneğe 5 ml %2,5 metafosforik asit eklenerek 1 dk vortekslenip (Heidolph Reax Top, Almanya), 5°C'de 5 dk süreyle 6500 rpm'de santrifüjlenmiştir (Rotina 38 R Hettich, Zentrifugen, Almanya). Santrifüj sonunda supernatant (üstte kalan berrak sıvı) alınmış ve analize kadar buzdolabında ışıktan etkilenmemesi için 20 ml'lik kahverengi şişede bekletilmiştir. Örnekler 0,45 µm şırınga filtresi ile filtre edildikten sonra 20 µl'lik hacim HPLC'ye enjekte edilmiştir. Kullanılan HPLC cihazı (Shimadzu, Japan) LC-10A model olup, LC-10AD pompa, in-line degasser, CTO-10A kolon fırını, SCL-10A sistem kontrolörü ve LC solution yazılımı gibi kısımlardan oluşmaktadır. Askorbik asit 65°C'de 0,4 ml dk⁻¹ hızda Transgenomic™ IC Sep ION300 300 mm x 7.8 mm i.d. kolon (Transgenomic, San Jose, CA, ABD) ve 0,0085 N sülfürik asitten oluşan mobil faz ile ayrılmıştır. Örneklerin konsantrasyonu fotodiyot array (PDA) dedektörü ile 244 nm dalga boyunda belirlenmiştir. Kromatogramda elde edilen askorbik asit piki askorbik asit standartlarının (L-askorbik asit, A960, Sigma Aldrich Co., ABD) alıkonma süresi karşılaştırılarak tanımlanmıştır (Şekil 3.5). Farklı konsantrasyonda hazırlana standart askorbik asit çözeltileri HPLC'ye enjekte edilerek kalibrasyon eğrisi (Şekil 3.6) oluşturulmuş ve elde edilen eğriden askorbik asit miktarı hesaplanarak, mg100 ml⁻¹ olarak ifade edilmiştir.

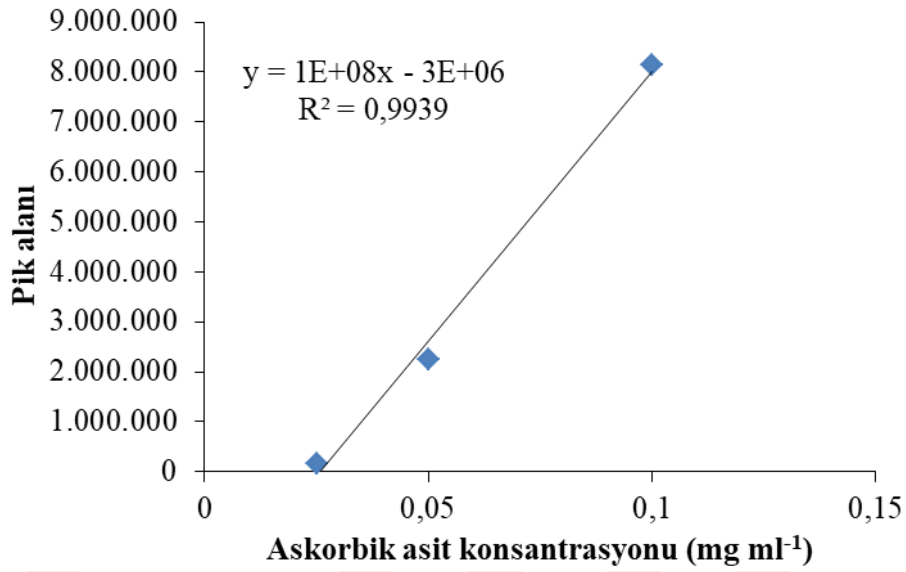
3.3.8. Toplam Monomerik Antosiyanin (TMA) Miktarı

TMA miktarı pH farkı metodu (Lee ve ark., 2005) kullanılarak spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Kısaca deiyonize su ile 1:5 oranında seyreltilmiş nar suyundan alınan 500 µl örneğe ayrı ayrı olmak üzere 2500 µl 0,025 M

potasyum klorid tamponu (pH 1,0) ve 0,4 M sodyum asetat tamponu (pH 4,5) eklemiş ve 15 dk oda sıcaklığında bekletilerek absorbansları 520 ve 700 nm dalga boylarında ölçülmüştür. TMA miktarı aşağıdaki formüle göre siyanidin-3-glukozit cinsinden eşitlik 3.3'e göre hesaplanmıştır.



Şekil 3.5. ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyve örneğinin (A) ve askorbik asit standardının (B) kaydedilen kromatogramı



Şekil 3.6. Askorbik asit standartlarının kalibrasyon eğrisi

$$\text{TMA miktarı (mg l}^{-1}\text{)} = \frac{(A \times 10^3 \times \text{MW} \times \text{DF})}{\epsilon \times L} \dots\dots\dots (3.3)$$

Burada:

$$A = (A_{520} - A_{700})_{\text{pH}1.0} - (A_{520} - A_{700})_{\text{pH}4.5}$$

A: pH 1,0 ve pH 4,5’de ölçülen absorbans farkı

ϵ : Molar absorpsiyon katsayısı (26900 l x mol x cm)

L: Absorbans ölçüm küvetinin ışık yolu (cm)

MW: Molekül ağırlığı (493,5 g mol⁻¹)

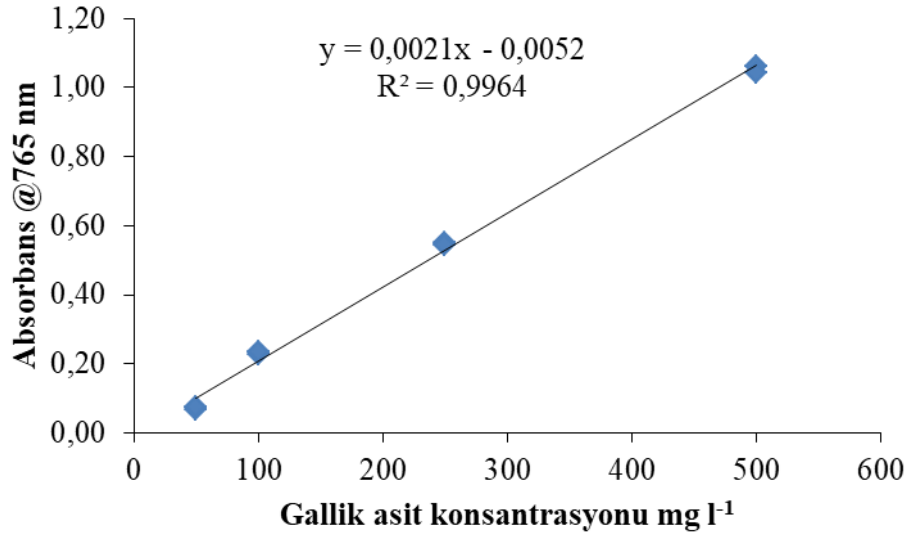
DF: Seyreltme faktörü

10³ = g’den mg’a dönüştürmek için faktör

3.3.9. Toplam Fenolik Madde Miktarı

Meyvelerin toplam fenolik madde miktarı Gil ve ark. (2000) tarafından bildirilen yöntem modifiye edilerek belirlenmiştir. Kısaca 1:5 oranında deiyonize su ile seyreltilerek 30 s vortekslenmiş nar suyundan alınan 200 µl örneğe 7,8 ml saf su, 500 µl folin-ciocaltaeu çözeltisi konarak 30 s vorteks (Heidolph Reax Top, Almanya) ile karıştırılmıştır. 8 dk sonra 1,5 ml sodyum karbonat (1 N) çözeltisi ilave edilerek 20°C’de karanlık koşullarda 2 saat bekletilmiştir. Çözeltilerin absorbansları spektrofotometre (Agilent Cary 60, ABD) 765 nm dalga boyunda okunmuştur. Gallik

asidin (842649 Merck Schuchardt OHG, Hohenbrunn, Almanya) farklı konsantrasyonlarında (50, 100, 250, ve 500 mg l⁻¹) hazırlanan standart çözeltiler ile eğri (Şekil 3.7) çizilerek toplam fenolik madde miktarı mg gallik eşit eşdeğeri (GAE) l⁻¹ olarak ifade edilmiştir.

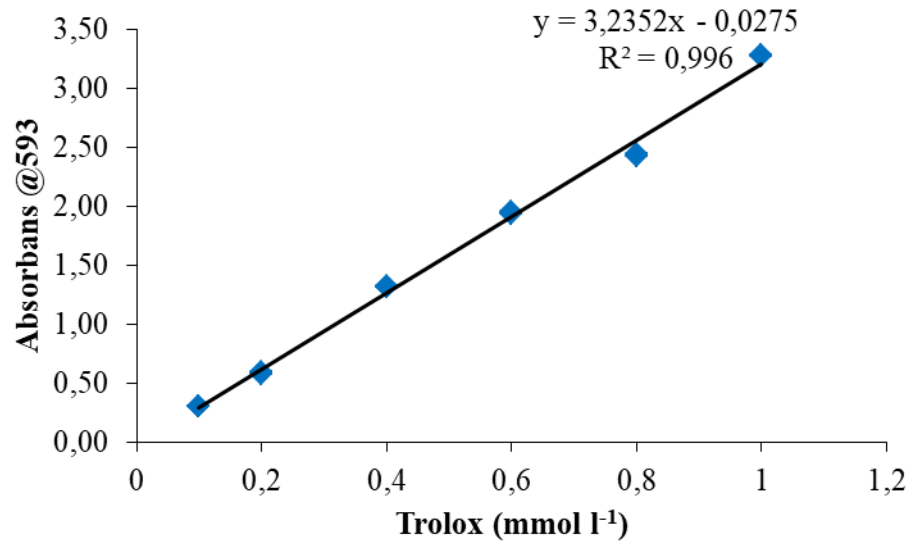


Şekil. 3.7. Gallik asit standartlarının kalibrasyon eğrisi

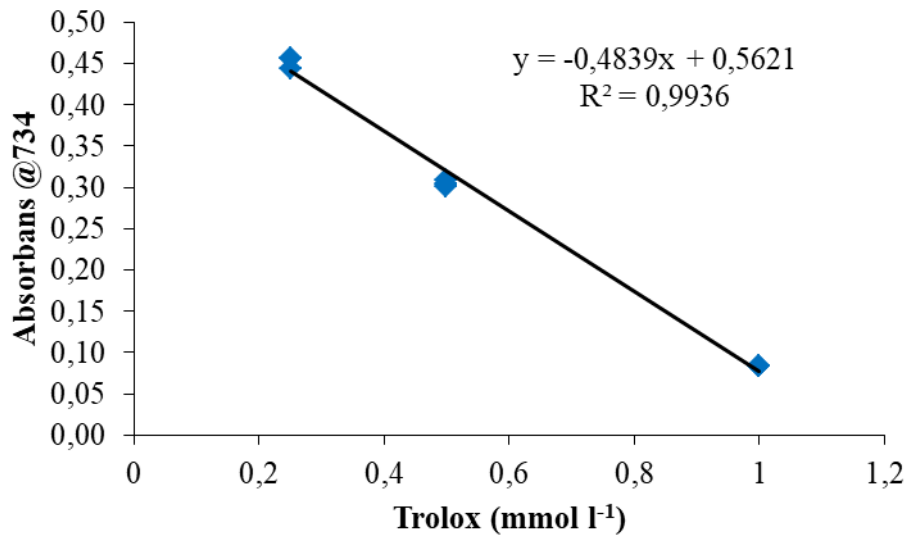
3.3.10. Antioksidan Aktivitesi

Antioksidan aktivite nar suyunda Özgen ve ark. (2006) tarafından önerilen demir III indirgeme antioksidan gücü (FRAP) ve trolox eşdeğeri antioksidan aktivitesi (TEAC) olmak üzere iki farklı yöntem kullanılarak belirlenmiştir. FRAP analizi için 30 mM sodyum asetat (pH 3,6), 10 mM TPTZ ve 20 mM demir klorid çözeltileri 10:1:1 oranında karıştırılarak tampon çözelti hazırlanmıştır. Deiyonize su ile 1:5 oranında seyreltilmiş nar suyundan alınan 500 µl örneğe 2500 µl hazırlanan tampon çözelti eklenerek absorbans 10 dk sonra spektrofotometrede (Agilent Cary 60, ABD) 593 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Elde edilen absorbans değerleri 100-1000 µmol l⁻¹ konsantrasyonlarında hazırlanan trolox (238813, Sigma Aldrich Co. ABD) standart eğrisi ile (Şekil 3.8) hesaplanarak FRAP antioksidan aktivitesi mmol trolox eşdeğeri (TE) l⁻¹ olarak ifade edilmiştir. TEAC analizi için 7 mM ABTS ve 2,45 mM potasyum bisülfat ile karıştırılarak karanlık ortamda 12-16 saat bekletilmiştir. Daha sonra bu karışımın absorbansı, spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda <0,700 ±0,01 olacak

şekilde 20 mM sodyum asetat (pH 4,5) ile 50 kez seyreltilerek tampon çözelti hazırlanmıştır. Deiyonize su ile 1:5 oranında seyreltilmiş nar suyundan alınan 500 µl örneğe 2500 µl hazırlanan tampon çözelti eklenerek absorbans 10 dk sonra spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Elde edilen absorbans değerleri 100-1000 µmol l⁻¹ konsantrasyonlarında hazırlanan trolox (238813, Sigma Aldrich Co. ABD) standart eğrisi ile (Şekil 3.9) hesaplanarak TEAC antioksidan aktivitesi mmol trolox eşdeğeri (TE) l⁻¹ olarak ifade edilmiştir.



Şekil. 3.8. FRAP yöntemi için Trolox standartlarının kalibrasyon eğrisi



Şekil. 3.9. TEAC yöntemi için Trolox standartlarının kalibrasyon eğrisi

3.3.11. Fizyolojik Bozulma Oranı

Her örnek alma periyodunda meyveler incelenerek fizyolojik bozulma gösteren meyveler sayılarak yüzdesi hesaplanmış ve fizyolojik bozulma oranı olarak belirtilmiştir. Ayrıca fizyolojik bozulma gösteren meyve indeksinin belirlenmesinde 0-5 skalası kullanılmıştır. Bu skalada 0: Kahverengileşme yok; 1: Meyve yüzeyinin <%10'unda kahverengileşme; 2: Meyve yüzeyinin %11-25'inde kahverengileşme; 3: Meyve yüzeyinin %25-50'inde kahverengileşme ve 4: Meyve yüzeyinin %50-75'inde kahverengileşme 5: Meyve yüzeyinin %75-100'ünde kahverengileşme olarak değerlendirilmiştir.

3.3.12. Mantarsal Bozulma Oranı

Her örnek alma periyodunda meyveler incelenerek oluşan fungal kökenli çürümeler belirlenmiştir. Çürük meyveler sayılarak yüzdesi hesaplanmış ve çürüme oranı olarak ifade edilmiştir.

3.3.13. Duyusal Değerlendirme

Meyvelerin tadı 10 kişiden oluşan bir panelist grup tarafından 1-9 hedonik skalaya göre değerlendirilmiştir. Bu skalada 5 pazarlanabilir kalitede olma sınırı oluşturacaktır. Meyvelerin dış görünüşü 1-5 skalası kullanılarak belirlenmiştir. Bu skalada, 1: Pazarlanamaz, 2: Kötü 3: Pazarlanabilir, 4: Çok iyi ve 5: Mükemmel olarak değerlendirilmiştir (Selçuk ve Erkan, 2013).

3.4. İstatistiksel Analiz

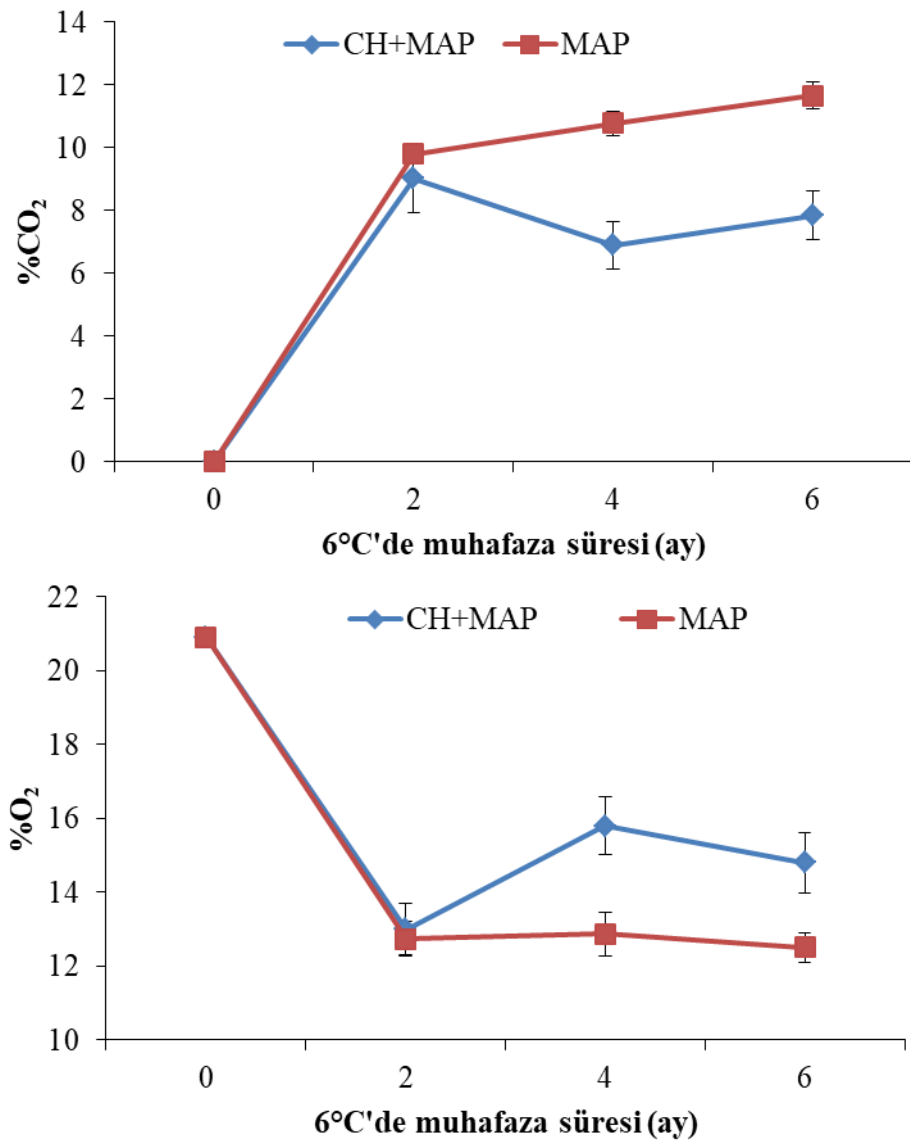
Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuş olup, elde edilen verilerin istatistiksel analizi SAS programı (Anonymous, 2019) kullanılarak yapılmıştır. F testi sonunda önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Fisher'in en küçük önemli fark (LSD) testi ($p < 0,05$) ile karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. MAP Ambalaj İçindeki O₂ ve CO₂ Konsantrasyonları

Soğukta muhafaza sırasında MAP torbalarda O₂ konsantrasyonu azalırken, CO₂ konsantrasyonu artmıştır (Şekil 4.1). CH uygulanan ve uygulanmayan ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinin ambalajlandığı MAP torbalar içindeki O₂ ve CO₂ konsantrasyonları arasında 4. ve 6. aylarda istatistiksel olarak farklılık saptanmıştır. O₂ konsantrasyonu MAP uygulamasında CH+MAP uygulamasına göre daha düşük olmuştur. Muhafaza periyodunun başlangıcında O₂ konsantrasyonu %20,90 iken, soğukta muhafaza sırasında 2. ayda MAP uygulamasında %13,07’ e düşmüş, 4. ayda %15,10 ve 6. ayda %14,75 değerlerine ulaşarak denge atmosferi sağlanmıştır. CH+MAP uygulamasında ise O₂ konsantrasyonu 2. ayda %13,00’ e düşmüş, 4. ayda %16,43 ve 6. ayda %16,37 değerlerine ulaşarak denge atmosferi sağlanmıştır. CO₂ konsantrasyonu MAP uygulamasında CH+MAP uygulamasına göre daha yüksek olmuştur. Muhafaza periyodunun başlangıcında CO₂ konsantrasyonu %0,03 iken, soğukta muhafaza sırasında 2. ayda MAP uygulamasında %8,73’ e yükselmiş, 4. ayda %7,10 ve 6. ayda %8,30 değerlerine ulaşarak denge atmosferi sağlanmıştır. CH+MAP uygulamasında ise CO₂ konsantrasyonu 2. ayda %8,40’ a yükselmiş, 4. ayda %6,50 ve 6. ayda %6,70 değerlerine ulaşarak denge atmosferi sağlanmıştır. MAP, CH+MAP ve CH uygulamalarında, kabuk rengi L* değeri kontrol ve kontrol su uygulamalarına göre daha yüksek olarak bulunmuştur. ‘Canernar-1’, ‘Hicaznar’ ve ‘Beynarı’ nar çeşitlerinde yapılan MA’de muhafaza çalışmalarının sonucuna göre 120-210 günlük muhafaza periyodu sonunda Xtend® MAP ambalajda O₂ konsantrasyonun %13,5-17,60 ve CO₂ konsantrasyonun %4,40-8,1 arasında değiştiği belirlenmiştir (Selçuk ve Erkan, 2013; 2014; 2015; 2016). Gözlekçi ve ark., (2005) tarafından ‘Hicaznar’ çeşidinde yapılan bir çalışmada, Xtend® MAP ambalajda 6°C’de ve %90-92 oransal nemde 45 gün depolama sonucunda O₂ ve CO₂ konsantrasyonu %16,5 ve %5,8 olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada %0 veya %1 CH uygulanan ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinin ambalajlandığı Xtend®-5kg MAP torbalarda belirlenen O₂ ve CO₂ konsantrasyonları nar meyvesinin MA muhafazası için tavsiye edilen seviyelerde olmuştur.

CH uygulanmayan ve MAP ambalajda depolanan meyveler ile karşılaştırıldığında, %1 CH uygulaması meyvelerin solunum hızını azaltması sonucu meyvelerin O₂ tüketimini ve CO₂ üretimini azaltarak aynı özellikteki MAP torba içinde daha yüksek O₂ ve daha düşük CO₂ seviyesine yol açmış olabilir. CH kaplama uygulaması meyve yüzeyinde yarı geçirgen bir bariyer oluşturarak meyveleri çevreleyen bir modifiye atmosfer (Düşük O₂ ve yüksek CO₂) yaratmakta ve meyve solunum hızını yavaşlatmaktadır (Jiang ve ark., 2005; Romanazzi ve ark., 2007; 2009; 2017).



Şekil 4.1. CH uygulanan ve uygulanmayan ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinin ambalajlandığı MAP torbalar içindeki %O₂ ve %CO₂ konsantrasyonlarının soğukta muhafaza sırasındaki değişimi

CH uygulaması 20°C’de 12 gün depolanan domateslerde meyvelerin içsel O₂ konsantrasyonunu düşürerek ve içsel CO₂ konsantrasyonunu artırarak bir modifiye atmosfer (%12-13 O₂ ve %6-8 CO₂) oluşturduğu ve solunum hızını azalttığı bildirilmiştir (El Ghaouth ve ark., 1992b). %1 CH uygulanarak 13,5°C’de 14 gün ve 25°C’de 2 gün bekletilen papaya meyvelerinde içsel O₂ konsantrasyonu %16’ya düşürmüş ve içsel CO₂ konsantrasyonu %7 ‘ye yükselmiştir (Sivakumar ve ark., 2005). CH uygulaması elma (Shao ve ark., 2012), armut (Du ve ark., 1997; Lin ve ark., 2008; Zhou ve ark., 2008), şeftali (Du ve ark., 1997; Li ve Yu, 2001), erik (Liu ve ark., 2014), çilek (Hernández-Muñoz ve ark., 2008), kivi (Du ve ark., 1997); muz (Kittur ve ark., 2001), longan (Jiang ve Li, 2001), guava (Hong ve ark., 2012) ve liçi (Jiang ve ark., 2005; Lin ve ark., 2011) gibi meyvelerde depolama sırasında solunum hızını azalttığı belirlenmiştir. ‘Malase Torshe Saveh’ nar çeşidi meyvelerinde 4,5°C’de 120 gün depolama ve 20°C’de 3 gün raf ömrü sırasında CH (%1-2) uygulamalarında kontrol uygulamasına göre solunum hızını da düşük olduğu bildirilmiştir (Meighani ve ark., 2015). Varasteh ve ark., (2017) ‘Rabbab-e-Neyriz’ çeşidi nar meyvelerini %0, 1 veya 2 CH ile uygulanarak 2 veya 5°C’de 135 gün depolamışlardır. CH kaplanan meyvelerin solunum hızı depolama sırasında kontrol meyvelerine göre daha düşük olmuştur.

4.2. Ağırlık Kaybı Oranı

‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında ağırlık kaybı artmış olup, 6. ayda ortalama %13,72 oranına ulaşmıştır (Çizelge 4.1). Soğukta muhafaza süresinin uzamasına paralel olarak raf ömrü sırasında ağırlık kaybı oranı artarak 6 ay soğukta muhafazayı takiben 20°C’de 7 gün bekletilen meyvelerde ortalama %15,02 oranına ulaşmıştır (Çizelge 4.2). Soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda en düşük ağırlık kaybı oranı MAP ve CH+MAP uygulamalarında meydana gelmiş olup, bu uygulamaları CH, kontrol ve kontrol su uygulamaları izlemiştir.

6 ay soğukta muhafazada edilen ve 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ MAP ve CH+MAP uygulamalarına ait meyvelerde ağırlık kaybı oranı nar meyvesi için Elyatem ve Kader (1984) tarafından belirtilen sınır değerinin (%5) altında kalmıştır. Kontrol ve

kontrol su uygulamalarında ise 2. aydan itibaren %5'i aşmış ve bu meyvelerin kabukları muhafaza sonunda sularını kaybederek kuru ve susuz bir görünüm kazanmışlardır.

Çizelge 4.1. ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların ağırlık kaybı oranı (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay)			Ortalama (Uygulama)
	2	4	6	
Kontrol	10,51a ^X	16,14b	20,36a	15,67B ^X
Kontrol su	10,57a	17,27a	22,11a	16,65A
CH	9,47b	14,81c	18,12b	14,13C
CH+MAP	1,18c	2,78d	4,06c	2,67D
MAP	1,00c	2,68d	3,94c	2,54D
Ortalama (Süre)	6,54C ^X	10,85B	13,72A	

^X Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Çizelge 4.2. Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların ağırlık kaybı oranı (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay) + 20°C’de 7 gün			Ortalama (Uygulama)
	2+7	4+7	6+7	
Kontrol	11,83a ^X	16,70b	22,50b	13,92B ^X
Kontrol su	12,14a	17,98a	24,09a	14,72A
CH	10,84b	15,27c	19,71c	12,62C
CH+MAP	2,07c	3,46d	4,14d	3,58D
MAP	2,15c	3,82d	4,68d	3,83D
Ortalama (Süre)	7,81C ^X	11,45B	15,02A	

^X Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Porat ve ark., (2016) tarafından yapılan çalışmada MAP torbalarında 7°C’de 16 hafta depolanan ve 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Wonderful’ çeşidi nar meyvelerinde ağırlık kaybı oranı %2’nin altında kalırken, açıkta depolanan meyvelerde 8. haftada ağırlık kaybının %6,4 oranına ulaşmasıyla buruşmanın başladığı gözlemlenmiştir. 6°C’de 4-6 aylık soğukta muhafaza periyodu sonunda MAP ambalajlarda ve açıkta depolanan nar meyvelerinde ağırlık kaybı oranı sırasıyla %1,30-7,70 ve %11,77-26,57

arasında değişmiştir (Selçuk ve Erkan, 2013; 2014; 2015; 2016). Soğukta muhafazadan sonra raf ömrü periyodunda ise MAP uygulamalarında %1,43-8,45 ve kontrol uygulamasında %11,77-30,43 oranında ağırlık kaybı meydana gelmiştir (Selçuk ve Erkan, 2014; 2015; 2016). Çalışmamızda kullanılan MAP ambalaj meyveleri çevreleyen atmosferde yüksek oransal nem sağlayarak su kaybını azaltılmış ve meyvelerde su kaybı belirtileri gözlemlenmemiştir.

CH uygulaması tek başına kontrol ve kontrol su uygulamalarına göre ağırlık kaybını azaltmıştır. Ancak, CH ile kaplanarak açıkta depolanan meyvelerdeki ağırlık kaybı oranı soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda nar meyvesi için belirtilen sınır değerini aşmıştır. CH uygulaması meyve yüzeyinde yarı geçirgen bir bariyer oluşturarak, su kaybını azaltmaktadır (Vargas ve ark., 2008; Bourlieu ve ark., 2009). Soğukta muhafaza edilen elma (Shao ve ark., 2012), armut (Lin ve ark., 2008; Zhou ve ark., 2008), kiraz (Dang ve ark., 2010), çilek (Han ve ark., 2004; Hernández-Muñoz ve ark., 2008), erik (Liu ve ark., 2014), kırmızı ahududu (Han ve ark., 2004), muz (Kittur ve ark., 2001), longan (Jiang ve Li, 2001), guava (Hong ve ark., 2012), papaya (Sivakumar ve ark., 2005; Bautista-Baños ve ark., 2003; Ali ve ark., 2010; 2011), liçi (Lin ve ark., 2011) ve turunçgil (Chien ve Chou, 2006) meyvelerinde CH uygulamasının ağırlık kayıplarını azalttığı belirlenmiştir. %1-2 CH uygulamasının nar meyvelerinde 4-5°C'de 120-135 gün depolama ve 20°C'de 3 gün raf ömrü sırasında ağırlık kaybını azalttığı bildirilmiştir (Meighani ve ark., 2015; Varasteh ve ark., 2017). Nar meyvesinin kabuğu su buharının hareketine izin veren minik açıklıklara sahiptir (Elyatem ve Kader 1984). Varasteh ve ark., (2017) CH uygulanmış nar meyvelerinde taramalı elektron mikroskobu ile kabuk yüzeyinin CH film ile tamamen kaplandığını görüntülemişlerdir. 3 ay depolan narlarda kontrol meyvelerinde bu minik açıklıkların bulmasına ve buruşma belirtilerinin başlamasına karşın, CH uygulanmış meyvelerde minik açıklıkların çok az olduğu bildirilmiştir. %1 CH uygulanarak 4-5°C'de depolanan nar tanelerinde kontrol uygulamasına göre daha düşük ağırlık kaybı belirlenmiştir (Çetin, 2012; Ghasemnezhad ve ark., 2013; Zahran ve ark., 2015). CH uygulaması MAP ambalaj uygulamasıyla kombine edildiğinde (CH+MAP), MAP ambalajların ağırlık kaybını azaltıcı etkisini artıramadığı belirlenmiştir. Liçi meyvelerinde CH ve CH+MAP uygulamalarının karşılaştırıldığı çalışmada MAP

ambalajda oluşan %80-90 oransal nemin ağırlık kaybını azalttığı ve bu sonuçta CH uygulamasının etkisinin olmadığı bildirilmiştir (De Reuck ve ark., 2009).

4.3. Meyve Kabuk Rengi

‘Hicaznar’ eşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin kabuk rengi L* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (izelge 4.3). Soğukta muhafaza sırasında kabuk rengi L* değeri başlangıca göre azalmıştır. Uygulamaların kabuk rengi L* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur. Kabuk rengi L* değeri MAP, CH+MAP ve CH uygulamalarında, kontrol ve kontrol su uygulamalarına göre daha yüksek olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. ‘Hicaznar’ eşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların kabuk rengi L* değeri üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay)				Ortalama (Uygulama)
	0	2	4	6	
Kontrol	43,89a ^X	42,32b	40,61c	38,89b	41,43B ^X
Kontrol su	43,89a	42,17b	40,57c	38,97b	41,40B
CH	43,89a	43,64a	42,03b	41,97a	42,88A
CH+MAP	43,89a	43,60a	43,05ab	42,76a	43,33A
MAP	43,89a	43,01ab	43,18a	42,69a	43,19A
Ortalama (Süre)	43,89A ^X	42,95B	41,89C	41,06D	

^X Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ eşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin kabuk rengi L* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (izelge 4.4). Raf ömrü periyodunda kabuk rengi L* değeri azalmıştır. Uygulamaların kabuk rengi L* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. MAP, CH+MAP ve CH uygulamalarında, kontrol ve kontrol su uygulamalarına göre daha yüksek kabuk rengi L* değeri belirlenmiştir.

‘Hicaznar’ eşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin kabuk rengi a* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (izelge 4.5). Soğukta muhafaza sırasında kabuk rengi a* değeri başlangıca göre azalmıştır. Uygulamaların kabuk rengi a* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur. MAP, CH+MAP ve CH

uygulamalarında, kontrol ve kontrol su uygulamalarına göre daha yüksek kabuk rengi a* değeri belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların kabuk rengi L* değeri üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay) + 20°C’de 7 gün				Ortalama (Uygulama)
	0+7	□2+7	4+7	6+7	
Kontrol	44,28a ^X	43,43a	42,58a	41,41c	42,93B ^X
Kontrol su	44,28a	43,50a	42,73a	41,78c	43,07B
CH	44,28a	44,13a	43,98a	43,77a	44,04A
CH+MAP	44,28a	44,10a	43,91a	43,42ab	43,93A
MAP	44,28a	44,15a	44,03a	44,15a	44,15A
Ortalama (Süre)	44,28A ^X	43,86AB	43,45BC	42,91C	

^X Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Çizelge 4.5. ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların kabuk rengi a* değeri üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay)				Ortalama (Uygulama)
	0	2	4	6	
Kontrol	43,97a ^X	40,57bc	39,26b	35,94c	39,93C ^X
Kontrol su	43,97a	40,25c	39,70b	34,28c	39,55C
CH	43,97a	42,55ab	40,02b	39,26b	41,45B
CH+MAP	43,97a	42,71ab	42,78a	38,12b	41,89B
MAP	43,97a	44,30a	42,27a	41,88a	43,11A
Ortalama (Süre)	43,97A ^X	42,08B	40,81C	37,90D	

^X Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin kabuk rengi a* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.6). Raf ömrü periyodunda kabuk rengi a* değeri azalmıştır. Uygulamaların kabuk rengi a* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. MAP, CH ve CH+MAP uygulamalarında kontrol ve kontrol su uygulamalarına göre daha yüksek kabuk rengi a* değeri belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların kabuk rengi a* değeri üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay) + 20°C’de 7 gün				Ortalama (Uygulama)
	0+7	□2+7	4+7	6+7	
Kontrol	42,76a ^X	40,71b	36,29b	36,28bc	39,01B ^X
Kontrol su	42,76a	40,83b	36,74b	35,31c	38,91B
CH	42,76a	42,61a	39,54a	38,24b	40,79A
CH+MAP	42,76a	42,02ab	39,43a	38,27ab	40,62A
MAP	42,76a	43,02a	39,31a	39,59a	41,17A
Ortalama (Süre)	42,76A ^X	41,84B	38,26C	37,54D	

^X Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında muhafaza süresinin ve uygulamaların kabuk rengi b* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz olmuştur (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların kabuk rengi b* değeri üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay)				Ortalama (Uygulama)
	0	2	4	6	
Kontrol	20,36a ^X	20,62a	20,88a	21,40a	20,81A ^X
Kontrol su	20,36a	20,19a	20,03a	21,26a	20,46A
CH	20,36a	20,22a	20,08a	19,73a	20,10A
CH+MAP	20,36a	20,55a	20,74a	21,53a	20,79A
MAP	20,36a	20,59a	20,83a	20,56a	20,58A
Ortalama (Süre)	20,36A ^X	20,43A	20,51A	20,89A	

^X Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin kabuk rengi b* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8). Raf ömrü periyodunda kabuk rengi b* değeri artmıştır. Uygulamaların kabuk rengi b* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur. Kontrol su ve kontrol uygulamalarında, MAP, CH ve CH+MAP uygulamalarına göre daha yüksek kabuk rengi b* değeri belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların kabuk rengi b* değeri üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay) + 20°C’de 7 gün				Ortalama (Uygulama)
	0+7	□2+7	4+7	6+7	
Kontrol	18,00a ^X	18,74a	20,16a	21,59a	19,62A ^X
Kontrol su	18,00a	19,58a	20,36a	21,14a	19,77A
CH	18,00a	18,33a	18,65b	19,33b	18,58B
CH+MAP	18,00a	18,31a	18,61b	18,54b	18,36B
MAP	18,00a	18,95a	18,89b	18,83b	18,67B
Ortalama (Süre)	18,00D ^X	18,78C	19,33B	19,88A	

^X Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin kabuk C* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Soğukta muhafaza sırasında kabuk rengi C* değeri başlangıca göre azalmıştır (Çizelge 4.9). Uygulamaların kabuk rengi C* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur. MAP, CH+MAP ve CH uygulamalarında, kontrol ve kontrol su uygulamalarına göre daha yüksek kabuk rengi C* değeri belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların kabuk rengi C* değeri üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay)				Ortalama (Uygulama)
	0	2	4	6	
Kontrol	49,68a ^X	44,92b	43,03b	40,71c	44,58C ^X
Kontrol su	49,68a	44,29b	43,17b	40,55c	44,42C
CH	49,68a	49,36a	45,21b	44,92ab	47,29B
CH+MAP	49,68a	50,65a	48,35a	44,02b	48,17AB
MAP	49,68a	50,23a	47,75a	47,12a	48,69A
Ortalama (Süre)	49,68A ^X	47,89B	45,50C	43,46D	

^X Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin kabuk rengi C* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur. Raf ömrü periyodunda kabuk rengi C* değeri

azalmıştır (Çizelge 4.10). Uygulamaların kabuk rengi C* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. MAP, CH+MAP ve CH uygulamalarında, kontrol ve kontrol su uygulamalarına göre daha yüksek kabuk rengi C* değeri belirlenmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların kabuk rengi C* değeri üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay) + 20°C’de 7 gün				Ortalama (Uygulama)
	0+7	2+7	4+7	6+7	
Kontrol	46,40a ^X	44,83b	41,52b	42,22ab	43,74B ^X
Kontrol su	46,40a	44,98b	41,44b	41,16b	43,49B
CH	46,40a	46,39a	43,73a	43,34a	44,96A
CH+MAP	46,40a	46,03a	43,60a	43,24a	44,82A
MAP	46,40a	47,02a	43,61a	43,84a	45,22A
Ortalama (Süre)	46,40A ^X	45,85B	42,78C	42,76C	

^X Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin kabuk h° değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.11). Soğukta muhafaza sırasında kabuk rengi h° değeri başlangıca göre artmıştır. Uygulamaların kabuk rengi h° değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol su ve kontrol uygulamalarında, MAP, CH ve CH+MAP uygulamalarına göre daha yüksek kabuk rengi h° değeri belirlenmiştir.

Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin kabuk rengi h° değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.12). Raf ömrü periyodunda kabuk rengi h° değeri artmıştır Uygulamaların kabuk rengi h° değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol su ve kontrol uygulamalarında, CH, MAP ve CH+MAP uygulamalarına göre daha yüksek kabuk rengi h° değeri belirlenmiştir.

Bu çalışmada ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinin soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda L*, a*, C* değerinin azaldığı ve h° değerinin arttığı belirlenmiştir. Kabuk rengi b* değeri soğukta muhafaza periyodunda önemli miktarda değişmemiş, fakat raf

ömürü periyodunda artmıştır. Bu değişimler, kabuk rengini parlaklığının (düşük L*) azaldığını kırmızı renginin soluklaştığını (düşük a* ve C*) ve rengin kırmızıdan kırmızımsı-sarı bir renge doğru değiştiğini (yüksek b* ve h°) göstermektedir.

Çizelge 4.11. ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların kabuk rengi h° değeri üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay)				Ortalama (Uygulama)
	0	2	4	6	
Kontrol	25,11a ^x	27,99a	28,87a	29,70a	27,92A ^x
Kontrol su	25,11a	27,90a	28,77a	31,07a	28,21A
CH	25,11a	25,31b	26,55b	28,47a	26,36B
CH+MAP	25,11a	25,58b	26,04b	28,53a	26,31B
MAP	25,11a	25,20b	26,48b	27,23a	26,00B
Ortalama (Süre)	25,11D ^x	26,40C	27,34B	29,00A	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Çizelge 4.12. Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların kabuk rengi h° değeri üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay) + 20°C’de 7 gün				Ortalama (Uygulama)
	0+7	□2+7	4+7	6+7	
Kontrol	22,84a ^x	24,75a	29,06a	30,77a	26,86A ^x
Kontrol su	22,84a	25,64a	29,02a	30,93a	27,11A
CH	22,84a	23,29a	25,28b	26,84b	24,56B
CH+MAP	22,84a	23,55a	25,29b	25,86b	24,39B
MAP	22,84a	23,78a	25,67b	25,44b	24,44B
Ortalama (Süre)	22,84D ^x	24,20C	26,86B	27,97A	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Bulgularımızla uyumlu olarak, önceki çalışmalarda açıkta veya MAP ambalajda depolanan nar meyvelerinde soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodu süresince kabuk rengi L* (D’Aquino ve ark., 2010; Laribi ve ark., 2012; Selçuk ve Erkan, 2013; 2014; 2016), a* (Artés ve ark., 1996; Laribi ve ark., 2012; Fawole ve Opara 2013) ve C* (Holcroft ve ark., 1998; Fawole ve Opara 2013; Selçuk ve Erkan, 2013; 2014; 2015; 2016) değerlerinin azalırken h° değerinin arttığı (Palou ve ark., 2007; Selçuk ve Erkan, 2013; 2014; 2015) belirlenmiştir. Kabuk rengi b* değerinde ise soğukta muhafaza

sırasında meydana gelen değişimlerin önemsiz olduğunu (Artés ve ark., 1996; Gil ve ark., 1996; Laribi ve ark., 2012) fakat soğukta muhafazayı takiben raf ömrü periyodu sırasında b^* değerinin kısmen artığı gözlemlenmiştir (Laribi ve ark., 2012). Bulgularımızdan farklı olarak Arendse ve ark. (2014a) ‘Wonderful’ çeşidinde yaptıkları çalışmada 5°C’de 2-3 ay depolama sırasında kabuk rengi a^* ve C^* değerlerinin antosiyanin biyosentezinin sonucu olarak artığını bildirmişlerdir. Selçuk ve Erkan (2016) ise tatlı narlarda yapılan çalışmada açıkta veya MAP ambalajda depolanan meyvelerde kabuğu rengi h° değerinin soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodu süresince azaldığı belirlemiştir. Diğer çalışmalarda ise açıkta (NA’de) veya MAP ambalajda muhafaza sırasında nar meyvelerinin kabuk rengi L^* (Artés ve ark., 1996; Artés ve ark., 1998; Artés ve ark., 2000a; Şen ve Eroğul, 2012; Arendse ve ark., 2014a) a^* (Gil ve ark., 1996; Artés ve ark., 1998; Laribi ve ark., 2012), C^* (Defilippi ve ark., 2006; Laribi ve ark., 2012) ve h° (Artés ve ark., 1998; Artés ve ark., 2000a; Arendse ve ark., 2014a) değerlerindeki değişimler önemsiz bulunmuştur. 5°C’de 80 gün soğukta muhafazadan sonra 15°C’de 7 gün bekletilen ‘Mollar de Elche’ çeşidi nar meyvelerinin a^* değerinde önemli miktarda azalma ve h° değerindeki bir artış meydana gelerek kabuk renginin sarıya döndüğü bildirilmiştir (Artés ve ark., 1998). Artés ve ark. (2000a) ise Mollar de Elche’ çeşidinde 5°C’de 12 hafta soğukta muhafazadan sonra raf ömrü periyodunda h° değerinde az miktarda bir azalmanın olduğu bildirilmiştir. MAP ambalaj tek başına kabuk renginin korunmasında (daha yüksek L^* , a^* ve C^* ile daha düşük h° değerleri) CH, kontrol ve kontrol su uygulamalarına göre daha başarılı olarak bulunmuştur. Selçuk ve Erkan (2015) göre nar meyvesinde L^* değerlerindeki düşüşler kabuktaki su kaybıyla ilgili olup, depolama sırasında meyve kabuğu parlaklığının azalmasıyla sonuçlanmaktadır. MAP ambalajların su kaybını azaltması L^* değerinin korunmasını sağlamıştır. MAP ambalajların soğukta muhafaza sırasında nar meyvelerinin kabuğu rengine etkisi MAP ambalaj tipi ve nar çeşitlerine göre değişmektedir. Bazı çalışmalarda MAP ambalajda depolanan nar meyvelerinin kontrol grubu meyvelerine göre daha yüksek L^* (D’Aquino ve ark., 2010; Laribi ve ark., 2012; Selçuk ve Erkan, 2013; 2014; 2016), a^* (Artés ve ark., 2000a) ve C^* (D’Aquino ve ark., 2010; Selçuk ve Erkan, 2013; 2015; 2016) değerleri ile daha düşük h° (Selçuk ve Erkan, 2014) değerlerine sahip olduğu bildirmektedirler. Artés ve ark. (2000a) tarafından ‘Mollar de Elche’ çeşidinde yapılan

çalışmada 5°C’de 12 hafta soğukta muhafaza sırasında açıkta depolanan (kontrol) nar meyvelerinde a^* değerinin azalırken delikli veya deliksiz MAP ambalajda depolanan meyvelerde kabuk rengi a^* değerlerinde önemli bir değişim olmadığı belirlenmiştir. Ancak, soğukta muhafazayı takiben 15°C’de 6 gün bekletilen meyvelerde ise kontrol ve MAP uygulamaları arasında a^* değeri bakımından farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Laribi ve ark. (2012) açıkta (Kontrol) ve iki farklı MAP ambalajda 5°C’de 12 hafta depolanan ve depolamadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Mollar de Elche’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodu sırasında a^* değerinin azaldığı bildirmişlerdir. Araştırmacılar depolama sırasında kontrol ve MAP uygulamaları arasında a^* değeri bakımından istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı, fakat gaz geçirgenliği daha düşük olan %16 O₂ ve %7 CO₂ içeren F2 MAP ambalajda depolanan meyvelerde raf ömrü periyodu sırasında kontrol ve %19 O₂ ve %5 CO₂ içeren F1 MAP ambalaja göre daha düşük kabuk rengi a^* değeri belirlemişlerdir. Bu durumun F2 MAP ambalajdaki daha düşük O₂ seviyesinin antosiyanin sentezine kısmen engellemesinden kaynaklanabileceğini ileri sürmüşlerdir. Diğer yandan ‘Mollar de Elche’ çeşidinde yapılan bir çalışmada ise 5°C’de 12 hafta soğukta muhafaza ve takiben raf ömrü periyodunda MAP ambalajlarda depolanan meyveler kontrol uygulamasına göre daha düşük kabuk rengi C^* değeri göstermiştir (Artés ve ark., 2000a). ‘Primosole’ nar çeşidinde yapılan çalışmada 8°C’de 6 hafta MAP ambalajda (plastik film ile tek tek sarılarak ambalajlanan) depolanan ve depolamayı takiben 20°C’de 1 hafta bekletilen meyvelerde kabuk rengi C^* ve h° değerlerinde önemli bir değişim meydana gelmezken, kontrol meyvelerinde kabuk rengi C^* ve h° değerleri azalmıştır (D’Aquino ve ark., 2010). Adıyaman ilinde yetiştirilen ‘Hicaznar’ çeşidinde yapılan bir çalışmada, MAP ambalajda 6°C’de 4 ay süreyle muhafaza edilen nar meyvelerinde depolama sürecinde h° değerinin azaldığı ve nar kabuğunun kırmızı renk tonunda kısmi artışlar belirlenmiştir (Şen ve Eroğul, 2012). Selçuk ve Erkan (2016) tarafından tatlı narlarda yapılan çalışmada kabuğu rengi h° değerinin soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodu süresince azaldığı ve bu azalmaların MAP uygulamasında kontrol uygulamasına göre daha az olduğu belirlenmiştir. MAP ambalajların soğukta muhafaza sırasında nar meyvelerinin kabuğu rengi h° değeri üzerine etkisi ‘Canernar-1’ (Selçuk ve Erkan, 2013) çeşidinde önemsiz bulunurken, ‘Hicaznar’ (Selçuk ve

Erkan, 2014) çeşidinde önemli bulunmuştur. ‘Hicaznar’ çeşidinde yapılan farklı MAP ambalajların kullanıldığı iki farklı çalışmanın sonuçlarına göre MAP ambalajlarda depolanan meyvelerde soğukta muhafaza veya raf ömrü periyodunda kontrol uygulamasına göre daha düşük (Selçuk ve Erkan, 2014) veya daha yüksek (Selçuk ve Erkan, 2015) h° değeri belirlenmiştir.

CH ile kaplanarak açıkta depolanan nar meyvelerin kabuk rengi L^* değeri MAP ambalajda depolanan meyveler gibi kontrol ve kontrol su uygulamalarına göre daha yüksek olmuştur. %1 CH uygulaması tek başına meyve kabuk rengi parlaklığı korumuştur. CH kaplama uygulamalarının su kaybını azaltıcı etkisi (Vargas ve ark., 2008; Bourlieu ve ark., 2009) MAP ambalajlar gibi meyve parlaklığının korunmasını sağlamaktadır. Nitekim CH uygulaması tek başına kontrol ve kontrol su uygulamalarına göre ağırlık kaybını azaltmıştır. Benzer olarak, papaya meyvelerinde CH uygulaması kontrol uygulamasına göre meyve kabuğu renk L^* değerindeki değişimlerini yavaşlatmış (Ali ve ark., 2011) ve meyve parlaklığını korumada başarılı olmuştur (Chien ve ark., 2013). Hernández-Muñoz ve ark. (2008) ‘Camarosa’ çeşidi çilek meyvelerinde yaptığı çalışmada 10°C ’de 7 günlük muhafaza periyodu sonunda L^* değerinin kontrol meyvelerinde %27 ve CH (%1 ve 1.5) kaplanmış meyvelerde %17-18 oranında azaldığı belirleyerek CH kaplanmış meyvelerin kontrol uygulamasına göre daha parlak olduğunu bildirmiştir. ‘Candonga’, ‘Jonica’ ve ‘Sabrina’ çilek çeşitlerinde 2°C ’de 9 gün muhafazadan sonra %1 ve 2 CH kaplanmış meyvelerin L^* değerinin kontrol meyvelerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Petriccione ve ark., 2015). Sofralık üzümde %1 CH uygulaması soğukta muhafaza sırasında meyve parlaklığını (daha yüksek L^* değerleri) korumuştur (Sánchez-González ve ark., 2011). Liu ve ark. (2014) 5°C ’de 20 gün depolanan erik meyvelerinde L^* değerinin CH ve CH+askorbik asit uygulanan meyvelerde kontrol meyvelerine göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bulgularımızdan farklı olarak, De Reuck ve ark. (2009) %1 CH ile kaplanarak MAP ambalajda 2°C ’de 21 gün depolanan liçi meyvelerinde L^* değerindeki düşüşün MAP ambalajda depolanan CH uygulanmamış meyvelere göre daha az olduğu belirlemiştir. Araştırmacılara göre CH kaplama MAP ambalajda depolama sırasında meyve parlaklığının daha iyi korunmasını sağlamıştır. CH uygulaması tek başına kabuk renginin korunmasında (daha yüksek a^* ve C^* ile daha düşük h° değerleri) korunmasında kontrol ve kontrol

su ile karşılaştırıldığında daha başarılı olmuştur. CH kaplama ile meyve yüzeyinde oluşan yarı geçirgen bariyer meyveleri çevreleyen bir MA (Düşük O₂ ve yüksek CO₂) yaratmakta ve meyve kabuğundaki antosiyaninlerin oksidasyonun azaltarak kırmızı renginin korunmasında etkili olmaktadır (Zhang ve Quantick, 1997). Bulgularımızla paralel olarak, Hernández- Muñoz ve ark. (2008) ‘Camarosa’ çeşidi çilek meyvelerinde yaptığı çalışmada 10°C’de 7 günlük muhafaza periyodu sonunda kontrol meyvelerinde renk doygunluğunun CH (%1 ve 1,5) kaplanmış meyvelerde göre daha çok azaldığını (daha düşük C* değeri) bildirmişlerdir. Kontrol uygulamasıyla karşılaştırıldığında CH uygulaması soğukta muhafaza sırasında çilek (Han ve ark., 2004; Petriccione ve ark., 2015; Velickova ve ark., 2013), üzüm (Sánchez-González ve ark., 2011), ahududu (Han ve ark., 2004) ve papaya (Ali ve ark., 2011) meyvelerinin C* ve h° değerlerindeki değişimi azaltarak meyve renginin korunmasını sağlamıştır. CH uygulaması MAP ambalaj uygulamasıyla kombine edildiğinde (CH+MAP) MAP ambalajların soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodu sırasında kabuk rengini korumadaki etkinliği artıramadığı belirlenmiştir. Bulgularımızdan farklı olarak, De Reuck ve ark. (2009) %1 CH ile kaplanarak MAP ambalajda 2°C’de 21 gün depolanan liçi meyvelerinin a* değerinin, MAP ambalajda depolanan CH uygulanmamış meyvelere göre daha yüksek olduğunu belirlemiştir. CH ile kaplanmış papaya dilimlerinde 4°C’de 4 gün muhafaza sonunda a* değeri kontrol uygulamasına göre daha düşük olarak bulunmuştur (Chien ve ark., 2013). CH uygulamalarının (CH ve CH+MAP) b* değeri üzerine etkisi soğukta muhafaza sırasında önemsiz bulunmuş olmakla birlikte raf ömrü periyodunda kontrol ve kontrol su uygulamalarına göre daha düşük b* değeri sağlamıştır. Ancak CH uygulamaları ile sadece MAP uygulaması arasında b* değeri bakımından farklılık belirlenmemiştir. Bulgularımızdan farklı olarak, De Reuck ve ark. (2009) %1 CH ile kaplanarak MAP ambalajda 2°C’de 21 gün depolanan liçi meyvelerinin b* değerinin MAP ambalajda depolanan CH uygulanmamış meyvelere göre daha yüksek olduğunu belirlemiştir.

4.4. Tane Rengi

‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin tane rengi L* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.13). Soğukta muhafaza

sırasında tane rengi L* değeri başlangıca göre azalmıştır. Uygulamaların tane rengi L* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. MAP, CH+MAP ve CH uygulamalarında, kontrol ve kontrol su uygulamalarına göre daha yüksek tane rengi L* değeri belirlenmiştir.

Çizelge 4.13. ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların tane rengi L* değeri üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay)				Ortalama (Uygulama)
	0	2	4	6	
Kontrol	32,70a ^x	32,02a	28,28b	25,57c	29,64B ^x
Kontrol su	32,70a	27,13b	24,81c	20,33d	26,24C
CH	32,70a	32,08a	32,80a	30,84ab	32,10A
CH+MAP	32,70a	31,86a	32,41a	30,99a	31,99A
MAP	32,70a	32,47a	32,43a	29,56b	31,79A
Ortalama (Süre)	32,70A ^x	31,11B	30,15C	27,46D	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin tane rengi L* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.14). Raf ömrü periyodunda tane rengi L* değeri azalmıştır. Uygulamaların tane rengi L* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. MAP ve CH+MAP uygulamalarında, CH, kontrol ve kontrol su uygulamalarına göre daha yüksek tane rengi L* değeri belirlenmiştir.

‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin tane rengi a* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.15). Soğukta muhafazadan sırasında tane rengi a* başlangıca göre 4. ayda artmış ve daha sonraki periyotta azalmıştır. Uygulamaların tane rengi a* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek tane rengi a* değeri ise CH ve kontrol uygulamalarında belirlenmiş olup, bu uygulamaları, kontrol su, CH+MAP ve MAP uygulamaları izlemiştir.

Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin tane rengi a* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.16). Soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen meyvelerde ise tane rengi a* başlangıca göre 2. ayda artmış

ve daha sonraki periyotta azalmıştır. Uygulamaların tane rengi a^* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek tane rengi a^* değeri ise CH uygulamasında belirlenmiş olup, bu uygulamaları, kontrol, kontrol su, CH+MAP ve MAP uygulamaları izlemiştir.

Çizelge 4.14. Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların tane rengi L^* üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay) + 20°C’de 7 gün				Ortalama (Uygulama)
	0+7	2+7	4+7	6+7	
Kontrol	36,47a ^x	25,65b	25,96bc	23,18b	27,82C ^x
Kontrol su	36,47a	21,27c	22,48c	19,41b	24,91D
CH	36,47a	29,55a	28,39ab	27,22a	30,41B
CH+MAP	36,47a	31,96a	31,39a	30,85a	32,67A
MAP	36,47a	31,16a	31,56a	29,90a	32,27A
Ortalama (Süre)	36,47A ^x	27,92B	27,96B	26,11C	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar $p>0,05$ düzeyinde önemsizdir.

Çizelge 4.15. ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların tane rengi a^* değeri üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay)				Ortalama (Uygulama)
	0	2	4	6	
Kontrol	21,55a ^x	22,81a	27,18a	25,90ab	24,36A ^x
Kontrol su	21,55a	22,68a	23,81b	24,02bc	23,01B
CH	21,55a	22,47a	27,17a	26,57a	24,44A
CH+MAP	21,55a	21,24a	24,66ab	23,79c	22,81B
MAP	21,55a	21,95a	20,61c	21,26d	21,34C
Ortalama (Süre)	21,55B ^x	22,23B	24,68A	24,31AB	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar $p>0,05$ düzeyinde önemsizdir.

‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda muhafaza süresinin ve uygulamaların tane rengi b^* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz olmuştur (Çizelge 4.17 ve 4.18).

‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin tane rengi C^* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.19). Soğukta muhafazadan sırasında tane rengi C^* başlangıca göre 4. ayda artmış ve daha sonraki

periyotta azalmıştır. Uygulamaların tane rengi C* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek tane rengi C* değeri ise CH ve kontrol uygulamalarında belirlenmiş olup, bu uygulamaları, kontrol su, CH+MAP ve MAP uygulamaları izlemiştir.

Çizelge 4.16. Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların tane rengi a* üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay) + 20°C’de 7 gün				Ortalama (Uygulama)
	0+7	2+7	4+7	6+7	
Kontrol	26,03a ^x	30,03a	23,32b	23,41b	25,70B ^x
Kontrol su	26,03a	27,54b	22,98b	22,72b	24,82BC
CH	26,03a	26,49b	28,17a	28,35a	27,26A
CH+MAP	26,03a	26,22b	26,21a	21,66c	25,03BC
MAP	26,03a	26,19b	22,77b	22,71bc	24,42C
Ortalama (Süre)	26,03B ^x	27,29A	24,69C	23,77D	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Çizelge 4.17. ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların tane rengi b* değeri üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay)				Ortalama (Uygulama)
	0	2	4	6	
Kontrol	12,36a ^x	11,95a	12,19a	12,41a	12,23A ^x
Kontrol su	12,36a	11,68a	12,22a	11,87a	12,03A
CH	12,36a	10,45a	12,12a	12,29a	11,80A
CH+MAP	12,36a	10,74a	11,51a	12,04a	11,66A
MAP	12,36a	11,67a	11,12a	11,36a	11,63A
Ortalama (Süre)	12,36A ^x	11,30A	11,83A	11,99A	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin tane rengi C* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.20). Soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen meyvelerde ise tane rengi C* başlangıca göre 2. ayda artmış ve daha sonraki periyotta azalmıştır. Uygulamaların tane rengi C* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek tane rengi C* değeri ise CH

uygulamasında belirlenmiş olup, bu uygulamaları, kontrol, kontrol su, CH+MAP ve MAP uygulamaları izlemiştir.

Çizelge 4.18. Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların tane rengi b* üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay) + 20°C’de 7 gün				Ortalama (Uygulama)
	0+7	2+7	4+7	6+7	
Kontrol	13,82a ^x	14,07a	12,81a	12,21a	13,23A ^x
Kontrol su	13,82a	13,79a	14,47a	13,47a	13,89A
CH	13,82a	11,77a	12,52a	13,44a	12,89A
CH+MAP	13,82a	12,66a	14,85a	14,61a	13,98A
MAP	13,82a	11,95a	13,83a	14,96a	13,64A
Ortalama (Süre)	13,82A ^x	12,85A	13,70A	13,73A	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Çizelge 4.19. ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların tane rengi C* değeri üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay)				Ortalama (Uygulama)
	0	2	4	6	
Kontrol	25,64a ^x	26,56a	30,35a	30,01a	28,14A ^x
Kontrol su	25,64a	26,99a	26,78bc	26,81b	26,56B
CH	25,64a	25,11a	30,57a	30,28a	27,90A
CH+MAP	25,64a	23,82a	27,22b	26,02b	25,68BC
MAP	25,64a	24,22a	25,16c	24,31b	24,83C
Ortalama (Süre)	25,64B ^x	25,34B	28,02A	27,49AB	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0.05 düzeyinde önemsizdir.

‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin tane rengi h° değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.21). Soğukta muhafaza sırasında tane rengi h° değeri azalmıştır. Uygulamaların tane rengi h° değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz olmuştur.

Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin tane rengi h° değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.22). Soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen meyvelerde ise tane rengi h° başlangıca göre 2. ayda

azalmış ve daha sonraki periyotta artmıştır. Uygulamaların tane rengi h° değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En düşük tane rengi h° değeri ise CH uygulamasında belirlenmiş olup, bu uygulamaları, kontrol, kontrol su, CH+MAP ve MAP uygulamaları izlemiştir.

Çizelge 4.20. Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların tane rengi C* üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay) + 20°C’de 7 gün				Ortalama (Uygulama)
	0+7	2+7	4+7	6+7	
Kontrol	29,82a ^x	33,91a	26,05b	26,42b	29,05B ^x
Kontrol su	29,82a	30,84b	27,17b	26,43b	28,57BC
CH	29,82a	29,99bc	30,84a	31,38a	30,51A
CH+MAP	29,82a	29,85bc	30,13a	26,18b	28,99BC
MAP	29,82a	28,79c	26,65b	27,24b	28,13C
Ortalama (Süre)	29,82B ^x	30,68A	28,17C	27,53C	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0.05 düzeyinde önemsizdir.

Çizelge 4.21. ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların tane rengi h° değeri üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay)				Ortalama (Uygulama)
	0	2	4	6	
Kontrol	29,91a ^x	26,19a	24,22a	23,90a	26,05A ^x
Kontrol su	29,91a	25,66a	26,08a	25,22a	26,72A
CH	29,91a	25,86a	24,05a	24,99a	26,20A
CH+MAP	29,91a	27,69a	24,09a	24,81a	26,62A
MAP	29,91a	23,74a	24,36a	25,52a	25,88A
Ortalama (Süre)	29,91A ^x	25,83B	24,56B	24,89B	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0.05 düzeyinde önemsizdir.

‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında tane rengi L* değeri azalırken, a* ve C* değerleri 4. aya kadar artmış ve 6. ayda azalmıştır. Tane rengi h° değeri ise 4. aya kadar azalmış ve 6. ayda az miktarda artmıştır. Soğukta muhafazadan sonra raf ömrü periyodunda ise tane rengi L* değeri (parlaklığının) azalmaya devam ederken, h° değeri 2. ayda azalmış ve daha sonraki periyotta artmıştır. Tane rengi a* ve C* değerleri başlangıca göre 2. ayda artmış ve daha sonra

azalmıştır. Bu değişimler depolama periyodunun ilk aylarında tane renginin kırmızılığını artarak koyulaştığını (yüksek a^* ve C^*) ve depolamanın sonuna doğru kırmızı renginin soluklaştığını (düşük a^* ve C^* ile yüksek h° değerleri) ve tüm depolama periyodu boyunca parlaklığın azaldığını (düşük L^* değeri) göstermektedir.

Çizelge 4.22. Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların tane rengi h° üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay) + 20°C’de 7 gün				Ortalama (Uygulama)
	0+7	2+7	4+7	6+7	
Kontrol	27,86a ^x	25,13a	28,76a	27,54bc	27,32AB ^x
Kontrol su	27,86a	26,62a	32,17a	30,71abc	29,34A
CH	27,86a	23,96a	24,05b	25,32c	25,30B
CH+MAP	27,86a	25,79a	29,56a	33,76a	29,24A
MAP	27,86a	24,52a	31,25a	33,28ab	29,23A
Ortalama (Süre)	27,86A ^x	25,20B	29,16A	30,12A	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar $p>0.05$ düzeyinde önemsizdir.

Tanelerin kırmızı rengindeki azalmalar özellikle 4-6 ay soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen meyvelerde daha belirgin olmuştur. Tane rengi b^* değerinde soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda önemli bir değişim meydana gelmediğinden tane renginde bozulmaların olmadığını değerlendirilmiştir. Bulgularımızla uyumlu olarak, önceki bazı çalışmalarda nar meyvelerinin tane veya meyve suyu rengi b^* değerinde soğukta muhafaza sırasında meydana gelen değişimlerin önemsiz veya az miktarda azalmaların olduğu belirtilmiştir (Artés ve ark., 1996; Şen ve Eroğul, 2012). Çalışmamızda soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodu sırasında C^* ve h° değerlerinde meydana gelen değişimler tane rengi a^* değerindeki değişimlerden kaynaklanmıştır.

Bulgularımızla paralel olarak, Arendse ve ark. (2014a) ‘Wonderful’ çeşidinde yaptıkları çalışmada 5°C’de 5 ay depolama sırasında tane rengi L^* ve h° değerleri azalırken, a^* ve C^* değerleri artmıştır. Araştırmacıların aynı çeşitte yaptıkları başka bir çalışmada 5°C’de 2 ay depolamadan sonra tane rengi L^* , a^* ve C^* değerlerinde az miktar artış ve daha sonraki periyotta azalma meydana gelmiştir. Tane rengi h° değeri ise 2. ayda azalmış ve depolamanın sonuna doğru bir miktar artırmıştır (Arendse ve ark., 2015). Benzer olarak Varasteh ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada 2-

5°C’de 135 gün depolanan ‘Rabbab-el Neyriz’ çeşidi nar meyvelerinde 45. günden sonra meyve suyu rengi L^* ve h° değeri azalırken C^* değerinin artmıştır. Nar meyvelerinin depolanmasının ilk aylarında tanelerin parlaklığı (düşük L^* değeri) azalırken tane renginin koyu kırmızı (yüksek a^* ve C^* ile düşük h° değerleri) hale gelmesinin antosiyanin sentezinden kaynakladığını ileri sürülmüşlerdir (Varasteh ve ark., 2012; Arendse ve ark., 2014a; 2015). ‘Mollar de Elche’ çeşidinde 5°C’de 12 hafta açıkta (Kontrol) veya MAP ambalajda depolanan ve depolamayı takiben 15°C’de 6 gün bekletilen nar meyvelerinde tane rengi a^* değerinin azaldığını bildirilmiştir (Artés ve ark. (2000a). Bu azalmanın nedenini belirlemek için tane örneklerinden elde edilen meyve suyu örneklerinde yapılan incelemeler sonucu özellikle stabilitesi düşük olan delfinidin-3-glukozit ve delfinidin-3,5-diglukozit gibi delfinidin türevi antosiyaninlerin azaldığı ve fenolik maddelerin polimerize (meyve suyu örneklerinin 446 nm dalga boyundaki absorbansının artması) olduğu belirlenmiştir. Minimal işlenmiş nar tanelerinde de 4-5°C’de 22-28 gün depolanma sırasında tane rengi L^* azalmıştır (Çetin, 2012; Özdemir ve Gökmen, 2017). ‘Malase Torshe Saveh’ nar çeşidi meyvelerinde 4,5°C’de 120 gün depolama ve 20°C’de 3 gün raf ömrü sırasında 40. güne kadar tane rengi a^* değeri artarken, L^* ve b^* değerleri azalmıştır. Daha sonraki periyotta ise a^* değerinde azalma ve L^* ve b^* değerinde artış meydana gelmiştir (Meighani ve ark., 2015). Depolamanın sonuna doğru meydana gelen bu değişimler antosiyanin pigmentlerin enzimatik aktivite ile bozulması sonucu tane renginin soluklaşması veya renk bozulması olarak değerlendirilmiştir (Gil ve ark., 1995; Jiang ve Li, 2001). Önceki çalışmalarda da belirtildiği gibi çalışmamızda tane rengi kırmızılığı depolananın ilk aylarında antosiyanin biyosentezi sonucu artarken, depolama süresinin uzamasına bağlı olarak tane renginin soluklaşması antosiyaninlerin enzimatik oksidasyonu (Artés ve ark., 2000a). veya asit kaybı (Kulkarni ve Aradhya, 2005) sonucu azalmasından kaynaklanabilir. Bulgularımızdan farklı olarak, farklı sıcaklıklarda (5, 7, 10 ve 22°C’de) 4-16 hafta depolanan ‘Bhagwa’ ve ‘Ruby’ çeşidi nar meyvelerinde tane rengi a^* ve C^* değerlerinde önemli bir değişim meydana gelmemiştir (Fawole ve Opara, 2013). Benzer bulgular Artés ve ark. (1998) tarafından yapılan çalışmada 5°C’de 80 gün soğukta muhafaza edilen ‘Mollar de Elche’ çeşidi nar meyvelerinde de bildirilmiştir. Ancak araştırmacılar soğukta muhafazayı takiben 15°C’de 7 gün bekletilen meyvelerin tane rengi C^* değerinde azalma olduğunu

belirtmişlerdir. Tane rengi L^* ve h° değerlerindeki değişim ise hem soğukta muhafaza ve hem de raf ömrü periyodunda önemsiz olmuştur. Gil ve ark. (1996) tarafından 'Mollar de Elche' çeşidi nar meyvelerinde yapılan araştırma sonucuna göre soğukta muhafaza sırasında (5°C 'de 7 hafta) antosiyanin pigmentleri stabil kaldığından meyve suyu renginde önemli bir değişim olmamaktadır.

MAP ambalajda depolanan meyvelerin taneleri parlaklıklarını soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda diğer uygulamalara (CH, kontrol ve kontrol su) göre daha iyi korumuşlardır. Ancak tane rengi a^* ve C^* değerleri sadece MAP ambalajda depolanan meyvelerde diğer uygulamalara göre daha düşük olmuştur. Tane rengi h° değeri bakımından soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda MAP uygulaması ile kontrol ve kontrol su uygulamaları arasında önemli farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Artés ve ark. (2000a) tarafından 'Mollar de Elche' çeşidinde yapılan çalışmada 5°C 'de 12 hafta soğukta muhafaza sırasında tane rengi kırmızılığının korunmasında delikli MAP ambalajın, deliksiz MAP ambalaj ve kontrol uygulamasına göre daha başarılı olduğunu bildirmişlerdir. Öz ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada ise 'Hicaznar' çeşidine ait nar tane örneklerinde yapılan ölçümlerde 18 haftalık muhafaza süresince L^* değerinin çok fazla değişmediğini ve muhafaza sonunda başlangıç değerlerine çok yakın olduğu ve MAP uygulamasının tane rengi parlaklığının korunması bakımından önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Şen ve Eroğul (2012) ise iki yıl süreyle 'Hicaznar' çeşidinde yaptıkları çalışmada MAP ambalajda 6°C 'de depolanan nar meyvelerinde 1. yıl tane rengi L^* , a^* , C^* ve h° değerlerinin azaldığını, fakat 2. yıl bu değişimlerin çok sınırlı kalarak önemsiz olduğunu bildirmişlerdir. MAP ambalajda soğukta muhafaza sırasında özellikle 4. ve 6. aylarda artan CO_2 konsantrasyonu (%7,10-8,30) 'Hicaznar' meyvelerinin kontrol uygulamasına göre daha parlak (yüksek L^* değeri) ve daha açık kırmızı renkte (daha düşük a^* ve C^* değerleri) olmasına yol açmış olabilir. MAP uygulamasının bu etkisi 4-6 ay soğukta muhafazadan sonra raf ömrü periyodunda kontrol meyvelerinin tane renginde önemli miktarda kayıp meydana gelmesiyle birlikte önemsiz hale gelmiştir. Nitekim, Holcroft ve ark. (1998) tarafından yapılan çalışmada 'Wonderful' çeşidi nar meyveleri NA ve KA'de (%10 veya %20 CO_2) 6 hafta depolanmıştır. Araştırmacılar NA depolanan meyveleri ile karşılaştırıldığında, KA'de (%10 veya %20 CO_2) depolanan meyvelerde CO_2 konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak tanelerin daha açık kırmızı

ve antosiyanin konsantrasyonun daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. %20 CO₂'in antosiyanin biyosentezini engellediği sonucuna varılmıştır. Bu çalışma sonuçlar MAP ambalajın tane rengi kaybına yol açmadığı tane rengi değişimlerini kontrol uygulamasına göre yavaşlattığı göstermektedir.

CH uygulanarak açıkta veya MAP ambalajda depolanan meyvelerin taneleri parlaklıklarını (daha yüksek L* değeri) soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda kontrol ve kontrol su uygulamalarına göre daha iyi korumuşlardır. Ancak, CH uygulanarak açıkta depolanan meyvelerde CH+MAP ve MAP uygulamaları ile karşılaştırıldığında özellikle soğukta muhafazadan sonra raf ömrü periyodunda tane renginin daha az parlak olduğu (daha düşük L* değeri) belirlenmiştir. Soğukta muhafaza sırasında CH ve kontrol uygulamaları arasında tane rengi a* ve C* değerleri bakımından önemli bir farklılık belirlenmezken, soğukta muhafazadan sonra raf ömrü periyodunda CH uygulanan meyvelerin taneleri, kontrol ve diğer uygulamalara göre daha koyu kırmızı (daha yüksek a* ve C* değerleri) olmuştur. Soğukta muhafaza sırasında uygulamaların tane rengi h° değeri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Soğukta muhafazadan sonra raf ömrü periyodunda h° değeri CH uygulamasında diğer uygulamalara göre daha düşük olmuştur. Bu sonuçlar CH uygulamasının tek başına tanelerin kırmızı renginin korunmasında başarılı olduğunu göstermektedir. Bulgularımızla uyumlu olarak, Çetin (2012) tarafından yapılan çalışmada 22 gün 4°C'de muhafaza edilen nar tanelerinde tane rengi L* değerinin %1 CH uygulamasında kontrol uygulamasına göre daha yüksek olduğu ve h° değerinin düşük olduğu belirlenmiştir. Varasteh ve ark. (2012) %1-2 CH uygulanarak 2-5°C'de 135 gün depolanan 'Rabbab-e-Neyriz' çeşidi nar meyvelerinde kontrol meyveleri ile karşılaştırıldığında meyve suyu rengi L* değeri daha düşük, C* değeri daha yüksek ve h° değeri daha düşük olmuştur. Meighani ve ark. (2015) 'Malase Torshe Saveh' nar çeşidi meyvelerinde 4,5°C'de 120 gün depolama ve 20°C'de 3 gün raf ömrü sırasında %1-2 CH uygulamasında kontrol uygulamasına göre daha yüksek a* değeri ile daha düşük L* ve b* değerleri belirlenmiştir. Araştırmacılar depolama sırasında CH uygulanmış ve uygulamamış meyvelerin tane rengi L* değerindeki azalışın ve a* değerindeki artışın antosiyanin sentezi sonucu olduğunu bildirmişlerdir. %1 CH veya %1 CH+askorbik asit ile kaplanarak 5°C'de 28 gün depolanan nar tanelerinde kontrol uygulamasına göre daha yüksek L* ve a* değerleri ile daha düşük b* değerleri

belirlenmiştir (Özdemir ve Gökmen, 2017). CH kaplama ile meyve yüzeyinde oluşan yarı geçirgen bariyer meyveleri çevreleyen bir MA (Düşük O₂ ve yüksek CO₂) yaratmakta ve meyve kabuğundaki antosiyaninlerin oksidasyonun azaltarak kırmızı renginin korunmasında etkili olmaktadır (Zhang ve Quantick, 1997). CH uygulanarak MAP ambalajda depolanan meyvelerde (CH+MAP uygulaması), CH ve kontrol uygulamalarına göre taneler daha açık kırmızı (daha düşük a* ve C* değerleri) olmuştur. Bu duruma MAP ambalajda artan CO₂ konsantrasyonu yol açmış olabilir. Sadece MAP uygulaması (%7,10-8,30) ile karşılaştırıldığında, CH+MAP uygulamasında (%6,50- 6,70) göre daha düşük olan CO₂ konsantrasyonları hem soğukta muhafaza ve hem de raf ömrü periyodunda tanelerin daha koyu kırmızı renkte (daha yüksek a* ve C* değerleri) olmasını sağlamıştır. Bu durum, CH uygulamasının tane rengini korumadaki etkisinin soğukta muhafazadan sonra raf ömrü periyodunda da devam ettiğini göstermektedir. Nitekim, De Reuck ve ark. (2009) %1 CH ile kaplanarak MAP ambalajda 2°C’de 21 gün depolanan liçi meyvelerinin a* değerinin, sadece MAP ambalajda depolanan CH uygulanmamış meyvelere göre daha yüksek olduğunu belirlemiştir.

4.5. Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde (SÇKM) Miktarı

‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin SÇKM miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.23). Soğukta muhafazadan sırasında SÇKM miktarı başlangıca göre azalmıştır. Uygulamaların SÇKM miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin SÇKM miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.24). Raf ömrü periyodunda SÇKM miktarı başlangıca göre azalmıştır. Uygulamaların SÇKM miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. SÇKM miktarı, kontrol, kontrol su ve CH uygulamalarında MAP ve CH+MAP uygulamalarına göre daha yüksek olmuştur.

Nar derimden sonra olgunlaşmaya devam etmeyen bir meyve olup (Elyatem ve Kader, 1984) depolama sırasında şekerlerin solunumda kullanılması sonucu SÇKM miktarında azalmalar meydana gelebilmektedir (Şen ve Eroğul, 2012; Fawole ve

Opara, 2013; Selçuk ve Erkan, 2016). Önceki birçok çalışmada, nar meyvesinde soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda SÇKM miktarında az veya önemli miktarda azalmalar meydana geldiği (Kader ve ark., 1984; Onur ve ark., 1995; Artès ve ark., 2000a,b; Nanda ve ark., 2001; Bayram, 2007; D'Aquino ve ark., 2010; Laribi ve ark., 2012; Şen ve Eroğul, 2012; Selçuk ve Erkan, 2013; 2015; 2016) bildirilmiştir.

Çizelge 4.23. 'Hicaznar' çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların SÇKM miktarı (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C'de muhafaza süresi (ay)				Ortalama (Uygulama)
	0	2	4	6	
Kontrol	17,47a ^x	18,30a	17,23a	16,57a	17,39A ^x
Kontrol su	17,47a	16,70a	16,90a	16,73a	16,95A
CH	17,47a	17,20a	16,83a	17,03a	17,13A
CH+MAP	17,47a	17,40a	16,23a	16,17a	16,82A
MAP	17,47a	17,37a	16,83a	16,40a	17,02A
Ortalama (Süre)	17,47A ^x	17,39A	16,81B	16,58B	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Çizelge 4.24. Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C'de 7 gün bekletilen 'Hicaznar' çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların SÇKM miktarı (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C'de muhafaza süresi (ay) + 20°C'de 7 gün				Ortalama (Uygulama)
	0+7	2+7	4+7	6+7	
Kontrol	17,80a ^x	17,27a	16,58a	17,00ab	17,16A ^x
Kontrol su	17,80a	17,10a1	17,10a	17,53a	17,38A
CH	17,80a	17,20a	17,33a	16,30b	17,16A
CH+MAP	17,80a	17,00a	16,53a	15,27c	16,65B
MAP	17,80a	17,20a	16,50a	15,27c	16,69B
Ortalama (Süre)	17,80A ^x	17,15B	16,81B	16,27C	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

6 ay soğukta muhafazadan sonra 20°C'de 7 gün bekletilen meyvelerde SÇKM miktarının, kontrol su ve kontrol uygulamalarında MAP ve CH+MAP uygulamalarına göre daha yüksek olması Selçuk ve ark. (2015)'nin belirttiği gibi su kayıplarının konsantrasyon etkisi yaratmasından kaynaklanabilir. Nitekim MAP ambalajda depolanan meyveler (MAP ve CH+MAP uygulamaları) ile karşılaştırıldığında,

kontrol, kontrol su ve CH uygulanmış meyvelerde oldukça yüksek oranda (yaklaşık %23-24) ağırlık kaybı meydana gelmiştir. Uzun süreli depolanan nar meyvelerinde su kaybı neticesinde SÇKM miktarını arttığı bildirilmiştir (Koksal, 1989; Ghafir ve ark., 2010; Arendse ve ark., 2014a).

Bazı çalışmalarda soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda ise kontrol ve MAP uygulamaları arasında SÇKM miktarı bakımından farklılık bazı çalışmalarda önemsiz bulunurken (Nanda ve ark., 2001; Laribi ve ark., 2012; Selçuk ve Erkan, 2013; 2016), bazı çalışmalarda SÇKM miktarı kontrol meyvelerinde MAP ambalajda depolanan meyvelere göre daha düşük (Selçuk ve Erkan, 2014) veya daha yüksek bulunmuştur (Onur ve ark., 1995; Bayram, 2007; Selçuk ve Erkan, 2015).

CH uygulamasının soğukta muhafaza sırasında SÇKM miktarı üzerine etkisi diğer uygulamalar gibi önemsiz olmuştur. 6 ay soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen meyvelerde SÇKM miktarı CH uygulamasında kontrol ve kontrol su uygulamalarına göre daha düşük iken MAP ve CH+MAP uygulamalarına göre daha yüksek olarak belirlenmiştir. Bu durum CH uygulamasında meydana gelen yaklaşık %20 oranındaki ağırlık kaybının konsantrasyon etkisi yaratmasından kaynaklanabilir. Bulgularımızla uyumlu olarak, Velickova ve ark. (2013) 20°C’de 7 gün bekletilen çilek meyvelerinde kontrol meyvelerinin SÇKM miktarının CH ile kaplanmış meyvelere göre daha yüksek olduğunu ve bu durumun kontrol meyvelerindeki oldukça yüksek olan su kaybından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Hernández-Muñoz ve ark. (2008) ‘Camarosa’ çeşidi çilek meyvelerinde yaptığı çalışmada 10°C’de 7 günlük muhafaza periyodu sonunda kontrol meyvelerinde SÇKM miktarı önemli miktarda artarken CH uygulanmış meyvelerde bu artışın çok az miktarda olduğunu bildirmişlerdir. Kırmızı ahududu ve çilek meyvelerinde 2°C’de 1 hafta depolama sırasında CH tek başına veya kalsiyum/vitamin E ile birlikte uygulandığında kontrol meyvelerine göre daha düşük SÇKM miktarı (Han ve ark., 2005) miktarı belirlenmiştir. ‘Candonga’, ‘Jonica’ ve ‘Sabrina’ çilek çeşitlerinde 2°C’de 9 gün muhafaza sırasında SÇKM miktarı kontrol meyvelerinde %1-2 CH uygulanan meyvelere göre daha fazla artarak muhafaza periyodu sonunda kontrol meyvelerinde CH ile kaplanmış meyvelere göre daha yüksek olmuştur (Petriccione ve ark., 2015). %1,5-2 CH uygulanmış papaya (Ali ve ark., 2010; 2011) meyvelerinde muhafaza sırasında kontrole göre daha düşük SÇKM miktarı belirlenmiş olup, bu etkinin CH

uygulamalarının olgunlaşmayı yavaşlatmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Ali ve ark., 2011). CH uygulaması 5°C’de 20 gün depolanan erik meyvelerinde SÇKM miktarındaki artışı yavaşlatarak depolama sonunda CH ve CH+askorbik asit uygulanan meyvelerde kontrol meyvelerine göre daha düşük SÇKM miktarı belirlenmiştir (Liu ve ark., 2014). De Reuck ve ark. (2009) %1 CH ile kaplanmış MAP ambalajda 2°C’de 21 gün depolanan liçi meyvelerinde solunum hızının azaltılması SÇKM miktarının stabil kalmasını sağlamışlardır. Sofralık üzümelerde SÇKM miktarı muhafaza periyodu sonunda kontrol meyvelerinde CH ile kaplanmış meyvelere göre daha yüksek olmuştur (Sánchez-González ve ark., 2011). Muz ve mango meyvelerinde CH uygulaması SÇKM miktarlarını azaltmıştır (Kittur ve ark., 2001). Bulgularımızdan farklı olarak, Dang ve ark. (2010) 4°C’de 50 gün depolanan kiraz meyvelerinde SÇKM miktarı CH uygulamasında kontrol uygulamasına göre daha yüksek olmuştur. Başka bir çalışmada 13°C’de 42 gün soğukta muhafaza sırasında CH ile kaplanmış turunçgil meyvelerinde kontrole göre daha yüksek SÇKM miktarı belirlenmiştir (Chien ve Chou, 2006). Longan (Jiang ve Li, 2001) ve guava (Hong ve ark., 2012) meyvelerinde CH uygulaması depolama sırasında SÇKM miktarını arttırmıştır. %1,5-2 CH uygulamış armut (Lin ve ark., 2008) ve liçi (Jiang ve ark., 2005) meyvelerinde soğukta muhafaza veya raf ömrü sırasında kontrole göre daha yüksek SÇKM miktarı belirlenmiştir. CH uygulamasının erik meyvelerinde SÇKM miktarı üzerine etkisinin önemsiz olduğu bildirilmiştir (Bal, 2013). Çetin (2012) tarafından yapılan çalışmada 22 gün 4°C’de muhafaza edilen nar tanelerinde SÇKM miktarı azalmış olup %1 CH uygulamasında kontrol uygulamasına göre daha yüksek SÇKM miktarı belirlenmiştir. Ghasemnezhad ve ark. (2013) göre 4°C’de 12 gün depolanan nar tanelerinde SÇKM miktarının arttığını ve CH uygulaması SÇKM miktarındaki artışı önleyerek %0,5 -1 CH ile kaplanmış nar danelerinde kontrol uygulamalarına göre daha düşük SÇKM miktarı belirlendiği bildirmişlerdir. CH (%1) uygulaması 5°C’de 15 gün muhafaza edilen nar tanelerinde SÇKM miktarındaki azalmaları minimize etmiştir (Zahran ve ark., 2015). Meighani ve ark. (2015) ‘Malase Torshe Saveh’ nar çeşidi meyvelerinde 4,5°C’de 120 gün depolama ve 20°C’de 3 gün raf ömrü sırasında SÇKM miktarının azaldığını %1 CH uygulamasının SÇKM miktarındaki değişimleri yavaşlattığını bildirmişlerdir. Varasteh ve ark. (2017) %1-2 CH uygulanarak 2-5°C’de 135 gün

depolanmış ‘Rabbab-e-Neyriz’ çeşidi nar meyvelerinde kontrole göre SÇKM miktarındaki düşüşler daha az bulmuşlardır.

4.6. Meyve Suyu pH’sı ve Titre Edilebilir Asit (TEA) Miktarı

‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin meyve suyu pH’sı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur. (Çizelge 4.25). Soğukta muhafazadan sırasında meyve suyu pH’sı başlangıca göre artmıştır. Uygulamaların meyve suyu pH’sı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.25. ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların meyve suyu pH’sı üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay)				Ortalama (Uygulama)
	0	2	4	6	
Kontrol	3,32a ^x	3,36a	3,52a	3,52a	3,43A ^x
Kontrol su	3,32a	3,52a	3,59a	3,55a	3,49A
CH	3,32a	3,38a	3,42a	3,43a	3,39A
CH+MAP	3,32a	3,38a	3,47a	3,45a	3,40A
MAP	3,32a	3,43a	3,35a	3,43a	3,38A
Ortalama (Süre)	3,32B ^x	3,41A	3,47A	3,48A	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin meyve suyu pH’sı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.26). Raf ömrü periyodunda meyve suyu pH’sı başlangıca göre artmıştır. Uygulamaların meyve suyu pH’sı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin TEA miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.27). Soğukta muhafaza sırasında TEA miktarı azalmıştır. Uygulamaların TEA miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. TEA miktarı, MAP, CH+MAP ve CH uygulamalarında kontrol su ve kontrol uygulamalarına göre daha yüksek olmuştur.

Çizelge 4.26. Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların meyve suyu pH’sı üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay) + 20°C’de 7 gün				Ortalama (Uygulama)
	0+7	2+7	4+7	6+7	
Kontrol	3,07a ^x	3,27a	3,44a	3,73a	3,38A ^x
Kontrol su	3,07a	3,29a	3,42a	3,50a	3,32A
CH	3,07a	3,34a	3,28a	3,44a	3,28A
CH+MAP	3,07a	3,30a	3,37a	3,63a	3,34A
MAP	3,07a	3,30a	3,51a	3,63a	3,38A
Ortalama (Süre)	3,07D ^x	3,30C	3,41B	3,58A	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Çizelge 4.27. ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların TEA miktarı (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay)				Ortalama (Uygulama)
	0	2	4	6	
Kontrol	1,43a ^x	1,27a	1,09b	1,02b	1,20B ^x
Kontrol su	1,43a	1,15a	0,95c	1,03b	1,14C
CH	1,43a	1,27a	1,20a	1,18a	1,27A
CH+MAP	1,43a	1,38a	1,18a	1,18a	1,29A
MAP	1,43a	1,35a	1,27a	1,14a	1,29A
Ortalama (Süre)	1,43A ^x	1,28B	1,14C	1,11C	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin TEA miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur. (Çizelge 4.28). Raf ömrü periyodunda TEA miktarı azalmıştır. Uygulamaların TEA miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. TEA miktarı, MAP, CH+MAP ve CH uygulamalarında kontrol su ve kontrol uygulamalarına göre daha yüksek olarak belirlenmiştir.

Bulgularımızla uyumlu olarak, ‘Beynarı’, ‘Canernar-1’, ‘Göknarı’, ‘Ganesh’, ‘Hicaznar’, ‘Mollar de Elche’ ve ‘Wonderful’ çeşitlerinde yapılan çalışmaların sonucuna göre nar meyvelerinin TEA miktarı soğukta muhafaza ve/veya takiben raf ömrü periyodunda azalmakta (Kader ve ark., 1984; Köksal, 1989; Artès ve ark.,

2000a, b; Nanda ve ark., 2001; D'Aquino ve ark., 2010; Laribi ve ark., 2012; Şen ve Eroğlu, 2012; Arendse ve ark., 2014a; Selçuk ve Erkan, 2013; 2014; 2015; 2016) ve meyve suyu pH'sı artmaktadır (Kader ve ark., 1984; D'Aquino ve ark., 2010). Benzer çeşitler ile yapılan diğer çalışmalarda bu değişimin soğukta muhafaza sırasında önemsiz olduğu (Gil ve ark., 1996; Artés ve ark., 1998), fakat soğukta muhafazadan sonra raf ömrü periyodunda pH'da artış ve asitlikte azalma meydana geldiği (Artés ve ark., 1998) bildirilmiştir.

Çizelge 4.28. Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C'de 7 gün bekletilen 'Hicaznar' çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların TEA miktarı (%) üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C'de muhafaza süresi (ay) + 20°C'de 7 gün				Ortalama (Uygulama)
	0+7	2+7	4+7	6+7	
Kontrol	1,46a ^x	1,20b	1,01c	1,02a	1,17B ^x
Kontrol su	1,46a	1,23b	1,06c	1,02a	1,19B
CH	1,46a	1,40a	1,37a	1,03a	1,32A
CH+MAP	1,46a	1,39a	1,39a	1,02a	1,31A
MAP	1,46a	1,44a	1,26b	1,02a	1,29A
Ortalama (Süre)	1,46A ^x	1,33B	1,22C	1,02D	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda TEA miktarı azalmış olup, MAP ve CH+MAP uygulamaları kontrol ve kontrol su uygulamalarıyla karşılaştırıldığında asit kaybını azaltılmıştır. Bazı çalışmalarda asit kaybı ve pH artışı soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda MAP ambalajda kontrol uygulamasına göre daha fazla olurken (Artés ve ark., 2000a; D'Aquino ve ark., 2010), diğer çalışmalarda MAP ambalajların asit kaybını azalttığı (Nanda ve ark., 2001; Selçuk ve Erkan, 2014) veya etkilemediği (Laribi ve ark., 2012; Selçuk ve Erkan, 2013; 2015; 2016) bildirilmiştir.

CH uygulamaları (CH ve CH+MAP) soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda asit kaybını azaltmada kontrol ve kontrol su uygulamalarına göre daha başarılı olmuştur. MAP ambalajda depolana meyveler ile karşılaştırıldığında CH uygulamalarına (CH ve CH+MAP) ait meyvelerde daha yüksek asit miktarı belirlenmiştir. Bu etki soğukta muhafaza sırasında belirgin olmayıp özellikle 4 ay soğukta muhafaza ve takiben raf ömrü periyodunda görülmüştür. Bulgularımızla uyumlu olarak, De Reuck ve ark. (2009) %1 CH ile kaplanarak veya kaplamadan

MAP ambalajda 2°C’de 21 gün depolanan liçi meyvelerinde CH ve MAP uygulamaları kontrol uygulamasına göre TEA miktarında meydana gelen değişimleri yavaşlatmıştır. %1,5-2 CH uygulanan armut (Lin ve ark., 2008), liçi (Jiang ve ark., 2005) şeftali (Li ve Yu, 2001) erik (Liu ve ark., 2014) ve papaya (Ali ve ark., 2010; 2011) meyvelerinde kontrole göre daha yüksek TEA miktarı belirlenmiştir. CH uygulamalarının solunum hızını ve olgunlaşmayı yavaşlatarak asit kaybını azalttığı bildirilmiştir (Ali ve ark., 2011). Dang ve ark. (2010) 4°C’de 50 gün depolanan kiraz meyvelerinde TEA miktarı CH uygulamasında kontrol uygulamasına göre daha yüksek olmuştur. %1 veya %2 CH ile kaplanan domates meyvelerinde kontrole göre daha yüksek TEA belirlenmiştir (El Ghaouth ve ark., 1992b). CH uygulamasının erik meyvelerinde asit kaybını azalttığı bildirilmiştir (Bal, 2013). ‘Candonga’, ‘Jonica’ ve ‘Sabrina’ çilek çeşitlerinde 2°C’de 9 gün muhafaza sırasında TEA miktarı kontrol meyvelerinde %1-2 CH uygulanan meyvelere göre daha fazla azalarak muhafaza periyodu sonunda kontrol meyvelerinde CH ile kaplanmış meyvelere göre daha düşük olmuştur (Petriccione ve ark., 2015). Çileklerde CH tek başına veya kalsiyum glukonat ile kombine edildiğinde daha yüksek TEA ve daha düşük pH belirlenmiştir. (Hernández-Muñoz ve ark., 2008). Kırmızı ahududu ve çilek meyvelerinde 2°C’de 1 hafta depolama sırasında CH tek başına veya kalsiyum/vitamin E ile birlikte uygulandığında kontrol meyvelerine göre meyve suyu pH’sı ve TEA miktarındaki değişimleri yavaşlatarak daha düşük pH ile daha yüksek TEA miktarı (Han ve ark., 2004; 2005) sağlamıştır. Velickova ve ark. (2013) 20°C’de 7 gün bekletilen çilek meyvelerinde kontrol meyvelerinin TEA miktarının CH ile kaplanmış meyvelere göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. 13°C’de 42 gün soğukta muhafaza sırasında CH ile kaplanmış turunçgil meyvelerinde kontrole göre daha yüksek TEA miktarı belirlenmiştir (Chien ve Chou, 2006). %1 veya %2 CH ile kaplanan domates meyvelerinde kontrole göre daha yüksek TEA miktarı belirlenmiştir (El Ghaouth ve ark., 1992b). Longan (Jiang ve Li, 2001) ve guava (Hong ve ark., 2012) meyvelerinde CH uygulaması depolama sırasında TEA miktarını artırmıştır. Sofralık üzümde soğukta muhafaza sırasında kontrol ve CH ile kaplanmış meyveler arasında meyve suyu pH’sı bakımından önemli bir farklılık tespit edilememiştir (Sánchez-González ve ark., 2011). Muz meyvelerinde CH uygulaması kontrole göre TEA miktarını azaltmıştır (Kittur ve ark., 2001). Çetin (2012) tarafından yapılan çalışmada 22 gün

4°C’de muhafaza edilen nar tanelerinde TEA miktarı azalmış olup %1 CH uygulamasında kontrol uygulamasına göre daha yüksek TEA miktarı belirlenmiştir. Ghasemnezhad ve ark. (2013) 4°C’de 12 gün depolama sırasında TEA miktarının arttığını %0,5 -1 CH ile kaplamış nar tanelerinde kontrol uygulamalarına göre daha düşük TEA miktarı belirlendiğini bildirmişlerdir. CH (%1) uygulayıpması 5°C’de 15 gün muhafaza edilen nar tanelerinde TEA miktarı azalmaları minimize etmiştir (Zahran ve ark., 2015). Meighani ve ark. (2015) ‘Malase Torshe Saveh’ nar çeşidi meyvelerinde 4,5°C’de 120 gün depolama ve 20°C’de 3 gün raf ömrü sırasında TEA miktarının azaldığını %1 CH uygulamasının TEA miktarındaki 114 değişimleri yavaşlattığını bildirmişlerdir. Varasteh ve ark. (2017) %1-2 CH uygulayıp 2-5°C’de 135 gün depoladıkları ‘Rabbab-e-Neyriz’ çeşidi nar meyvelerinde kontrole göre asit kaybı daha az bulmuşlardır.

4.7. Askorbik Asit Miktarı

‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin askorbik asit miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur.(Çizelge 4.29). Başlangıçta 10,71 mg 100 ml⁻¹ olan askorbik asit miktarı soğukta muhafaza sırasında azalarak 6. ayda 9,44 mg 100 ml⁻¹ değerine düşmüştür. Uygulamaların askorbik asit miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Askorbik asit miktarı CH, CH+MAP ve MAP uygulamalarında, kontrol ve kontrol su uygulamalarına göre daha yüksek olarak belirlenmiştir.

Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin askorbik asit miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.30). Başlangıçta 10,52 mg 100 ml⁻¹ olan askorbik asit miktarı raf ömrü periyodunda azalarak 6. ayda 9,02 mg 100 ml⁻¹ değerine düşmüştür. Uygulamaların askorbik asit miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Askorbik asit miktarı CH, CH+MAP ve MAP uygulamalarında, kontrol ve kontrol su uygulamalarına göre daha yüksek olarak belirlenmiştir.

Bulgularımızla uyumlu olarak, önceki çalışmalarda NA, MA veya KA’de depolanan ‘Göknarı’, ‘Taeifi’, ‘Banati’, ‘Manfaloti’, ‘Mollar de Elche’, ‘Ganesh’, ‘Wonderful’, ‘Mridula’, ‘Hicaznar’ ve ‘Beynarı’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza ve

raf ömrü periyodunda askorbik asit kaybı olduğu belirtilmektedir (Koksal, 1989; Al-Mughrabi ve ark., 1995; Küpper ve ark., 1995; Artés ve ark., 1996; Nanda ve ark., 2001; Abd-Elghany ve ark., 2012; Arendse ve ark., 2014b; Barman ve ark., 2014; Selçuk ve Erkan, 2015; 2016). Diğer yandan Miguel ve ark. (2006) ‘Mollar de Elche’ ve ‘Assaria’ nar çeşitlerinde askorbik asit miktarının 5°C’de muhafaza sırasında 3. aya kadar arttığını ve 4. ayda azaldığı bildirmişlerdir. MAP ambalajda depolamanın nar meyvelerinde askorbik asit kaybını azalttığı birçok çalışmada bildirilmiştir.

Çizelge 4.29. ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların askorbik asit miktarı (mg 100 ml⁻¹) üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay)				Ortalama (Uygulama)
	0	2	4	6	
Kontrol	10,71a ^x	9,03b	9,01b	8,87b	9,40B ^x
Kontrol su	10,71a	8,67b	8,94b	8,63b	9,24B
CH	10,71a	10,39a	10,24a	10,13a	10,37A
CH+MAP	10,71a	10,43a	10,16a	9,91a	10,30A
MAP	10,71a	10,43a	9,76ab	9,69a	10,15A
Ortalama (Süre)	10,71A ^x	9,79B	9,62BC	9,44C	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Çizelge 4.30. Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların askorbik asit miktarı (mg 100 ml⁻¹) üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay) + 20°C’de 7 gün				Ortalama (Uygulama)
	0+7	2+7	4+7	6+7	
Kontrol	10,52a ^x	9,05b	8,98b	8,32b	9,22B ^x
Kontrol su	10,52a	8,90b	8,26c	8,22b	8,97B
CH	10,52a	10,84a	9,95a	9,40a	10,18A
CH+MAP	10,52a	10,90a	9,63a	9,50a	10,14A
MAP	10,52a	10,35a	9,91a	9,64a	10,10A
Ortalama (Süre)	10,52A ^x	10,01B	9,35C	9,02D	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

‘Ganesh’ ve ‘Shlefy’ ve ‘Wonderful’ nar çeşitlerinde MAP ambalajların 5-8°C’de 2-4 ay depolama sırasında askorbik asit kaybını kontrol uygulamasına göre

azalttığı bildirilmiştir (Nanda ve ark., 2001; Ghafir ve ark., 2012; Abd-Elghany ve ark., 2012). Ayrıca, 'Mollar de Elche' nar çeşidinde yapılan çalışmada 5°C'de %5 O₂ + %0-5 CO₂ içeren KA'de 2 ay depolama sırasında askorbik asit kaybının NA'de muhafaza göre daha az olmuştur (Artés ve ark., 1996). Diğer yandan, 'Hicaznar' ve 'Beynarı' çeşitlerinde yapılan (Selçuk ve Erkan, 2015; 2016) muhafaza çalışmalarının sonucuna göre 6°C'de MAP ambalajda depolanan ve depolamadan sonra 20°C'de 3 gün bekletilen meyvelerde kontrol uygulamasına göre askorbik asit miktarı daha düşük olmuştur. Ancak depolama periyodunun sonuna doğru kontrol ve MAP uygulamaları arasında askorbik asit miktarı bakımından farklılık ortadan kalkmıştır. Araştırmacılar MAP ambalajlarda biriken CO₂'in askorbik asit üzerine negatif etkisinin olabileceğini değerlendirmişlerdir. Düşük O₂ ve yüksek CO₂ içeren MA veya KA gibi muhafaza koşullarında ise C vitamini kaybı azalmaktadır. Ancak %10'dan fazla CO₂ içeren MA/KA koşulları C vitamini kaybı artabilmektedir (Lee ve Kader, 2000). Bu çalışmada depolama sırasında %0 veya %1 CH uygulanan 'Hicaznar' çeşidi nar meyvelerinin ambalajlandığı MAP torbalarda belirlenen CO₂ konsantrasyonu %6-7 arasında değişmiş olup, askorbik asit konsantrasyonunu olumsuz yönde etkilememiştir. CH uygulamaları (CH ve CH+MAP) soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda askorbik asit kaybını azaltmada kontrol ve kontrol su uygulamalarına göre daha başarılı olmuştur. MAP ambalajda depolana meyveler ile karşılaştırıldığında CH uygulamalarına (CH ve CH+MAP) ait meyvelerde daha yüksek askorbik asit miktarı belirlenmiştir. Bu etki soğukta muhafazanın özellikle 6. ayında daha belirgin iken, raf ömrü periyodunda CH ve MAP uygulamaları arasında askorbik asit miktarı bakımından farklılık önemsiz olmuştur. Bulgularımıza paralel olarak, CH uygulamalarının genel olarak soğukta muhafaza veya raf ömrü periyodunda meyvelerde meydana gelen askorbik asit kaybını azaltmaktadır. CH uygulanarak soğukta muhafaza edilen longan (Jiang ve Li., 2001), kiraz (Dang ve ark., 2010), 116 erik (Liu ve ark., 2014), çilek (Zhang ve Quantick,1998; Wang ve Gao, 2012; Petriccione ve ark., 2015), ahududu (Zhang ve Quantick,1998), turunçgil (Chien ve Chou, 2006; Chien ve ark., 2007) ve mango (Zhu ve ark., 2008) meyvelerinde askorbik asit miktarı kontrol meyvelerine göre daha yüksek olmuştur. %1,5 CH uygulamasının tek başına veya askorbik asitle kombine edildiğinde oda koşullarında 60 gün bekletilen armut meyvelerinde kontrol uygulamasına göre %36,8-75,0

oranında daha yüksek askorbik asit miktarı belirlendiği bildirilmiştir (Lin ve ark., 2008).

%1 CH uygulanmış ve 23°C’de 12 gün bekletilen şeftalilerde kontrol uygulamasına göre daha yüksek askorbik asit belirlenmiştir (Li ve Yu, 2001). %0,5-1 CH uygulanması 25°C’de 10 gün bekletilen mango meyvelerinde askorbik asit kaybını azaltmıştır (Jitareerat ve ark., 2007). %0,75 CH uygulaması 13°C’de 21 gün hafta depolama sırasında papaya meyvelerinin askorbik asit kaybını azaltırken (Al Eryani-Raqeeb ve ark., 2009), %1-2 CH uygulaması 12°C’de 5 hafta depolanan papaya meyvelerinde askorbik asit kaybına neden olmuştur (Ali ve ark., 2011). Kontrol uygulamasıyla karşılaştırıldığında %1 CH uygulanan ve 4°C’de 7 gün depolanan çilek meyvelerinde daha düşük ve ahududu meyvelerinde ise daha yüksek askorbik asit miktarı belirlenmiştir (Kerch ve ark., 2011). Araştırmacılar çilek meyvelerindeki daha düşük askorbik asit miktarının CH ile kaplama sonucu oluşan MA’in (Düşük O₂) etkisiyle hücrenin pH ve organik asit seviyesini değiştirmesi ve askorbik miktarını negatif yönde etkilemesi olduğu ileri sürmüşlerdir. CH uygulamasının erik meyvelerinde askorbik asit miktarı üzerine etkisinin önemsiz olduğu bildirilmiştir (Bal, 2013). CH (%1) uygulaması 5°C’de 15 gün muhafaza edilen nar tanelerinde askorbik asit kaybını azaltmıştır (Zahran ve ark., 2015). Varasteh ve ark. (2017) %1-2 CH uygulanarak 2-5°C’de 135 gün depolanan ‘Rabbab-e-Neyriz’ çeşidi nar meyvelerinde kontrole göre asit kaybı daha az olduğunu bildirmiştir.

4.8. Toplam Monomerik Antosiyanin (TMA) Miktarı

‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin TMA miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.31). Soğukta muhafaza sırasında başlangıçta 180,65 mg l⁻¹ olan TMA miktarı artarak 4. ayda 228,18 mg l⁻¹ değerine ulaşmış ve daha sonra 6. ayda azalarak 203,04 mg l⁻¹ değerine düşmüştür. Uygulamaların TMA miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. TMA miktarı, CH ve kontrol uygulamalarında CH+MAP, MAP ve kontrol su uygulamalarına göre daha yüksek olarak belirlenmiştir.

Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin TMA miktarında üzerine etkisi

istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.32). Raf ömrü periyodunda başlangıçta 252,92 mg l⁻¹ olan TMA miktarı artarak 2. ayda 279,77 mg l⁻¹ değerine ulaşmış ve daha sonraki periyotta azalarak 6. ayda 194,54 mg l⁻¹ değerine düşmüştür. Uygulamaların TMA miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli belirlenmiştir. En yüksek TMA miktarı CH uygulamasında belirlenmiş olup bu uygulamayı sırasıyla kontrol, CH+MAP, MAP ve kontrol su uygulamaları izlemiştir.

Çizelge 4.31. ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların TMA miktarı (mg l⁻¹) üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay)				Ortalama (Uygulama)
	0	2	4	6	
Kontrol	180,65a ^X	320,40a	307,54a	196,68b	251,32A ^X
Kontrol su	180,65a	129,99c	187,81b	159,98b	164,61B
CH	180,65a	329,23a	302,48c	275,73a	272,02A
CH+MAP	180,65a	210,24b	179,75b	198,66b	192,32B
MAP	180,65a	158,46c	163,34b	184,15b	171,65B
Ortalama (Süre)	180,65B ^X	229,66A	228,18A	203,04B	

^X Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Çizelge 4.32. Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların TMA miktarı (mg l⁻¹) üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay) + 20°C’de 7 gün				Ortalama (Uygulama)
	0+7	2+7	4+7	6+7	
Kontrol	252,97a ^X	258,39bc	255,68ab	271,56a	259,65B ^X
Kontrol su	252,97a	195,53c	153,55c	190,44bc	198,12C
CH	252,97a	409,34a	314,34a	240,84ab	304,37A
CH+MAP	252,97a	311,08ab	238,68b	115,17d	229,47BC
MAP	252,97a	224,53bc	191,92bc	154,70cd	206,03C
Ortalama (Süre)	252,97AB ^X	279,77A	230,83B	194,54C	

^X Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Meyve ve sebzelerde antosiyanin sentezi derimden sonra özellikle soğukta muhafaza sırasında devam etmektedir (Holcroft ve Kader, 1999). Derimden sonra antosiyanin konsantrasyonunun 1°C’de 2 hafta depolanan mavi yemişlerde %18 oranında (Kalt ve McDonald, 1996), 10°C’de 6 hafta depolanan nar meyvelerinde %71

oranında (Holcroft ve ark., 1998) ve 5°C'de 10 gün depolanan çilek meyvelerinde %28-31 oranında (Gil ve ark., 1997; Holcroft ve Kader, 1999) arttığı belirlenmiştir. Kırmızı ahududu meyvelerinde 2°C'de 1 hafta depolama sırasında antosiyanin miktarında artış olduğu bildirilmiştir (Han ve ark., 2004). Farklı sıcaklıklarda (5, 7.5 ve 10°C'de) 4-5 ay depolanan 'Wonderful' (Arendse ve ark., 2014b, 2015), 'Bhagwa' ve 'Ruby' (Fawole ve Opara, 2013) çeşidi nar meyvelerinde depolama sırasında TMA konsantrasyonunun 3. aya kadar arttığını ve daha sonraki periyotta azaldığı belirlenmiştir. Benzer artış bu meyvelerin 21-22°C'de 1-4 hafta bekletilmesi sırasında da meydana gelmiştir. Miguel ve ark. (2004) 'Assaria' nar çeşidinde yaptığı çalışmanın sonucuna göre açıkta (Kontrol) ve 25 µc kalınlıktaki MAP film ile sarılarak 5°C'de 4 ay depolanan nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında 1. ayda TMA miktarı artarak maksimum değere ulaşmış ve daha sonraki periyotta azalmıştır. Meighani ve ark. (2015) 'Malase Torshe Saveh' nar çeşidi meyvelerinde kadar toplam antosiyanin miktarı 4,5°C'de depolama sırasında 40. güne artmış ve depolama periyodunun sonuna doğru azalmıştır. Holcroft ve ark. (1998) 'Wonderful' çeşidi nar meyvelerinin NA'de ve %10 CO₂'de 10°C'de 6 hafta depolanması sırasında TMA konsantrasyonunun başlangıca göre belirgin olarak arttığını ve tane renginin daha koyu kırmızı olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılara göre tane renginin koyulaşmasının antosiyanin biyosentezine bağlı olarak antosiyanin konsantrasyonunun artmasıyla meydana gelmiş olup, bu durumun fenolik maddelerin polimerizasyonu neticesinde bir renk kararması veya su kaybından kaynaklanmamaktadır. Nar meyvelerinin TMA konsantrasyonunda soğukta muhafaza sırasındaki artışlar PAL enzim aktivitesi sonucu antosiyanin sentezi ve birikiminden kaynaklanırken (Miguel ve ark., 2004; Holcroft ve ark., 1998), depolamanın sonuna doğru meydana gelen azalışlar ise özellikle delfinidin-3-glukozit ve delfinidin-3,5-diglukozit gibi antosiyanin pigmentlerinin enzimatik oksidasyonu sonucu olmaktadır (Artés ve ark., 2000a). Kulkarni ve Aradhya (2005) nar meyvelerindeki antosiyanin pigmentlerindeki azalışın asitlikteki kayıpla ilişkili olduğunu ileri sürmüştür. Bulgularımız önceki çalışmalarla paralellik göstermektedir. Bulgularımızdan farklı olarak, Gil ve ark. (1996) klimakterik olmayan nar meyvelerinde derimden sonra soğukta muhafaza sırasında (5°C'de 7 hafta) antosiyanin pigmentlerinde önemli bir değişim olmadığını bildirmişlerdir. 5°C'de 80 gün depolanan ve depolamadan sonra 15°C'de 7 gün

bekletilen ‘Mollar de Elche’ çeşidi nar meyvelerin de TMA miktarındaki değişimlerin önemsiz olduğunu belirlenmiştir (Artés ve ark., 1998). Çalışmamızda TMA miktarındaki değişimler tane rengi a^* ve C^* değerlerindeki değişimler ile uyumludur. Soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodu sırasında TMA miktarındaki artışlar önceki çalışmalarda da belirtildiği gibi antosiyanin biyosentezi ve depolamanın sonuna doğru meydana gelen azalışlar ise asitlikteki azalışa ve enzimatik aktiviteye bağlı olarak antosiyaninlerin bozulması sonucu olabilir.

MAP ambalajda depolanan meyvelerin TMA miktarı soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda CH ve kontrol uygulamalarına göre daha düşük olmuştur. Antosiyaninlerce zengin meyvelerde düşük O_2 yüksek CO_2 uygulamalarının meyve rengi ve antosiyanin bileşiklerine olan olumsuz etkileri konusunda bulgular bulunmaktadır. Çilekte %20 (Holcroft ve Kader, 1999), narda %20 (Holcroft ve ark., 1998) ve üzümde %15 CO_2 (Artés-Hernandez ve ark., 2003) içeren KA/MA uygulamalarının toplam antosiyanin miktarını azalttığı belirlenmiştir. Yüksek CO_2 'in MAP ambalajda depolanan nar meyvesinde delfinidin türevlerini stabilize ettiği bildirilmiştir (Gil ve ark., 1995). ‘Mollar de Elche’ çeşidinde yapılan çalışmada 5°C’de 12 hafta açıkta (Kontrol) veya delikli MAP ambalajda depolanan meyvelerde TMA konsantrasyonu artarken deliksiz MAP ambalajda depolanan meyvelerde azalmalar olmakla birlikte istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. (Artés ve ark., 2000a). Aynı çalışmada depolamayı takiben 15°C’de 6 gün bekletilen nar meyvelerinde ise TMA konsantrasyonu tüm uygulamalarda azalmıştır. Selçuk ve Erkan (2013) tarafından ‘Canernar-1’ çeşidinde yapılan çalışmada açıkta ve MAP ambalajda 6°C’de 6 ay depolanan meyvelerde toplam antosiyanin miktarlarında muhafaza periyodunun 90. günü sonuna kadar az miktarlarda artışlar meydana gelmiştir. Bu artış kontrol grubu meyvelerinde daha belirgin olarak gerçekleşmiştir. Daha sonraki dönemlerde ise narların toplam antosiyanin miktarları düzenli olarak azalmıştır. Araştırmacılar MAP ortamında depolanan narların toplam antosiyanin miktarlarının kontrol meyvelerine göre daha düşük olmasının nedeni, depolama sırasında MAP ortamında artan CO_2 seviyesinin oldukça yüksek değerlere ulaşması ve bunun sonucu antosiyanin biyosentezini engellemesinden kaynaklanabileceğini belirtmektedirler. Benzer olarak, ‘Hicaznar’ ve ‘Beynarı’ çeşitlerinde yapılan (Selçuk ve Erkan, 2014; 2015; 2016) muhafaza çalışmalarının sonucuna göre 6°C’de açıkta ve

MAP ambalajda 120-210 gün depolanan meyvelerde muhafaza periyodunun 40-120. gününe kadar toplam antosiyanin miktarları belirgin bir şekilde artmış ve daha sonra azalmıştır. 40-20 gün depolamadan sonra 20°C'de 3 gün bekletilen meyvelerde başlangıca göre artan toplam antosiyanin miktarları daha sonraki periyotta azalmıştır. Toplam antosiyanin miktarları bakımından kontrol ve MAP uygulamaları karşılaştırıldığında soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda kontrol meyvelerinin toplam antosiyanin miktarları genel olarak MAP uygulamalarına göre daha yüksek olarak bulunmuştur. 'Primosole' nar çeşidinde yapılan çalışmada 8°C'de 6 hafta MAP ambalajda (plastik film ile tek tek sarılarak ambalajlanan) depolanan ve depolamayı takiben 20°C'de 1 hafta bekletilen meyvelerde toplam antosiyanin miktarlarını azalırken, kontrol meyvelerinin toplam antosiyanin miktarlarında önemli bir değişim meydana gelmemiştir (D'Aquino ve ark., 2010). Bu çalışmada, soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodu sırasında MAP ambalajda artan CO₂ konsantrasyonu antosiyanin biyosentezini engelleyerek TMA miktarının kontrol ve CH uygulamalara göre daha düşük olmasına yol açmış olabilir.

Soğukta muhafaza sırasında CH ve kontrol uygulamaları arasında TMA miktarı bakımından önemli bir farklılık belirlenmezken, soğukta muhafazadan sonra raf ömrü periyodunda CH uygulanan meyvelerde kontrol ve diğer uygulamalara göre daha yüksek TMA miktarı belirlenmiştir. TMA miktarı, CH uygulanarak MAP ambalajda depolanan meyvelerde ise (CH+MAP uygulaması) kontrol ve CH uygulamalarına göre daha düşük ve CH uygulanmadan MAP ambalajda depolanan meyvelere göre daha yüksek olmuştur. CH uygulanması liçi (Zhang ve Quantick, 1997; De Reuck ve ark., 2009), çilek (El Ghaouth, 1991; Zhang ve Quantick, 1998) ve ahududu (Zhang ve Quantick, 1998) meyvelerinde depolama sırasında antosiyanin miktarının korunmasında başarılı bulunmuştur. Varasteh ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarına göre, %1-2 CH uygulanarak 2-5°C'de depolanan 'Rabbab-e-Neyriz' çeşidi nar meyvelerinde 45. güne kadar antosiyanin miktarı kontrol meyvelerinde CH uygulanan meyvelere göre daha fazla artmıştır. Ancak antosiyanin miktarı 45. günden sonra kontrol uygulamasında CH uygulamasına göre daha fazla azalarak depolama sonunda daha düşük seviyeye inmiştir. %1-2 CH uygulanarak 4,5°C'de 120 gün depolandıktan sonra 20°C'de 3 gün bekletilen Malase Torshe Saveh' nar çeşidi meyvelerinde toplam antosiyanin miktarı kontrol uygulamasına göre

daha yüksek olmuştur (Meighani ve ark., 2015). 4°C’de 12-22 gün gün muhafaza edilen nar tanelerinde antosiyanin miktarı azalmış olup CH uygulamasında kontrol uygulamasına göre daha yüksek antosiyanin miktarı belirlenmiştir (Çetin, 2012; Ghasemnezhad ve ark., 2013. Ghasemnezhad ve ark., 2013 CH uygulamasının PPO enzim aktivitesini azaltarak antosiyaninlerdeki bozulmayı yavaşlatmış olabileceğini bildirmişlerdir. %1 CH uygulanan veya uygulama yapılmamış (kontrol) nar tanelerinin 5°C’de 21 gün depolama sırasında antosiyanin miktarı az miktarda artmıştır. Ancak 28 gün depolanmadan CH uygulanan tanelerde siyanidin-3-glukozit miktarında azalma meydana gelirken, kontrol uygulamasına ait tanelerde artış devam etmiştir (Özdemir ve Gökmen, 2017). Araştırmacılar, bu durumun CH kaplama ile yüzeyde oluşan gaz bariyerinin antosiyanin sentezini azaltmasından kaynaklanabileceğini ileri sürülmüştür. Nitekim benzer bulgular CH ile kaplanarak 0°C’de 12 gün depolanan ahududu meyvelerinde de belirtilmiştir (Tezotto-Uliana ve ark., 2014). Liu ve ark. (2014) 5°C’de 20 gün depolanan erik meyvelerinde CH ve CH+askorbik asit uygulamalarının antosiyanin sentezini ve PAL enzim aktivitesini azalttığını bildirmişlerdir. CH kaplama uygulaması, meyve yüzeyinde yarı geçirgen bir bariyer oluşturarak ürünün çevresinde modifiye edilmiş bir atmosfer yaratmakta ve ürüne O₂ girişi azaltılabilmekte ve içsel CO₂ konsantrasyonunu artırılabilir (El Ghaouth ve ark., 1992b). Meydana gelen düşük O₂ konsantrasyonu antosiyaninler, flavonoidler, ve toplam fenolikler gibi fenolik bileşiklerin oksidasyonunu azaltabilmektedir (Zhang ve Quantick, 1997). Diğer yandan, uygulanan CH konsantrasyonu artmasına bağlı olarak CH kaplama antosiyanin sentezini yavaşlatabilmektedir (El Ghaouth ve ark., 1991). Bu nedenle CH uygulamalarının antosiyanin miktarları üzerine etkisi kullanılan CH konsantrasyonu, ürün tür ve çeşitlerine göre değişebilmektedir.

4.9. Toplam Fenolik Madde Miktarı

‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.33). Soğukta muhafaza sırasında başlangıçta 1729,71 mg GAE l⁻¹ olan toplam fenolik madde miktarı artarak 4. ayda 2167,95 mg GAE l⁻¹ değerine ulaşmış ve daha sonra 6. ayda azalarak 2066,54 mg GAE l⁻¹ değerine düşmüştür. Uygulamaların toplam fenolik

madde miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Toplam fenolik madde miktarı, CH ve kontrol uygulamalarında CH+MAP, kontrol su ve MAP uygulamalarına göre daha yüksek olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.33. ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların toplam fenolik madde miktarı (mg GAE l⁻¹) üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay)				Ortalama (Uygulama)
	0	2	4	6	
Kontrol	1729,71a ^X	2116,10a	2358,86a	1932,00b	2034,17AB ^X
Kontrol su	1729,71a	1945,00a	2075,91b	1953,95b	1926,14C
CH	1729,71a	2016,10a	2397,43a	2269,15a	2103,10A
CH+MAP	1729,71a	2129,71a	1925,11b	2077,71b	1965,56BC
MAP	1729,71a	1688,19b	2082,43b	2099,91ab	1900,06C
Ortalama (Süre)	1729,71D ^X	1979,02C	2167,95A	2066,54B	

^X Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin toplam fenolik madde miktarında üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.34). Raf ömrü periyodunda başlangıçta 2125,79 mg GAE l⁻¹ olan toplam fenolik madde miktarı artarak 2. ayda 2255,28 mg GAE l⁻¹ değerine ulaşmış ve daha sonraki periyotta azalarak 6. ayda 2043,32 mg GAE l⁻¹ değerine düşmüştür. Uygulamaların toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek toplam fenolik madde miktarı CH uygulamasında belirlenmiş olup bu uygulamayı sırasıyla kontrol, CH+MAP, kontrol su ve MAP uygulamaları izlemiştir.

Bulgularımızla uyumlu olarak, önceki çalışmaların sonuçlarına göre açıkta veya MAP ambalajda depolanan ‘Bhagwa’, ‘Ruby’ ‘Wonderful’, ‘Canernar-1’, ‘Hicaznar’ ve ‘Beynarı’ çeşidi nar meyvelerinde toplam fenolik madde miktarı genel olarak soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodu sırasında artış göstermiş, fakat depolamanın sonuna doğru ise azalmıştır (Fawole ve Opara, 2013, Arendse ve ark., 2014b; 2015; Selçuk ve Erkan, 2013; 2014; 2015; 2016). Sayyari ve ark. (2011) ise 2°C’de 84 gün depolanan ‘Mollar de Elche’ çeşidi nar meyvelerinde toplam fenolik madde miktarının azaldığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.34. Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların toplam fenolik madde miktarı (mg GAE l⁻¹) üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay) + 20°C’de 7 gün				Ortalama (Uygulama)
	0+7	2+7	4+7	6+7	
Kontrol	2125,79a ^x	2293,71b	2088,14ab	2074,73b	2145,59B ^x
Kontrol su	2125,79a	2043,75c	1961,71bc	1882,67c	2003,48C
CH	2125,79a	2582,19a	2247,24a	2402,14a	2339,34A
CH+MAP	2125,79a	2374,95b	1882,67c	1961,71bc	2086,28B
MAP	2125,79a	1981,81c	1881,86c	1895,33c	1971,20C
Ortalama (Süre)	2125,79B ^x	2255,28A	2012,32C	2043,32C	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

MAP ambalajda depolanan meyvelerin toplam fenolik madde miktarı soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda CH ve kontrol uygulamalarına göre daha düşük olmuştur. 5°C’de 10 gün NA’de veya KA’de (%10-20 CO₂) depolanan çilek meyvelerinde fenolik bileşiklerin arttığı ve %20 CO₂’de 10 gün depolanan çileklerde fenolik madde miktarının kontrol uygulamasına göre düşük olduğu ve yüksek CO₂’in fenolik bileşiklerin bozulmasına yol açmış olabileceği bildirilmiştir (Holcroft ve Kader, 1999). D’Aquino ve ark. (2010) tarafından ‘Primosole’ nar çeşidinde yapılan çalışmada 8°C’de 6 hafta depolama ve depolamayı takiben raf ömrü periyodu (20°C’de 1 hafta) sırasında toplam fenolik madde miktarı MAP ambalaj uygulamasında azalırken, kontrol meyvelerinde önemli bir değişim meydana gelmemiştir. Şen ve Eroğul (2012) ise MAP ambalajda 6°C’de 4 ay süreyle muhafaza edilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde depolama sürecinde toplam fenolik madde miktarındaki değişimlerin önemsiz olduğunu bildirmişlerdir. Bazı çalışmalarda soğukta muhafaza ve/veya raf ömrü periyodu sırasında MAP uygulamalarında kontrol uygulamasına göre daha düşük toplam fenolik madde miktarı belirlenmiştir (Selçuk ve Erkan, 2013; 2015; 2016). ‘Hicaznar’ çeşidinde yapılan başka bir çalışmada ise toplam fenolik madde miktarı 6°C’de depolama sırasında kontrol meyvelerinde MAP ambalajda depolanan meyvelere göre daha yüksek iken, 6°C’de 6 ay depolama ve takiben raf ömrü periyodu sonunda MAP uygulamasında kontrol uygulamasına göre daha yüksek olarak bulunmuştur (Selçuk ve Erkan, 2014). Benzer şekilde, Öz ve ark. (2015) MAP ambalaj uygulamasının, kontrol ile karşılaştırıldığında ‘Hicaznar’

çeşidinde 7°C’de 18 hafta depolama sırasında toplam fenolik bileşiklerinin kaybını engellediğini bildirmişlerdir. Nar meyvelerinde depolama sırasında toplam fenolik madde miktarındaki artışların antosiyanin birikiminden ve depolama sonuna doğru meydana gelen azalmaların ise enzimatik aktivite sonucu fenolik maddelerin bozulmasından kaynaklandığını belirtilmiştir (Fawole ve Opara, 2013). Holcroft ve ark. (1998) nar meyvelerindeki en önemli fenolik bileşiklerden biri olan antosiyaninlerin PAL enzim aktivitesi sonucu soğukta muhafaza sırasında arttığını göstermiştir. Bu çalışmada soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodu sırasında toplam fenolik madde miktarındaki değişimler TMA miktarındaki değişimlerle paralel olarak meydana gelmiştir. TMA miktarında olduğu gibi soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodu sırasında özellikle MAP ambalajda artan CO₂ konsantrasyonu antosiyanin biyosentezini engelleyerek toplam fenolik madde miktarının kontrol ve CH uygulamalarına göre daha düşük olmasına yol açmış olabilir.

Soğukta muhafaza sırasında CH ve kontrol uygulamaları arasında toplam fenolik madde miktarı bakımından önemli bir farklılık belirlenmezken, soğukta muhafazadan sonra raf ömrü periyodunda CH uygulanan meyvelerde kontrol ve diğer uygulamalara göre daha yüksek toplam fenolik madde miktarı belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı CH uygulanarak MAP ambalajda depolanan meyvelerde ise (CH+MAP uygulaması) kontrol ve CH uygulamalarına göre daha düşük ve CH uygulanmadan MAP ambalajda depolanan meyvelere göre daha yüksek olmuştur. CH uygulaması 0°C’de 25 gün depolama sırasında kayısı meyvelerinde toplam fenolik madde miktarını artırmıştır (Ghasemnezhad ve ark., 2010). CH ile kaplanarak 4°C’de muhafaza edilen nar tanelerinde toplam fenolik madde miktarı kontrol uygulamasına göre daha yüksek olmuştur (Çetin, 2012; Ghasemnezhad ve ark., 2013). Meighani ve ark. (2015) ‘Malase Torshe Saveh’ nar çeşidi meyvelerinde 4,5°C’de depolama sırasında 40 güne kadar fenolik madde miktarındaki değişimler önemsiz olurken, depolama periyodunun sonuna doğru kontrol uygulamasında %1-2 CH uygulamasında göre fenolik madde miktarının daha fazla azaldığını bildirmişlerdir. Depolama sonuna doğru fenolik madde miktarındaki azalmanın enzimatik bir bozulmadan kaynaklanabileceğini bildirilmiştir (Jiang ve ark., 2005). Nitekim, PPO enziminin liçi meyvelerinde antosiyaninlerin bozulması ve fenoliklerin oksidasyonundan sorumlu olduğu belirlenmiştir (Lee ve Wicker, 1991; Jiang ve Li, 2001). CH kaplama

uygulaması meyveleri çevreleyen atmosferdeki O₂ konsantrasyonu (Zhang ve Quantick, 1997) ve meyvelerin PPO enzimin aktivitesini (Jiang ve ark., 2005) azaltarak fenolik bileşiklerin oksidasyonunu yavaşlatmaktadır (Zhang ve Quantick, 1997).

4.10. Antioksidan Aktivitesi

‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin FRAP antioksidan aktivitesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.35). Soğukta muhafaza sırasında başlangıçta 5,46 mmol TE l⁻¹ olan FRAP antioksidan aktivitesi artarak 4. ayda 9,05 mmol TE l⁻¹ değerine ulaşmış ve daha sonra 6. ayda azalarak 8,25 mmol TE l⁻¹ değerine düşmüştür. Uygulamaların FRAP antioksidan aktivitesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. FRAP antioksidan aktivitesi CH uygulamasında diğer uygulamalara göre daha yüksek olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.35. ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların FRAP antioksidan aktivitesi (mmol TE l⁻¹) üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay)				Ortalama (Uygulama)
	0	2	4	6	
Kontrol	5,31a ^X	7,05b	10,04ab	8,60a	7,75AB ^X
Kontrol su	5,31a	8,11ab	7,67c	8,30a	7,35B
CH	6,08a	9,38a	10,99a	7,61a	8,52A
CH+MAP	5,31a	8,19ab	8,70bc	7,97a	7,54B
MAP	5,31a	6,55b	7,85c	8,78a	7,12B
Ortalama (Süre)	5,46C ^X	7,86B	9,05A	8,25AB	

^X Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin FRAP antioksidan aktivitesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.36). Raf ömrü periyodunda başlangıçta 7,23 mmol TE l⁻¹ olan FRAP antioksidan aktivitesi artarak 2. ayda 8,67 mmol TE l⁻¹ değerine ulaşmış ve daha sonraki periyotta azalarak 6. ayda 7,22 mmol TE l⁻¹ değerine düşmüştür. Uygulamaların FRAP antioksidan aktivitesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek FRAP antioksidan aktivitesi CH

uygulamasında belirlenmiş olup bu uygulamayı sırasıyla kontrol, CH+MAP, kontrol su ve MAP uygulamaları izlemiştir.

Çizelge 4.36. Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların FRAP antioksidan aktivitesi (mmol TE l⁻¹) üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay) + 20°C’de 7 gün				Ortalama (Uygulama)
	0+7	2+7	4+7	6+7	
Kontrol	7,23a ^X	8,90b	8,41b	7,89a	8,11B ^X
Kontrol su	7,23a	7,97bc	7,46bc	6,53a	7,30C
CH	7,23a	10,84a	9,79a	7,90a	8,94A
CH+MAP	7,23a	8,39bc	7,59bc	6,98a	7,55BC
MAP	7,23a	7,23c	7,15c	6,82a	7,11C
Ortalama (Süre)	7,23C ^X	8,67A	8,08B	7,22C	

^X Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin TEAC antioksidan aktivitesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.37). Soğukta muhafaza sırasında başlangıçta 6,55 mmol TE l⁻¹ olan TEAC antioksidan aktivitesi artarak 4. ayda 6,89 mmol TE l⁻¹ değerine ulaşmış ve daha sonra 6. ayda azalarak 6,60 mmol TE l⁻¹ değerine düşmüştür. Uygulamaların TEAC antioksidan aktivitesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek TEAC antioksidan aktivitesi CH uygulamasında belirlenmiş olup bu uygulamayı CH+MAP, MAP, kontrol ve kontrol su uygulamaları izlemiştir.

Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde muhafaza süresinin TEAC antioksidan aktivitesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.38). Raf ömrü periyodunda başlangıçta 6,51 mmol TE l⁻¹ olan TEAC antioksidan aktivitesi artarak 2. ayda 6,90 mmol TE l⁻¹ değerine ulaşmış ve daha sonraki periyotta azalarak 6. ayda 6,62 mmol TE l⁻¹ değerine düşmüştür. Uygulamaların TEAC antioksidan aktivitesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. TEAC antioksidan aktivitesi MAP uygulamasında diğer uygulamalara göre daha düşük olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.37. ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların TEAC antioksidan aktivitesi (mmol TE l⁻¹) üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay)				Ortalama (Uygulama)
	0	2	4	6	
Kontrol	6,55a ^X	6,90ab	6,91a	6,53b	6,72B ^X
Kontrol su	6,55a	6,90ab	6,86b	6,55b	6,71B
CH	6,55a	6,92a	6,90a	6,68a	6,76A
CH+MAP	6,55a	6,89ab	6,90a	6,66a	6,75AB
MAP	6,55a	6,86b	6,90a	6,58b	6,72B
Ortalama (Süre)	6,55C ^X	6,89A	6,89A	6,60B	

^X Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Çizelge 4.38. Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların TEAC antioksidan aktivitesi (mmol TE l⁻¹) üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay) + 20°C’de 7 gün				Ortalama (Uygulama)
	0+7	2+7	4+7	6+7	
Kontrol	6,51a ^X	6,92a	6,90a	6,64a	6,74A ^X
Kontrol su	6,51a	6,92a	6,86a	6,55b	6,71AB
CH	6,51a	6,90a	6,88a	6,68a	6,74A
CH+MAP	6,51a	6,90a	6,86a	6,67a	6,74A
MAP	6,51a	6,88a	6,84a	6,55b	6,70B
Ortalama (Süre)	6,51D ^X	6,90A	6,87B	6,62C	

^X Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinin FRAP ve TEAC antioksidan aktivitesi soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda 4 aya kadar artmış ve 6. ayda azalmıştır. Nar meyvelerinde antioksidan aktivite içerdiği fenolik bileşiklerden (hidrolize olabilen tanenler, ellajik asit, antosiyaninler ve diğer flavonoid bileşikler) kaynaklandığından (Gil ve ark., 2000; Kulkarni ve Aradhya, 2005; Apaydın, 2008), bu değişimler TMA ve toplam fenolik madde miktarındaki değişimlerle uyumlu olarak meydana gelmiştir. Bulgularımıza paralel olarak, Fawole ve Opara (2013) tarafında yapılan çalışmada 5, 7 ve 10°C’de depolanan ‘Bhagwa’ ve ‘‘Ruby’’ çeşidi nar meyvelerinde antioksidan aktivite (DPPH ve FRAP) depolama sırasında 4. haftaya kadar artmış ve daha sonra azalmıştır. Araştırmacılar göre antioksidan aktivitesindeki değişimler toplam antosiyanin miktarındaki değişimlerle paralellik göstermekte olup nar meyvelerinde

antosiyeninler antioksidan aktivitelerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Arendse ve ark. (2014b) ise ‘Wonderful’ çeşidinde yaptıkları çalışmada 5, 7,5 ve 10°C’de depolama sırasında antioksidan aktivitenin (DPPH) azaldığı bildirilmiştir (Arendse ve ark., 2014b).

MAP ambalajda depolanan meyvelerinin FRAP ve TEAC antioksidan aktivitesi soğukta muhafaza sırasında sadece CH uygulanan meyvelere göre daha düşük olmuştur. Soğukta muhafazadan sonra raf ömrü periyodunda ise MAP uygulamasında kontrol ve CH uygulamalarına göre daha düşük FRAP ve TEAC antioksidan aktivitesi belirlenmiştir. D’Aquino ve ark. (2010) tarafından ‘Primosole’ nar çeşidinde yapılan çalışmada 8°C’de 8 hafta depolama sırasında kontrol meyvelerinde antioksidan aktivitesinde (DPPH) önemli bir değişim olmazken, MAP ambalaj uygulamasında 8. haftadan sonra azalmıştır. Depolamayı takiben raf ömrü periyodu (20°C’de 1 hafta) ise kontrol uygulamasında artış ve MAP uygulamasında azalma belirlenmiştir. Selçuk ve Erkan (2013) tarafından ‘Canernar-1’ çeşidinde yapılan çalışmada açıkta ve MAP ambalajda 6°C’de 7 ay depolanan meyvelerde antioksidan aktivitesinde (DPPH) önemli bir değişim meydana gelmemiştir. ‘Hicaznar’ ve ‘Beynarı’ çeşitlerinde yapılan muhafaza çalışmalarının (Selçuk ve Erkan, 2014; 2015; 2016) sonucuna göre 6°C’de 4-6 aylık soğukta muhafaza ve takiben 20°C’de 3 gün bekletilen meyvelerde antioksidan aktivitesinde (DPPH) artış ve azalışlar meydana gelmiştir. Araştırmacılar antioksidan aktivitesi ile toplam fenolik madde miktarı arasında pozitif bir ilişki tespit etmiş olup, antioksidan aktivitesindeki artışların fenolik maddelerin sentezinden dolayı meydana geldiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmalarda (Selçuk ve Erkan, 2013; 2014; 2015; 2016) antioksidan aktivitesi bakımından kontrol ve MAP ambalaj uygulamaları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş olmakla birlikte MAP ambalajların antioksidan aktivitesindeki artışları geciktirdiği bildirilmiştir. Ayhan ve Eştürk (2009) ise 5°C’de 18 gün pasif ve düşük O₂ içeren aktif MAP ambalajlarda depolanan ‘Hicaznar’ çeşidi nar tanelerinin antioksidan aktivitesinin (DPPH) 9. güne kadar arttığı ve daha sonra azaldığını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada yüksek O₂ içeren MAP ambalajlarda antioksidan aktivitedeki artışın 15. güne kadar devam ettiğini ve diğer uygulamalara göre yüksek olduğunu belirlenmiştir. Çalışmamızda MAP ambalajda artan CO₂ konsantrasyonunun TMA ve toplam fenolik madde

miktarlarındaki artışı yavaşlatması sonucu antioksidan aktivitenin kontrol ve CH uygulamalarına göre daha düşük olmasına yol açmış olabilir.

Soğukta muhafaza sırasında CH ve kontrol uygulamaları arasında FRAP antioksidan aktivitesi bakımından önemli bir farklılık belirlenmezken, TEAC antioksidan aktivitesi CH uygulamasında kontrol uygulamasına göre daha yüksek olmuştur. Soğukta muhafazadan sonra raf ömrü periyodunda CH uygulanan meyvelerde kontrol ve diğer uygulamalara göre daha FRAP ve TEAC antioksidan aktivitesi belirlenmiştir. Meighani ve ark. (2015) ‘Malase Torshe Saveh’ nar çeşidi meyvelerinde 4,5°C’de depolama sırasında 40. güne kadar antioksidan aktivite artmış ve depolama periyodunun sonuna doğru azalmıştır. Muhafaza periyodu sonunda %1-2 CH uygulamasında kontrol uygulamasına göre antioksidan aktivite miktarı daha yüksek olmuştur. Ghasemnezhad ve ark. (2013) CH ile kaplanarak 4°C’de muhafaza edilen nar tanelerinde antioksidan aktivitenin depolama sırasında azaldığını ve bu azalmanın CH uygulamasında kontrol uygulamasına göre daha az seviyede olduğunu bildirmiştir. Araştırmacılar antioksidan aktivitenin CH uygulamalarında daha yüksek olmasının antosiyaninler, toplam fenolik madde ve flavonoid miktarındaki kayıpları azalmasından kaynaklandığını belirtmiştir. CH kaplama soğukta muhafaza sırasında liçi meyvelerinde PPO enzim aktivitesini azaltarak antosiyanin miktarının ve antioksidan aktivitenin kontrol uygulamasına göre daha yüksek olmasını sağlamıştır (Jiang ve ark., 2005). CH uygulaması 0°C’de 25 gün depolama sırasında kayısı meyvelerinde antioksidan aktivitesini (DPPH) artırmıştır (Ghasemnezhad ve ark., 2010). Bulgularımızdan farklı olarak, Çetin (2012) tarafından yapılan çalışmada 22 gün 4°C’de muhafaza edilen nar tanelerinde %1 CH uygulamasında kontrol uygulamasına göre daha düşük antioksidan aktivitesi belirlenmiştir

4.11. Fizyolojik ve Mantarsal Bozulma Oranı

Kontrol meyvelerinde 4 ay soğukta muhafaza boyunca fizyolojik bozulma gözlenmemiştir. Ancak bu meyvelerin 4 ay soğukta muhafazayı takiben 20°C’de 7 gün bekletilmesinden sonra %17,78 oranında fizyolojik bozulma meydana gelmiştir (Veri gösterilmemiştir). Diğer uygulamalarda ise 4 ay soğukta muhafaza ve takiben raf ömrü periyodunda herhangi bir fizyolojik bozulma gözlemlenmemiştir. 6. ay soğukta

muhafaza ve takiben raf ömrü periyodunda kontrol ve kontrol su uygulamalarına ait meyvelerde CH, MAP ve CH-MAP uygulamalarına göre daha yüksek oranda fizyolojik bozulma meydana gelmiştir (Çizelge 4.39 ve 4.40). CH, CH+MAP ve MAP uygulamalarına ait meyvelerde soğukta muhafaza ve raf ömrü sırasında fizyolojik bozulma oranı bakımından farklılık istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. Fizyolojik bozulma gösteren meyve indeksi soğukta muhafaza sırasında düşük olup, uygulamalar arasında istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir (Çizelge 4.39). Soğukta muhafazadan sonra raf ömrü periyodunda ise CH+MAP uygulamasında diğer uygulamalara göre fizyolojik bozulma gösteren meyve indeksi daha düşük belirlenmiştir (Çizelge 4.40).

Çizelge 4.39. ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde 6 ay soğukta muhafaza sonrasında uygulamaların fizyolojik ve mantarsal bozulmalar üzerine etkisi

Uygulamalar	Fizyolojik bozulma oranı (%)	Fizyolojik bozulma gösteren meyve indeksi (0-5)	Mantarsal bozulma oranı (%)
Kontrol	41,48a ^x	1,12a ^x	37,78a ^x
Kontrol su	37,78a	1,11a	41,48a
CH	10,00b	1,00a	2,22c
CH+MAP	4,45b	0,71a	7,78bc
MAP	7,78b	1,09a	12,22b

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Sütunlarda aynı küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

^y Meyve yüzeyinde 0: %0; 1:<%10, 2:%11-25, 3:%25-50, 4:%50-75 ve 5:%75-100 kahverengileşme

Çizelge 4.40. 6 ay soğukta muhafaza sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların fizyolojik ve mantarsal bozulmalar üzerine etkisi

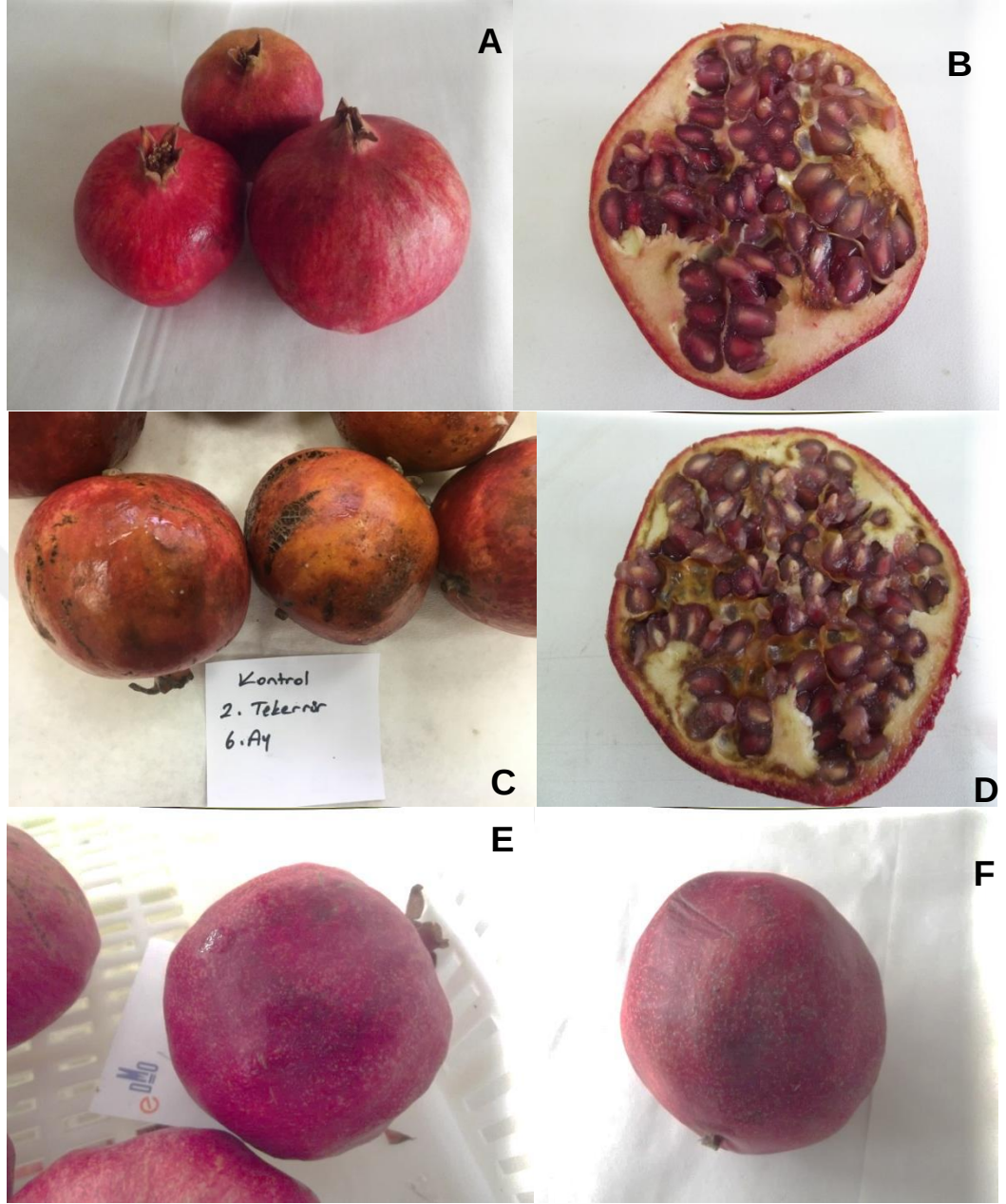
Uygulamalar	Fizyolojik bozulma oranı (%)	Fizyolojik bozulma gösteren meyve indeksi (1-5)	Mantarsal bozulma oranı (%)
Kontrol	40,00a ^x	1,35a ^x	36,67a ^x
Kontrol su	35,00a	1,33a	40,00a
CH	15,56b	1,28a	4,44b
CH+MAP	13,33b	0,40b	4,44b
MAP	11,11b	1,06a	5,19b

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Sütunlarda aynı küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

^y Meyve yüzeyinde 0: %0; 1:<%10, 2:%11-25, 3:%25-50, 4:%50-75 ve 5:%75-100 kahverengileşme

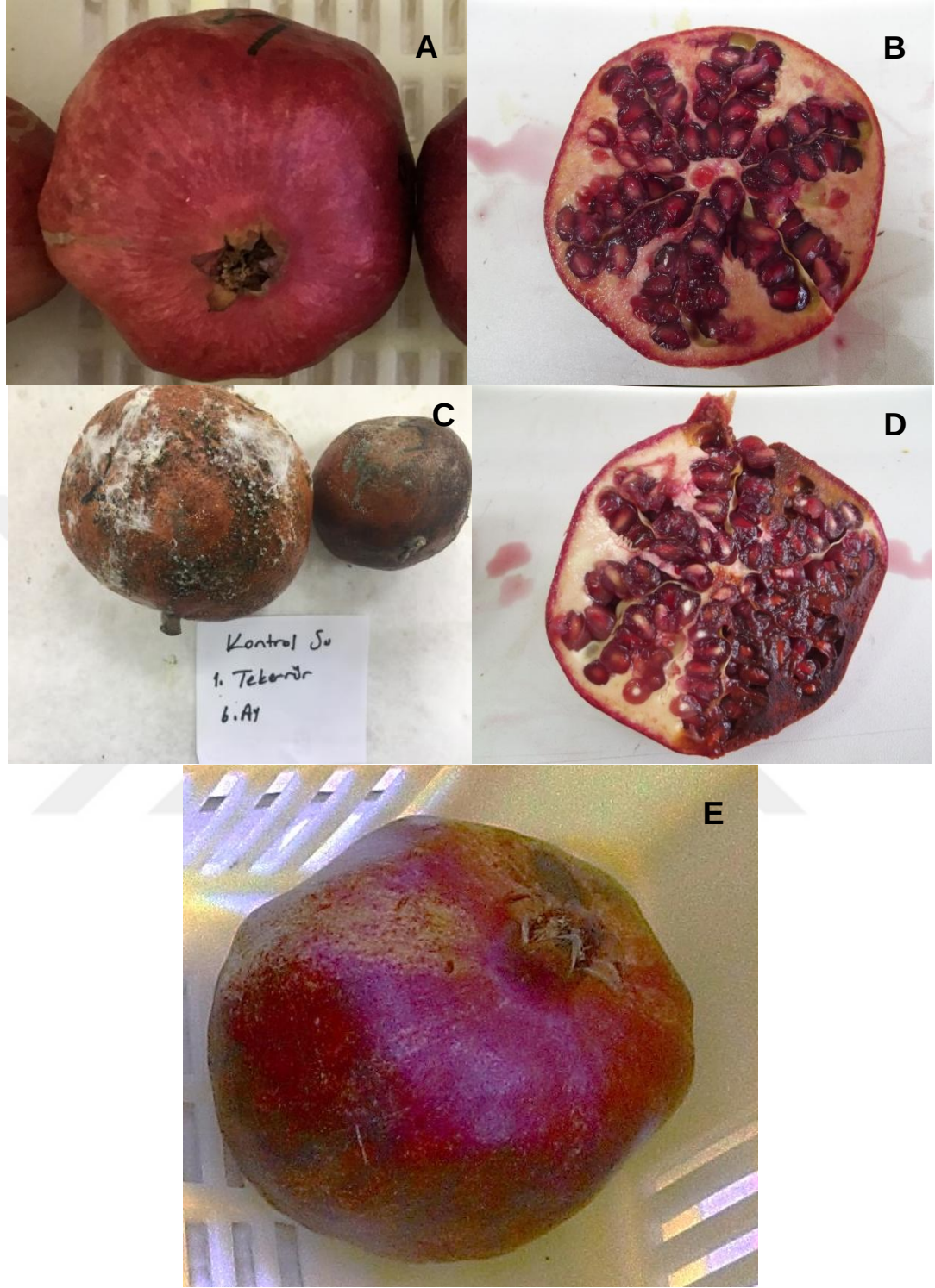
Kontrol ve kontrol su meyvelerinde 4 ay soğukta muhafaza boyunca mantarsal bozulma gözlenmemiştir. Ancak bu meyvelerin 4 ay soğukta muhafazayı takiben 20°C’de 7 gün bekletilmesinden sonra sırasıyla %10,00 ve %14,13 oranında mantarsal bozulma meydana gelmiştir (Veri gösterilmemiştir). Diğer uygulamalarda 4 ay depolanan ve soğukta muhafazayı takiben 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ meyvelerinde herhangi bir mantarsal bozulma gözlemlenmemiştir. Soğukta muhafazanın 6. ayında en düşük mantarsal bozulma oranın CH ve CH+MAP uygulamalarında (%2,22-7,78) belirlenmiş olup, bu uygulamaları MAP (%12,22), kontrol ve kontrol su (%37,78-41,48) uygulamaları izlemiştir (Çizelge 4.39). 6. ay soğukta muhafazadan sonra raf ömrü periyodunda ise kontrol ve kontrol su uygulamalarına ait meyvelerde (%36,67-40,00), CH, MAP ve CH-MAP uygulamalarına (%4,44-5,19) göre daha yüksek oranda mantarsal bozulma meydana gelmiştir (Çizelge 4.39). CH, CH+MAP ve MAP uygulamalarına ait meyvelerde soğukta muhafazadan sonra raf ömrü sırasında mantarsal bozulma oranı bakımından farklılık istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. 6°C’de 6 ay soğukta muhafazadan sonra farklı uygulamalarına ait ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde gözlemlenen mantarsal bozulmalar Şekil 4.2-4.6’da verilmiştir.

Nar meyveleri 5°C’nin altındaki sıcaklıklarda 2 aydan daha uzun bir süre depolandığında meydana gelen üşüme zararı (Elyatem ve Kader 1984) ve 7°C’de uzun süre depolandığında ortaya çıkan sadece kabukta görülen yüzeysel yanıklar (Ben-Arie ve Or, 1986) pazarlamayı büyük ölçüde sınırlayan önemli fizyolojik bozulmalardır. Üşüme zararlarının genel belirtileri, kabukta kahverengi renk oluşumu, kabuk yüzeyinde çukurların oluşması, tane renginin solması, daneleri çevreleyen beyaz kısmın kahverengileşmesi ve mantarsal bozulmaların artmasıdır (Elyatem ve Kader, 1984; Artés ve ark., 2000b). Nar meyvelerinde yüzeysel kabuk yanıklığı meyve sapına yakın kabuk dokusunda ortaya çıkmakta olup taneleri ve taneleri çevreleyen dokularını etkilemeyen, meyve kabuğunun yaklaşık %60’ıda kahverengi renk oluşumu olarak tanımlanmaktadır (Defilippi ve ark., 2006). Yüzeysel kabuk yanıklığının nar meyvelerindeki üşüme zararından farklı olarak üşüme sıcaklığın üzerinde uzun süre (4-6 ay) depolanan ve daha çok geç sezonda derilen meyvelerde görülmesi yaşlanma ile ilgili olduğunu göstermektedir (Defilippi ve ark., 2006).

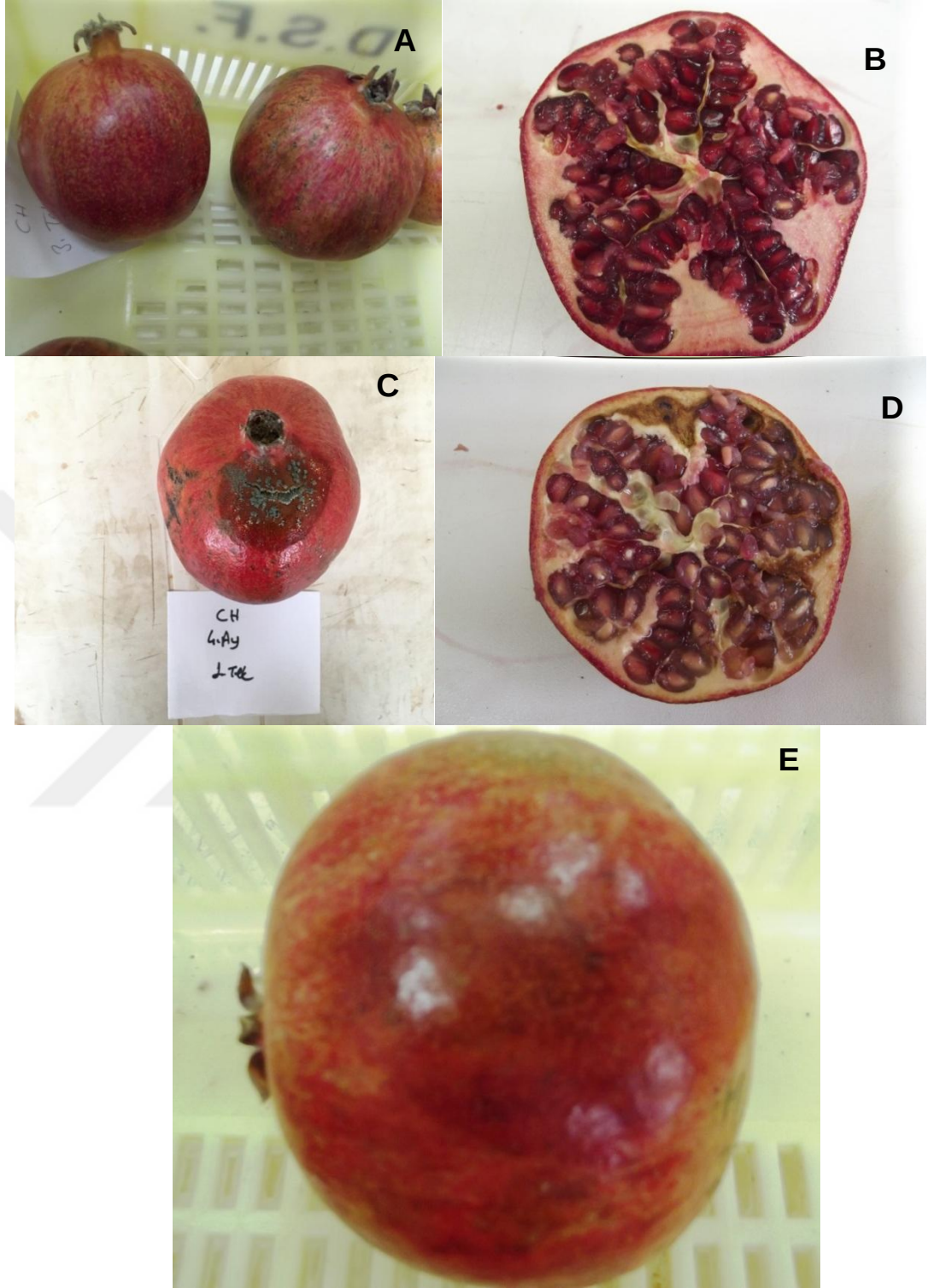


Şekil 4.2. Kontrol uygulamasında 6 ay soğukta muhafaza sonrasında sağlıklı meyvelerin dışsal (A) ve içsel görünümü (B); mantarsal bozulma gösteren meyvelerin dışsal (C) ve içsel görünümü (D); meyve kabuğuna meydana gelen yüzeysel yanıklığının görünümü (E ve F)

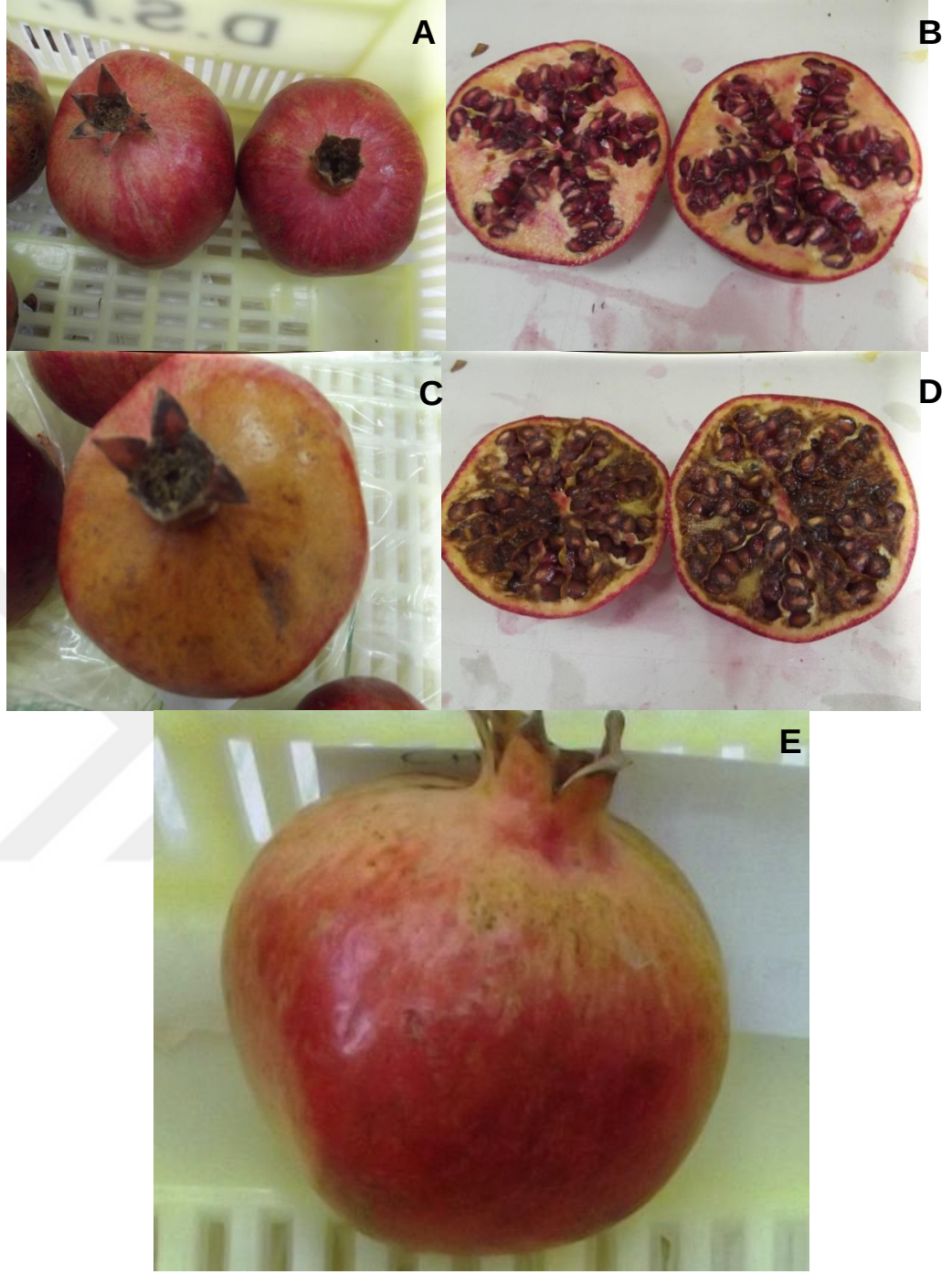
Yüzeysel kabuk yanıklığının kabukta bulunan ekstrakte edilebilir odihidroksifenollerle ilişkili olduğu, PPO enzimin ile katalize edilen oksidasyonların engellenmesi (Ben-Arie ve Or, 1986) ve meyve sapına yakın kabuk dokusunda karotenoid, açillipid ve fenilpropanoid seviyelerini azaltılması (Defilippi ve ark., 2006) ile belirgin olarak kontrol altına alınabileceği bildirilmiştir.



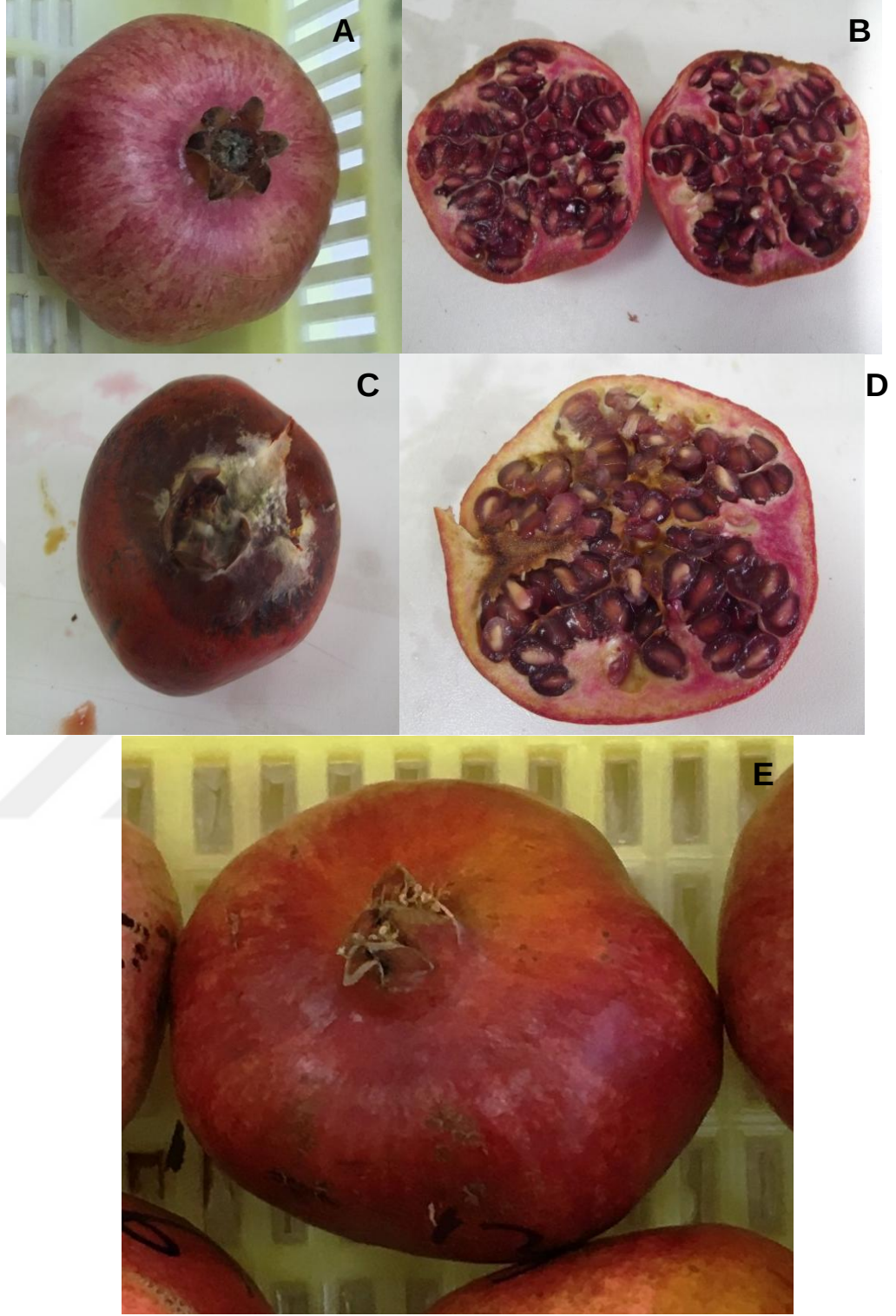
Şekil 4.3. Kontrol su uygulamasında 6 ay soğukta muhafaza sonrasında sağlıklı meyvelerin dışsal (A) ve içsel görünümü (B); mantarsal bozulma gösteren meyvelerin dışsal (C) ve içsel görünümü (D); meyve kabuğuna meydana gelen yüzeysel yanıklığının görünümü (E)



Şekil 4.4. CH uygulamasında 6 ay soğukta muhafaza sonrasında sağlıklı meyvelerin dışsal (A) ve içsel görünümü (B); mantarsal bozulma gösteren meyvelerin dışsal (C) ve içsel görünümü (D); meyve kabuğuna meydana gelen yüzeysel yanıklığının görünümü (E)



Şekil 4.5. CH+MAP uygulamasında 6 ay soğukta muhafaza sonrasında sağlıklı meyvelerin dışsal (A) ve içsel görünümü (B); mantarsal bozulma gösteren meyvelerin dışsal (C) ve içsel görünümü (D); meyve kabuğuna meydana gelen yüzeysel yanıklığının görünümü (E)



Şekil 4.6. MAP ambalaj uygulamasında 6 ay soğukta muhafaza sonrasında sağlıklı meyvelerin dışsal (A) ve içsel görünümü (B); mantarsal bozulma gösteren meyvelerin dışsal (C) ve içsel görünümü (D); meyve kabuğuna meydana gelen yüzeysel yanıklığının görünümü (E)

Bu amaçla yapılan çalışmalarda, nar meyvelerinin düşük O₂ içeren KA'de (%5 O₂ + %15 CO₂) depolanması, antioksidan solüsyonlara, bisdihiokarbomat içeren manep çözeltisine ve sıcak suya daldırma uygulamaları yüzeysel kabuk yanıklığını azaltmıştır (Ben-Arie ve Or 1986; Defilippi ve ark., 2006). Bu çalışmada depolama sıcaklığı 6°C olup, meyve kabuğunda veya tanelerde üşüme zararından kaynaklanan herhangi bir bozulma olmamıştır. Ancak, soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda yüzeysel kabuk yanıklığı olarak tanımlanan fizyolojik bozulma gösteren meyve indeksi tüm uygulamalarda düşük olup (1.05-1.33) “meyve yüzeyinin %10'da kahverengileşme” şekline meydana gelmiştir (Çizelge 4.39 ve 4.40). 6°C'de 6 ay soğukta muhafazadan sonra farklı uygulamalarına ait 'Hicaznar' çeşidi nar meyvelerinde gözlemlenen fizyolojik bozulmalar Şekil 4.2-4.6'da verilmiştir.

Bu çalışma kullanılan MAP ambalaj soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda fizyolojik bozulmaları kontrole göre sırasıyla %81,24 ve %72,22 oranında azaltmıştır. Bulgularımızla paralel olarak, 7°C'de 4 ay muhafaza edilen ve depolamadan sonra 20°C'de 1 hafta bekletilen 'Wonderful' nar çeşidinde Xtend® MAP ambalaj uygulamasında (%6) kontrol uygulamasına (%29) daha düşük oranda yüzeysel kabuk yanıklığı meydana gelmiştir (Porat ve ark., 2016). D'Aquino ve ark. (2010) tarafından 'Primosole' nar çeşidinde yapılan çalışmada 8°C'de 12 hafta depolama ve depolamadan sonra raf ömrü periyodu (20°C'de 1 hafta) sırasında yüzeysel kabuk yanıklığı gösteren meyve oranının kontrol uygulamasında %78 iken, MAP ambalajda depolanan meyvelerde soğukta muhafaza sırasında yüzeysel kabuk yanıklığı görülmediği ve raf ömrü periyodunda ise oldukça düşük oranda (% 2) olduğu bildirmiştir.

CH tek başına uygulandığında 'Hicaznar' meyvelerinde fizyolojik bozulma oranını kontrol uygulamasına göre soğukta muhafaza periyodunda %75,89 ve soğukta muhafazadan sonra raf ömrü periyodunda %61,11 oranında azaltmıştır. Nar meyvelerinde CH uygulamalarının üşüme zararı ve yüzeysel kabuk yanıklığı gibi fizyolojik bozulmalara etkisi konusunda herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Minimal işlenmiş narda yapılan bir çalışmada ise %1 CH uygulaması 4°C'de 12 gün depolanan nar tanelerinde PPO enzim aktivitesini azaltarak antosiyaninlerin bozulmasını ve dolayısıyla enzimatik kararmaları önlediğini bildirilmiştir (Ghasemnezhad ve ark., 2013). Diğer meyve türlerinde yapılan çalışmalarda CH

uygulamalarının PPO enzim aktivitesini azaltarak kiraz (Dang ve ark., 2010), liçi (Zhang ve Quantick, 1997; Jiang ve ark., 2005; Sun ve ark., 2010) longan (Jiang ve Li, 2001), yendünya (Song ve ark., 2016) gibi meyvelerde kabuktaki kahverengileşmeyi azalttığı belirlenmiştir. 5°C’de 20 gün depolanma sonunda uygulama yapılmamış erik meyvelerinde üşüme zararı gözlemlenirken, CH ve CH+askorbik asit uygulana meyvelerde üşüme zararı meydana gelmemiştir (Liu ve ark., 2014). El-Eleryan (2015) 0°C’de 60 gün depolanan ‘Washington Navel’ portakal meyvelerinde CH uygulamasının POD enzim aktivitesini yavaşlatarak üşüme zararını ve kabuktaki kahverengileşmeyi azalttığı bildirilmiştir.

CH ve MAP ambalaj birlikte uygulandığında ise CH ve MAP ambalajın fizyolojik bozulmaları kontrolün etmedeki etkinliğini artırarak fizyolojik bozulmayı kontrol uygulamasına göre soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda sırasıyla %89,28 ve %66,67 oranında azaltmıştır. Bulgularımızla uyumlu olarak, De Reuck ve ark. (2009) liçi meyvelerinde 2°C’de 21 gün depolama sırasında CH+MAP uygulamalarının sinerjistik bir etki yaparak sadece MAP uygulamasına göre kabuktaki kahverengileşmeyi azaltmada daha başarılı olduğunu bildirmişlerdir.

Kontrol ve kontrol su meyvelerinde 4 ay soğukta muhafazadan sonra sırasıyla %10,00 ve %14,13 oranında mantarsal bozulma meydana gelmiştir (Veri gösterilmemiştir). Diğer uygulamalarda 4 ay depolanan ve soğukta muhafazayı takiben 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ meyvelerinde herhangi bir mantarsal bozulma gözlemlenmemiştir. Soğukta muhafazanın 6. ayında en düşük mantarsal bozulma oranın CH ve CH+MAP uygulamalarında (%2,2-7,78) belirlenmiş olup, bu uygulamaları MAP (%12,22), kontrol ve kontrol su (%37,78-41,48) uygulamaları izlemiştir (Çizelge 4.39). 6. ay soğukta muhafaza ve takiben raf ömrü periyodunda kontrol ve kontrol su uygulamalarına ait meyvelerde CH, MAP ve CH-MAP uygulamalarına göre daha yüksek oranda mantarsal bozulma meydana gelmiştir (Çizelge 4.40). CH, CH+MAP ve MAP uygulamalarına ait meyvelerde soğukta muhafazadan sonra raf ömrü sırasında mantarsal bozulma oranı bakımından farklılık istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. 6°C’de 6 ay soğukta muhafazadan sonra farklı uygulamalarına ait ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde gözlemlenen mantarsal bozulmalar Şekil 4.2-4.6’da verilmiştir.

Nar meyvelerinin depolanması sırasında en fazla görülen gri küf ve iç çürüklüğü (Pekmezci ve Erkan, 2004) gibi fungal çürümeler meydana gelmiştir. Nar meyvelerinin muhafazası sırasında (5-10°C'de >%90 oransal nemde) herhangi bir fungusit uygulaması yapılmamışsa özellikle etmeni *B. cinerea* olan gri küf kökenli çürümelerden kaynaklı ürün kaybı %30'lara ulaşmaktadır (Tedford ve ark., 2005). Nar muhafazası konusunda yapılan çalışmaların sonucuna göre fungal çürümelerin depolama periyodunun son aylarında ortaya çıkmakta olup çürüme oranı soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodu sonrasında %8-40 (Onur ve ark., 1992; 1995; Bayram, 2007; D'Aquino ve ark., 2010; Selçuk ve Erkan, 2013; 2014; 2015) arasında değişmektedir. Kullanılan MAP ambalaj materyaline bağlı olarak MAP ambalajların Kontrole göre çürümeleri azalttığı, arttırdığı veya etkisinin olmadığı (Bayram, 2007; D'Aquino ve ark., 2010; Selçuk ve Erkan, 2013; 2014; 2015; Porat ve ark., 2016) bildirilmiştir. Çalışmamızda MAP ambalaj kontrol uygulamasına göre soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodun çürümeleri sırasıyla %66,66 ve %85,18 oranında azaltmıştır. CH tek başına uygulandığında 'Hicaznar' meyvelerinde çürüme oranını kontrol uygulamasına göre soğukta muhafaza periyodunda %94,15 ve soğukta muhafazadan sonra raf ömrü periyodunda %87,88 oranında azaltmıştır. MAP ambalaj, çürüme oranını kontrol uygulamasına göre soğukta muhafaza periyodunda %67,64 ve soğukta muhafazadan sonra raf ömrü periyodunda %85,86 oranında azaltmıştır. CH, MAP ambalaj birlikte kombine dildiğinde ise MAP ambalajın çürümeleri kontrol etmedeki etkinliği artırarak çürümeleri kontrol uygulamasına göre soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda sırasıyla %79,41 ve 87,88 oranında azaltmıştır. Çilek meyvelerinde 13°C'de 7-21 gün depolama sırasında %1, 1.5 ve 2 CH uygulamasının kontrole göre fungal çürümeleri (*B. cinerea* ve *Rhizopus* spp.) azalttığı ve patojenleri kontrol etmedeki etkinliğinin sentetik fungusitlere benzer olduğu bildirilmiştir (El Ghaouth ve ark., 1991; 1992a; Zhang ve Quantick, 1998). 4 ve 6°C'de 20 gün depolanan çileklerde CH kaplama uygulamasının *Cladosporium* spp. Ve *Rhizopus* spp. kaynaklı enfeksiyonları azalttığı belirlenmiştir (Park ve ark., 2005). İki farklı çilek çeşidiyle yapılan çalışmada 2°C'de 14 gün depolama sırasında %2 CH uygulamasının (25-50) kontrole (%65-83) göre fungal çürümeleri azalttığı bildirilmiştir (Han ve ark., 2004). Ahududu meyvelerinde ise 2°C'de 14 gün depolamadan sonra %2 CH uygulan meyvelerde %2 kontrol meyvelerinde %95 oranında çürüme meydana gelmiştir (Han

ve ark., 2004). Romanazzi ve ark. (2002; 2007; 2009) sofralık üzümlerde %0,5-%1 CH uygulamasının 0°C 'de depolama ve 20°C'de raf ömrü sırasında *B. cinerea* ile inoküle edilen tanelerde gri küf enfeksiyonunu azalttığı ve enfeksiyonun yayılmasını önlediğini belirlemişlerdir. Li ve Yu (2001) şeftali meyvelerinde %0,5 ve %1 CH uygulamasının kontrol uygulamasına göre 23°C'de raf ömrü sırasında etmeni *Monilinia fructicola* olan kahverengi çürüklüğü azalttığını bildirmişlerdir. Kiraz meyvelerinde %1 CH uygulamasının derim sonrası hastalıkları azalttığı saptanmıştır (Feliziani ve ark., 2013). CH ve oligo-CH uygulamaları ile hem spor çimlenmesinin hem de *M. fructicola*'nın misel gelişiminin büyük ölçüde inhibe edildiği ve şeftalilerde kahverengi çürüklüğün kontrolü için doğal fungusit olarak kullanımlarının umut verici olduğu saptanmıştır (Yang ve ark., 2012). Benzer çalışmada, CH (350 kDa) ve oligo-CH uygulamalarının (6 kDa) patojenik küfler üzerindeki inhibisyon etkisi ve armutta çürüme kontrolündeki kullanım olanağı araştırılmış, bu uygulamaların *Alternaria kikuchiana* ve *Physalospora piricola* misel gelişimini inhibe ettiği ve meyvelerde hasat sonrası hastalıklarını kontrol etmek için sentetik fungusitlere alternatif olarak kullanılabileceği belirlenmiştir (Meng ve ark., 2010). Domates ve üzüm meyvelerinde *Colletotrichum* sp'a karşı CH uygulamasının etkinliğinin değerlendirildiği bir çalışmada; enfekte dokulara 5 farklı konsantrasyonda (%0, 1, 1,5, 2, 2,5) CH uygulanmış ve lezyon çapları ölçülmüştür. CH uygulamasının 7 günlük inkübasyondan sonra en yüksek üç konsantrasyonda, bu küfün gelişimini önemli ölçüde inhibe ettiği belirlenmiştir (Muñoz ve ark., 2009). Domateslerde *B. cinerea* gelişimi üzerine, farklı molekül ağırlıklı (0.5x10⁴, 3.7x10⁴, 5.7x10⁴ ve 2.9x10⁵ g mol⁻¹) CH'nin molekül ağırlığı arttıkça, antifungal aktivitesinin arttığı, 2000 ve 4000 mg l⁻¹ konsantrasyonlardaki CH çözeltilerinin inoküle edilmiş domateslerde tam bir küf kontrolü sağladığı belirlenmiştir (Badawy ve Rabea, 2009). Hernández-Muñoz ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada 10°C'de 6 gün depolama sonrasında; %1,5 CH uygulanan çilek meyvelerinde fungal çürümenin olmadığı, %1 CH uygulanan meyvelerde %12,5 ve kontrol meyvelerinde %33,5 oranında çürüme meydana geldiği bildirilmiştir. Turunçgil meyvelerinde 13°C'de 45 gün depolama sırasında çürüme oranı %0,05-0,2 CH uygulamasında %40'da daha az iken, fungusit uygulamasında %48,8 ve kontrol uygulamasında %72,5 olmuştur (Chien ve Chou, 2006). 'Murcott' tangor meyvelerinde 15°C'de 56 gün depolama sırasında %0,1 düşük molekül ağırlıklı

CH uygulaması TBZ ile yapılan fungusit uygulamasına göre çürümeleri %20 oranında azaltmıştır (Chien ve ark., 2007). %4 CH kaplama uygulaması 5°C'de 45 gün depolanan ve 20°C'de 5 gün bekletilen portakal meyvelerinde mantarsal bozulmaları (mavi ve yeşil küf) %97-98 oranında azaltmıştır (Abdel Wahap ve Rashid, 2012). Liçi meyvelerinde 2°C'de 26 gün depolamadan sonra çürüme oranı %1-2 CH uygulamasında %51-53 iken kontrol uygulamasında %95'e ulaşmıştır (Zhang ve Quantick, 1997). Liçi meyvelerinde CH ve CH+MAP uygulamalarının karşılaştırıldığı çalışmada ise 2°C'de 21 gün depolama sırasında CH+MAP uygulamalarında mantarsal bozulmanın meydana gelmediği, MAP ambalajda depolanan meyvelerde ise %10,5-11,3 oranında çürüme olduğu bildirilmiştir (De Reuck ve ark., 2009). Munhuweyi ve ark. (2016) nar meyvelerinde izole edilen *Botrytis* sp., *Penicillium* sp. ve *Pilidiella granati* gibi patojenlerin misel gelişiminin in vitro'da 10 mg ml⁻¹ dozundaki CH uygulamasıyla tamamen inhibe edildiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar diğer bir çalışmalarında (Munhuweyi ve ark., 2017) %2 CH uygulamasının kontrole göre 25°C'de 10 gün bekletilen nar meyvelerinde %43 oranında mantarsal bozulmayı azalttığını belirlemişlerdir. Çetin (2012) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarına göre 4°C'de 22 gün depolanan nar tanelerinde maya-küf sayısı %1 CH ile kaplanan tanelerde 16. günde ve CH ile kaplanmamış tanelerde (Kontrol) 13. günde tespit edilebilir seviyeye çıkmıştır. Depolamanın sonunda nar tanelerinde maya-küf sayısı CH uygulamasında (4.49 log KOB g⁻¹) kontrol uygulamasına (5.67 log KOB g⁻¹) göre daha düşük seviyede olmuştur. Ghasemnezhad ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada 4°C'de %95 oransal nemde 12 gün depolama sırasında %1 CH uygulaması nar tanelerindeki fungal kökenli mikrobiyel bozulmayı azalmanda %0,25-50 CH ve kontrole göre daha başarılı olmuştur. CH uygulamasının fungal çürümeleri kontrol mekanizması konusuna yapılan çalışmalara göre CH kitin deasetilaz enzim aktivitesini teşvik ederek fungal hücre duvarındaki kitin-CH dengesini değiştirerek yapısını bozmakta (El Ghaouth ve ark., 1992c) ve bu şekilde fungal patojenlerini gelişimini (spor çimlenmesi, çim borusu ve misel gelişimi) azaltmakta veya önlemektedir (Bautista-Baños ve ark., 2006). CH uygulamasının antifungal etkisinin meyvelerde biyokimyasal savunma tepkilerini teşvik etme ile ilgili olduğu da düşünülmektedir (Liu ve ark., 2007; Badawy ve Rabea, 2009; Bautista-Baños ve ark., 2006). Ayrıca CH kaplama uygulaması meyve yüzeyinde bir bariyer oluşturarak fungal patojenlerin

meyveye penetrasyonunu önlemektedir (Kittur ve ark., 2001; Bautosta-Baños ve ark., 2006; Ghasemnezhad ve ark., 2013).

4.12. Duyusal Değerlendirme

Meyvelerin tadı 10 kişiden oluşan bir panelist grup tarafından 1-9 hedonik skalaya göre değerlendirilmiştir. Bu skalada 9 en iyi ve 1 en düşük değer olup, 5 pazarlanabilir kalitede olma sınırı oluşturmaktadır. Soğukta muhafaza sırasında meyvelerin tat bakımından aldıkları puanlar azalmış olmakla birlikte, tüm uygulamalarda meyveler pazarlanabilir sınırın üstünde puan almışlardır (Çizelge 4.41). 6 ay soğukta muhafazadan sonra MAP, CH+MAP ve CH uygulamalarına ait meyvelere (6,61-7,72) Kontrol ve kontrol su meyvelerine (6,42-6,44) göre panelistler tarafından daha yüksek puan verilmiştir. Bu durum soğukta muhafaza sırasında uygulamalar arasında SÇKM miktarı bakımından farklılık olmamasına rağmen MAP, CH+MAP ve CH uygulamalarında asit kaybının önlenerek şeker asit dengesinin korunmasından kaynaklanabilir.

Çizelge 4.41. ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların tat (1-9) üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay)				Ortalama (Uygulama)
	0	2	4	6	
Kontrol	9,00a ^x	7,00b	6,17a	6,42b	7,15B ^x
Kontrol su	9,00a	7,17ab	6,17a	6,44b	7,19B
CH	9,00a	7,17ab	7,17a	6,72ab	7,51AB
CH+MAP	9,00a	7,66ab	7,17a	7,22a	7,76A
MAP	9,00a	8,17a	7,33a	6,61ab	7,78A
Ortalama (Süre)	9,00A ^x	7,43B	6,80C	6,68C	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Soğukta muhafaza sonra raf ömrü periyodunda meyvelerin tat bakımından aldıkları puanlar azalmaya devam etmiştir. Kontrol su uygulaması hariç diğer uygulamalara ait meyveler 6 ay soğukta muhafaza ve takiben raf ömrü periyodu sonunda pazarlanabilir sınırın üstünde puan almışlardır. En yüksek tat puan CH uygulanan meyvelere (6,17) verilmiş olup, bu uygulamayı kontrol, CH+MAP ve MAP

uygulamaları (5,17-5,28) izlemiştir (Çizelge 4.42). Soğukta muhafazadan sonra raf ömrüne alınan CH ve kontrol meyvelerinde asitlikte daha fazla kayıp meydana gelmesine rağmen su kaybı nedeniyle daha yüksek olan SÇKM miktarı bu meyvelerinin daha yüksek tat puanı almasına neden olmuş olabilir. Meyvelerin dış görünüşü 10 kişiden oluşan bir panelist grup tarafından 1-5 skalası kullanılarak belirlenmiştir. Bu skalada, 1 = pazarlanamaz, 2 = kötü 3 = pazarlanabilir, 4 = çok iyi ve 5 = mükemmel olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.42. Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların tat (1-9) üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay) + 20°C’de 7 gün				Ortalama (Uygulama)
	0+7	□2+7	4+7	6+7	
Kontrol	9,00a ^x	8,17a	6,38b	5,28b	7,21A ^x
Kontrol su	9,00a	6,20c	6,61b	4,45c	6,56C
CH	9,00a	6,33c	7,83a	6,17a	7,33A
CH+MAP	9,00a	6,70c	5,11c	5,27b	6,59C
MAP	9,00a	7,33b	5,83c	5,17b	6,83B
Ortalama (Süre)	9,00A ^x	6,95B	6,42C	5,25D	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda meyvelerin dış görünüş bakımından aldıkları puanlar azalmıştır (Çizelge 4.43 ve 4.44). MAP ve CH+MAP uygulamalarına ait meyvelerin dış görünüş puanları, diğer uygulamalara göre daha yüksek olmuştur. MAP ve CH+MAP uygulamalarına ait meyveler dış görünüş bakımından 6 ay soğukta muhafaza ve takiben raf ömrü periyodu sonrasında “çok iyi” olarak değerlendirilirken, CH, kontrol su ve kontrol meyveleri pazarlanamaz hale gelmişlerdir.

Nar meyvelerinin muhafazası sırasında muhafaza süresinin uzamasına paralel olarak narların dış görünüşlerinde su kaybı, çürümeler, üşüme zararı, yüzeysel kabuk yanıklığı nedeniyle kalite kayıpları ortaya çıkmaktadır (D’Aquino ve ark., 2010; Selçuk ve Erkan, 2014; 2015; 2016). D’Aquino ve ark. (2010) ‘Primosole’ nar çeşidinde 12 hafta muhafaza sonunda kontrol meyvelerinin pazarlanabilir limitler içerisinde kaldığını, MAP film sarılan meyvelerinin ise iyi durumda olduğunu bildirmişlerdir. ‘Canernar-1’ ve ‘Hicaznar’ çeşidi narlarda yapılan çalışmada 6°C’de 210 gün süren soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodu sonunda kontrol grubu

meyveleri pazarlanamaz durumda iken, MAP ambalajda depolanan meyveler pazarlanabilir kalite sınırlarında kalmıştır (Selçuk ve Erkan, 2013; 2015).

Çizelge 4.43 ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında uygulamaların dış görünüş (1-5) üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay)				Ortalama (Uygulama)
	0	2	4	6	
Kontrol	5,00a ^x	4,87b	2,20c	1,00b	3,27C ^x
Kontrol su	5,00a	4,93ab	2,73b	1,00b	3,42BC
CH	5,00a	5,00a	2,87b	1,00b	3,47B
CH+MAP	5,00a	5,00a	5,00a	4,34a	4,83A
MAP	5,00a	5,00a	5,00a	4,28a	4,82A
Ortalama (Süre)	5,00A ^x	4,96A	3,56B	2,32C	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Çizelge 4.44. Farklı sürelerde soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinde uygulamaların dış görünüş (1-5) üzerine etkisi

Uygulamalar	6°C’de muhafaza süresi (ay) + 20°C’de 7 gün				Ortalama (Uygulama)
	0+7	2+7	4+7	6+7	
Kontrol	5,00a ^x	4,87b	4,27b	1,00b	3,78C ^x
Kontrol su	5,00a	4,73c	2,48d	1,00b	3,30E
CH	5,00a	5,00a	3,00c	1,00b	3,50D
CH+MAP	5,00a	5,00a	4,67a	4,40a	4,77A
MAP	5,00a	5,00a	4,21b	3,93a	4,54B
Ortalama (Süre)	5,00A ^x	4,92A	3,72B	2,27C	

^x Ortalamalar (n=3) LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Satır ve sütunlarda aynı büyük veya küçük harfe sahip ortalamalar p>0,05 düzeyinde önemsizdir.

Selçuk ve Erkan (2014) ‘Hicaznar’ çeşidi narlarda yapılan çalışmada 6°C’de depolanan ve 20°C’de 3 gün bekletilen kontrol meyvelerinin 80 gün ve MAP ambalajda depolanan meyvelerin 100 gün pazarlanabilir kalite sınırlarında kaldıklarını ve 120. günde her iki grup meyvelerin pazarlanamaz hale geldiklerini bildirmişlerdir. ‘Beynarı’ çeşidi narlarda yapılan çalışmada 6°C’de 120 gün depolama ve raf ömrü periyodu sonunda kontrol meyvelerinin pazarlanamaz hale geldikleri ve MAP ambalajda depolanan meyvelerin pazarlanabilir kalite sınırlarında kaldıkları belirlenmiştir (Selçuk ve Erkan, 2016). MAP ambalajların genel olarak meydana genel

bu kalite kayıplarını azaltarak nar meyvelerinin daha uzun süre pazarlanabilir kalitede kalmasını sağlayabilmektedir. Çalışmamızda kullanılan MAP ambalaj ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinin 6 ay soğukta muhafaza ve takiben raf ömrü periyodu sonunda dış görünüşlerinin “pazarlanabilir” kalitede kalmasını sağlamıştır.

CH uygulaması tek başına uygulandığında, meyveler tat bakımından 4. aya kadar “iyi veya çok iyi” (7,17-7,83) ve dış görünüş bakımından “pazarlanabilir” (2,87) kalitede kalmışlardır. 6 ay soğukta muhafaza ve takiben raf ömrü periyodu sonunda CH uygulanan meyveler tat bakımından halen “orta derece iyi” (6,17) kalitede iken, dış görünüş bakımından “pazarlanamaz” (1,00) hale gelmiştir. CH uygulanan meyvelerin tat puanları kontrol meyvelerine göre daha yüksek iken, dış görünüş puanları kontrol meyveleri ile benzer olmuştur. CH uygulaması MAP ambalaj ile kombine edildiğinde ise meyveler 6 ay soğukta muhafaza ve takiben raf ömrü periyodu sonuna kadar duyusal kaliteleri koruyarak dış görünüşleri “çok iyi” (4,40) ve tadı “Ne iyi ne de kötü” (5,27) olarak değerlendirilmiştir. Nar meyvelerinde CH uygulamalarının duyusal kalite üzerine etkisi konusunda herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Minimal işlenmiş nar tanelerinde yapılan çalışmaların sonuçları bulgularımızla paralellik göstermektedir. %1 CH uygulanması soğukta muhafaza edilen nar tanelerinde duyusal kalitedeki düşüşü geciktirmiş olup (Çetin, 2012) CH uygulanan tanelerin duyusal kalitesi muhafaza periyodunun sonuna kadar (12-15 gün) kabul edilebilir sınırdan kalmıştır (Ghasemnezhad ve ark., 2013; Özdemir ve Gökmen, 2017). Uygulama yapılmamış taneler ise muhafaza periyodunun sonunda duyusal kalite bakımından kabul edilebilir sınırın altında puan almış (Ghasemnezhad ve ark., (2013) veya mikrobiyolojik bozulma olduğundan tamamen pazarlanamaz hale gelmişlerdir (Özdemir ve Gökmen, 2017). Diğer meyve türlerinde yapılan çalışmalarda soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodunda CH uygulaması duyusal kalitedeki düşüşü geciktirmiştir. Liçi meyvelerinde 6 günlük soğukta muhafaza periyodu sonunda %1-3 CH uygulanan meyveler pazarlanabilir kalitede iken, kontrol meyveleri pazarlanamaz hale gelmiştir (Dong ve ark., 2004).

Farklı uygulamalara ait ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinin 6 ay soğukta muhafaza sırasında ve takiben 20°C’de 7 gün bekletildikten sonraki görünüşleri Şekil 4.7-4.13’de verilmiştir.



Kontrol



Kontrol su



CH



CH-MAP ambalaj



MAP ambalaj

Şekil 4.7. Farklı uygulamalara ait 'Hicaznar' çeşidi nar meyvelerinin muhafaza başlangıcındaki görünümleri



Kontrol



Kontrol su



CH



CH+MAP ambalaj



MAP ambalaj

Şekil 4.8. 6°C’de 2 ay soğukta muhafazadan sonra farklı uygulamalara ait ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinin görünümleri



Kontrol



Kontrol su



CH



CH+MAP ambalaj



MAP ambalaj

Şekil 4.9. 6°C’de 2 ay soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen farklı uygulamalara ait ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinin görünüşleri



Kontrol



Kontrol su



CH



CH+MAP ambalaj



MAP ambalaj

Şekil 4.10. 6°C’de 4 ay soğukta muhafazadan sonra farklı uygulamalara ait ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinin görünümleri



Kontrol



Kontrol su



CH



CH+MAP ambalaj



MAP ambalaj

Şekil 4.11. 6°C’de 4 ay soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen farklı uygulamalara ait ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinin görünüşleri

10°C’de 6 gün depolama sonrasında; %1-1,5 CH uygulanan çilek meyveleri duyusal kalite bakımından kabul edilebilir sınırın üzerinde daha yüksek puan alırken, kontrol meyveleri su kaybı ve karama nedeniyle kabul edilebilir sınırın altında puan almışlardır (Hernández-Muñoz ve ark., 2008).



Kontrol



Kontrol su



CH



CH+MAP ambalaj



MAP ambalaj

Şekil 4.12. 6°C'de 6 ay soğukta muhafazadan sonra farklı uygulamalara ait 'Hicaznar' çeşidi nar meyvelerinin görünüşleri



Kontrol



Kontrol su



CH



CH+MAP ambalaj



MAP ambalaj

Şekil 4.13. 6°C’de 6 ay soğukta muhafazadan sonra 20°C’de 7 gün bekletilen farklı uygulamalara ait ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinin görünüşleri

Velickova ve ark. (2013) 20°C’de 7 gün bekletilen çilek meyvelerinde kontrol meyvelerine göre duyu kalitenin daha iyi korunduğunu bildirmişlerdir. %1-20 CH uygulanarak 4°C’de depolanan kiraz meyveleri 20. günde ve kontrol meyveleri 15.

günde pazarlanamaz hale gelmiştir (Dang ve ark., 2010). %1.5 CH uygulemiş papaya meyveleri 5 haftalık soğukta muhafazadan sonra kontrol meyvelerine göre tat ve dış görünüş bakımından yapılan duyusal değlerlenmede daha yüksek puan almışlardır (Ali ve ark., 2011). CH uygulanarak 0°C 8 hafta ve 20°C 7 gün bekletilen elmaların (Kittur ve ark., 2001) ve 21 gün 27°C’de bekletilen mango meyvelerin duyusal kalitesi kontrole göre daha iyi olarak değlendirilmiştir (Shao ve ark., 2012). 2°C’de 21 gün depolanan liçi meyvelerinde CH+MAP uygulaması sadece MAP uygulamasına göre duyusal kaliteyi daha iyi koruyarak pazarlanabilir sınırın üstünde kalmasını sağlamıştır (De Reuck ve ark., 2009). Bu çalışmada da CH+MAP uygulaması sadece MAP uygulamasına göre tat ve dış görünüş bakımından duyusal kaliteyi korumada daha başarılı olmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, derim sonrası CH ve MAP ambalaj uygulamalarının ‘Hicaznar’ çeşidi nar meyvelerinin depo ve raf ömrüne etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. ‘Hicaznar’ çeşidi meyvelerine derimden hemen sonra %0 veya 1 kitosan uygulanarak açıkta veya MAP torbalarda 6°C’de 6 ay süre ile depolanmıştır. Raf ömrünün değerlendirilmesi için 2 ay aralıkla soğuk hava deposundan çıkarılan meyveler 20°C’de 7 gün bekletilmiştir. Hiçbir uygulama yapılmamış meyveler kontrol uygulaması olarak değerlendirilmiştir. Depo ve raf ömrü sırasında, ağırlık kaybı, meyve kabuk ve tane rengi, SÇKM miktarı, TEA miktarı, meyve suyu pH’sı, askorbik asit miktarı, toplam fenolik madde miktarı, TMA miktarı, antioksidan aktivite, fizyolojik ve mantarsal bozulma oranı incelenmiştir. Ayrıca, depo ve raf ömrü sırasında meyvelerde duyuusal değerlendirme yapılmıştır.

Soğukta muhafaza periyodu sonunda MAP ambalaj ve CH+MAP uygulamalarında O₂ konsantrasyonları sırasıyla %12,50, %14,80 ve CO₂ konsantrasyonları sırasıyla %11,65, %8,57 değerlerine ulaşarak denge atmosferi sağlanmıştır. CH+MAP ve MAP ambalaj uygulamaları Kontrol uygulamasına göre ağırlık kaybını 5 kat azaltırken, CH uygulaması ağırlık kaybını azaltmada CH+MAP ve MAP ambalaj uygulamaları kadar etkili olmamıştır. Soğukta muhafaza ve raf ömrü periyodu boyunca CH+MAP, MAP ambalaj ve CH uygulamaları Kontrol uygulamasına göre meyvelerin kabuk rengini, TEA ve askorbik asit miktarı ile dış görünüşünü daha iyi korumuşlardır. 6 ay soğukta muhafazada ve 20°C’de 7 gün bekletilen CH ve Kontrol uygulamalarında yüksek orandaki ağırlık kaybı, SÇKM miktarının bu meyvelerde CH+MAP ve MAP ambalaj uygulamalarına göre daha yüksek olmasına neden olmuştur. Mantarsal ve fizyolojik bozulmalar Kontrol uygulamasında 4. aydan ve CH, CH+MAP, MAP ambalaj uygulamalarında 6. aydan sonra gözlemlenmiştir. Fizyolojik bozulmalar Kontrol uygulamasına göre, CH, MAP ambalaj, CH+MAP uygulamalarında sırasıyla ortalama %70, %77 ve %78 oranında azalmıştır. CH, MAP ambalaj, CH+MAP uygulamaları mantarsal bozulmaları sırasıyla ortalama %91, %77, %84 oranlarına azalmışlardır. Kontrol ve CH uygulamalarına ait meyveler 6°C’de 4 ay ve 20°C’de 7 gün ve CH+MAP ile MAP ambalaj

uygulamalarına ait meyveler 6°C’de 6 ay ve 20°C’de 7 gün süre ile pazarlanabilir kalitede kalmışlardır.

CH uygulaması 6 ay soğukta muhafaza ve takiben raf ömrü periyodunda ağırlık kaybı ve fizyolojik bozulmaları azaltmada ve dış görünüşünün korunmasında CH+MAP ve MAP ambalaj uygulaması kadar etkili olmamışlardır. Bununla birlikte CH uygulanan meyvelerin taneleri diğer uygulamalara göre daha koyu kırmızı (daha yüksek a^* ve C^* değerleri) olmuş ve daha yüksek antioksidan aktivite, TMA ve toplam fenolik madde miktarı belirlenmiştir. CH uygulamasının MAP ambalaj ile birlikte kullanılması 6 ay depolama için CH+MAP uygulaması, MAP ambalajın ağırlık kaybını, mantarsal ve fizyolojik bozulmaları azaltma ve dış görünüşü korumadaki etkinliğini artırmıştır. Ancak 6. ayda CH+MAP uygulamasında, MAP ambalaj uygulamasında olduğu gibi tane rengi daha açık kırmızı ve antioksidan aktivite, TMA ve toplam fenolik madde miktarı daha düşük olmuştur. ‘Hicaz nar çeşidinin 4 ay depolanması için tüm parametreler açısından olumlu sonuç vermiştir.

KAYNAKLAR

- Abdel Wahab, S.M. and Rashid, I.S.A., 2012. Safe postharvest treatments for controlling *Penicillium* molds and its impact maintaining Navel orange fruit quality. **American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, 12, 973-982.
- Al Eryani-Raqeeb, A., Mahmud, T.M.M., Syed Omar, S.R., Mohamed Zaki, A.R. and Al Eryani, A.R. 2009. Effects of calcium and chitosan treatments on controlling anthracnose and postharvest quality of papaya (*Carica papaya* L.). **International Journal of Agricultural Research**, 4, 53-68.
- Ali, A., Muhammad, M.T.M., Sijam, K. and Siddiqui, Y. 2010. Potential of chitosan coating in delaying the postharvest anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) of Eksotika II papaya. **International Journal of Food Science and Technology**, 45, 2134-2140.
- Ali, A., Muhammad, M.T.M., Sijam, K. and Siddiqui, Y., 2011. Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. **Food Chemistry**, 124, 620-626.
- Al-Mughrabi, M.A., Bacha, M.A. and Abdelrahman, A.O. 1995. Effects of storage temperature and duration on fruit quality of three pomegranate cultivars. **Journal of King Saud University**, 7, 239-248.
- Anonim, 2018. www.tuik.gov.tr. Erişim tarihi: 04.11.2019.
- Anonymous, 2015. World pomegranate market supply, demand and forecast <http://www.prospectiva2020.com/sites/default/files/report/files/re-pomegranate-feb2015.pdf>. Erişim tarihi: 26.05.2016
- Anonymous, 2019. **SAS/STAT User's Guide**, Version 9.4. SAS Institute Inc., NC.
- Apaydın, E. 2008. Nar Suyu Konsantresi Üretim ve Depolama Sürecinde Antioksidan Aktivitedeki Değişimler. **Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi**, Ankara.
- Arendse, E. 2014. Determining optimum storage conditions for pomegranate fruit (cv. Wonderful) <http://hdl.handle.net/10019.1/86523> Erişim tarihi: 9.05.2016.
- Arendse, E., Fawole, O.A. and Opara, U.L. 2014a. Influence of storage temperature and duration on postharvest physico-chemical and mechanical properties of pomegranate fruit and arils. **CyTA-Journal of Food**, 12, 4, 389-398.
- Arendse, E., Fawole, O.A. and Opara, U.L. 2014b. Effects of postharvest storage conditions on phytochemical and radical-scavenging activity of pomegranate fruit (cv. Wonderful). **Scientia Horticulturae**, 169, 125-129.
- Arendse, E., Fawole, O.A. and Opara, U.L. 2015. Discrimination of pomegranate fruit quality by instrumental and sensory measurements during storage at three temperature regimes. **Journal of Food Processing and Preservation**, 39, 1867-1877.
- Artés, F., Marín, J.G. and Martinez, J.A. 1996. Controlled atmosphere storage of pomegranate. **Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung**, 203, 33-37.
- Artés, F., Tudela, J.A. and Gil, M.I. 1998. Improving the keeping quality of pomegranate fruit by intermittent warming. **European Food Research and Technology** 207: 316-321.

- Artés, F. and Tomás-Barberán, F.A. 2000. Post-Harvest technological treatments of pomegranate and preparation of derived products. <http://om.ciheam.org/om/pdf/a42/00600272.pdf>. Erişim tarihi: 12.10.2016.
- Artés, F., Villaescusa, R. and Tudela J.A. 2000a. Modified atmosphere packaging of pomegranate. **Journal of Food Science** 65: 1112-1116.
- Artés, F., Tudela J.A. and Villaescusa, R. 2000b. Thermal postharvest treatments for improving pomegranate quality and shelf life. **Postharvest Biology and Technology**, 18, 245-251.
- Artés-Hernández, F., Artés, F. and Tomás-Barberán, F.A. 2003. Quality and enhancement of bioactive phenolics in cv. Napoleon table grapes exposed to different postharvest gaseous treatments. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 51, 5290-5295.
- Ayhan, Z. ve Eştürk, O. 2009. Overall quality and shelf life of minimally processed and modified atmosphere packaged ready-to-eat pomegranate arils. **Journal of Food Science**, 74, 399-405.
- Badawy M.E.I. and Rabea E.I. 2009. Potential of the biopolymer chitosan with different molecular weights to control postharvest gray mold of tomato fruit. **Postharvest Biology and Technology**, 51, 110-117.
- Baez-Sañudo, M., Siller-Cepeda, J., Muy-Rangel, D. And Heredia, J.B. 2009. Extending the shelf-life of bananas with 1-methylcyclopropene and a chitosan-based edible coating. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 89, 2343-2349.
- Bal, E. 2013. Postharvest application of chitosan and low temperature storage affect respiration rate and quality of plum fruits. **Journal of Agricultural Science and Technology**, 15, 1219-1230.
- Barman, K., Asrey, R., Pal, R.K., Kaur, C. and Jha, S.K. 2014. Influence of putrescine and carnauba wax on functional and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruits during storage. **Journal of Food Science and Technology** 51: 111-117.
- Bautista-Baños, S., Hernández-Lauzardo, A.N., Velázquez-del Valle, M.G., Hernández-López, M., Ait Barka, E. and Bosquez-Molina, E. 2006. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. **Crop Protection**, 25, 108-118.
- Bautista-Baños, S., Hernandez-Lopez, M., Bosquez-Molina, E. and Wilson, C.L. 2003. Effects of chitosan and plant extracts on growth of *Colletotrichum gloeosporioides*, anthracnose levels and quality of papaya fruit. **Crop Protection**, 22, 1087-1092.
- Bayram, E. 2007. Değişik Ambalaj Tiplerinin Hicaznar Çeşidinin Soğukta Muhafazası Üzerine Etkileri. **Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi**, Adana.
- Bayram, E., Dundar, O. ve Ozkaya, O. 2010. Effect of different packaging types on the cold storage of Hicaznar pomegranate fruits. **Acta Horticulturae**, 876, 197-200.
- Ben-Arie, R. and Or, E. 1986. The development and control of husk scald on 'Wonderful' pomegranate fruit during storage. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, 111, 395-399.
- Borazan, S., 2019. Sıcak su ve kitosan uygulamalarının 'Ortanique ' Tangor çeşidinin soğukta muhafazası üzerine etkileri (Yüksek Lisans Tezi). **Mustafa Kemal**

Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Hatay, 78 s.

- Bourlieu C., Guillard, V., Vallès-Pamiès, B., Guilbert, S. and Gontard, N. 2009. Edible moisture barrier: how to assess of their potential and limits in food products shelf-life extension? **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 49, 474-499.
- Caleb, O.J., Opara, U.L. and Witthuhn, C.R. 2012. Modified atmosphere packaging of pomegranate fruit and arils: a review. **Food and Bioprocess Technology**, 5, 15-30.
- Çalışkan, O. ve Bayazit, S. 2012. Phytochemical and antioxidant attributes of autochthonous Turkish pomegranates. **Scientia Horticulturae**, 147, 81-88.
- Çam, M., Hışıl Y. ve Durmaz, G. 2009. Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. **Food Chemistry**, 112, 721-726.
- Caro, Y. and Joas, J. 2005. Postharvest control of litchi pericarp browning (cv. Kwai Mi) by combined treatment of chitosan and organic acids II. Effect of the initial water content of pericarp. **Postharvest Biology and Technology**, 38, 137-144.
- Çetin A.C. 2012. Yenilebilir Kitosan Kaplamanın Nar (*Punica granatum*) Tanelerinin Kalite Parametreleri Üzerindeki Etkileri. **Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Cháfer, M., Sánchez-González, L., González-Martínez, C. and Chiralt, A. 2012. Fungal decay and shelf life of oranges coated with chitosan and bergamot, thyme, and tea tree essential oils. **Journal of Food Science**, 77, 182-187.
- Chien, P.J., Sheu, F. and Lin, H.R. 2007. Coating citrus (Murcott tangor) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. **Food Chemistry**, 100, 1160-1164.
- Chien, P.J. and Chou, C.C. 2006. Antifungal activity of chitosan and its application to control post-harvest quality and fungal rotting of Tanka citrus fruit (*Citrus tankan* Hayata). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 86, 1964-1969.
- Chien, P.J., Lin, H.R. and Su, M.S. 2013. Effects of edible micronized chitosan coating on quality and shelf life of sliced papaya. **Food and Nutrition Sciences**, 4, 9-13.
- D'Aquino, S., Palma, A., Schirra, M., Continella, A., Tribulato, E. and La Malfa, S. 2010. Influence of film wrapping and fludioxonil application on quality of pomegranate fruit. **Postharvest Biology and Technology**, 55, 121-128.
- Dang, Q.F., Yan, J.Q., Li, Y., Cheng, X.J., Liu, C.S. and Chen, X.G. 2010. Chitosan acetate as an active coating material and its effects on the storing of *Prunus avium* L.. **Journal of Food Science**, 75, 125-131.
- De Reuck, K., Sivakumar, D. and Korsten, L. 2009. Effect of integrated application of chitosan coating and modified atmosphere packaging on overall quality retention in litchi cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 89, 915-920.
- Defilippi, B.G., Whitaker, B.D., Hess-Pierce, B.M. and Kader, A.A. 2006. Development and control of scald on Wonderful pomegranates during long-term storage. **Postharvest Biology and Technology**, 41, 234-243.

- Demir, A. ve Seventekin, N. 2009. Kitin, kitosan ve genel kullanım alanları. **Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi**, 3, 92-103.
- Devlieghere, F., Vermeulen, A. and Debevere, J. 2004. Chitosan: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables. **Food Microbiology**, 21, 703-714.
- Dong, H., Cheng, L., Tan, J., Zheng, K. and Jiang, Y. 2004. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of peeled litchi fruit. **Journal of Food Engineering**, 64, 355-358.
- Du, J. M., Gemma, H. and Iwahori, S. 1997. Effects of chitosan coating on the storage of peach, Japanese pear, and kiwifruit. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, 66, 15-22.
- Ducamp-Collin, M.N., Ramarson, H., Lebrun, M., Self, G. and Reynes, M. 2008. Effect of citric acid and chitosan on maintaining red colouration of litchi fruit pericarp. **Postharvest Biology and Technology**, 49, 241-246.
- El Ghaouth, A., Arul, J., Ponnampalam, R. and Boulet, M. 1991. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. **Journal of Food Science**, 56, 1618-1620.
- El Ghaouth, A., Arul, J., Grenier, J. and Asselin, A. 1992a. Antifungal activity of chitosan on two postharvest pathogens of strawberry fruits. **Phytopathology**, 82, 398-402.
- El Ghaouth, A., Ponnampalam, R., Castaigne, F. and Arul, J. 1992b. Chitosan coating to extend the storage life of tomatoes. **Hortscience**, 27, 016-1018.
- El Ghaouth, A., Arul, J., Grenier, J. and Asselin, A. 1992c. Effect of chitosan and other polyions on chitin deacetylase in *Rhizopus stolonifer*. **Experimental Mycology**, 16, 173-177.
- El-Eleryan, and E.E. 2015. Effect of chitosan and green tea on the quality of Washington Navel Orange during cold storage. **American Journal of Plant Physiology**, 10, 43-54.
- Elyatem, S.M. and Kader, A.A. 1984. Postharvest physiology and storage behaviour of pomegranate fruits. **Scientia Horticulturae**, 24, 287-298.
- Fadavi, A., Barzegar, M., Azizi, M.H. and Bayat, M. 2005. Physicochemical composition of ten pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) grown in Iran. **Food Science Technology International**, 11, 113-119.
- Fawole, O.A. and Opara, U.L. 2013. Effects of storage temperature and duration on physiological responses of pomegranate fruit. **Industrial Crops and Products**, 47, 300-309.
- Feliziani, E., Santini, M., Landi, L. and Romanazzi, G. 2013. Pre and postharvest treatment with alternatives to synthetic fungicides to control postharvest decay of sweet cherry. **Postharvest Biology and Technology**, 78, 133-138.
- Ghafir, S.A.M., Ibrahim, I.Z., Abusrewel, G.S. and Suaad, Z.A. 2010. Response of local variety 'Shlefy' pomegranate fruits to packaging and cold storage. **Acta Horticulturae**, 877, 427-432.
- Ghafir, S.A.M., Ibrahim, I.Z., Zaied, S.A. and Abusrewel, G.S. 2012. Response of local variety 'Shlefy' pomegranate fruits to packaging and cold storage. **Acta Horticulturae**, 877, 427-431.
- Ghasemnezhad, M., Shiri, M.A. and Sanavi, M. 2010. Effect of chitosan coatings on some quality indices of apricot (*Prunus armeniaca* L.) during cold storage. **Caspian Journal of Environmental Sciences**, 8, 25-33.

- Ghasemnezhad, M., Zareh, S., Rassa, M. and Sajedic, R.H. 2013. Effect of chitosan coating on maintenance of aril quality, microbial population and PPO activity of pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Tarom) at cold storage temperature. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 93, 368-374
- Gil, M.I., Tudela, J.A., Marín, J.G. and Artés, F. 1995. Effects of high CO₂ and low O₂ on colour and pigmentation of MAP stored pomegranates (*Punica granatum* L.). (C. Garcia-Viguera, M. Castaner, M.I. Gil, F. Ferreres, F.A. Tomás-Barberán, Editörler). In: **Current Trends in Fruit and Vegetable Phytochemistry**. CSIC, Madrid, Spain.
- Gil, M.I., Sánchez, R., Marín, J.G. and Artés, F. 1996. Quality changes in pomegranates during ripening and cold storage. **Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung**, 202, 481-485.
- Gil, M.I., Holcroft, D.M. and Kader, A.A. 1997. Changes in strawberry anthocyanins and other polyphenols in response to carbon dioxide treatments. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 45, 1662-1667.
- Gil, M.I., Tomás-Barberán, F.A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D.M. and Kader, A.A. 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 48, 4581-4589.
- Gözlekçi, S., Erkan, M., Karaşahin, I. ve Şahin, G. 2005. Effect of modified atmosphere packaging (MAP) on the storage of pomegranate fruits (cv. Hicaznar). **9th International Controlled Atmosphere Research Conference**, July 5-10, Michigan State University, East Lansing MI, USA.
- Gözlekçi, S., Saraçoğlu, O., Onursal, E. ve Özgen, M. 2011. Total phenolic distribution of juice, peel, and seed extracts of four pomegranate cultivars. **Pharmacognosy Magazine**, 7, 161-164.
- Gündoğdu, M. 2011. Bazı Standart Nar (*Punica Granatum* L.) Çeşitlerinde ve Belirlenen Tiplerde Meyvelerin Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, **Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı**, Van.
- Han, C., Lederer, C., McDaniel, M. and Zhao, Y. 2005. Sensory evaluation of fresh strawberry (*Fragaria x ananassa*) coated with chitosan-based edible coatings. **Journal of Food Science**, 70, 172-178.
- Han, C., Zhao, Y., Leonard, S.W. and Traber, M.G. 2004. Edible coating to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberry (*Fragaria x ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). **Postharvest Biology and Technology**, 33, 67-78.
- Hernández, F., Melgarejo, P., Tomás-Barberán, F.A. and Artés, F. 1999. Evolution of juice anthocyanins during ripening of new selected pomegranate (*Punica granatum*) clones. **European Journal of Food Research and Technology**, 210, 39-42.
- Hernández-Muñoz, P., Almenar, E., del Valle, V., Velez, D. and Gavara, R. 2008. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria x ananassa*) quality during refrigerated storage. **Food Chemistry**, 110, 428-435.
- Hernández-Muñoz, P., Almenar, E., Ocio, M.J. and Gavara, R. 2006. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria x ananassa*). **Postharvest Biology and Technology**, 39, 247-253.

- Hess-Pierce, B. and Kader, A.A. 2003. Responses of 'Wonderful' pomegranates to controlled atmospheres. **Acta Horticulturae**, 600, 751-757.
- Holcroft, D.M. and Kader, A.A. 1999. Carbon dioxide-induced changes in color and anthocyanin synthesis of stored strawberry fruit. **HortScience**, 34,1244-1248.
- Holcroft, D.M., Gil M.I. and Kader, A.A. 1998. Effect of carbon dioxide on anthocyanins, phenylalanine ammonia lyase and glucosyltransferase in the arils of stored pomegranates. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, 123, 136-140.
- Hong, K., Xie, J., Zhang, L., Sun, D. and Gong, D. 2012. Effects of chitosan coating in postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage. **Scientia Horticulturae**, 144, 172-178.
- Jiang, Y., Li, J. and Jiang, W. 2005. Effects of chitosan on shelf life of cold-stored litchi fruit at ambient temperature. **LWT-Food Science and Technology**, 57, 757-761.
- Jiang, Y. and Li, Y. 2001. Effects of chitosan coatings on postharvest life and quality of longan fruit. **Food Chemistry**, 73, 139-143.
- Jitareerat, P., Paumchai, S., Kanlayanarat, S. and Sangchote, S. 2007. Effect of chitosan on ripening, enzymatic activity, and disease development in mango (*Mangifera indica*) fruit. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, 35, 211-218.
- Joas, J., Caro, Y., Ducamp, M.N. and Reynes, M. 2005. Postharvest control of pericarp browning of litchi fruit (*Litchi chinensis* Sonn cv Kwai Mi) by treatment with chitosan and organic acids I. Effect of pH and pericarp dehydration. **Postharvest Biology and Technology**, 38,128-136.
- Johanningsmeier, S.D. and Harris, G.K. 2011. Pomegranate as a functional food and nutraceutical source. **Annual Review of Food Science and Technology**, 2, 181-201.
- Kader, A.A. 2006. Postharvest biology and technology of pomegranates. (N.P. Seeram, R.N. Schulman, D. Heber, Editörler). In: **Pomegranates: Ancient Roots to Modern Medicine**. CRC Taylor and Francis Group, 211-220, New York.
- Kader, A.A., Chordas, A. and Elyatem, S. 1984. Response of pomegranates to ethylene treatment and storage temperature. **California Agriculture**, 38, 14-15.
- Kader, A.A. and Watkins, C.B. 2000. Modified atmosphere packaging—toward 2000 and beyond. **HortTechnology**, 10, 483-486.
- Kalt, W. and McDonald, J.E. 1996. Chemical composition of lowbush blueberry cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, 121,142-146.
- Karaaslan, M., Vardin, H., Varlıklöz, S. ve Yılmaz, F.M. 2014. Antiproliferative and antioxidant activities of Turkish pomegranate (*Punica granatum* L.) accessions. **International Journal of Food Science and Technology**, 49, 82-90.
- Karadeniz, F., Burdurlu, H.S., Koca, N. ve Soyer, Y. 2005. Activity of selected fruits and vegetables grown in Turkey. **Turkish Journal of Agricultural Forestry**, 29, 297-303.

- Karav, S., Arikal, A.O. and Eksi, A. 2015. Effect of cold storage of various pomegranate cultivars fruit juices on health promoting compounds and their activities. **Journal of Food and Nutrition Research**, 3, 593-598.
- Kerch, G., Sabovics, M., Kruma, Z., Kampuse, S. and Straumite, E. 2011. Effect of chitosan and chitoooligosaccharide on vitamin C and polyphenols contents in cherries and strawberries during refrigerated storage. **European Food Research and Technology**, 233, 351-358.
- Kittur, F.S., Saroja, N., Habibunnisa and Tharanathan, R.N. 2001. Polysaccharide-based composite formulations for shelf-life extension of fresh banana and mango. **European Food Research and Technology**, 213, 306-311.
- Köksal, A.I. 1989. Research on the storage of pomegranate (cv. Gök Bahçe) under different conditions. **Acta Horticulturae**, 258, 295-302.
- Koyuncu, M.A. ve Savran, E. 2002. Yenilebilir kaplamalar ve bahçe ürünlerinde kullanımı. **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 6, 54-67.
- Kulkarni, A.P. and Aradhya, S.M. 2005. Chemical changes and antioksidant activity in pomegranate arils during fruit development. **Food Chemistry**, 93, 319-324.
- Küpper, W., Pekmezci, M., and Henze, J. 1995. Studies on CA-Storage of pomegranate (*Punica granatum* L., cv. Hicaznar). **Acta Horticulturae**, 398, 101-108.
- Laribi, A.I., Palou, L., Taberner, V. and Pérez-Gago, M.B. 2012. Modified atmosphere packaging to extend cold storage of pomegranate cv. 'Mollar de Elche'. <http://www.academia.edu/2500799>. Erişim tarihi: 15.08.2013.
- Lee S.K. and Kader, A.A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, 20, 207-220.
- Lee, H. and Wicker, L. 1991. Anthocyanin pigments in the skin of lychee fruit. **Journal of Food Science**, 56, 466-468.
- Lee, H.S. and Coates, G.A. 1999. Vitamin C in frozen, fresh squeezed, unpasteurized, polyethylene-bottled orange juice: A storage study. **Food Chemistry**, 65, 165-168.
- Lee, J., Durst, R.W. and Wrolstad, R.E. 2005. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. **Journal of AOAC International**, 88, 1269-1278.
- Li, H. and Yu, T. 2001. Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes of postharvest peach fruit. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 81, 269-274.
- Li, X.F., Feng, X.Q., Yang, S. and Wang, T.P. 2008. Effects of molecular weight and concentration of chitosan on antifungal activity against *Aspergillus niger*. **Iranian Polymer Journal**, 17, 843-852.
- Lin, B., Du Y., Liang X., Wang, X., Wang, X. and Yang, J. 2011. Effect of chitosan coating on respiratory behavior and quality of stored litchi under ambient temperature. **Journal of Food Engineering**, 102, 94-99.
- Lin, L., Wang, B., Wang, M., Cao, J., Zhang, J., Wu, Y. and Jiang, W. 2008. Effects of a chitosan-based coating with ascorbic acid on post-harvest quality and core browning of 'Yali' pears (*Pyrus bertschneideri* Rehd.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 88, 877-884.

- Liu, J., Tian, S., Meng, X. and Xu, Y. 2007. Effects of chitosan on control of postharvest diseases and physiological responses of tomato fruit. **Postharvest Biology and Technology**, 44, 300-306.
- Liu, K., Yuan, C., Chen, Y., Li, H. and Liu, J. 2014. Combined effects of ascorbic acid and chitosan on the quality maintenance and shelf life of plums. **Scientia Horticulturae**, 176, 45-53.
- Maqbool, M., Ali, A., Alderson, P.G., Zahid, N. and Siddiqui, Y. 2011. Effect of a novel edible composite coating based on gum Arabic and chitosan on biochemical and physiologic responses of banana fruit during cold storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 59, 5474-5482.
- McGuire, R.G. 1992. Reporting objective color measurements. **HortScience**, 27, 1254-1255.
- Meighani, H., Ghasemnezhad, M. and Bakhshi, D. 2015. Effect of different coatings on post-harvest quality and bioactive compounds of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruits. **Journal of Food Science and Technology**, 52, 4507-4514.
- Mena, P., Garcia-Viguera, C., Navarro-Rico, J., Moreno, D.A., Bartual, J., Saura, D. and Marti, N. 2011. Phytochemical characterisation for industrial use of pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 91, 1893-1906.
- Meng, X., Li, B., Liu, J. and Tian, S. 2008. Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage. **Food Chemistry**, 106, 501-508.
- Meng, X., Yang, L., Kennedy, J.F. and Tian, S. 2010. Effects of chitosan and oligochitosan on growth of two fungal pathogens and physiological properties in pear fruit. **Carbohydrate Polymers**, 81, 70-75.
- Miguel, G., Fontes, C., Antunes, D., Neves, A. and Martins, D. 2004. Anthocyanin concentration of Assaria pomegranate fruits during different cold storage conditions. **Journal of Biomedicine and Biotechnology**, 5, 338-342.
- Miguel, G., Fontes, C., Martins, D., Neves, A. and Antunes, D. 2006. Effects of postharvest treatment and storage time on the organic acid content in 'Assaria' and 'Mollar' pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. **Italian Journal of Food Science**, 18, 317-322.
- Mousavinejad, G., Djomeh, Z.E., Rezaei, K. and Khodaparast, M.H.H. 2009. Identification and quantification of phenolic compounds and their effects on antioxidant activity in pomegranate juices of eight Iranian cultivars. **Food Chemistry**, 115, 1274-1278.
- Munhuweyi, K., Caleb, O.J., Lennox, C.L., van Reenen, A.J. and Opara, U.L. 2017. In vitro and in vivo antifungal activity of chitosan-essential oils against pomegranate fruit pathogens. **Postharvest Biology and Technology**, 129, 9-22.
- Munhuweyi, K., Lennox, C.L., Meitz-Hopkins, J.C., Caleb, O.J., Sigge, G.O. and Opara, U.L. 2016. In vitro effects of crab shell chitosan against mycelial growth of *Botrytis* sp., *Penicillium* sp. and *Pilidiella granati*. **Acta Horticulturae**, 1144, 403-408.
- Muñoz, Z., Moret, A. and Garces, S. 2009. Assessment of chitosan for inhibition of *Colletotrichum* sp. on tomatoes and grapes. **Crop Protection**, 28, 36-40.

- Nanda, S., Sudhakar Rao, D.V. and Krishnamurthy, S. 2001. Effects of shrink film wrapping and storage temperature on the shelf life and quality of pomegranate fruits cv. Ganesh. **Postharvest Biology and Technology**, 22, 61-69.
- Oğuz, H.İ., Şen, F. ve Eroğul, D. 2014. Güneydoğu Anadolu bölgesinde farklı lokasyonlarda yetiştirilen 'Katırbaşı' nar (*Punica granatum* L.) çeşidinin depolanma süresince bazı fiziksel ve biyokimyasal içeriklerindeki değişimlerin belirlenmesi. **Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi**, 24, 309-316.
- Olivas, G.I. and Barbosa-Cánovas, G.V. 2005. Edible coatings for fresh-cut fruits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 45, 657-670.
- Onur, C. 1988, Nar Özel Sayısı. **Derim Dergisi**, 5, 147-186.
- Onur, C., Pekmezci, M., Tibet, H., Erkan, M., Gözlekçi, Ş. ve Tandoğan, P. 1992. "Hicaznarının soğukta muhafazası üzerinde bir araştırma. **Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi** 13-16 Ekim 1992, İzmir, I: 449-452.
- Onur, C., Pekmezci, M., Tibet, H., Erkan, M. ve Gözlekçi, Ş. 1995. Nar (*Punica granatum* L.) muhafazası üzerinde araştırmalar. **Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi** 3-6 Ekim 1995, Adana, I: 696-700.
- Onur, C. 2011. Türkiye'de nar üretiminin dünü, bugünü ve geleceği. **1. Nar Kongresi**, 25-35, Bilecik.
- Opara, L.U., Mahdoury, A.A., Al-Ani, M.R., Al-Said, F.A., Al-Yahyai, R.A., Al-Kindi, H., Al-Shuaibi, Y. 2008. Physiological responses and changes in postharvest quality attributes of 'Helow' pomegranate variety (*Punica granatum* L.) during refrigerated storage. <http://www.cabi.org/cabdirect/FullTextPDF/2010/20103075006.pdf> Erişim tarihi: 18.05.2016.
- Öz, A.T., Kafkas, E., Zarifikhosroshahi, M. ve Şahin, T. 2015. Hicaznar' çeşidinde farklı uygulamaların soğukta depolama süresince fitokimyasal ve uçucu aroma bileşimine etkileri. **Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi**, 3, 235-241.
- Özdemir, K.S. ve Gökmen, V. 2017. Extending the shelf-life of pomegranate arils with chitosan-ascorbic acid coating. **LWT-Food Science and Technology**, 76, 172-180
- Özgen, M., Durgaç, C., Serçe, S. ve Kaya, C. 2008. Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in Mediterranean region of Turkey. **Food Chemistry**, 111, 703-706.
- Ozgen, M., Reese, R.N., Tulio, A.Z., Miller, A.R. and Scheerens, J.C. 2006. Modified 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) method to measure antioxidant capacity of selected small fruits and comparison to ferric reducing antioxidant power (FRAP) and 2,20-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) methods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 54, 1151-1157.
- Özgüven, A.I. ve Yılmaz, C. 2000. Pomegranate Growing in Turkey. <http://om.ciheam.org/om/pdf/a42/00600250.pdf> Erişim tarihi: 15.11.2016.
- Özhan-Tümer L. 2006. Bazı Nar Çeşitlerinin Olgunlaşma Aşamalarında Fenolik Bileşik Miktarlarındaki Değişimler. **Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı**, Adana. Yüksek Lisans Tezi.

- Özkan, M., Türkyılmaz, M. ve Güzel, N. 2009. **Chemical properties of selected pomegranate varieties grown in Turkey**, Project No: 20080745004HPD, Ankara, Ankara University Research Foundation.
- Palou, L., Crisosto, C.,H. and Garner, D. 2007. Combination of postharvest antifungal chemical treatments and controlled atmosphere storage to control gray mold and improve storability of ‘Wonderful’ pomegranates, **Postharvest Biology and Technology**, 43, 133-142.
- Pande, G. and Akoh, C.C. 2009. Antioxidant capacity and lipid characterization of six georgia-grown pomegranate cultivars, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 57, 9427-9436.
- Pantelidis, G., Drogoudi, P. and Manganaris, A. 2012. Physico-chemical and antioxidant properties of pomegranate genotypes in Greece. <http://om.ciheam.org/om/pdf/a103/a103.pdf>. Erişim tarihi: 25.05.2016
- Pareek, S., Valero, D. and Serrano, M. 2015. Postharvest biology and technology of pomegranate. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 95, 2360-2379.
- Park, S.I., Stan, S.D., Daescheler, M.A. and Zhao, Y. 2005. Antifungal coatings on fresh strawberries (*Fragaria x ananassa*) to control mold growth during cold storage. **Journal of Food Science**, 70, 202-207.
- Pekmezci, M. ve Erkan, M. 2004. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables And Florist And Nursery Stocks: Pomegranate, Agricultural Handbook, Number 66, USDA. <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/pomegranate.pdf>, Erişim tarihi: 15.11.2016.
- Pekmezci, M., Erkan, M., Gübbük, H. ve Gözlekçi, S. 1998, Effect of Modified Atmosphere on Storage of Pomegranate Fruits (cv. Hicaznar). **XXV. International Horticultural Congress (IHC)**, Abst. book, 368, 2-7 August 1998, Brussels, Belgium.
- Petriccione, M., Mastrobuoni, F., Pasquariello, M.S. Zampella, L., Nobis, E., Capriolo, G. and Scortichini, M. 2015. Effect of chitosan coating on the postharvest quality and antioxidant enzyme system response of strawberry fruit during cold storage. **Foods**, 4, 501-523.
- Porat, R., Weiss, B., Fuchs, Y., Sandman, A., Ward, G., Kosto, I. and Agar, T. 2009. Modified atmosphere / modified humidity packaging for preserving pomegranate fruit during prolonged storage and transport. **Acta Horticulturae** 818: 299-304.
- Porat, R., Kosto, I. and Daus, A. 2016. Bulk storage of Wonderful” pomegranate fruit using modified atmosphere bags. **Israel Journal of Plant Sciences**, 63, 45-50.
- Poyrazoğlu, E., Gökmen, V. ve Artık, N. 2002. Organic acids and phenolic compounds in pomegranates (*Punica granatum* L.) grown in Turkey. **Journal of Food Composition and Analysis**, 15, 567-575.
- Reddy, B.M.V., Belkacemi, K., Corcuff, R., Castaigne, F. and Arul, J. 2000. Effect of preharvest chitosan sprays on post-harvest infection by *Botrytis cinerea* and quality of strawberry fruit. **Postharvest Biology and Technology**, 20, 39-51.
- Romanazzi, G., Nigro, F., Ippolito, A., Di Venere, D. and Salerno, M. 2002. Effects of pre and postharvest chitosan treatments to control storage grey mold of table grapes. **Journal of Food Science**, 67, 1862-1867.

- Romanazzi, G., Karabulut, O.A. and Smilanick, J.L. 2007. Combination of chitosan and ethanol to control postharvest gray mold of table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, 45,134-140.
- Romanazzi, G., Mlikota Gabler, F., Margosan, D.A., Mackey, B.E. and Smilanick, J.L. 2009. Effect of acid used to dissolve chitosan on its film forming properties and its ability to control postharvest gray mold of table grapes. **Phytopathology**, 99, 1028-1036.
- Romanazzi, G., Feliziani, E., Bautista Baños, S. and Sivakumar, D. 2017. Shelf life extension of fresh fruit and vegetables by chitosan treatment. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 57, 579-601.
- Salvador-Figueroa, M., Aragón-Gómez, W.I., Hernández-Ortiz, E., Vázquez-Ovando, J.A. and Adriano-Anaya, M. 2011. Effect of chitosan coating on some characteristics of mango (*Mangifera indica* L.) ‘Ataulfo’ subjected to hydrothermal process. **African Journal of Agricultural Research**, 6, 5800-5807.
- Sánchez-González, L., Pastor, C., Varga, M., Chiralt, A., González-Martínez, C. and Cháfer, M. 2011. Effect of hydroxypropylmethylcellulose and chitosan coatings with and without bergamot essential oil on quality and safety of cold-stored grapes. **Postharvest Biology and Technology**, 60, 57-63.
- Sayyari, M., Castillo, S., Valero, D., Díaz-Mula and H.M.Serrano, M. 2011. Acetyl salicylic acid alleviates chilling injury and maintains nutritive and bioactive compounds and antioxidant activity during postharvest storage of pomegranates. **Postharvest Biology and Technology** 60, 136-142.
- Seeram, N.P., Zhang, Y., Reed, J.D., Krueger, C.G. and Vaya, J. 2006. Pomegranate phytochemicals. (N.P. Seeram, R.N. Schulman, D. Heber, Editörler). In: **Pomegranates: Ancient Roots to Modern Medicine**. CRC Taylor and Francis Group, 3-29, New York.
- Selçuk, N. ve Erkan, M. 2013. Modifiye atmosferde muhafazanın ‘Canernar-1’ narlarının antioksidan aktivitesi ve derim sonrası fizyolojisi üzerine etkileri. **Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 26, 81-87.
- Selcuk, N. ve Erkan, M. 2014. Changes in antioxidant activity and postharvest quality of sweet pomegranates cv. Hicrannar under modified atmosphere packaging. **Postharvest Biology and Technology**, 92, 29-36.
- Selcuk, N. ve Erkan, M. 2015. Changes in phenolic compounds and antioxidant activity of sour-sweet pomegranates cv. ‘Hicaznar’ during long-term storage under modified atmosphere packaging. **Postharvest Biology and Technology**, 109,30-39.
- Selcuk, N. ve Erkan, M. 2016. Impact of passive modified atmosphere packaging on physicochemical properties, bioactive compounds, and quality attributes of sweet pomegranates. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, 40, 475-488.
- Şen, F. 2013. Meyve ve Sebze Depolanması ve İhracatında Kullanılan Modifiye Atmosfer Ambalajlarındaki Gelişmeler. http://ebiltem.ege.edu.tr/ABGida/sunumlar/Fatih_Sen.pdf Erişim tarihi: 27.10.2016.
- Şen, F. ve Eroğul, D. 2011. Adıyaman ilinde yetistirilen "Hicaznar" nar çeşidinin depolama sürecindeki kalite değişiminin belirlenmesi. **Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 7, 103-111.

- Sepulveda, E., Saenz, C., Pena, A., Robert, P., Bartolome, B. and Gomez-Cordoves, C. 2010. Influence of the genotype on the anthocyanin composition, antioxidant capacity and color of Chilean pomegranate (*Punica granatum* L.) juices. **Chilean Journal of Agricultural Research**, 70, 50-57.
- Shao, X.F., Tu, K., Tu, S. and Tu, J. 2012. A combination of heat treatment and chitosan coating delays ripening and reduces decay in “Gala” apple fruit. **Journal of Food Quality**, 35, 83-92.
- Shiri, M.A., Ghasemnezhad, M., Bakhshi, D. and Sarikhani, H. 2012. Effect of postharvest putrescine application and chitosan coating on maintaining quality of table grape cv. ‘Shahroudi’ during long-term storage. **Journal of Food Processing and Preservation**, 37, 999-1007.
- Sivakumar, D., Regnier, T., Demoz, B. and Korsten, L. 2005a. Effect of different post-harvest treatments on overall quality retention in litchi fruit during low temperature storage. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, 80, 32-38.
- Sivakumar, D., Sultanbawa, J., Ranasingh, N., Kumara, P. and Wijesundera, R.L.C. 2005b. Effect of the combined application of chitosan and carbonate salts on the incidence of anthracnose and on the quality of papaya during storage. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, 80, 447-452.
- Song, H., Yuan, W. and Jin, P. 2016. Effects of chitosan/nano-silica on postharvest quality and antioxidant capacity of loquat fruit during cold storage. **Postharvest Biology and Technology**, 119, 41-48.
- Sreekumar, S., Sithul, H., Muraleedharan, P., Mohammed Azeez, J. and Sreeharshan, S. 2014. Pomegranate fruit as a rich source of biologically active compounds. **BioMed Research International**, 2014:1-12.
- Sun, D., Liang, G., Xie, J., Lei, X. and Mo, Y. 2010. Improved preservation effects of litchi fruit by combining chitosan coating with ascorbic acid treatment during postharvest storage. **African Journal of Biotechnology**, 9, 3272-3279.
- Tastan, Ö. ve Baysal, T. 2013. Meyve-sebze isleme endüstrisinde kitosan kullanımı. **Gıda**, 38, 175-182.
- Tedford, E.C., Adaskaveg, J.E. and Ott, A.J. 2005. Impact of Scholar (a new post-harvest fungicide) on the California pomegranate industry. <http://plantmanagementnetwork.org/pub/php/perspective/2005/scholar/>
Erişim tarihi: 28.05.2017.
- Teksür, P. K. 2014. Hasat öncesi ve sonrası bazı uygulamalarla nar meyvelerinde fungal çürüklüklerin önlenmesi ve meyve kalitesinin iyileştirilmesi. **TÜBİTAK TOVAG Proje 110O624 Sonuç Raporu**.
- Tezcan, F., Gültekin-Özgüven, M., Diken, T., Özçelik, B. ve Erim, F.B. 2009. Antioxidant activity and total phenolic, organic acid and sugar content in commercial pomegranate juices. **Food Chemistry**, 115, 873-877.
- Tezotto-Uliana, J.V., Fargoni, G.P., Geerdink, G.M. and Kluge, R.A. 2014. Chitosan applications pre- or postharvest prolong raspberry shelf-lifequality. **Postharvest Biology and Technology** 91: 72-77.
- Tzulker, R., Glazer, I., Bar-Ilan, I., Holland, D., Aviram, M. and Amir, R. 2007. Antioxidant activity, polyphenol content, and related compounds in different fruit juices and homogenates prepared from 29 different pomegranate accessions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 55, 9559-9570.

- USDA 2015. Pomegranates, raw. USDA National Nutrient Database for Standard Reference Release 28. <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2359> Erişim tarihi: 25.11.2015.
- Varasteh, F., Arzani, K., Barzegar, M. and Zamani, Z. 2012. Changes in anthocyanins in arils of chitosan-coated pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Rabbab-e-Neyriz) fruit during cold storage. **Food Chemistry**, 130, 267-272.
- Varasteh, F., Arzani, K., Barzegar, M. and Zamani, Z. 2017. Pomegranate (*Punica granatum* L.) Fruit Storability Improvement Using Pre-storage Chitosan Coating Technique. **Journal of Agricultural Science and Technology**, 19, 389-400.
- Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A. and Gonzalez-Martinez, C. 2006. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings. **Postharvest Biology and Technology**, 41, 164-171.
- Vargas, M., Pastor, C., Chiralt, A., McClements, J. and González-Martínez, C. 2008. Recent advances in edible coatings for fresh and minimally processed fruits. Recent advances in edible coatings for fresh and minimally processed fruits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 48, 496-511.
- Wang, S.Y. and Gao, H. 2012. Effect of chitosan-based edible coating on antioxidants, antioxidant enzyme system, and postharvest fruit quality of strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch.). **LWT-Food Science and Technology**, 52, 71-79.
- Win, N.K.K., Jitareerat, P., Kanlayanarat, S. and Sangchote, S. 2007. Effects of cinnamon extract, chitosan coating, hot water treatment and their combinations on crown rot disease and quality of banana fruit. **Postharvest Biology and Technology**, 45, 333-340.
- Xu, W.T., Huang, K.L., Guo, F., Qu, W., Yang, J.J., Liang, Z.H. and Luo, Y.B. 2007. Postharvest grapefruit seed extract and chitosan treatments of table grapes to control *Botrytis cinerea*. **Postharvest Biology and Technology**, 46, 86-94.
- Yaman, S., Öcal, Ö., Toprak, Z., Avcı, F., Bayazit, S. ve Çalışkan, O. 2015. Farklı yükseltelerde yetiştirilen ‘Hicaznar’ çeşidinin meyve kalite özelliklerinin belirlenmesi. **Meyve Bilimi**, 2, 9-15.
- Yang, L.Y., Zhang, J.L., Bassett, C.L. and Meng, X.H. 2012. Difference between chitosan and oligochitosan in growth of *Monilinia fructicola* and control of brown rot in peach fruit. **LWT-Food Science and Technology**, 46, 254-259.
- Zahran, A.A.H., Hassanein, R.A. and AbdelWahab, A.T. 2015. Effect of chitosan on biochemical composition and antioxidant activity of minimally processed ‘Wonderful’ pomegranate arils during cold storage. **Journal of Applied Botany and Food Quality** 88: 241-248.
- Zan, R., 2018. Kitosan uygulamasının ‘Owari Satsuma’ mandarininin doğal soğutmalı ve soğuk hava depolarında muhafazasına etkisi. **Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi**, Hatay, 88 s.
- Zhang, D. and Quantick, P.C. 1997. Effect of chitosan coating on enzymatic browning and decay during postharvest storage of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, 12, 195-202.
- Zhang, D. and Quantick, P.C. 1998. Antifungal effects of chitosan coating on fresh strawberries and raspberries during storage. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, 73, 763-767.

- Zhou, R., Mo, Y., Li, Y., Zhao, Y., Zhang, G. and Hu, Y. 2008. Quality and internal characteristics of Huanghua pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai, cv. Huanghua) treated with different kinds of coatings during storage. **Postharvest Biology and Technology**, 49, 171-179.
- Zhu, X., Wang, Q., Cao, J. and Jiang, W. 2008. Effects of chitosan coating on postharvest quality of mango (*Mangifera indica* L. cv. Tainong) fruits. **Journal of Food Processing and Preservation**, 32, 770-784.



ÖZGEÇMİŞ

Yazar, 22.10.1992 tarihinde Adana'nın Ceyhan ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Ceyhan'da tamamladı. 2010 yılında İmamoğlu Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2011 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri bölümünü kazandı. 2015 yılında bu bölümden mezun oldu.

