



EGE ÜNİVERSİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ÖNSOĞUTMA VE MODİFİYE ATMOSFER
AMBALAJLARININ NAR (*Punica granatum* cv.
Hicaznar) MEYVELERİNİN DEPOLAMASINA
ETKİLERİ**

Mina GOLKARIAN

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Fatih ŞEN

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu : 501.01.01

Sunuş Tarihi : 10.04.2015

Bornova-İZMİR

2015

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**ÖNSOĞUTMA VE MODİFİYE ATMOSFER
AMBALAJLARININ NAR (*Punica granatum* cv.
Hicaznar) MEYVELERİNİN DEPOLAMASINA
ETKİLERİ**

Mina GÖLKARIAN

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Fatih ŞEN

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu : 501.01.01

Sunuş Tarihi : 10.04.2015

Bornova-İZMİR

2015

Mina GOLKARIAN tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “**Önsoğutma Ve Modifiye Atmosfer Ambalajlarının Nar (*Punica granatum* cv. Hicaznar) Meyvelerinin Depolamasına Etkileri**” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 10.04.2015 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Uygun AKSOY

Raportör Üye: Doç. Dr. Fatih ŞEN

Üye : Doç. Dr. Okan ÖZKAYA

İmza

.....
.....
.....

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Önsoğutma Ve Modifiye Atmosfer Ambalajlarının Nar (*Punica granatum* cv. Hicaznar) Meyvelerinin Depolamasına Etkileri” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

10/04/2015

Mina GOLKARIAN

ÖZET**ÖNSOĞUTMA VE MODİFİYE ATMOSFER AMBALAJLARININ
NAR (*Punica granatum* cv. Hicaznar) MEYVELERİNİN
DEPOLAMASINA ETKİLERİ**

GOLKARIAN, Mina

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Fatih ŞEN

Nisan 2015, 71 sayfa

Bu çalışma 2013 ürün yılında farklı modifiye atmosfer (MA) ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının nar meyvelerin depolama süresince kalite değişimleri ile fizyolojik ve patolojik kayıplara etkilerinin etkilerini belirlemek amacıyla yürütmüştür. Tam olum döneminde hasat edilen nar meyveleri iki farklı MA ambalajlarına konmuş ve farklı sıcaklıklara (6°C, 10°C ve 14°C) kadar önsoğutma işlemi yapıldıktan sonra ağzı klipsle kapatılmıştır. Nar meyveleri $6\pm0.5^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve %90 oransal nemde 5 ay süreyle muhafazaya alınmıştır. Depolama başlangıcında ve 3, 4 ve 5 aylık depolama sonrası alınan örneklerde kalite değişimleri ve kayıplar incelenmiştir. MA2 ambalajındaki nar meyvelerinin ağırlık kaybı, depolama süresince MA1 ambalajına göre belirgin şekilde daha yüksek bulunmuştur. 5 aylık depolama sonunda MA1 ambalajındaki nar meyvelerinin çürüklük gelişimi daha yüksek olduğu saptanmıştır. Depolama sonunda MA2 ambalajındaki narların görünüş puanları daha düşük olmuştur. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamaların depolama süresince ambalaj içi gaz bileşimine, suda çözünür kuru madde, titre edilebilir asit miktarı, olgunluk indisi, pH değeri, toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesine etkisi birbirine benzerlik göstermiş, kabuk ve tane rengine etkisi ise genel olarak sınırlı olmuştur. MA ambalajlarının özellikle depolama sonunda ağırlık kaybı, çürüklük gelişimi ve beğeni puanları üzerine etkili olduğu saptanmıştır. Çalışma sonuçları, nar meyvelerinde depolama süresine ve önsoğutma işlemlerine göre MA ambalajının doğru seçilmesinin önemli olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar sözcükler: Nar, MA ambalaj, Ön soğutma, Kalite, Depolama.

ABSTRACT**IMPACT OF PRE-COOLING AND MODIFIED ATMOSPHERE
PACKAGING ON STORABILITY OF POMEGRANATE (*Punica granatum*
cv. Hicaznar) FRUIT****GOLKARIAN, Mina**

MSc in Horticultural Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Fatih ŞEN

April 2015, 71 pages

This study is carried out in 2013 crop year to assess the impact of pre-cooling and modified atmosphere (MA) packaging on quality changes and pathological and physiological losses. Pomegranate fruit were harvested at full maturity and packed in two different modified atmosphere packages. The packages were closed with clips after pre-cooling at different temperatures (6°C, 10°C and 14°C). Pomegranate fruit were stored at 6±0.5°C temperatures and 90% relative humidity conditions for 5 months. Quality changes and losses were examined at the initial stage and after 3, 4 and 5 months of storage. The weight loss in MA2 package was significantly higher than those in MA1 package during storage. After 5 months of storage, the rot rate results were higher for fruit in MA1 compared to those in MA2. On the other hand, sensory quality score of pomegranate fruit at the end of storage period was lower in MA2. Tested MA packages revealed similar results under different pre-cooling temperatures in respect to in-package atmospheric composition and total soluble solids, titratable acidity, maturity index, pH, total phenolic contents and antioxidant activity of the fruit. The MA packages exerted limited effect on the skin and aril colors of fruit. MA packages were determinant on weight loss, rot development and sensory quality of fruit. The results prove that it is important to select proper MA packages according to the storage duration and pre-cooling conditions to be applied.

Key words: Pomegranate, MA packages, Pre-cooling, Quality, Storage.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca benden her konuda yardımlarını esirgemeyen, bilimsel disiplin kazanmamda bana örnek olan, tez çalışmamın belirlenmesi ve yürütülmesinde bana her zaman yardımcı olan danışmanım Sayın Doç. Dr. Fatih ŞEN'e yürekten teşekkürlerimi sunuyorum.

Fakülteye geldiğim ve burada bulunduğum süre zarfında bana karşı hep güler yüzünü, yardım ve desteklerini gördüğüm Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Öğretim Üyeleri Sayın Prof. Dr. Pervin KINAY TEKSÜR ve Prof. Dr. Uygun AKSOY'a çok teşekkür ediyorum.

Tez çalışmam boyunca laboratuvar çalışmalarında bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü laborantı Sayın İbrahim Çetin'e, tezimin analiz kısmında yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Ziraat Müh. Rüştü Efe OKŞAR, Ziraat Müh. Ahmet GÜLEŞ, Ziraat Müh. Sevede YALDIZ ve Ziraat Müh. Bilge TÜRK'e ve maddi-manevi her yönden daima yanımda olan aileme çok teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1 Nar Meyvesi	4
2.2 Önsoğutma	7
2.3 Modifiye Atmosfer Ambalajları	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM	19
3.1. Materyal	19
3.1.1 Bitkisel materyal	19
3.1.2 Modifiye atmosfer (MA) ambalajları	20
3.2 Yöntem	20
3.2.1 Hasat	20

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.2.2 Önsoğutma uygulamaları.....	20
3.2.3 MA ambalaj içerisindeki gaz bileşiminin belirlenmesi	22
3.2.4 Ağırlık kaybı.....	22
3.2.5 Çürüklük gelişimi	22
3.2.6 Nar kabuğu ve tanesinin renk ölçümleri.....	23
3.2.7 Suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı.....	23
3.2.8 Titre edilebilir asit (TA) miktarı.....	23
3.2.9 Olgunluk indisi	23
3.2.10 pH değeri	24
3.2.11 Toplam fenol miktarı.....	24
3.2.12 Antioksidan aktivitesi.....	25
3.2.13 Duyusal analiz	25
3.3 İstatistiksel Analiz	26
4. BULGULAR	27
4.1 MA Ambalajlarındaki Gaz Bileşimi.....	27
4.2 Ağırlık Kaybı.....	30
4.3 Çürüklük Gelişimi	32

İÇİNDEKİLER (devam)Sayfa

4.4 Nar Meyvelerinin Kabuk ve Tanelerindeki Renk Değişimleri.....	35
4.5 Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) Miktarı	42
4.6 Titre Edilebilir Asit (TA) Miktarı	44
4.7 Olgunluk İndisi	45
4.8 pH Değeri	47
4.9. Toplam Fenol Miktarı	48
4.10. Antioksidan Aktivitesi.....	50
4.11. Duyusal Analiz	52
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	57
KAYNAKLAR DİZİNİ	63
ÖZGEÇMİŞ.....	71

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Nar meyvelerinin hasat edildiği bahçenin görünüşü	19
3.2. Nar meyvelerinin depolandığı soğuk hava deposu	21
3.3. MA ambalajın içindeki O ₂ ve CO ₂ oranlarının ölçümü	22
3.4. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan standart gallik asidin çözeltiler (mg/L) ile kurve çizilmesi	24
3.5. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan standart trolox çözeltiler (µmol/L) ile kurve çizilmesi.....	25
4.1. Depolama süresince MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının nar meyvelerinin yerleştirildiği ambalaj içindeki O ₂ oranlarının değişimi (%).	28
4.2. Depolama süresince MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının nar meyvelerinin yerleştirildiği ambalaj içindeki CO ₂ oranlarının değişimi (%).	29
4.3. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin ağırlık kaybına etkileri (%).	31
4.4. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin çürüklük gelişim oranlarına etkileri (%).	33
4.5. Nar meyvelerinde gri küf (<i>Botrytis cinerea</i>) çürüklük etmeninin neden olduğu boyun çürüklüğü.....	34

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.6 Nar meyvelerinde kahverengi leke hastalığı (<i>Alternaria alternata</i>) çürüklük etmeninden ileri gelen çürüklük gelişimi.....	35
4.7 MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin kabuk C* değerine etkileri	36
4.8 MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin kabuk h° değerine etkileri	37
4.9 MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin kabuk C* değerine etkileri	39
4.10 MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar tanelerinin h° değerine etkileri	41
4.11 MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin SÇKM miktarına etkileri (%).	43
4.12 MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin TA miktarına etkileri (g sitrik asit/100 ml).	44
4.13 MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin olgunluk indisine etkileri	46
4.14 MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin pH değerine etkileri.....	47
4.15 MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin toplam fenol miktarına etkileri.....	49

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.16 MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin antioksidan aktivitesine etkileri.....	51
4.17 MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin beğeni puanları etkileri.....	53
4.18 3 aylık depolama sonunda nar meyvelerinin genel görünüşleri	54
4.19 4 aylık depolama sonunda MA ambalajı ve önsoğutma uygulanan nar meyvelerinin görünüşleri.....	55
4.20 5 aylık depolama sonunda MA ambalajı ve önsoğutma uygulanan nar meyvelerinin görünüşleri.....	56

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Nar meyvesinin besin değerleri	4
2.2 Türkiye'nin nar üretim ve ihracat miktarı (ton) ile ihracatın ticari değeri	5
2.3 Meyve ve sebzeler için kullanılan çeşitli ambalaj materyallerinin gaz geçirgenlik değerleri	14
4.1 Depolama süresince MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının nar meyvelerinin yerleştirildiği ambalaj içindeki O ₂ oranlarının değişimi (%).	28
4.2 Depolama süresince MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının nar meyvelerinin yerleştirildiği ambalaj içindeki CO ₂ oranlarının değişimi (%)	30
4.3 MA ambalaj ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin ağırlık kaybına etkileri (%).....	32
4.4 MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin çürüklük gelişim oranlarına etkileri.....	34
4.5 MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin kabuk C* değerine etkileri.....	36
4.6 MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin kabuk h° değerine etkileri	38
4.7 MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin kabuk C* değerine etkileri	40

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.8 MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar tanelerinin h° değerine etkileri	41
4.9 MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin SÇKM miktarına etkileri (%).	43
4.10 MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin TA miktarına etkileri (g sitrik asit/100 ml).	45
4.11 MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin olgunluk indisine etkileri.....	46
4.12 MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin pH değerine etkileri.....	48
4.13 MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin toplam fenol miktarına etkileri.....	50
4.14 MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin antioksidan aktivitesine etkileri.....	52
4.15 MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin beğeni puanlarına etkileri.....	54

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
%	Yüzde
°C	Santigrat derece
C*	Kroma
CO ₂	Karbondioksit
g	Gram
h°	Hue açısı
kg	Kilogram
l	Litre
mg	Miligram
µg	Mikrogram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
µl	Mikrolitre
µm	Mikrometre
O ₂	Oksijen
MA	Modifiye atmosfer
SÇKM	Suda çözünebilir kuru madde
TA	Titre edilebilir asitlik
AO	Antioksidan aktivitesi
TF	Toplam fenol miktarı

1. GİRİŞ

Ülkemizde yıllardır yetiştirilen geleneksel meyvelerden biri olan narın son yıllarda insan sağlığı üzerinde olan faydalarının bilimsel araştırmalarla ortaya konulmasıyla tüketimi hızla artmıştır.

Nar meyveleri, antioksidanlar, polifenolik maddeler, C vitamini, alkaloidler, reçineli maddeler ve flavonoid içerikleri bakımından oldukça zengin olup, kanser ve kalp damar hastalıklarını önlemede, yüksek tansiyonlu hastalarda kan basıncını düşürerek hastalığı önleyici yönde, ishali, öksürüğü, kabızlığı, mide yanmalarını ve kusmayı kesmede rolü olduğu farklı araştırmacıların yaptığı çalışmalarla kanıtlanmış; fonksiyonel gıdalar sınıfına dahil edilmiştir (Viuda-Martos et al., 2010).

Hindistan, dünyada en çok nar üretimi yapılan ülke olup, bunu İran, Türkiye ve ABD izlemektedir. Hindistan'ın nar üretiminin, diğer nar üreten ülkelerden belirgin şekilde daha yüksek olmasında, yılın her mevsiminde nar hasadının yapılabilirdiği farklı ve zengin iklim koşullarına sahip olması etkilidir.

Türkiye'de yeni nar bahçelerinin kurulmasında görülen hızlı artışlarla paralel olarak üretilen ve depolanan nar meyvesinin miktarında da önemli yükselişler gözlenmiştir. Son 10 yılda ağaç başına nar verimi, yaklaşık %40 oranında artmıştır. Bunda Türkiye'de 2000'li yıllardan itibaren çok sayıda kurulan kapalı nar bahçelerin verime yatmış olması etkili olmuştur. 2000'li yıllarda 50.000 ton olan Türkiye nar üretimi sürekli artarak, 2013 yılında 383.085 ton'a ulaşmıştır (TÜİK, 2014). Yeni kurulan nar bahçelerinin tam verime yatması ile verimde meydana gelecek artışlarla nar üretiminin önümüzdeki yıllarda daha da artacağı bilinmektedir. Nitekim son 10 yılda nar ağacı sayısının 3 kattan daha fazla artmış olması da bunu destekler niteliktedir.

Türkiye nar üretim miktarında görülen bu artışa paralel olarak, ihraç edilen miktarda da önemli artışların olduğu gözlenmiştir. Ülkemizin son 10 yılda nar ihracatından elde ettiği gelir yaklaşık olarak 30 kat artmıştır. Bu artışta kaliteli nar üretiminin ve kaliteli narın daha uzun süre ihraç edilmesinin etkisi önemli

olmuştur. Narın daha uzun süre kaliteli olarak ihraç edilmesinde, hem yetiştirme hem de depolama tekniklerinin gelişmesinin önemli katkıları olmuştur. Son yıllarda Türkiye’de üretilen nar meyvelerinin %30-35’i ihraç edilmektedir. Nar, ülkemizde en çok ihraç edilen ilk on meyve arasında yer almakta olup; 2013 ürün yılında 137.000 ton nar ihracatından 112.000.000 \$ gelir elde edilmiştir (TÜİK, 2014). Nar ihracatında Rusya Federasyonu birinci sırada yer almakta olup bu ülkeyi Almanya, Ukrayna ve Bulgaristan takip etmektedir (TÜİK, 2011).

Türkiye’de birçok nar çeşidinin yetiştiriciliği yapılmakla birlikte yaygın olarak rengi ve iriliği ile daha iyi bir albeniye sahip olan, depolamaya uygun ‘Hicaznar’ nar çeşidi yetiştirilmektedir. Her ülkenin kendi iklim koşullarına iyi adapte olabilmiş önemli nar çeşitleri bulunmaktadır. Hindistan’da ‘Ganesh’, Amerika’da ‘Wonderful’, İspanya’da ‘Mollar de Elche’ ve ‘Robab’, İran’da ‘Robab Neyriz’, ‘Şişe Gep Ferdos’ ve ‘Meles’ nar çeşitlerinin yaygın olarak üretimi yapılmaktadır.

Türkiye nar üretiminde, Akdeniz Bölgesi %61’lik üretimle birinci sırada yer alırken, onu %28’lik üretimle Ege Bölgesi ve %10’luk üretimle Güneydoğu Anadolu Bölgesi izlemektedir. Nar meyvesini paketleyen, depolayan ve ihraç edilen firmaların çoğu Akdeniz ve Ege Bölgeleri’nde bulunmaktadır (Anonim, 2010).

Nar üretimindeki hızlı artışla birlikte meyvenin daha uzun süre kaliteli bir şekilde piyasaya sunulması zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Nar meyvesinin hem ihraç edilen miktarının hem de iç piyasada tüketiminin artırılmasının en önemli yollarından biri de depolamanın yapılmasıdır.

Nar meyvelerinin hasat sonrası ömrü üzerinde çeşit, hasat öncesi ekolojik koşullar, bakım işleri, hasat olgunluğu, önsoğutma, hasat sonrası işlemler ve depolama koşulları etkili olmaktadır (Gil et al., 2000; Heshi et al., 2001; Erkan and Kader, 2011).

Modifiye atmosfer ambalajları, meyve ve sebzelerin ağırlık kaybını azaltmakta ve ambalaj içi atmosfer bileşimini değiştirerek yaşlanmayı

yavaşlatmaktadır. Bu nedenlerden dolayı, bugün nar meyvesi de dahil birçok meyve ve sebzenin hasat sonrası ömrünü uzatmak için MA ambalajları muhafaza ve/veya taşıma sürecinde kullanılmaktadır (Hardenburg et al., 1986; Kader et al., 2002; Thompson. 2003; Karaçalı, 2012).

Meyvelerin depolanması ve taşınmasında önsoğutma yapılmasının, meyvelerinin kalitesi ile patolojik ve fizyolojik kayıpları üzerinde doğrudan etkili olduğu bilinmektedir (Kader et al., 2002).

Bu çalışmada, nar meyvelerinin depolanması süresince MA ambalajlarının ve önsoğutma uygulamalarının kalite değişimleri ile fizyolojik ve patolojik kayıplara etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Nar Meyvesi

Nar meyvesinin anavatanı Ortadoğu ve Kafkasya olup, binlerce yıldır üretimi yapılmaktadır. Nar, *Myrtiflora* takımının *Punicaceae* familyasından olup; tek cinsi *Punica*'dır. Ticari anlamda üretimi yapılan en önemli türü *Punica granatum* L.'dir.

Nar üzerinde son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalarla insan sağlığı üzerindeki faydalarının ortaya konulması, dünyada ve ülkemizde tüketicilerin nara olan ilgisinin hızla artmasına yol açmıştır.

Çizelge 2.1. Nar meyvesinin 100 g yenilen kısmının besin içerikleri (Morton, 1987).

İçerik	Miktar
Karbonhidrat	17.17 g
Şekerler	16.57 g
Diyet lifler	0.6 g
Protein	0.95 g
Yağ	0.3 g
Tiamin (Vitamin B1)	0.30 mg
Riboflavin (Vitamin B2)	0.63 mg
Niasin (Vitamin B3)	0.30 mg
Pantotenik asit (Vitamin B5)	0.596 mg
Vitamin B6	0.105 mg
Folat (Vitamin B9)	6.0 µg
Vitamin C	6.1 mg
Kalsiyum	3 mg
Demir	0.30 mg
Magnezyum	3 mg
Fosfor	8 mg
Potasyum	259 mg
Çinko	0.12 mg

Not: 100 g Nar Danesi, Enerjisi 70 kcal, 290 kJ

Hindistan, dünyanın en çok nar üreten ülkesi olup bunu İran ve Türkiye 383.085 ton üretimle takip etmektedir. Dünyada diğer önemli nar üreticisi ülkeler ABD, Irak, İspanya, Azerbaycan, Mısır, Özbekistan, Tunus ve İsrail'dir. Nar yetiştiriciliğinde üretim, kalite, verim ve süreklilik dikkate alındığında Hindistan,

İran, Türkiye, ABD ve İspanya'daki standartların diğer ülkelere oranla belirgin şekilde daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 2.2. Türkiye'nin nar üretim ve ihracat miktarı (ton) ile ihracatın ticari değeri (\$)

Yıllar	Üretim Miktarı (Ton)	İhracat Miktarı (Ton)*	İhracatın Ticari Değeri (\$)*
2000	59.000	3.591	2.012.617
2001	60.000	7.869	3.371.543
2002	60.000	7.336	4.238.930
2003	80.000	9.507	6.662.181
2004	73.000	11.495	7.335.448
2005	80.000	11.447	9.435.868
2006	90.737	10.916	11.209.071
2007	106.560	13.731	16.860.976
2008	127.760	33.193	31.809.514
2009	170.963	41.938	40.024.761
2010	208.502	62.680	59.335.688
2011	217.572	86.258	70.622.741
2012	315.150	100.665	88.865.316
2013	383.085	137.000	112.000.00

*Ürün yılı

Nar üretimi sırasıyla Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yoğun olarak yapılmaktadır. İller bazında üretime bakıldığında ise Antalya ilk sırada yer almakta, bunu Muğla, Denizli, Mersin, Gaziantep, Aydın, Hatay, Adana, İzmir ve Şanlıurfa takip etmektedir (Anonim, 2010).

Farklı dönemlerde çiçeklenmesinden dolayı narın olgunlaşması da farklı dönemlerde olmaktadır. Bu yüzden nar hasadının orta ve büyük ölçekteki bahçelerde 2-3 defada yapılması tavsiye edilmektedir. Nar hasadı, çeşitlere ve bölgelere göre değişmekle birlikte 'Hicaznar' nar çeşidinde genellikle Eylül sonunda başlayarak Ekim sonuna kadar devam etmektedir. Narın hasadı daha sonraki tarihlere kalırsa yağışlardan dolayı meyve çatlamasında önemli artışlar gözlenmektedir. Narda hasat zamanını belirlemede; çeşide özgü kabuk ve tane rengi, suda çözünür kuru madde miktarı, irilik, kaliks segmentlerinin görünümü,

erkek organların fiziksel değişiminden yararlanılmaktadır (Pekmezci ve Erkan, 2004).

Nar için genel olarak aşağıdaki pomolojik gruplandırmalar yapılmaktadır:

1- Tatlı narlar: Meyve suyunda titre edilebilir asit miktarı %1'den azdır. Meyveleri orta iriliktir, küçük çekirdekli ve suludur.

2- Mayhoş narlar: Meyve suyunda titre edilebilir asit miktarı %1-2 arasında, iri meyveli olmalarının dışında tatlı ve ekşi narların belirtilen özelliklerini orta derecede göstermektedir.

3- Ekşi narlar: Meyve suyunda titre edilebilir asit miktarı %2'den fazla, küçük meyveli, meyve kabuğu kalın, rengi sarı zemin üzerinde büyük oranda kırmızıdır. Taneleri küçük, meyve suyu randımanı düşük, çekirdekleri iri ve çok serttir.

Diğer meyve ve sebzelerde olduğu gibi, nar meyvesinin uzun süre kalitesini kaybetmeden muhafaza edilebilmesi için soğuk depo koşullarında muhafaza edilmesi gerekmektedir (Onur vd., 1995). Nar meyveleri 5°C'nin altındaki sıcaklıklarda 2 aydan fazla depolandığında, üşüme zararının ortaya çıktığı saptanmıştır. Üşüme zararının genel belirtileri, kabuk yüzeyinde kahverengi renk oluşumu, çukurların oluşması, nar tanesinin renginin solması, taneleri çevreleyen beyaz iç zarın kahverengileşmesi ve bu bölgelerde fungal kaynaklı çürüklük gelişimlerinin artmasıdır (Artes, 2000). Nar meyvelerinin 33°C sıcaklık ve %95 oransal nemde 3 gün beklettikten sonra 2 ve 5°C'de 90 gün süreyle depolandığı bir çalışmada; depolama süresince alternatif olarak her 6 günde 1 kez, depo sıcaklığının 20°C'ye yükseltilmesinin üşüme zararını azalttığı saptanmıştır (Artes et al., 1998).

Depolama süresince nar meyvelerindeki su kaybı, meyve kabuğunun buruşmasına, kırışmasına, büzülmesine, esmerleşmesine, sertleşmesine ve danelerdeki kahverengileşmeye neden olmaktadır. Bu da nar meyvelerinin sofralık olarak pazarlanmasını sınırlandırmaktadır (Nanda et al., 2001; Şen ve Eroğlu,

2012). Nar kabuğu kalın görünmesine rağmen, su buharının hareketine izin veren küçük açıklıklar bulunması nedeniyle su kaybına oldukça duyarlıdır (Nanda et al., 2001). Bu tür meyveler ancak meyve suyu sanayisinde kullanılabilir.

‘Gök Bahçe’ nar çeşidinin meyveleri su kaybını önleyici bir madde olan plantguard ve fungusit (thiabendazole) uygulandıktan sonra 1°C, 5°C ve 10°C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda 10°C sıcaklıkta depolanan plantguard ve fungusit uygulanan meyveler iki ay, plantguard+fungisit uygulanan meyveler ise bir ay başarıyla muhafaza edilmiştir. Gök Bahçe nar çeşidi için en uygun depolama koşulları 5°C olup, bu koşullarda üç ay süreyle başarıyla depolanabileceği saptanmıştır (Köksal, 1996).

2.2. Önsoğutma

Meyve ve sebzeler, hasat edildikten sonra da yaşamlarını sürdürmektedir. Solunum sonucu metabolizmalarındaki organik bileşikler (karbonhidratlar, proteinler, yağlar) parçalanmakta ve ısı açığa çıkmaktadır. Meyve ve sebzelerdeki solunum şu eşitlikle açıklanabilmektedir:



Meyve ve sebzeler solunum ile;

- 1) Yaşaması için gerekli enerjiyi sağlar,
- 2) Tüketici açısından, ürünün besleyici içeriklerinde bir miktar kayıplar meydana gelir,
- 3) Ürün kalitesinde düşüşler görülür, özellikle asit miktarının azalması sonucu relatif tatlanma görülür.
- 4) Ağırlık kaybı meydana gelmektedir.

Ürünlerde solunum hızı ile hasat sonrası dayanım arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Solunum hızının artması, bozulma hızı arttığından ürünlerin

depolanabilme süresi açısından çok önemlidir. Soğukta depolama ile ürünlerin yaşamsal aktivitesi, dolayısıyla solunum sonucu ortaya çıkan ısı depolama ortamından uzaklaştırılabilmektedir.

Meyve ve sebzeler, hasatlarından kısa bir süre sonra niteliklerini yitirerek bozulabilmektedir. Bu bozulmayı önlemek ve kalitelerini korumak için meyve ve sebzelerin kendileri için uygun koşullarda muhafaza edilmesi gerekmektedir. Meyve sebzelerin muhafazasında başarılı olmayı etkileyen faktörlerden biri de önsoğutmadır (Pala et al., 1988).

Hasat zamanı doğru olarak belirlenen ve hasat edilen meyveler, en kısa sürede depolama ve paketlenme tesisine getirilip, önsoğutması yapılarak depolanmalıdır.

Türkiye’de meyve ve sebzelerin soğukta depolanması ve taşınmasında önsoğutma yaygın olarak kullanılmamaktadır. Önsoğutma, meyve ve sebzeler hasat edildikleri sıcaklıktan depolama sıcaklığına veya taşıma sıcaklığına kadar mümkün olan en kısa sürede düşürmek için gerçekleştirilen soğutma işlemidir (Karaçalı, 2012).

Önsoğutma, ürünün özelliklerine göre genel olarak dört farklı yöntemle yapılmaktadır. Bu yöntemler; zorlanmış hava akımıyla önsoğutma, suyla ön soğutma, vakumla önsoğutma ve buzla önsoğutma yöntemleridir (Kader et al., 2002; Karaçalı, 2012).

Meyve ve sebzeler önsoğutma işleminden önce veya sonra ambalajlanarak soğukta depolanır. Modifiye atmosferde ambalajlanacak ürünler, önsoğutma işleminden sonra amaca göre seçilmiş ambalaj materyallerinde istenen gaz konsantrasyonu altında paketlenirler ve depolamaya alınırlar. Önsoğutma işlemi meyve ve sebzelerin hasatlarından sonra tüketim yerlerine doğrudan taşınmadan önce uygulanmaktadır. Özellikle çok çabuk bozulan çilek, vişne, kiraz, şeftali, kayısı, domates, salatalık, kabak gibi daha birçok meyve ve sebze önsoğutma işleminden geçirilmelidir (Kader et al., 2002; Karaçalı, 2012).

Hızlı bozulan ürünlerin zaman kaybetmeden soğutulması, ürünün depolama ve satış kalitesinin korunmasında büyük önem taşımaktadır (Işık, 1994; Wang ve Sun, 2001). Meyve ve sebzelerin depolama ve raf ömrünü arttırmak için kullanılan en yaygın yöntemlerden biri de önsoğutma yöntemidir. Önsoğutma işlemi meyve üzerinde *Rhizopus* veya Gri küf (*Botrytis*) gibi hastalık etmenlerinin gelişimini ve çoğalmasını azaltarak, ürünlerin hasat sonrası ömrünü uzatmaktadır.

Meyve ve sebzelerin hasattan sonra, depolama sıcaklığını düşürmede meydana gelecek gecikmeler, kaliteyi olumsuz yönde etkilemektedir. Örneğin; armutların 20°C'de 4 gün beklemeleri depolama ömründe 2 aylık bir kısaltmaya neden olmaktadır. Armutlar, normal depolama yöntemine göre hasatlarından 48 saat sonra 2°C'ye ve 72 saat içerisinde de 0°C'ye getirilmelidir (Kader et al., 2002).

Crisosto et al. (1993) ile Webster ve Looney (1996), derimden sonra mümkün olduğu kadar kısa sürede meyve sıcaklığını düşürmek, solunumu azaltmak ve meyvenin hastalıklara karşı direncini arttırmak için önsoğutma yapılmasının gerekli olduğunu bildirmişlerdir. Önsoğutma tekniklerinin kullanılması ile ürünün bünyesindeki su kaybı azaltılmakta ve çabuk bozulan gıda maddelerinin kullanılabilir ömrü uzatılmaktadır (Brosnan and Sun, 2003).

Suyla ve havayla önsoğutma çok çeşitli tarımsal materyallerin ve gıda maddelerinin önsoğutulmasında yaygın olarak kullanılan soğutma teknikleridir (Anonymous, 1989; Anonymous, 1991; Anonymous, 1996; Anonymous, 1997; Sun and Wang 2000). Suyla ön soğutma işleminin hızlı ve sürekli bir soğutma sağlaması, meyve ve sebzelerde ağırlık kaybına ve donma tehlikesine neden olmaması gibi çeşitli avantajları bulunmaktadır (Anonymous, 1989; Deell et al., 2000; Anonymous, 2000; Truel et al., 2001; Anonymous, 2001). Havayla önsoğutma yöntemi ise birçok meyve, yeşil yapraklı sebzeler ve yumrulu bitkilerin önsoğutulmasında yaygın bir şekilde kullanılan bir soğutma yöntemidir (Anonymous, 1991; Anonymous, 1996).

Tam olarak bir önsoğutmadan söz edebilmek için gerekli soğutma süresi birkaç saat aşıldığında; ürün sıcaklığının tam olarak saptanması ısı yükü

hesaplarının kesin yapılmasında temel teşkil eder. Çünkü önsoğutma koşulları ile ürün arasındaki bağlantı konveksiyon ve kondüksiyonla ısı transferini içerir.

Önsoğutma yapılan ürünün yapısında sıcaklık farklılıkları vardır. Bu sıcaklık farkı ürün özelliklerinin, yüzeydeki ısı transferi parametrelerinin ve soğutma süresinin bir fonksiyonudur. Örneğin; su ile önsoğutmanın başlangıç evresinde, ısı, ürünün dış kısımlarından hızla uzaklaştırılır. Merkez sıcaklığı henüz hiç değişmediği halde yüzeydeki sıcaklık hızla değişir. Bu nedenle ürün kütlesinin sıcaklık ortalaması ısı yükü hesaplanmasında kullanılmalıdır.

Truel et al. (2001) portakalın soğutulmasında üç farklı soğutma yöntemi kullanarak bir karşılaştırma yapmış, portakal meyvelerini basınçlı hava, durağan hava ve suyla önsoğutmasını yapmışlardır ve suyla önsoğutma sisteminin havayla önsoğutma sistemine göre daha fazla güce ihtiyacı olduğunu tespit etmişlerdir.

Su ile önsoğutma uygulamaları, “Ambrunes” kiraz çeşidinde 10 gün depolama ve ilave 4 gün raf ömrü sonunda solunum hızı, suda çözünür kuru madde ve titre edilebilir asit miktarı ve pazarlanabilir özelliği açısından önemli düzeyde etkili olmuştur (Alique et al., 2005).

Bahar ve Dünder (1997), kiraz için su ile soğutmanın en çabuk ve en etkili önsoğutma yöntemlerinden birisi olduğunu ve duşlama sisteminin daha çok tercih edildiğini bildirmişlerdir. Ayrıca bu sistemde 0.1 m²'lik bant alanında 0°C sıcaklıkta 40–60 litre su uygulamasıyla kısa sürede 11°C'lik sıcaklık düşüşü gerçekleştirildiğini bildirmişlerdir.

Vakumla ön soğutma yöntemi, meyve ve sebzelerin bünyesindeki suyun vakum etkisi altında hızlı bir şekilde buharlaşmasıyla gerçekleştirilir. Normal atmosfer basıncı altında 100°C'de kaynayan su, atmosfer basıncının çok daha altındaki basınçlarda çok düşük sıcaklıklarda kaynamaktadır. Suyu buharlaştırmak için gereken ısı, vakumla soğutulan ürünün iç enerjisinden alındığından soğutma işlemi gerçekleşmektedir (Işık, 2002).

Farklı ön soğutma yöntemleri kullanılarak yapılan ön soğutma çalışmalarında, Eriş and Akbudak (2001) tarafından şeftali muhafazası ile ilgili yapılan bir çalışmada meyvelere muhafaza öncesi soğutma ve fungusit uygulaması yapılmıştır. Uygulamalar sonrasında meyveler soğuk hava ile ön soğutmaları yapıldıktan sonra, $0\pm0.5^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%90\pm5$ bağıl neme sahip kontrollü atmosfer depolarda muhafaza edilmiştir. Çalışmada, hasat sonrasında muhafaza öncesi yapılan bazı uygulamalarla birlikte önsoğutma uygulamasının şeftalilerin muhafazası üzerine olumlu etkilere sahip olduğu tespit edilmiştir. Nitekim çalışma sonunda şeftalilerin, 45 gün kontrollü atmosferde, 10 gün de raf ömrü koşullarında kalitelerinin korunarak başarılı bir şekilde depolanabileceği belirlenmiştir.

Işık (1994), vakumla ön soğutma yönteminin işletim ve tasarım parametrelerinin belirlenmesine çalışmıştır. Denemeler sonucunda, bünyelerindeki suyu daha rahat verebilmelerinden dolayı özgül hacim değerleri fazla olan lahana, karnabahar, ıspanak ve marulun vakumla önsoğutma yöntemine uygun olduklarını saptamıştır.

Romero et al. (2003), ‘Santa Rosa’ erik çeşidini mekanik olarak zarar görmeden önce ve sonra basınçlı hava akımı ile önsoğutmasını yapmış, erikler 1°C sıcaklıkta 4 gün süreyle depolanmıştır. Mekanik olarak zarar görmüş durumdaki eriklerin basınçlı havayla önsoğutulmasında solunum hızında azalma olduğu saptanmıştır. ‘Santa Rosa’ eriklerinde hasat işleminden sonra ve paketleyerek taşıma, el ile paketleme, depolama ve taşıma gibi işletme işlemlerinden önce yapılan önsoğutma işlemi ile meyvenin kalite özelliklerinin ve depolama ömrünün artırılacağı kanısına varılmıştır.

2.3. Modifiye Atmosfer Ambalajları

Modifiye atmosfer paketleme (MAP) yöntemi, A.B.D. ve Avrupa'da çok eski zamandan beri bilinen ve kullanımı tüm dünyada giderek yayılan bir muhafaza metodudur. MAP konusunun, bilimsel açıdan ilk kez 1927'de İngiltere'de Kidd ve West tarafından gündeme getirilmesine rağmen, ticari uygulamalar 1940'larda A.B.D.'de başlamıştır.

Meyve ve sebzelerin depolama, taşıma, dağıtım ve perakende aşamalarında kalitesini muhafaza ederek, tüketicilerin isteklerine karşılık vermek için modifiye atmosfer paketleme-depolama faydalı bir metot olarak görülmektedir (Peano et al., 2009).

MAP tekniği, farklı gaz geçirgenliğine sahip özel ambalajlar içerisindeki meyve ve sebzelerin solunum faaliyetlerine bağlı olarak oksijen miktarının azalıp, karbondioksit miktarının artması temeline dayanmaktadır (Kader et al., 2002; Thompson, 2003). CO₂ ve O₂ birbirlerinin fonksiyonlarını etkilemekte ve bu iki gazın uygun bir bileşiminin oluşturulması durumunda, meyve ve sebzelerin hasat sonrası ömürleri uzatılabilmektedir (Batu et al., 1998).

Modifiye atmosfer ambalajların kullanıldığı filmlerde gaz geçirgenliğini sağlamak için farklı büyüklüklere (40 – 200 µm) sahip mikroporforasyon açıklıklar bulunmaktadır. Bunların sayısı ve çapı içerisinde muhafaza edilecek ürünün gereksinimlerine göre farklılıklar göstermektedir (Meyers, 1985). Modifiye atmosfer ambalaj içerisindeki O₂ ve CO₂ seviyeleri; ürünün solunum hızı, ambalajın yapıldığı film geçirgenliği ve mikroporforasyon açıklıklarına bağlı olarak değişmektedir (Beaudry et al., 1992). Günümüzde kullanılmaya başlayan lazer teknolojisiyle 50-100 µm çapında çok küçük delikler açılabilir. Bu teknoloji sayesinde açılan delikler, MA ambalaj içerisinde nemin istenilen düzeyde kalmasını sağlamaktadır. Bu şekilde üretilen MA ambalajları, içerisinde nem ayarlaması yaparak su yoğunlaşmasını önlemekte, ürünlerin su kaybını engellediği gibi su stresinden kaynaklanan sorunları da engellemektedir.

Her ürün kendisine özgü tolere edebileceği en düşük O₂ ve en yüksek CO₂ konsantrasyonlarına sahip olup, depolama koşullarında bulunan bu iki gazın tolerans sınırlarının altında veya üzerinde olmaları durumunda, üründe fizyolojik bozukluklar meydana gelmektedir. Bu durum özellikle ürüne uygun ambalajların kullanılmadığı durumlarda önemli kayıplara neden olabilmektedir.

MAP, taze meyve ve sebzelerin bulunduğu ortamda belirli gaz bileşimini sağlayarak metabolik aktivitelerinin bozulmadan devam etmesini sağlamaktadır (Batu et al., 1996). MAP'ın meyve yaşlanmasını yani olgunlaşmasını ve fizyolojik değişimleri yavaşlatarak meyve ve sebzelerin raf ömrünü uzatmakta, bunun yanında su kaybı ile beraber ortaya çıkan ağırlık kayıplarını da azaltmaktadır (Sandhya, 2010).

Meyve ve sebzelerin hasat sonrası hücre yapısında bulunan nişasta, şeker ve organik asit gibi kompleks bileşiklerin solunumla alınan oksijenle okside edilmesiyle su, CO₂, etilen gibi metabolizma ürünleri ve ısı açığa çıkar. Solunumla açığa çıkan CO₂ ve etilen gibi metabolitlerin kontrol altına alınmaması, üründe fiziksel (renk), kimyasal (renk maddelerinin parçalanması) ve mikrobiyal bozulmalara neden olmaktadır (Kader et al., 1989).

Modifiye atmosfer paketlenme “Aktif MAP” ve “Pasif MAP” olmak üzere iki farklı şekilde yapılmaktadır. Aktif MAP’de, ambalaj içinde bulunan hava çekilerek yerine ürüne uygun gaz karışımı verilir ve ambalaj içindeki atmosfer bileşimi aktif olarak ayarlanır. Pasif MAP’de ise; ambalaj içinde istenen gaz bileşimi ürünün solunum yapmasıyla sağlanır. Ambalajın yapıldığı filmin gaz geçirgenliğine ve içinde bulunan ürünün solunum hızına göre, ambalaj içinde O₂ oranı azalır, CO₂ oranı yükselir, istenilen gaz bileşiminin oluşması belli bir zaman alır (Beaudry, 1999; Zoffoli, 2009).

Rodov et al. (2009), taze ürünlerin depo ve raf ömrünü uzatmak için modifiye atmosfer poşetlerin kullanılmasının en önemli konulardan bir tanesi olduğunu belirtmiştir. MA ambalajlarının geliştirilmesi, genelde ürün solunum aktivitesine bağlı olarak paket içerisindeki CO₂ birikmesi ve O₂ seviyelerinin düşmesi esasına dayanmaktadır. Pasif MAP’larda O₂ ve CO₂ oranları, meyve ve

sebzelerin solunumu sonucunda istenen gaz bileşimine ulaşması 1 veya 3 gün gibi uzun süreler almaktadır. MA ambalajlarının içerisindeki O₂ oranı, ürünlerde anaerobik solunumun başlayacağı düzeye kadar düşmemesi gerekmektedir. Aksi halde anaerobik solunumun başlamasıyla üründe istenmeyen tat ve kokular meydana gelmektedir. Bunun için meyve ve sebzelerin muhafazasında kullanılan MA ambalajların özelliklerinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Bu muhafaza tekniğinin kullanılacağı ürünün O₂ ve CO₂ seviyeleri açısından zarar eşiklerinin bilinmesi de büyük önem taşımaktadır. Örneğin biber için düşük O₂ zarar eşik seviyesinin %2 (Beaudry, 2000); yüksek CO₂ zarar eşik seviyesinin ise %5 olduğu (Watkins, 2000) saptanmıştır.

Modifiye atmosfer paketlemenin meyve ve sebzelerin hasat sonrası ömrüne olan etkisi; ürün tipine, taze materyalin başlangıç kalitesine, gaz karışımına, depolama sıcaklığına, işleme ve paketleme esnasındaki hijyene, gaz/ürün hacim oranına ve paketleme materyalinin koruma özelliklerine göre değişmektedir (Sivertsvik et al., 2002, 2003).

MAP’de etkinliği belirleyen en önemli faktörlerden bir tanesi ambalaj materyalidir. Çünkü ambalaj materyalleri farklı geçirgenliklere sahiptir (Çizelge 2.3). Bu bağlamda kullanılacak ambalaj materyali ya da materyallerinin ürünün solunum hızıyla uyumlu olması gerekmektedir.

Çizelge 2.3. Meyve ve sebzeler için kullanılan çeşitli ambalaj materyallerinin gaz geçirgenlik değerleri

Film Tipi	Geçirgenlik (1 atm’de cc/m ² /mil/gün)		
	CO ₂	O ₂	CO ₂ /O ₂ Oranı
Polyester	180-390	52-130	3.0-3.5
Polyethylen, Düşük Yoğunluk (LDPE)	7.700-77.000	3.900-13.000	2.0-5.9
Polypropylene	7.700-21.000	1.300-6.400	3.3-5.9
Polystrene	10.000-.26.000	2.600-7.700	3.4-3.8
Polyvinyl chloride (PVC)	4.263-8.138	620-2.248	3.6-6.9
Saran	52-150	8-26	5.8-6.5

Modifiye atmosfer (MA) ambalajlarının dizaynında, meyvelerin solunum hızlarının bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Caleb et al. (2012) ‘Acco’ ve

‘Herskawitz’ nar çeşitlerinin meyvelerinin 5, 10 ve 15°C’de depolama süresince solunum hızlarının, nar tanelerinininkine göre daha yüksek olduğunu bildirilmişlerdir.

Son yıllarda dünyada nar tüketiminin artması ve insanların nar meyvesini yılın sadece belli aylarında değil, daha uzun süre tüketebilmesi için; meyvelerin hasat edildikten sonra depolama süresinin daha da uzatılması gerekmektedir. Bunun için de uygun MA ambalajların kullanılması, başarılı bir depolama için büyük önem taşımaktadır. Depolama sürecinde MA ambalajlarda depolanan nar meyvelerinin besin içeriğindeki kayıplar azalmaktadır. Kabuk yüzeyinde bozulma, çatlama ve güneş yanıklıkları olan düşük kaliteli narların depolanmasında da MA ambalajların yararlı etkileri olduğu bildirilmiştir (Caleb et al., 2012).

Nar meyvelerinde depolanma süresince solunum aktivitesi ve ağırlık kaybını azaltan, yaşlanma ve yumuşamayı geciktiren, fizyolojik ve patolojik bozuklukları azaltan MAP yöntemi kullanılmaktadır (Artes et al., 2000).

Nar meyvesinde uzun süreli depolamayı sınırlandıran olaylar, ağırlık kaybı, su kaybı sonucu meydana gelen buruşma-büzüşmeler, çürüklük gelişimi, üşüme zararı ve kabuk yüzeyinde meydana gelebilecek bozulmalardır. MA ambalajları ile nar meyveleri, hasat sonrası dönemde kalitelerini kaybetmeden 3-4 ay depolanabilmektedir. MA ambalajlarının sadece ürün depolanmasında değil, taşımada ve raf ömründe de olumlu etkiler yaptığı saptanmıştır (Porat et al., 2009; Laribi et al., 2012).

MA ambalaj içinde nem birikmesi, nar meyvelerinde çürüklük gelişimini arttırmaktadır. Su buharı geçirgenliği yüksek olan ve ticari olarak üretilen MA ambalajları, nem birikmesiyle su oluşumunu önleyerek içerisindeki meyveleri daha iyi korumaktadır (Aharoni et al., 2008).

Porat et al. (2008), MA ambalajlarında (Xtend®) muhafaza edilen ‘Wonderful’ nar meyvelerinde ağırlık kaybı, çürüklük gelişimi ve kabuk yanıklığını azaltarak meyvelerin en az 3 ay kalitelerini koruduğunu bildirmiştir. ‘Mollar de Elche’ tatlı nar çeşidinin meyvelerinin 2 ve 5°C’de, MA ambalajda 12

haftalık depolama süresince su kaybının daha az olduğu, üşüme zararının görülmediği ve çürüklük gelişiminin olmadığı saptanmıştır (Artés et al., 2000).

İki farklı MA ambalajı ile ve ambalajsız olarak depolanan nar meyvelerinde, MA ambalajlı olan narlar kabuk rengini korurken, ağırlık kaybını sınırlandırmış ancak ambalajsız depolananlara göre daha fazla çürüklük gelişimi gözlenmiştir (Laribi et al., 2012).

‘Hicaznar’ nar meyveleri 7 farklı modifiye atmosfer (MA) ambalajlarına konarak 6°C’de 5 ay süreyle muhafazaya alınmıştır. 5 aylık depolama sonunda ağırlık kaybı bakımından MA ambalajları fazla (%12.4-%13.5), orta (%6.9) ve düşük olanlar (%1.7-%2.3) olmak üzere üç farklı gruba ayrılmıştır. Ağırlık kaybı fazla olan nar meyvelerinin kabuğunda buruşma ve şekil bozukluğu (köşeleme) meydana gelmiştir. Ağırlık kaybı az olan MA ambalajlarındaki çürüklük gelişimi daha fazla, ağırlık kaybı fazla olan ambalajlarda ise çürüklük gelişiminin daha az olduğu gözlenmiştir. MA ambalajlarının nar meyvelerinin kabuk ve tane renk değerlerine (C* ve h°) ve suda çözünür kuru madde miktarına etkisi birbirine benzerlik göstermiştir. Çalışma sonuçları, MA ambalajların seçiminde, depolama süresinin dikkate alınmasının önemli olduğunu ortaya koymuştur (Karaca, 2013).

Modifiye atmosfer paketlerinin (MAP) Hicaznar nar meyvelerinin muhafaza sürelerini uzatmadaki etkileri araştırılmıştır. Nar meyveleri normal plastik içerisine, Xtend® ambalajına ve ambalajsız (kontrol) olmak üzere üç farklı şekilde depolanmıştır. Çalışma sonuçları, Xtend® modifiye atmosfer ambalajlarının Hicaznar nar meyvelerinin depo ömrünü, kalite kaybını sınırlandırarak uzattığını göstermiştir (Gözlekci et al., 2011).

Karaca ve Şen (2014), 7 farklı firma tarafından üretilen modifiye atmosfer (MA) ambalajlarında $6\pm0.5^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve %90 oransal nemde 5 ay süreyle muhafaza edilen ‘‘Hicaznar’’ nar (*Punica granatum L.*) meyvelerinin suyunda bazı kimyasal ve biyokimyasal değişimleri incelemişlerdir. MA7 nolu MA ambalajında muhafaza edilen nar meyvelerinin TA miktarı depolama sonunda belirgin bir artış (%13.2) göstermiştir. 5 aylık depolama sonrası nar meyvelerinin toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesi sırasıyla 104.1-122.1 mg GAE/100

ml ve 18.6-26.2 $\mu\text{mol TE/ml}$ arasında değişmiştir. Depolama sonunda MA6 nolu ambalajda nar suyunun 510 nm'deki absorbans değeri (3.4), diğer MA ambalajlarına (2.5-2.8) göre daha yüksek bulunmuştur. Depolama sonunda nar suyunun SCKM, TA, toplam fenol miktarı, antioksidan aktivitesi ve absorbans değerleri, depolama öncesine göre bir azalış, pH değerinde ise artış gözlenmiştir. Sonuçlar, MA ambalajlarının nar meyvelerinin bazı kalite parametrelerini etkilediğini göstermiştir.

Hasat ncesi ilaçlama programı uygulanan ve uygulanmayan ağaçlardan hasat edilen 'Hicaznar' nar meyveleri, dört farklı modifiye atmosfer (MA) ambalajında 5 ay süreyle 6°C'de muhafaza edilmiştir. Yerli bir firma tarafından üretilen MA ambalajında depolanan nar meyvelerinin kalitelerini iki ay süreyle koruyamadığı saptanmıştır. Ancak hasat öncesi ilaçlama programı uygulanıp, diğer üç MA ambalajında depolanan nar meyvelerinin kalite değişimlerinin benzer olduğu gözlenmiştir (şen vd., 2013).

Hicaznar meyveleri streç film (12 μ) ve MAP (8 μ) ile kaplanarak normal atmosfer koşullarında 6 ay süreyle soğukta muhafaza edilmiştir. MAP ve Stretchfilm uygulanan nar meyvelerinde ağırlık kaybının kontrol meyvelerinden daha az olduğu saptanmıştır. MAP uygulanan nar meyvelerinde ilk 3 ayda rklk gelişimi görülmezken, 4. ayda %16.7, 5. ve 6. aylarda ise %41.7 oranında rklk gelişimi grlmştir. Streç film uygulaması yapılan meyvelerde ise; 2., 3. ve 4. aylarda rklk görülmezken, 1. ayda %8.3, 5. ayda %25 ve 6. ayda %33.3 oranında rklk saptanmıştır. Grsel kalite ve fungal nedenli bozulmalar dikkate alındığında streç film uygulaması, MAP uygulamasından daha etkili bulunmuştur (Bayram et al., 2009).

Hasattan sonra 625 ppb ve 1250 ppb metilsiklopropen (1-MCP) uygulanan Hicaznar nar meyveleri 24 ve 48 μ perforasyon geçirgenliğinde düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) bazlı modifiye atmosfer ambalajına konarak 120 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Depolama süresince 24 μ perforasyon geçirgenli MAP uygulaması ile 625 ppb 1-MCP uygulamasının kombinasyonu kalite ve kayıpların önlenmesi bakımından en iyi sonucu vermiştir. MAP uygulamaları rklk gelişimini önemli düzeyde sınırlandırmıştır (Kaynaş vd., 2014).

Kınay Teksür vd. (2014), Denizli/Irlıganlı ve İzmir/Torbalı’da seçtikleri nar bahçelerinde iki yıl süreyle hasat öncesi ilaçlama programı uygulamışlardır. Uygulama yapılan ve yapılmayan nar meyveleri ikisi yerli ve ikisi ithal olmak üzere dört farklı modifiye atmosfer (MA) ambalajlarına konarak 6°C sıcaklıkta ve %90-95 oransal nemde 5 ay süreyle muhafaza edilmişlerdir. MA ambalajlar arasında çürüklük gelişimi açısından belirgin farklılıkların ortaya çıktığını saptamışlardır. Çürüklük oranı düşük olan yerli MA ambalajlarının birinde, ağırlık kaybının yüksek olduğu ve buna bağlı olarak görünüşte bozulmalar (buruşma, kırışma, köşeleme) olduğunu belirlemişlerdir. Bunun yanında diğer yerli MA ambalajda ise ambalaj içinde nem biriktiği, ağırlık kaybının çok sınırlı olduğu ancak yüksek oranda çürüklük gelişiminin meydana geldiğini saptamışlardır.

Porat et al. (2008), MA ambalajlarında (Xtend®) muhafaza edilen ‘Wonderful’ nar meyvelerinde ambalajın ağırlık kaybı, çürüklük gelişimi ve kabuk yanıklığını azaltarak meyvelerin en az 3 ay kalitelerini korumasına yardımcı olduğunu bildirmiştir.

‘Mollar de Elche’ tatlı nar çeşidinin meyvelerinin 2 ve 5°C’de MA ambalajlarında 12 hafta süreyle depolandığında su kaybının daha az olduğu, üşüme zararının görülmediği ve çürüklük gelişiminin olmadığı bildirilmiştir (Artés et al., 2000).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitkisel materyal

Çalışmanın materyalini, nar üretiminin yoğun yapıldığı bölgelerden biri olan İzmir ilinin Selçuk ilçesindeki bir üreticiye ait 9 yaşında, 4 m X 3 m dikim sıklığına sahip ‘Hicaznar’ nar (*Punica granatum* L.) bahçesinden, ticari olgunlukta hasat edilen meyveler oluşturmuştur (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Nar meyvelerinin hasat edildiği bahçenin görünüşü.

Çalışmada kullanılan ‘Hicaznar’ nar çeşidi, Antalya Batı Akdeniz Araştırma Enstitüsü (BATEM) tarafından tescil edilmiş, gerek iç gerekse dış pazarda en çok istek gören nar çeşididir. Türkiye nar ihracatının büyük bölümünü oluşturan ‘Hicaznar’ nar çeşidi, geççi, depolamaya çok uygun, meyve boyu ve ağırlığı çok büyüktür (>375 g). Toprak ve bakım koşullarına bağlı olarak en erken 3. yılda ekonomik verime yatar. Kabuk rengi kırmızı, tane rengi koyu kırmızı, usare randımanı %48.91, tane randımanı %50 ve çekirdekleri orta sertlikte olup yeme kalitesi mükemmeldir. Gerek sofralık tüketime gerekse sanayide işlemeye uygundur (Anonim, 2013).

3.1.2. Modifiye atmosfer (MA) ambalajları

Çalışmada, birisi ithal, birisi yerli üretim olmak üzere iki farklı MA ambalajı kullanılmıştır.

MA1: İthal, üzerinde firma, marka, ürün, depolama sıcaklığı bilgileri bulunmakta, 5 kg nar meyvesi alabilmekte, nar depolamasında yaygın olarak kullanılmaktadır.

MA2: Türkiye’de üretilmekte, üzerinde firma ve marka bilgileri bulunmakta, 5 kg nar meyvesi alabilmekte, nar depolamasında yaygın olarak kullanılmaktadır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Hasat

Hasat işlemi, ÇİFTÇİ Sebze Meyve Narenciye Paz. San. İç ve Dış Tic. Ltd. Şti.’de çalışan tecrübeli işçiler tarafından 05.10.2013 tarihinde ticari olgunlukta hasat edilen meyvelerden güneş yanıklığı ve kabuk zararlanması göstermeyen, homojen renkte ve 350-400 g ağırlığında olanlar seçilerek, aynı gün içinde Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü’ne getirilmiştir.

3.2.2. Önsoğutma uygulamaları

Nar meyvelerinde önsoğutma uygulamaları aşağıda belirtilen şekillerde yapılarak, depolama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

1. MA1 + Önsoğutma (18 saat 6°C) + Ambalajların kapatılması + Depolama (MA1 + 0G 6°C)

2. İki gün normal depo koşullarında (15°C ve %70 oransal nem) tutma + MA1 + 6°C’ye soğutma + Ambalajların kapatılması + Depolama (MA1 + 2G 6°C)

3. İki gün normal depo koşullarında (15°C ve %70 oransal nem) tutma + MA1 + 10°C’ye soğutma + Ambalajların kapatılması + Depolama (MA1 + 2G 10°C)

4. İki gün normal depo koşullarında (15°C ve %70 oransal nem) tutma + MA1 + 14°C'ye soğutma + Ambalajların kapatılması + Depolama (MA1 + 2G 14°C)

5. MA2 + Önsoğutma (18 saat 6°C) + Ambalajların kapatılması + Depolama (MA1 + 0G 6°C)

6. İki gün normal depo koşullarında (15°C ve %70 oransal nem) tutma + MA2 + 6°C'ye soğutma + Ambalajların kapatılması + Depolama (MA2 + 2G 6°C)

7. İki gün normal depo koşullarında (15°C ve %70 oransal nem) tutma + MA2 + 10°C'ye soğutma + Ambalajların kapatılması + Depolama (MA2 + 2G 10°C)

8. İki gün normal depo koşullarında (15°C ve %70 oransal nem) tutma + MA2 + 14°C'ye soğutma + Ambalajların kapatılması + Depolama (MA2 + 2G 14°C)

Tüm önsoğutma işlemlerinden sonra MA ambalajların ağzı klipsle kapatılarak $6\pm0.5^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve %90-95 oransal nemde 5 ay süreyle muhafazaya alınmıştır (Onur vd., 1992; Karaçalı, 2012) (Şekil 3.2.). Depolama öncesi ve 3, 4 ve 5 aylık depolama sonrası soğuk odadan çıkarılan nar meyvelerinde kalite değişimleri, patolojik ve fizyolojik kayıplar incelenmiştir. Çalışmada 10 nar meyvesinin bulunduğu MA ambalajları bir tekerrür olarak kabul edilmiştir.



Şekil 3.2. Nar meyvelerinin depolandığı soğuk hava deposu.

3.2.3. MA ambalaj içerisindeki gaz bileşiminin belirlenmesi

Depolama süresince bir ay aralıklarla her MA ambalajın içindeki gaz bileşimi, taşınabilir PBI Dansensor Check Point O₂/CO₂ gaz ölçer (PBI-Dansensor A/S, Ringsted, Danimarka) ile bir iğne yardımıyla MA ambalaj içinden alınan havadaki O₂ ve CO₂ konsantrasyonları % olarak ölçülmüştür (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. MA ambalajın içindeki O₂ ve CO₂ oranlarının ölçümü.

3.2.4. Ağırlık kaybı

Uygulama öncesi ağırlıkları belirlenen örneklerin, depodan çıkarıldıktan sonra ağırlıkları, ± 0.05 g hassasiyetindeki terazi (XB 12100, Presica Instruments Ltd., İsviçre) ile tartılarak ağırlık kaybı yüzde (%) olarak saptanmıştır.

3.2.5. Çürüklük gelişimi

Sağlam ve çürük meyveler ayrılıp sayılarak belirlenmiş ve yüzde (%) olarak hesaplanmıştır. Çürük meyvelerden izolasyon yoluyla yapılan etmen saptaması, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nde yürütülen çalışmalar ile saptanmıştır.

3.2.6. Nar kabuğu ve tanesinin renk ölçümleri

Kabuk rengi, meyvenin ekvator bölgesindeki 4 farklı noktadan Minolta kolorimetresi (CR-400, Minolta Co, Japonya) ile CIE L*, a*, b* cinsinden ölçülmüştür. Tane rengi ise, meyveler kesilip parçalara ayrılarak, tanelenmeden önce değişik noktalarından aynı cihazla CIE L*, a*, b* cinsinden ölçülmüştür. Cihaz, ölçümlerden önce standart beyaz kalibrasyon plakası (L*=97.26, a*=+0.13, b*=+1.71) ile kalibre edilmiştir. Elde edilen a* ve b* değerlerinden kroma (C*) ve hue açısı (h°) değeri hesaplanmıştır. C* değeri rengin doygunluğunu göstermektedir (0=mat, 60=doygun). h° değeri CIE L*a*b* skalasında açılı koordinatıdır (0°= kırmızı-mor, 90°=sarı, 180°= mavimsi yeşil ve 270°=mavi) (McGuire, 1992).

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$h^{\circ} = \tan^{-1} (b^*/a^*)$$

3.2.7. Suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı

SÇKM miktarı, nar tanelerinin sıkılmasıyla elde edilen nar suyundan dijital refraktometre (PR-1, Atago, Japonya) ile saptanmış ve elde edilen sonuçlar yüzde (%) olarak ifade edilmiştir (Karaçalı, 2012)

3.2.8. Titre edilebilir asit (TA) miktarı

TA miktarı, 3 ml meyve suyunun 0.1 N NaOH ile pH 8.1'e kadar titre edilerek harcanan NaOH miktarından hesaplanmış ve g sitrik asit/100 ml olarak ifade edilmiştir.

3.2.9. Olgunluk indisi

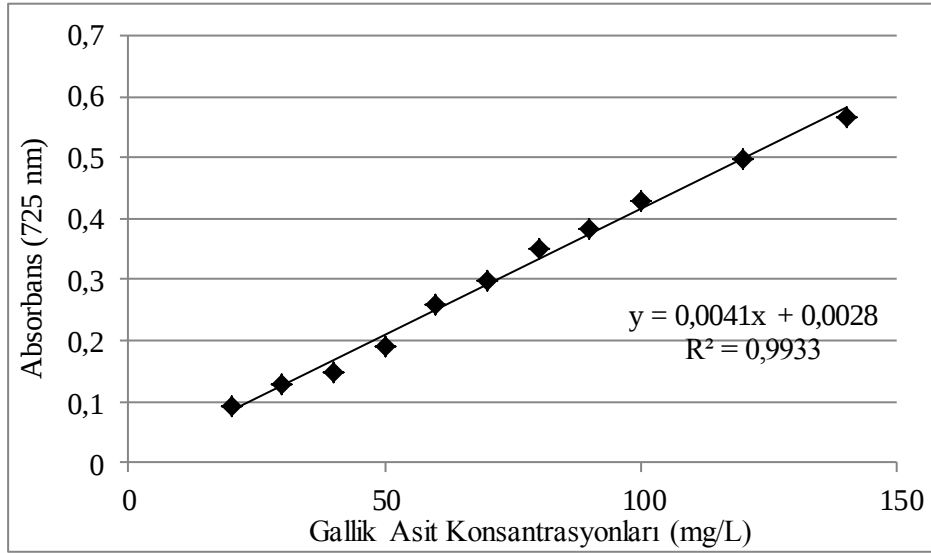
Olgunluk indisi, nar suyunda bulunan toplam suda erir kuru madde miktarının titre edilebilir asit miktarına orantılanması ile bulunmuştur (Karaçalı, 2012).

3.2.10. pH değeri

Meyve suyunun pH değeri, pH metre (MP220, Mettler Toledo, Almanya) yardımıyla ölçülmüştür.

3.2.11. Toplam fenol miktarı

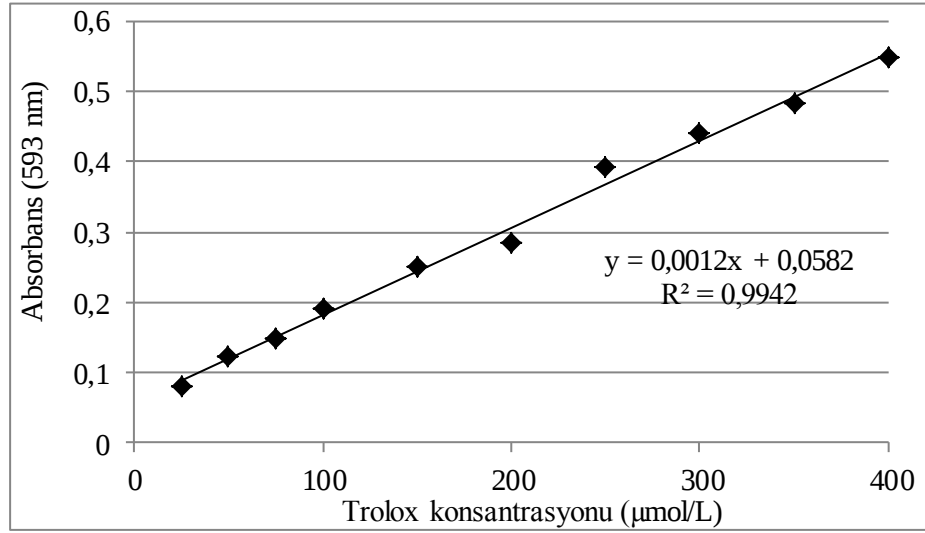
Toplam fenolik madde içeriği Folin-Ciocalteu kalorimetrik yöntemi modifiye edilerek spektrofotometre (Bio 100, Varian, Avustralya) ile yapılmıştır (Swain and Hillis, 1959). Ekstrakte edilen örneklerden 150µl ekstrakta 2400µl saf su, 150µl Folin-ciocaltaeu (1:10) çözeltisi konarak 30-40 saniye vortekste (Heidolph Reax Top, Almanya) karıştırılmıştır. 3-4 dakika sonra 300µl sodyum karbonat (Na_2CO_3 , 1 N) ilave edilerek 20°C’de karanlık koşullarda 2 saat bekletilen çözeltilerin, spektrofotometrede 725 nm dalga boyunda absorbansları okunmuştur. Bu yöntemde farklı konsantrasyonlarda (mg/L) hazırlanan standart gallik asit çözeltiler ile kurve eğrileri çizilerek (Şekil 3.4) sonuçları hesaplanmış, nar suyunda bulunan toplam fenolik madde miktarı gallik asit eşdeğeri (GAE) mg/100ml olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.4. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan standart gallik asidin çözeltiler (mg/L) ile kurve çizilmesi

3.2.12. Antioksidan aktivitesi

Antioksidan aktivitesinin belirlenmesinde Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) yöntemi kullanılmıştır. Ekstrakte edilen örneklerden 150µl ekstrakta 2850 FRAP çalışma solüsyonu eklenerek 30 dakika 20°C’de karanlık koşullarda bekletilmiştir. Çözeltilerin spektrofotometrede 593 nm dalga boyunda absorbanları okunmuştur. 25-400 µmol konsantrasyonları arasında hazırlanan standart trolox çözeltiler ile kurve eğrileri çizilerek (Şekil 3.5) sonuçlar hesaplanmıştır. Nar suyunda saptanan antioksidan aktivitesi değerleri µmol trolox eşdeğeri (TE)/ml olarak verilmiştir (Benzie and Strain, 1996).



Şekil 3.5. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan standart trolox çözeltiler (µmol/L) ile kurve çizilmesi

3.2.13. Duyusal analiz

Nar meyveleri beş panelist tarafından kabuk yüzeyindeki buruşma-kırışma ve şekil değişikliği (köşeleme) dikkate alınarak görünüşleri 1-5 skalasına (1: çok kötü, 2: kötü, 3: orta ve pazarlanabilirliği sınırlı, 4: iyi; 5: mükemmel) göre değerlendirilmiştir

3.3. İstatistiksel Analiz

Deneme sonuçları MA ambalajları ana parsel, önsoğutma uygulamaları alt parsel olmak üzere bölünmüş parseller deneme desenine göre IBM® SPSS® Statistics 19 (IBM, NY, USA) istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Her depolama dönemi için ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testi ($P \leq 0.05$) ile belirlenmiştir. Ortalamaların standart sapma değerleri (SD) dört tekerrür üzerinden hesaplanmıştır.

4. BULGULAR

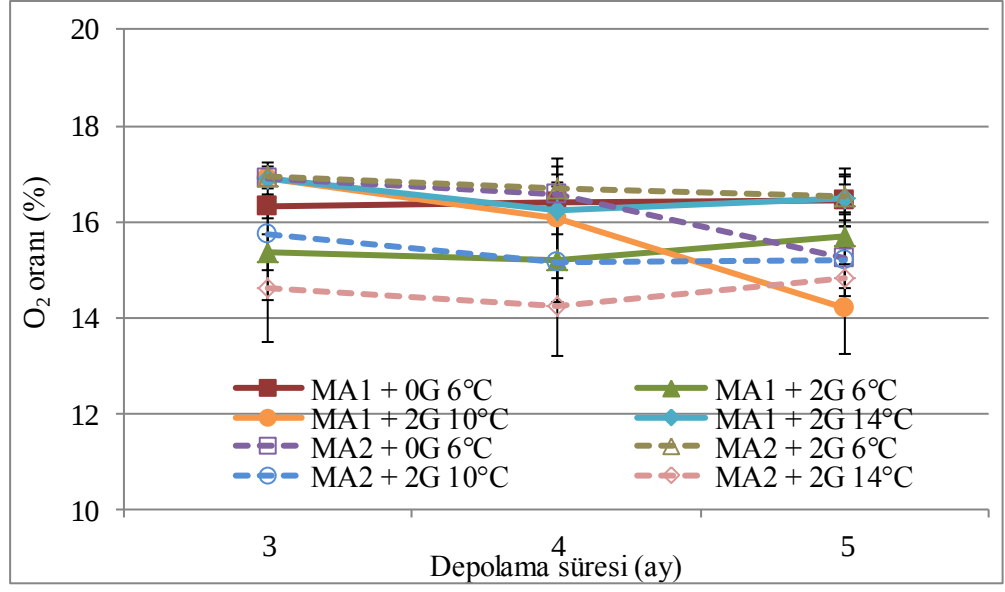
4.1. MA Ambalajlarındaki Gaz Bileşimi

Modifiye atmosfer (MA) ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının nar meyvelerinin yerleştirildiği ambalajların içindeki O₂ ve CO₂ oranları belli dönemlerde saptanmıştır. Depolama süresince MA ambalajları ve ön soğutma uygulamalarının nar meyvelerinin yerleştirildiği ambalaj içindeki O₂ oranlarına etkilerinde görülen değişimler Şekil 4.1 ve Çizelge 4.1’de verilmiştir.

MA ambalaj*önsoğutma interaksyonunun nar meyvelerinin yerleştirildiği ambalaj içindeki O₂ oranına etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. 5 aylık depolama sonrası ambalaj içi O₂ oranları %14,18 ile %16,53 arasında değişmiştir. Genel olarak depolama sürecinde ambalaj içi O₂ oranındaki değişimler çok sınırlı olmuştur.

Depolama süresince ambalaj içi O₂ oranına, farklı MA ambalajlarının etkisi birbirine benzerlik göstermiştir. 5 aylık depolama sonrası MA1 ve MA2 ambalajlarının O₂ oranları sırasıyla %14,70 ve %15,44 olarak saptanmıştır.

Önsoğutma uygulamalarının ambalaj içi O₂ oranına depolama süresince etkisi önemli farklılıklar göstermemiştir. 3, 4 ve 5 aylık depolama sonrası ambalaj içi O₂ oranları sırasıyla %15,75-16,60, %15,23-16,46 ve %14,68-16,11 arasında bir değişim göstermiştir.



Şekil 4.1. Depolama süresince MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının nar meyvelerinin yerleştirildiği ambalaj içindeki O₂ oranlarının değişimi (%).

Çizelge 4.1. Depolama süresince MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının nar meyvelerinin yerleştirildiği ambalaj içindeki O₂ oranlarının değişimi (%).

MA Ambalajı	Önsoğutma uygulamaları	Depolama süresi (ay)		
		3	4	5
MA1	0G 6°C	16,30 ^{ö.d.}	16,38 ^{ö.d.}	16,43 ^{ö.d.}
	2G 6°C	15,35	15,18	15,70
	2G 10°C	16,90	16,08	14,18
	2G 14°C	16,90	16,23	16,50
	<i>Ortalama</i>	16,36 ^{ö.d.}	15,96 ^{ö.d.}	15,70 ^{ö.d.}
MA2	0G 6°C	16,90 ^{ö.d.}	16,55 ^{ö.d.}	15,25 ^{ö.d.}
	2G 6°C	16,95	16,70	16,53
	2G 10°C	15,75	15,15	15,20
	2G 14°C	14,60	14,23	14,80
	<i>Ortalama</i>	16,05	15,65	15,44
Uygulamaları n ortalaması	0G 6°C	16,60 ^{ö.d.}	16,46 ^{ö.d.}	15,83 ^{ö.d.}
	2G 6°C	16,15	15,94	16,11
	2G 10°C	16,33	15,61	14,68
	2G 14°C	15,75	15,23	15,65

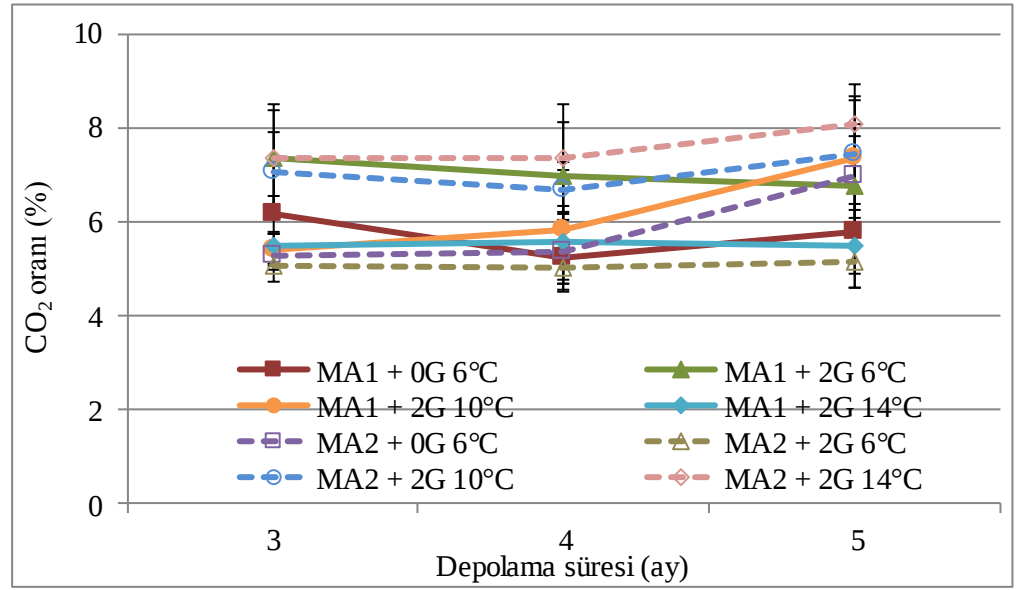
^{ö.d.}, önemli değil.

MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin yerleştirildiği ambalajların içindeki CO₂ oranlarına etkileri Şekil 4.2 ve Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Ambalaj içindeki CO₂ oranına, MA ambalaj*önsoğutma interaksyonunun etkisi birbirine benzerlik göstermiştir. 3, 4 ve 5 aylık depolama sonrası ambalaj içi CO₂ oranları sırasıyla %5,05-7,35, %5,03-7,35 ve %5,15-8,05 arasında değişmiştir. Genel olarak depolama sürecinde ambalaj içi CO₂ oranı kararlı bir değişim göstermemiştir.

Farklı MA ambalajlarının depolama süresince ambalaj içi CO₂ oranına, etkisi önemli bulunmamıştır. Depolama süresince MA ambalajların CO₂ oranı sırasıyla %5,89 ile %6,90 arasında bir değişim göstermiştir.

Önsoğutma uygulamalarının depolama süresince ambalaj içi CO₂ oranına etkisi istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermemiştir. 5 aylık depolama sonrası ambalaj içi CO₂ oranı %5,29-7,89 arasında değişmiştir.



Şekil 4.2. Depolama süresince MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının nar meyvelerinin yerleştirildiği ambalaj içindeki CO₂ oranlarının değişimi (%).

Çizelge 4.2. Depolama süresince MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının nar meyvelerinin yerleştirildiği ambalaj içindeki CO₂ oranlarının değişimi (%).

MA ambalajı	Önsoğutma uygulamaları	Depolama süresi (ay)		
		3	4	5
MA1	0G 6°C	6,15 ^{ö.d.}	5,23 ^{ö.d.}	5,77 ^{ö.d.}
	2G 6°C	7,35	6,98	6,75
	2G 10°C	5,40	5,80	7,33
	2G 14°C	5,50	5,55	5,48
	<i>Ortalama</i>	6,10 ^{ö.d.}	5,89 ^{ö.d.}	6,58 ^{ö.d.}
MA2	0G 6°C	5,25 ^{ö.d.}	5,35 ^{ö.d.}	6,95 ^{ö.d.}
	2G 6°C	5,05	5,03	5,15
	2G 10°C	7,05	6,65	7,45
	2G 14°C	7,35	7,35	8,05
	<i>Ortalama</i>	6,43	6,33	6,90
Uygulamaları n ortalaması	0G 6°C	5,70 ^{ö.d.}	5,29 ^{ö.d.}	6,36 ^{ö.d.}
	2G 6°C	6,20	6,00	5,95
	2G 10°C	6,23	6,23	7,89
	2G 14°C	6,93	6,91	6,76

^{ö.d.}, önemli değil.

4.2. Ağırlık Kaybı

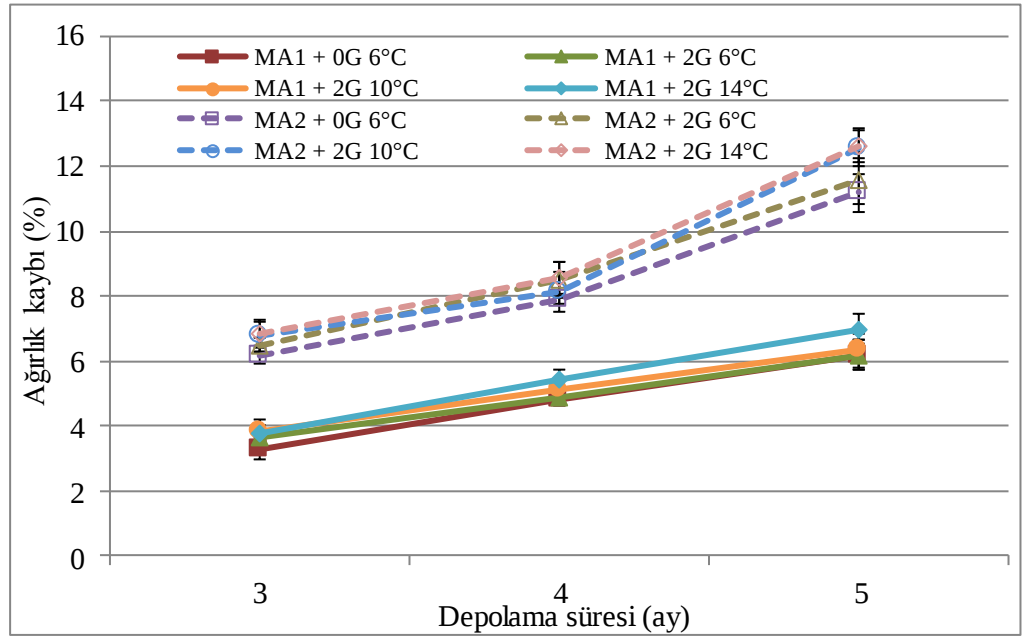
Farklı MA ambalajı ve önsoğutma uygulamasının depolama süresince nar meyvelerinin ağırlık kaybına etkileri Şekil 4.3 ve Çizelge 4.3’de sunulmuştur.

MA ambalaj*önsoğutma interaksiyonunun nar meyvelerinin ağırlık kaybına etkisi, incelenen depolama dönemleri sonrası önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. 3, 4 ve 5 aylık depolama sonrası her iki MA ambalajında da 2G 6°C uygulanan nar meyvelerin ağırlık kaybı en düşük bulunmuştur. 2G 14°C uygulanan nar meyvelerinin ağırlık kaybı her iki MA ambalajında da en yüksek olmuş veya en yüksek grup içinde yer almıştır. 5 aylık depolama sonunda MA2 ambalajındaki 2G 6°C uygulanan nar meyvelerinin ağırlık kaybı (%11,55), 2G 6°C uygulamasına (%11,18) benzerlik göstermiştir. Depolama süresinin ilerlemesiyle tüm uygulamalardaki nar meyvelerinin ağırlık kaybında kararlı bir artış görülmüştür.

Nar meyvelerinin ağırlık kaybına farklı MA ambalajlarının etkisi, incelenen tüm depolama dönemleri sonrası istatistiksel anlamda önemli ($P \leq 0.01$)

bulunmuştur. İncelenen depolama dönemleri sonrası MA2 ambalajlarında muhafaza edilen nar meyvelerinin ağırlık kaybının, MA1 ambalajına göre belirgin şekilde daha yüksek olduğu saptanmıştır. MA2 ambalajındaki nar meyvelerinin ağırlık kaybı, MA1 ambalajına göre 3, 4 ve 5 aylık depolama sonrası sırasıyla %80,3, %63,4 ve %86,7 oranında daha yüksek bulunmuştur.

Depolama dönemlerinin sonunda nar meyvelerinin ağırlık kaybında, önsoğutma uygulamalarına bağlı olarak ortaya çıkan değişimler önemli ($P \leq 0.05$) olmuştur. 3 aylık depolama sonunda 0G 6°C uygulanan nar meyvelerinin ağırlık kaybı (%4,75) diğer uygulamalara (%5,08-%5,30) göre daha düşük bulunmuştur. Depolama süresinin ilerlemesiyle 0G 6°C uygulanan meyvelerinin ağırlık kaybı en düşük olmuş, 5 aylık depolama sonunda 2G 6°C uygulamasının ağırlık kaybı da (%8,87) bu uygulama ile benzerlik göstermiştir.



Şekil 4.3. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin ağırlık kaybına etkileri (%).

Çizelge 4.3. MA ambalaj ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin ağırlık kaybına etkileri (%).

MA ambalajı	Önsoğutma uygulamaları	Depolama süresi (ay)		
		3	4	5
MA1	0G 6°C	3,31 b ^{z*}	4,81 b*	6,18 b*
	2G 6°C	3,66 a	4,90 ab	6,18 ab
	2G 10°C	3,82 a	5,13 ab	6,32 ab
	2G 14°C	3,77 a	5,41 a	6,97 a
	<i>Ortalama</i>	3,64**	5,06**	6,41**
MA2	0G 6°C	6,19 b*	7,90 b*	11,18 b*
	2G 6°C	6,49 a	8,51 a	11,55 b
	2G 10°C	6,75 a	8,11 ab	12,53 a
	2G 14°C	6,82 a	8,56 a	12,64 a
	<i>Ortalama</i>	6,56	8,27	11,98
Uygulamaların ortalaması	0G 6°C	4,75 B*	6,36 B*	8,68 B*
	2G 6°C	5,08 A	6,71 AB	8,87 B
	2G 10°C	5,29 A	6,62 AB	9,43 A
	2G 14°C	5,30 A	6,99 A	9,81 A

^z MA ambalajları*önsoğutma interaksyonu ortalamaları arasındaki farklılıklar her MA ambalaj için ayrı ayrı Duncan testiyle $P \leq 0.05$ 'e göre belirlenmiştir.

^{o.d.}, önemli değil; * $P \leq 0.05$ veya ** $P \leq 0.01$ 'e göre önemli.

4.3. Çürüklük Gelişimi

MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin çürüklük gelişimine etkileri Şekil 4.4 ve Çizelge 4.4'de verilmiştir.

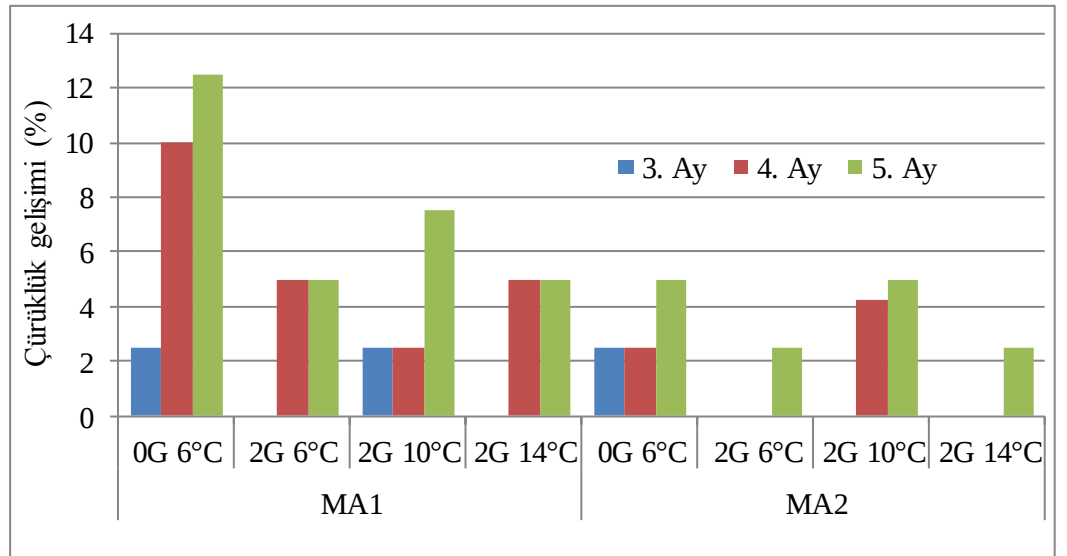
Nar meyvelerinin çürüklük gelişimi oranlarına MA ambalaj*önsoğutma interaksyonunun etkisi depolama süresince istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Ancak depolama süresince MA1 ambalajında 0G 6°C uygulanan nar meyvelerinde çürüklük gelişim oranları daha yüksek değerler vermiştir. Bu önsoğutma uygulaması, benzer etkiyi MA2 ambalajında göstermemiştir.

Nar meyvelerinin çürüklük gelişimine, farklı MA ambalajlarının etkisi 5 aylık depolama sonrası istatistiksel anlamda önemli ($P \leq 0.05$) farklılıklar gösterirken, 3 ve 4 aylık depolama sonrası önemsiz olmuştur. 5 aylık depolama sonrası MA1 ambalajında ortalama çürüklük gelişimi oranları (%11,88), MA2 ambalajına (%6,25) göre daha yüksek değerler vermiştir. MA1 ambalajında

muhafaza edilen nar meyvelerinde 3 ve 4 aylık depolama sonunda saptanan çürüklük gelişimi oranları sırasıyla %1,25 ve %5,63 olarak saptanırken, MA2 ambalajında ise sırasıyla %0,63 ve %3,75 olarak saptanmıştır.

Önsoğutma uygulamalarındaki nar meyvelerinin çürüklük gelişimi oranları depolama süresince birbirine benzerlik göstermiştir. Depolama süresince 0G 6°C uygulanan nar meyvelerinde çürüklük gelişim oranları daha yüksek olma eğilimi göstermiştir. 3, 4 ve 5 aylık depolama sonunda saptanan çürüklük gelişimi oranları sırasıyla %0,00-%2,50, %3,75-%6,25 ve %7,5-%11,25 arasında değişmiştir.

Depolama süresince nar meyvelerinde, gri küf (*Botrytis cinerea*) çürüklük etmeninin yarattığı boyun çürüklüğü (Şekil 4.5) gözlenmiştir. Bunun yanı sıra az sayıda kahverengi leke hastalığı (*Alternaria alternata*) (Şekil 4.6) tespit edilmiştir.



Şekil 4.4. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin çürüklük gelişim oranlarına etkileri (%).

Çizelge 4.4. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin çürüklük gelişim oranlarına etkileri.

MA ambalajı	Önsoğutma uygulamaları	Depolama süresi (ay)		
		3	4	5
MA1	0G 6°C	2,50 ^{ö.d.}	7,50 ^{ö.d.}	15,00 ^{ö.d.}
	2G 6°C	0,00	7,50	12,50
	2G 10°C	2,50	2,50	10,00
	2G 14°C	0,00	5,00	10,00
	<i>Ortalama</i>	1,25	5,63	11,88 ^{z*}
MA2	0G 6°C	2,50 ^{ö.d.}	5,00 ^{ö.d.}	7,50 ^{ö.d.}
	2G 6°C	0,00	2,50	7,50
	2G 10°C	0,00	5,00	5,00
	2G 14°C	0,00	2,50	5,00
	<i>Ortalama</i>	0,63	3,75	6,25
Uygulamaların ortalaması	0G 6°C	2,50 ^{ö.d.}	6,25 ^{ö.d.}	11,25 ^{ö.d.}
	2G 6°C	0,00	5,00	10,00
	2G 10°C	1,25	3,75	7,50
	2G 14°C	0,00	3,75	7,50

^{ö.d.}, önemli değil; * $P \leq 0.05$ 'e göre önemli.



Şekil 4.5. Nar meyvelerinde gri küf (*Botrytis cinerea*) çürüklük etmeninin neden olduğu boyun çürüklüğü.



Şekil 4.6. Nar meyvelerinde kahverengi leke hastalığı (*Alternaria alternata*) çürüklük etmeninden ileri gelen çürüklük gelişimi.

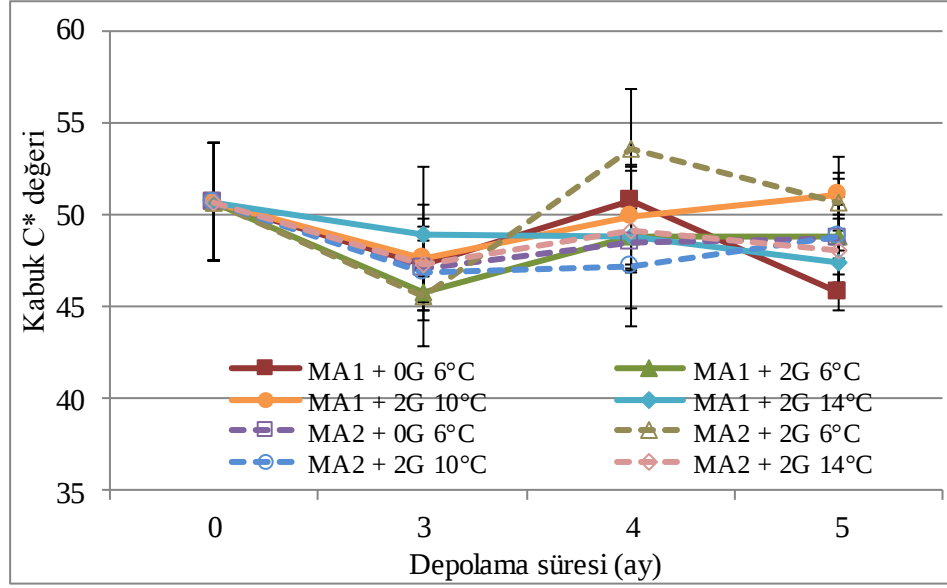
4.4 Nar Meyvelerinin Kabuk ve Tanelerindeki Renk Değişimleri

Nar meyvelerinin kabuğunun parlaklığı-canlılığı ile matlığı-donukluğunu ifade eden kroma (C^*) değerine, depolama süresince MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının etkileri Şekil 4.7 ve Çizelge 4.5’de sunulmuştur.

MA ambalaj*önsoğutma interaksiyonunun nar meyvelerinin kabuğunun C^* değerine etkisi depolama süresince istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermemiştir. Depolama süresince nar meyvelerin kabuk C^* değeri 45,58 ile 53,58 arasında bir değişim göstermiştir. Depolama öncesi 56,67 olan kabuğun C^* değerlerindeki değişimler, depolama süresince çok sınırlı olmuştur.

Farklı MA ambalajlarının depolama süresince nar meyvelerinin C^* değerine etkisi birbirine benzerlik göstermiştir. 3 aylık depolama sonunda MA1 ve MA2 ambalajlarındaki nar meyvelerinin kabuk C^* değeri sırasıyla 47,41 ve 46,68 olurken, 5 aylık depolama sonunda ise sırasıyla 48,25 ve 49,02 olarak saptanmıştır.

Önsoğutma uygulamalarının nar meyvelerinin kabuk C^* değerine depolama süresince etkisi önemsiz olmuştur. 3 ve 5 aylık depolama sonrası nar meyvelerin kabuk C^* değeri 45,69-48,08 ve 47,19-49,92 arasında değişmiştir.



Şekil 4.7. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin kabuk C* değerine etkileri.

Çizelge 4.5. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin kabuk C* değerine etkileri.

MA ambalajı	Önsoğutma uygulamaları	Depolama süresi (ay)			
		0	3	4	5
MA1	0G 6°C	50,67	47,32 ^{ö.d.}	50,71 ^{ö.d.}	45,76 ^{ö.d.}
	2G 6°C		45,79	48,77	48,83
	2G 10°C		47,61	49,82	51,04
	2G 14°C		48,92	48,80	47,39
	<i>Ortalama</i>		47,41 ^{ö.d.}	49,52 ^{ö.d.}	48,25 ^{ö.d.}
MA2	0G 6°C	50,67	47,0 ^{ö.d.}	48,41 ^{ö.d.}	48,63 ^{ö.d.}
	2G 6°C		45,58	53,58	50,62
	2G 10°C		46,89	47,21	48,79
	2G 14°C		47,24	49,11	48,04
	<i>Ortalama</i>		46,68	49,58	49,02
Uygulamaların ortalaması	0G 6°C	50,67	47,17 ^{ö.d.}	49,56 ^{ö.d.}	47,19 ^{ö.d.}
	2G 6°C		45,69	51,17	49,72
	2G 10°C		47,25	48,51	49,92
	2G 14°C		48,08	48,95	47,71

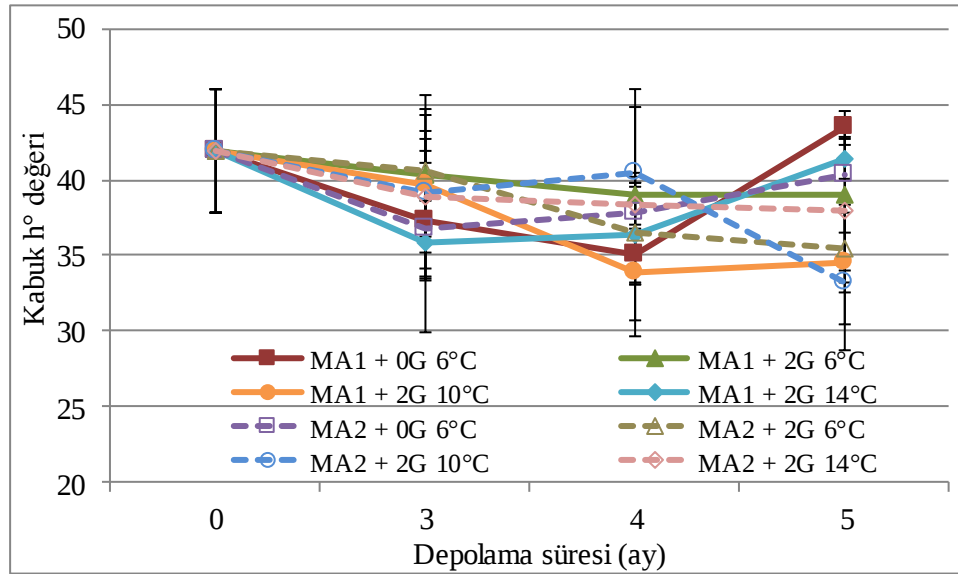
^{ö.d.}, önemli değil.

MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin kabuğunun hue açısı (h°) değerine etkileri Şekil 4.8 ve Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Nar meyvelerinin kabuğunun h° değerine MA ambalaj*önsoğutma interaksiyonunun etkisi depolama süresince birbirine benzerlik göstermiştir. Depolama öncesi 35,58 olan nar kabuğunun h° değeri, depolama süresince 31,87 ile 43,44 arasında değişmiştir. Nar meyvelerinin h° değerlerindeki depolama süresince saptanan değişimleri çok sınırlı olmuştur.

Depolama süresince nar meyvelerinin kabuk h° değerine, farklı MA ambalajlarının etkisi önemli farklılıklar göstermemiştir. 5 aylık depolama sonunda MA1 ve MA2 ambalajlarında nar meyvelerinin kabuk h° değeri sırasıyla 39,59 ve 36,78 olarak saptanmıştır.

Önsoğutma uygulamalarının nar meyvelerinin kabuk h° değerine etkisi 5 aylık depolama sonunda istatistiksel anlamda önemli ($P \leq 0.05$) bulunurken, 3 ve 4 aylık depolama sonunda ise önemsiz bulunmuştur. 5 aylık depolama sonrası 0G 6°C uygulanan nar meyvelerin kabuk h° değeri 41,89 ile en yüksek bulunmuştur. Nar meyvelerin kabuk h° değeri 3 ve 4 aylık depolama sonrası birbirine benzerlik göstermiş ve sırasıyla 37,04-40,48 ve 36,17-37,71 arasında değişmiştir.



Şekil 4.8. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin kabuk h° değerine etkileri.

Çizelge 4.6. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin kabuk h° değerine etkileri.

MA ambalajı	Önsoğutma uygulamaları	Depolama süresi (ay)			
		0	3	4	5
MA1	0G 6°C	41,89	37,26 ^{ö.d.}	35,04 ^{ö.d.}	43,44 ^{ö.d.}
	2G 6°C		40,36	38,98	39,02
	2G 10°C		39,71	33,87	34,57
	2G 14°C		35,86	36,36	41,34
	<i>Ortalama</i>		38,30 ^{ö.d.}	36,06 ^{ö.d.}	39,59 ^{ö.d.}
MA2	0G 6°C	41,89	36,83 ^{ö.d.}	37,81 ^{ö.d.}	40,34 ^{ö.d.}
	2G 6°C		40,61	36,45	35,49
	2G 10°C		39,10	40,47	33,28
	2G 14°C		38,85	38,30	38,01
	<i>Ortalama</i>		38,85	38,26	36,78
Uygulamaların ortalaması	0G 6°C	41,89	37,04 ^{ö.d.}	36,43 ^{ö.d.}	41,89 A*
	2G 6°C		40,48	37,71	37,25 BC
	2G 10°C		39,40	37,17	33,93 C
	2G 14°C		37,35	37,33	39,68 AB

^zÖnsoğutma uygulamalarının her sütundaki ortalamaları arasındaki farklılıklar Duncan testiyle $P \leq 0.05$ 'e göre belirlenmiştir.

^{ö.d.}, önemli değil; * $P \leq 0.05$ 'e göre önemli.

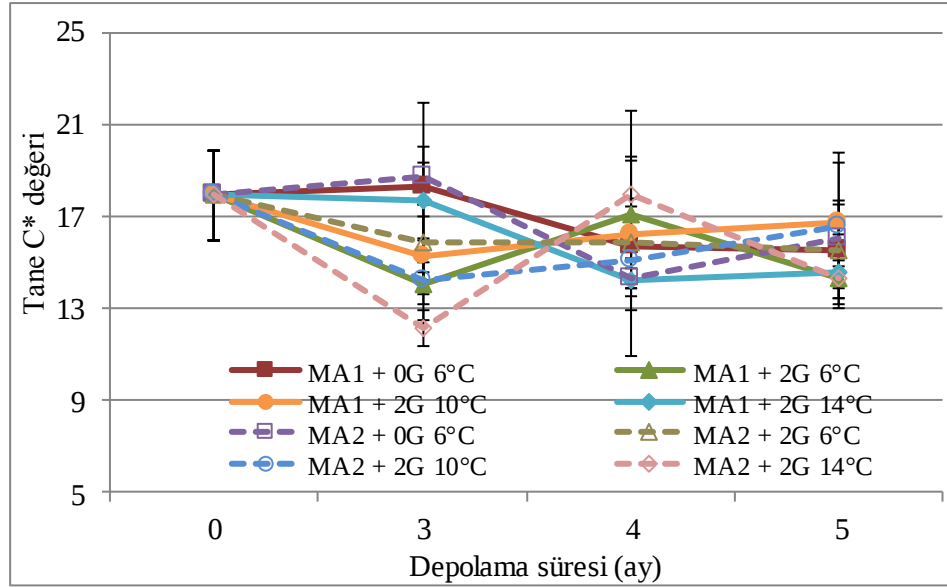
Nar tanesinin C^* değerine, depolama süresince MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının etkileri Şekil 4.9 ve Çizelge 4.7'da sunulmuştur.

MA ambalaj*önsoğutma interaksiyonunun nar tanelerinin C^* değerine etkisi 3 aylık depolama sonunda önemli ($P \leq 0.01$) farklılıklar gösterirken, ilerleyen depolama döneminde bu etki kaybolmuştur. 3 aylık depolama sonrası her iki MA ambalajında 0G 6°C uygulanan nar meyvelerinin tane C^* değeri en yüksek bulunmuş, MA ambalajında 2G 6°C, MA2 ambalajında ise 2G 14°C uygulaması en düşük değeri vermiştir. Depolama süresinin ilerleyen dönemlerinde (4. ay ve 5. ay) nar tanelerinin C^* değeri birbirine benzerlik göstermiştir. 5 aylık depolama sonunda nar meyvelerinin C^* değeri 14,31-17,59 arasında değişmiştir. Nar tanelerinin C^* değeri (17,90), depolama sonunda tüm uygulamalarda başlangıca göre çok hafif bir azalış eğilimi göstermiştir.

Farklı MA ambalajlarının depolama süresince nar tanelerinin C^* değerine etkisi birbirine benzerlik göstermiştir. 5 aylık depolama sonunda nar tanelerinin

C* değeri MA1 ve MA2 ambalajlarında sırasıyla 15,27 ve 15,63 olarak saptanmıştır.

Nar tanelerinin C* değerine önsoğutma uygulamalarının etkisi 3 aylık depolama sonunda istatistiksel anlamda önemli ($P \leq 0.05$) bulunurken, 4 ve 5 aylık depolama sonunda ise önemsiz bulunmuştur. 3 aylık depolama sonrası 0G 6°C uygulanan nar tanelerinin C* değeri en yüksek (17,07) bulunmuş, 2G 6°C uygulaması (16,40) bu uygulamaya benzerlik göstermiştir. Nar tanelerinin h° değeri 4 ve 5 aylık depolama sonrası birbirine benzerlik göstermiş ve sırasıyla 15,00-16,46 ve 14,46-16,65 arasında değişmiştir.



Şekil 4.9. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin kabuk C* değerine etkileri.

Çizelge 4.7. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin kabuk C* değerine etkileri.

MA ambalajı	Önsoğutma uygulamaları	Depolama süresi (ay)			
		0	3	4	5
MA1	0G 6°C	17,90	18,25 a ^{z**}	15,67 ^{ö.d.}	15,47 ^{ö.d.}
	2G 6°C		14,05 c	17,06	14,31
	2G 10°C		15,29 bc	16,24	16,70
	2G 14°C		17,71 ab	14,18	14,59
	<i>Ortalama</i>		16,33 ^{ö.d.}	15,79 ^{ö.d.}	15,27 ^{ö.d.}
MA2	0G 6°C	17,90	18,75 a ^{**}	14,34 ^{ö.d.}	16,05 ^{ö.d.}
	2G 6°C		15,89 b	15,85	15,54
	2G 10°C		14,20 bc	15,07	16,59
	2G 14°C		12,10 c	17,96	14,33
	<i>Ortalama</i>		15,23	15,81	15,63
Uygulamaların ortalaması	0G 6°C	17,90	17,07 A [*]	15,00 ^{ö.d.}	15,76 ^{ö.d.}
	2G 6°C		16,40 AB	16,46	14,93
	2G 10°C		14,74 B	15,65	16,65
	2G 14°C		14,91 B	16,07	14,46

^z MA ambalajları*önsoğutma interaksyonu ortalamaları arasındaki farklılıklar her MA ambalaj için ayrı ayrı Duncan testiyle $P \leq 0.05$ 'e göre belirlenmiştir.

^{ö.d.}, önemli değil; ^{*} $P \leq 0.05$ veya ^{**} $P \leq 0.01$ 'e göre önemli.

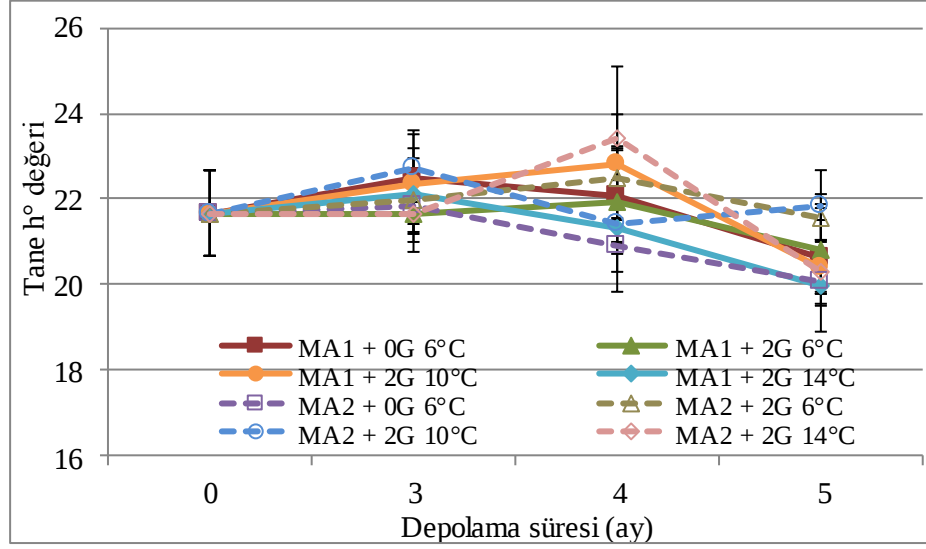
MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar tanelerinin h° değerine etkileri Şekil 4.10 ve Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Nar tanelerinin h° değerine MA ambalaj*önsoğutma interaksyonunun etkisi depolama süresince birbirine benzerlik göstermiştir. Depolama süresince nar tanelerinin h° değeri 19,98 ile 23,43 arasında değişmiştir. Nar tanelerinin h° değerlerindeki depolama süresince saptanan değişimleri çok sınırlı olmuştur.

Depolama süresince nar tanelerinin h° değerine, farklı MA ambalajlarının etkisi önemli farklılıklar göstermemiştir. Depolama öncesi nar tanelerinin 21,67 olan h° değeri, 5 aylık depolama sonunda MA1 ve MA2 ambalajlarında sırasıyla 20,46 ve 20,95 olarak saptanmıştır.

Önsoğutma uygulamalarının nar tanelerinin h° değerine depolama süresince etkisi önemsiz bulunmuştur. Nar tanelerinin h° değeri 3 ve 5 aylık depolama

sonrası birbirine benzerlik göstermiş ve sırasıyla 21,49-22,39 ve 20,14-21,19 arasında değişmiştir.



Şekil 4.10. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar tanelerinin h° değerine etkileri.

Çizelge 4.8. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar tanelerinin h° değerine etkileri.

MA ambalajı	Önsoğutma uygulamaları	Depolama süresi (ay)			
		0	3	4	5
MA1	0G 6°C	21,67	22,47 ^{ö.d.}	22,06 ^{ö.d.}	20,65 ^{ö.d.}
	2G 6°C		21,67	21,95	20,80
	2G 10°C		22,35	22,82	20,41
	2G 14°C		22,10	21,34	19,98
	<i>Ortalama</i>		22,15 ^{ö.d.}	22,04 ^{ö.d.}	20,46 ^{ö.d.}
MA2	0G 6°C	21,67	21,85 ^{ö.d.}	20,91 ^{ö.d.}	20,09 ^{ö.d.}
	2G 6°C		21,97	22,47	21,58
	2G 10°C		22,71	21,42	21,84
	2G 14°C		21,65	23,43	20,30
	<i>Ortalama</i>		22,04	22,06	20,95
Uygulamaların ortalaması	0G 6°C	21,67	22,16 ^{ö.d.}	21,49 ^{ö.d.}	20,37 ^{ö.d.}
	2G 6°C		21,82	22,21	21,19
	2G 10°C		22,53	22,12	21,12
	2G 14°C		21,87	22,39	20,14

^{ö.d.}, önemli değil.

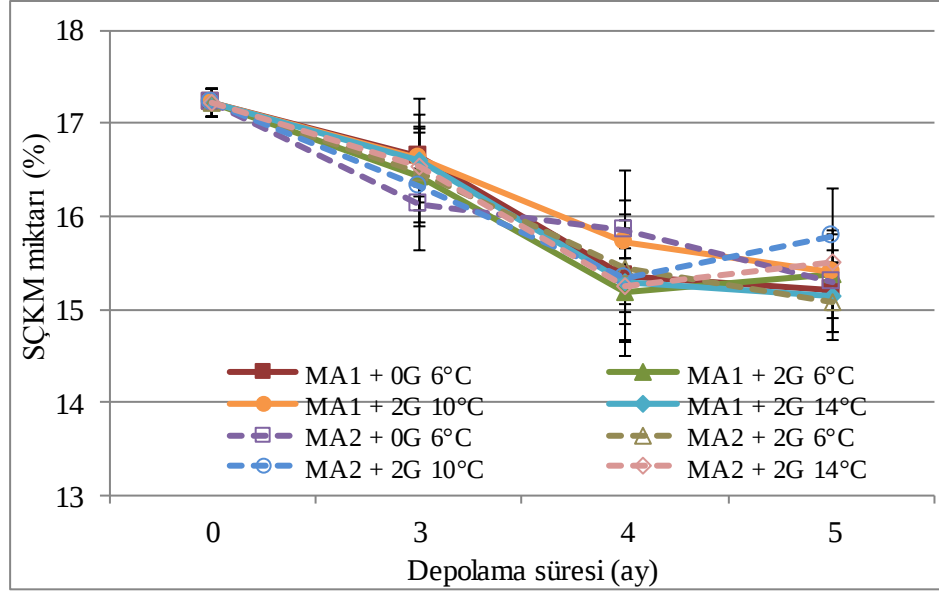
4.5. Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) Miktarı

Depolama süresince nar meyvelerinin SÇKM miktarına, MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının etkileri Şekil 4.11 ve Çizelge 4.9’da verilmiştir.

MA ambalaj*önsoğutma interaksyonunun nar meyvelerinin SÇKM miktarına etkisi istatistiksel anlamda önemsiz olmuştur. İncelenen depolama dönemlerinde nar meyvelerinin SÇKM miktarındaki değişimler çok sınırlı kalmış, 5 aylık depolama sonunda uygulamaların SÇKM miktarı %15,08 ile %15,78 arasında değişmiştir. Depolamanın sonunda uygulamalardaki nar meyvelerin SÇKM miktarı, başlangıçtaki SÇKM değeri olan %17.23 göre kısmi bir azalış (%10,95) göstermiştir.

Depolama süresince nar meyvelerinin SÇKM miktarına, farklı MA ambalajlarının etkisi önemli farklılıklar göstermemiştir. 3 aylık depolama sonunda MA1 ve MA2 ambalajlarındaki nar meyvelerinin SÇKM miktarı sırasıyla %16,58 ve %16,36 olarak saptanırken, 5 aylık depolama sonunda %15,28 ve %15,41 olarak saptanmıştır.

Önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin SÇKM miktarına etkisi birbirine benzerlik göstermiştir. Depolama sonunda nar meyvelerinin SÇKM miktarı, önsoğutma uygulamalarına göre %15,23 ile %15,59 arasında değişmiştir.



Şekil 4.11. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin SÇKM miktarına etkileri (%).

Çizelge 4.9. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin SÇKM miktarına etkileri (%).

MA ambalajı	Önsoğutma uygulamaları	Depolama süresi (ay)			
		0	3	4	5
MA1	0G 6°C	17,23	16,65 ^{ö.d.}	15,35 ^{ö.d.}	15,20 ^{ö.d.}
	2G 6°C		16,43	15,18	15,38
	2G 10°C		16,63	15,73	15,40
	2G 14°C		16,60	15,30	15,13
	<i>Ortalama</i>		16,58 ^{ö.d.}	15,39 ^{ö.d.}	15,28 ^{ö.d.}
MA2	0G 6°C	17,23	16,13 ^{ö.d.}	15,85 ^{ö.d.}	15,28 ^{ö.d.}
	2G 6°C		16,48	15,43	15,08
	2G 10°C		16,33	15,33	15,78
	2G 14°C		16,53	15,25	15,50
	<i>Ortalama</i>		16,36	15,46	15,41
Uygulamaların ortalaması	0G 6°C	17,23	16,39 ^{ö.d.}	15,60 ^{ö.d.}	15,24 ^{ö.d.}
	2G 6°C		16,45	15,30	15,23
	2G 10°C		16,48	15,53	15,59
	2G 14°C		16,56	15,28	15,31

^{ö.d.}, önemli değil.

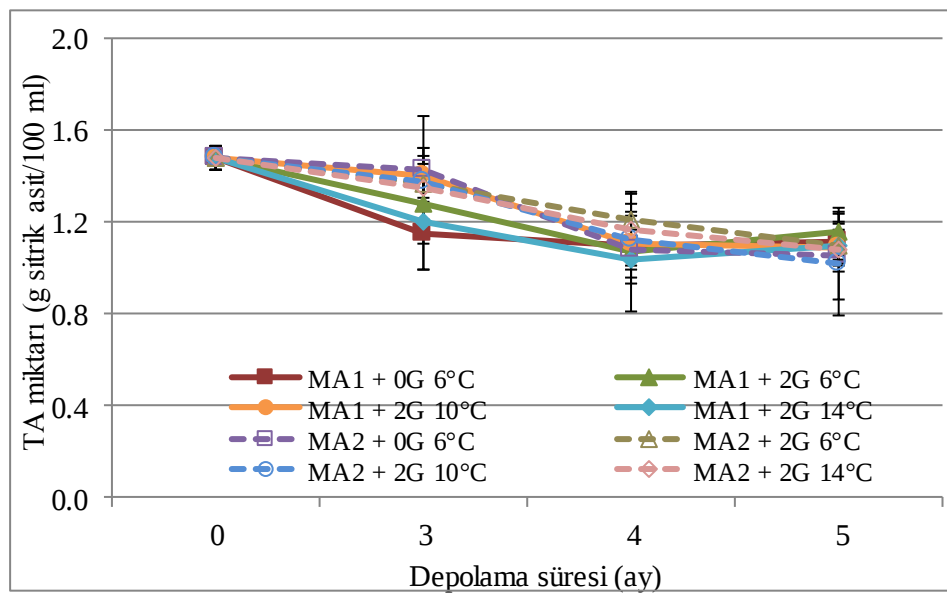
4.6. Titre Edilebilir Asit (TA) Miktarı

MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin TA miktarına etkileri Şekil 4.12 ve Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Nar meyvelerinin TA miktarına, MA ambalaj*önsoğutma interaksyonunun etkisi depolama süresince önemli farklılıklar göstermemiştir. Depolama sonunda nar meyvelerinin TA miktarı 1,06 g sitrik asit/100 ml ile 1,12 g sitrik asit/100 ml arasında değişmiştir. Depolama öncesi 1,38 g sitrik asit/100 ml olan nar meyvelerinin TA miktarı, depolama sonunda azalmış, 1,09 g sitrik asit/100 ml’ye gerilemiştir.

Depolama süresince nar meyvelerinin TA miktarına, MA1 ve MA2 ambalajlarının etkisi birbirine benzerlik göstermiştir. 5 aylık depolama sonunda nar meyvelerinin TA miktarı MA1 ve MA2 ambalajlarında sırasıyla 1.12 g sitrik asit/100 ml ve 1,06 g sitrik asit/100 ml olarak saptanmıştır.

Önsoğutma uygulamalarının nar meyvelerinin TA miktarına etkisi depolama süresince önemsiz bulunmuştur. Nar meyvelerinin TA miktarı, 3 ve 5 aylık depolama sonrası birbirine benzerlik göstermiş ve sırasıyla 1,27-1,39 g sitrik asit/100 ml ve 1,05-1,13 g sitrik asit/100 ml arasında değişmiştir.



Şekil 4.12. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin TA miktarına etkileri (g sitrik asit/100 ml).

Çizelge 4.10. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin TA miktarına etkileri (g sitrik asit/100 ml).

MA ambalajı	Önsoğutma uygulamaları	Depolama süresi (ay)			
		0	3	4	5
MA1	0G 6°C	1,48	1,15 ^{ö.d.}	1,10 ^{ö.d.}	1,12 ^{ö.d.}
	2G 6°C		1,28	1,07	1,16
	2G 10°C		1,40	1,11	1,09
	2G 14°C		1,20	1,04	1,10
	<i>Ortalama</i>		1,26 ^{ö.d.}	1,08 ^{ö.d.}	1,12 ^{ö.d.}
MA2	0G 6°C	1,48	1,43 ^{ö.d.}	1,08 ^{ö.d.}	1,06 ^{ö.d.}
	2G 6°C		1,37	1,21	1,10
	2G 10°C		1,38	1,13	1,02
	2G 14°C		1,35	1,17	1,08
	<i>Ortalama</i>		1,38	1,15	1,06
Uygulamaların ortalaması	0G 6°C	1,48	1,29 ^{ö.d.}	1,09 ^{ö.d.}	1,09 ^{ö.d.}
	2G 6°C		1,33	1,14	1,13
	2G 10°C		1,39	1,12	1,05
	2G 14°C		1,27	1,10	1,09

^{ö.d.}, önemli değil.

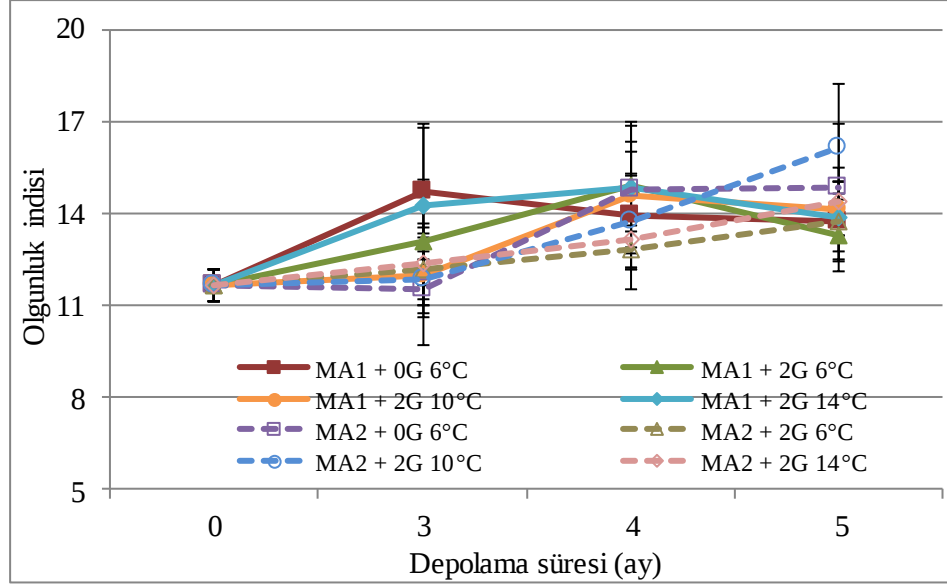
4.7. Olgunluk İndisi

Depolama süresince nar meyvelerinin olgunluk indisine, MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının etkileri Şekil 4.13 ve Çizelge 4.11’de verilmiştir.

MA ambalaj*önsoğutma interaksiyonunun nar meyvelerinin olgunluk indisine etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. İncelenen depolama dönemlerinde nar meyvelerinin olgunluk indisindeki değişimler çok sınırlı kalmış, 5 aylık depolama sonunda uygulamaların olgunluk indisi 13,26 ile 15,47 arasında değişmiştir. Depolamanın sonunda tüm uygulamalardaki nar meyvelerin olgunluk indisi, başlangıçtaki olgunluk indisi olan 11,64’e göre kısmi bir artış göstermiştir.

Farklı MA ambalajlarının depolama süresince nar meyvelerinin olgunluk indisine etkisi önemli farklılıklar göstermemiştir. Nar meyvelerin olgunluk indisi 3 aylık depolama sonunda MA1 ve MA2 ambalajlarında sırasıyla 11,86 ve 13,16 olarak saptanırken, 5 aylık depolama sonunda 13,64 ve 14,54 olarak saptanmıştır.

Depolama süresince nar meyvelerinin olgunluk indisine önsoğutma uygulamalarının etkisi birbirine benzerlik göstermiştir. Depolama sonunda nar meyvelerinin olgunluk indisi, önsoğutma uygulamalarına göre 13,48 ile 14,80 arasında bir değişim göstermiştir.



Şekil 4.13. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin olgunluk indisine etkileri.

Çizelge 4.11. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin olgunluk indisine etkileri.

MA ambalajı	Önsoğutma uygulamaları	Depolama süresi (ay)			
		0	3	4	5
MA1	0G 6°C	11,64	14,48 ^{ö.d.}	13,95 ^{ö.d.}	13,57 ^{ö.d.}
	2G 6°C		12,84	14,19	13,26
	2G 10°C		11,88	14,17	14,13
	2G 14°C		13,83	14,71	13,75
	Ortalama		13,16 ^{ö.d.}	14,25 ^{ö.d.}	13,64 ^{ö.d.}
MA2	0G 6°C	11,64	11,28 ^{ö.d.}	14,68 ^{ö.d.}	14,42 ^{ö.d.}
	2G 6°C		12,03	12,75	13,71
	2G 10°C		11,83	13,57	15,47
	2G 14°C		12,24	13,03	14,35
	Ortalama		11,86	13,44	14,54
Uygulamaların ortalaması	0G 6°C	11,64	12,88 ^{ö.d.}	14,32 ^{ö.d.}	13,99 ^{ö.d.}
	2G 6°C		12,43	13,47	13,48
	2G 10°C		11,86	13,87	14,80
	2G 14°C		13,04	13,87	14,05

^{ö.d.}, önemli değil.

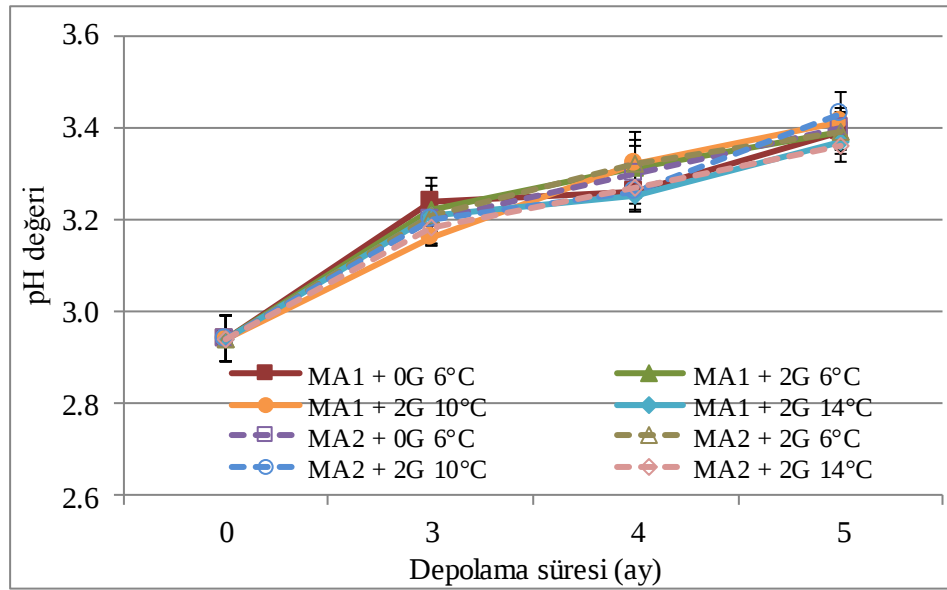
4.8. pH Değeri

MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin pH değerine etkileri Şekil 4.14 ve Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Nar meyvelerinin pH değerine MA ambalaj*önsoğutma interaksiyonunun etkisi depolama süresince önemli farklılıklar göstermemiştir. 5 aylık depolama sonunda nar meyvelerinin pH değeri 3,36 ile 3,43 arasında değişmiştir. Depolama öncesi nar meyvelerinin 2,94 olan pH değeri, depolama süresince tüm uygulamalarda kararlı bir artış göstermiş, depolama sonunda 3,40’a yükselmiştir.

Depolama süresince nar meyvelerinin pH değerine, farklı MA ambalajlarının etkisi birbirine benzerlik göstermiştir. Nar meyvelerinin pH değeri, 5 aylık depolama sonunda MA1 ve MA2 ambalajlarında sırasıyla 3,39 ve 3,40 olarak saptanmıştır.

Önsoğutma uygulamalarının nar meyvelerinin pH değerine depolama süresince etkisi önemsiz bulunmuştur. Nar meyvelerinin pH değeri 3 ve 5 aylık depolama sonrası birbirine benzerlik göstermiş ve sırasıyla 3,18-3,22 ve 3,37-3,42 arasında değişmiştir.



Şekil 4.14. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin pH değerine etkileri.

Çizelge 4.12. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin pH değerine etkileri.

MA ambalajı	Önsoğutma uygulamaları	Depolama süresi (ay)			
		0	3	4	5
MA1	0G 6°C	2,94	3,24 ^{ö.d.}	3,26 ^{ö.d.}	3,39 ^{ö.d.}
	2G 6°C		3,22	3,31	3,39
	2G 10°C		3,16	3,32	3,41
	2G 14°C		3,21	3,25	3,37
	<i>Ortalama</i>		3,21 ^{ö.d.}	3,29 ^{ö.d.}	3,39 ^{ö.d.}
MA2	0G 6°C	2,94	3,20 ^{ö.d.}	3,30 ^{ö.d.}	3,40 ^{ö.d.}
	2G 6°C		3,21	3,32	3,39
	2G 10°C		3,20	3,26	3,43
	2G 14°C		3,18	3,27	3,36
	<i>Ortalama</i>		3,20	3,29	3,40
Uygulamaların ortalaması	0G 6°C	2,94	3,22 ^{ö.d.}	3,28 ^{ö.d.}	3,40 ^{ö.d.}
	2G 6°C		3,22	3,32	3,39
	2G 10°C		3,18	3,29	3,42
	2G 14°C		3,20	3,26	3,37

^{ö.d.}, önemli değil.

4.9. Toplam Fenol Miktarı

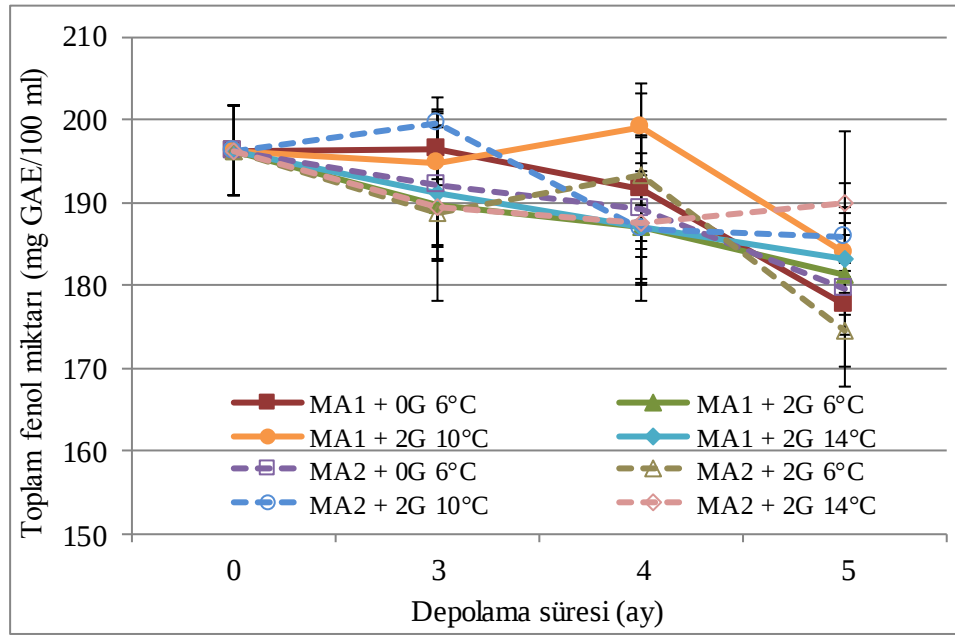
Depolama süresince nar meyvelerinin toplam fenol miktarına, MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının etkileri Şekil 4.15 ve Çizelge 4.13’de sunulmuştur.

MA ambalaj*önsoğutma interaksiyonunun nar meyvelerinin toplam fenol miktarına etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. İncelenen depolama dönemlerinde nar meyvelerinin toplam fenol miktarındaki değişimler çok sınırlı olmuş, 5 aylık depolama sonunda uygulamaların toplam fenol miktarı 174,6 mg GAE/100 ml ile 189,8 mg GAE/100 ml arasında değişmiştir. Depolamanın sonunda tüm uygulamalardaki nar meyvelerinin toplam fenol miktarı, başlangıçtaki toplam fenol miktarı olan 196,3 göre kısmi bir azalış göstermiştir.

Farklı MA ambalajlarının depolama süresince nar meyvelerinin toplam fenol miktarına etkisi önemli farklılıklar göstermemiştir. Nar meyvelerin toplam fenol miktarına 3 aylık depolama sonunda MA1 ve MA2 ambalajlarında sırasıyla

193,1 mg GAE/100 ml ve 192,5 mg GAE/100 ml olarak saptanırken, 5 aylık depolama sonunda ise 180,4 mg GAE/100 ml ve 182,4 mg GAE/100 ml olarak saptanmıştır.

Depolama süresince nar meyvelerinin toplam fenol miktarına, önsoğutma uygulamalarının etkisi birbirine benzerlik göstermiştir. Depolama sonunda nar meyvelerinin olgunluk indisi önsoğutma uygulamalarına göre 176,6 mg GAE/100 ml ile 186,5 mg GAE/100 ml arasında bir değişim göstermiştir.



Şekil 4.15. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin toplam fenol miktarına etkileri.

Çizelge 4.13. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin toplam fenol miktarına etkileri.

MA ambalajı	Önsoğutma uygulamaları	Depolama süresi (ay)			
		0	3	4	5
MA1	0G 6°C	196,3	196,5 ^{ö.d.}	191,7 ^{ö.d.}	177,6 ^{ö.d.}
	2G 6°C		189,7	187,1	181,3
	2G 10°C		194,8	199,1	183,8
	2G 14°C		191,2	187,0	183,1
	<i>Ortalama</i>		193,1 ^{ö.d.}	191,2 ^{ö.d.}	180,4 ^{ö.d.}
MA2	0G 6°C	196,3	192,0 ^{ö.d.}	189,3 ^{ö.d.}	179,6 ^{ö.d.}
	2G 6°C		188,8	193,2	174,6
	2G 10°C		199,5	186,8	185,8
	2G 14°C		189,5	187,4	189,8
	<i>Ortalama</i>		192,5	189,2	182,4
Uygulamaların ortalaması	0G 6°C	196,3	194,2 ^{ö.d.}	190,5 ^{ö.d.}	176,6 ^{ö.d.}
	2G 6°C		189,3	190,2	177,9
	2G 10°C		197,2	192,9	184,8
	2G 14°C		190,4	187,2	186,5

^{ö.d.}, önemli değil.

4.10. Antioksidan Aktivitesi

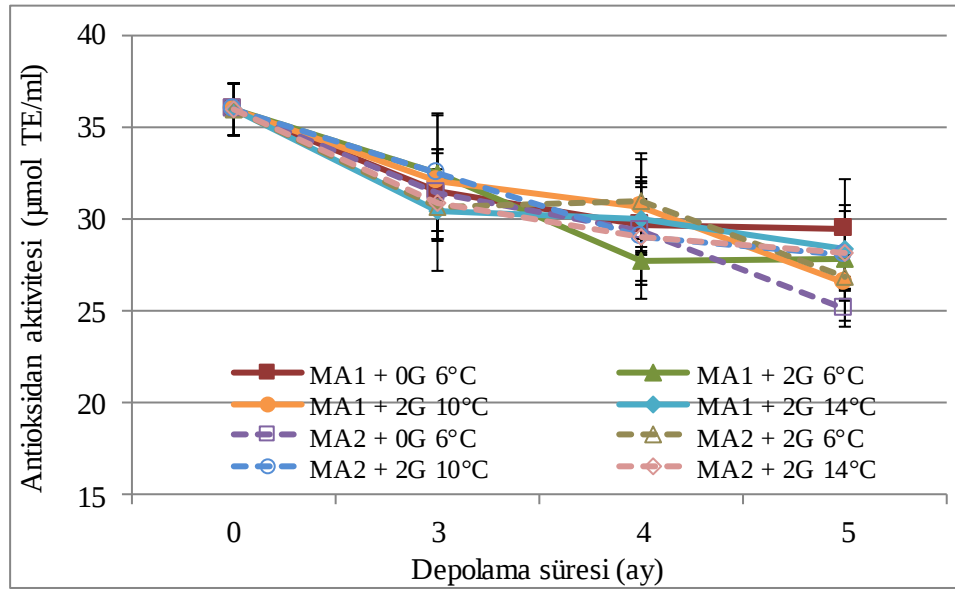
MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin antioksidan aktivitesine etkileri Şekil 4.16 ve Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Nar meyvelerinin antioksidan aktivitesine MA ambalaj*önsoğutma interaksiyonunun etkisi depolama süresince önemli farklılıklar göstermemiştir. 5 aylık depolama sonunda nar meyvelerinin antioksidan aktivitesi 25,14 µmol TE/ml ile 29,46 µmol TE/ml arasında değişmiştir. Depolama öncesi nar meyvelerinin 35,95 µmol TE/ml olan antioksidan aktivitesi, depolama süresince tüm uygulamalarda hafif de olsa kararlı bir azalış göstermiş, depolama sonunda 27,06 µmol TE/ml’ye gerilemiştir.

Depolama süresince nar meyvelerinin antioksidan aktivitesine, MA1 ve MA2 ambalajlarının etkisi birbirine benzerlik göstermiştir. Nar meyvelerinin

antioksidan aktivitesi, 5 aylık depolama sonunda MA1 ve MA2 ambalajlarında sırasıyla 28,01 $\mu\text{mol TE/ml}$ ve 27,01 $\mu\text{mol TE/ml}$ olarak saptanmıştır.

Önsoğutma uygulamalarının nar meyvelerinin antioksidan aktivitesine depolama süresince etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Nar meyvelerinin antioksidan aktivitesi 3 ve 5 aylık depolama sonrası birbirine benzerlik göstermiş ve sırasıyla 31,40-32,28 $\mu\text{mol TE/ml}$ ve 27,30-28,23 $\mu\text{mol TE/ml}$ arasında değişmiştir.



Şekil 4.16. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin antioksidan aktivitesine etkileri.

Çizelge 4.14. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin antioksidan aktivitesine etkileri.

MA ambalajı	Önsoğutma uygulamaları	Depolama süresi (ay)			
		0	3	4	5
MA1	0G 6°C	35,95	31,46 ^{ö.d.}	29,64 ^{ö.d.}	29,46 ^{ö.d.}
	2G 6°C		32,50	27,68	27,76
	2G 10°C		32,04	30,64	26,50
	2G 14°C		30,44	29,94	28,322
	<i>Ortalama</i>		31,61 ^{ö.d.}	29,47 ^{ö.d.}	28,01 ^{ö.d.}
MA2	0G 6°C	35,95	31,34 ^{ö.d.}	29,30 ^{ö.d.}	25,14 ^{ö.d.}
	2G 6°C		30,61	31,00	26,86
	2G 10°C		32,51	29,02	28,07
	2G 14°C		30,81	28,97	28,13
	<i>Ortalama</i>		31,32	29,57	27,01
Uygulamaların ortalaması	0G 6°C	35,95	31,40 ^{ö.d.}	29,47 ^{ö.d.}	27,30 ^{ö.d.}
	2G 6°C		31,56	29,34	27,31
	2G 10°C		32,28	29,83	27,29
	2G 14°C		30,63	29,46	28,23

^{ö.d.}, önemli değil.

4.11. Duyusal Analiz

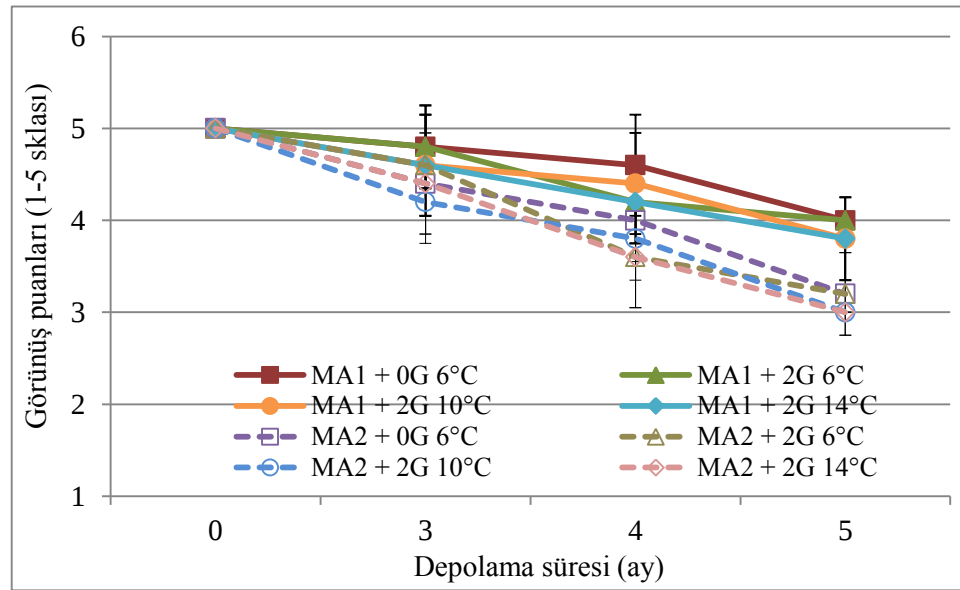
Nar meyvelerinin, beş panelist tarafından depolama süresince görünüşüne göre aldığı görünüşpuanları Şekil 4.17 ve Çizelge 4.15’de verilmiştir. Nar meyvelerinde duyusal değerlendirme, çürük meyveler ayrıldıktan sonra kalite analizleri yapılacak meyvelerde yapılmıştır.

MA ambalaj*önsoğutma interaksiyonunun nar meyvelerinin görünüş puanlarına etkisi depolama süresince önemli farklılıklar göstermemiştir. 5 aylık depolama sonunda nar meyvelerinin görünüş puanları MA1 ambalajında 3,8-4,0, MA2 ambalajında 3,0-3,2 arasında değişmiştir. Depolamanın sonunda tüm uygulamalardaki nar meyvelerinin görünüş puanları, başlangıçtaki beğeni puanı olan 5,0’a göre bir azalış göstermiştir.

Farklı MA ambalajlarının depolama süresince nar meyvesinin görünüş puanlarına etkisi 5 aylık depolama sonrası istatistiksel anlamda önemli ($P \leq 0.05$) bulunurken, 3 ve 4 aylık depolama sonrası ise önemsiz bulunmuştur. 5 aylık

depolama sonunda MA1 ambalajında muhafaza edilen nar meyvelerinin görünüş puanları (3.9), MA2 ambalajlarının beğeni puanlarına (3.1) göre daha yüksek bulunmuştur. MA1 ambalajındaki nar meyveleri 5 aylık depolama sonunda iyi görünüş puanları alırken, MA2 ambalajındaki narlar orta-pazarlanabilir görünüş puanları almıştır. 3 ve 4 aylık depolama sonunda MA1 ve MA2 ambalajındaki nar meyvelerinin görünüş puanları birbirine benzerlik göstermiştir. 3 aylık depolama sonunda MA1 ve MA2 ambalajlarındaki nar meyveleri sırasıyla 4,7 ve 4,4 görünüş puanları alırken, 4 aylık depolama sonunda ise 4,4 ve 3,8 görünüş puanları almıştır.

Nar meyvelerinin görünüş puanlarına önsoğutma uygulamalarının etkileri depolama süresince birbirine benzerlik göstermiştir. 3, 4 ve 5 aylık depolama sonunda nar meyvelerinin görünüş puanları sırasıyla 4,4-4,7, 3,9-4,3 ve 4,4-4,7 arasında değişmiştir.



Şekil 4.17. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin görünüş puanları etkileri.

Çizelge 4.15. MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının depolama süresince nar meyvelerinin görünüş puanlarına etkileri.

MA ambalajı	Önsoğutma uygulamaları	Depolama süresi (ay)			
		0	3	4	5
MA1	0G 6°C	5,0	4,8 ^{ö.d.}	4,6 ^{ö.d.}	4,0 ^{ö.d.}
	2G 6°C		4,8	4,2	4,0
	2G 10°C		4,6	4,4	3,8
	2G 14°C		4,6	4,2	3,8
	<i>Ortalama</i>		4,7 ^{ö.d.}	4,4 ^{ö.d.}	3,9 ^{z*}
MA2	0G 6°C	5,0	4,4 ^{ö.d.}	4,0 ^{ö.d.}	3,2 ^{ö.d.}
	2G 6°C		4,6	3,6	3,2
	2G 10°C		4,2	3,8	3,0
	2G 14°C		4,4	3,6	3,0
	<i>Ortalama</i>		4,4	3,8	3,1
Uygulamaların ortalaması	0G 6°C	5,0	4,6 ^{ö.d.}	4,3 ^{ö.d.}	4,6 ^{ö.d.}
	2G 6°C		4,7	3,9	4,7
	2G 10°C		4,4	4,1	4,4
	2G 14°C		4,5	3,9	4,5

^z MA ambalajlarının her sütundaki ortalamaları arasındaki farklılıklar Duncan testiyle $P \leq 0.05$ 'e göre belirlenmiştir.

^{ö.d.}, önemli değil; * $P \leq 0.05$ 'e göre önemli.



Şekil 4.18. 3 aylık depolama sonunda nar meyvelerinin genel görünüşleri.



MA1 + 0G 6°C



MA1 + 2G 6°C



MA1 + 2G 10°C



MA1 + 2G 14°C



MA2 + 0G 6°C



MA2 + 2G 6°C



MA2 + 2G 10°C



MA2 + 2G 14°C

Şekil 4.19. 4 aylık depolama sonunda MA ambalajı ve önsoğutma uygulanan nar meyvelerinin görünüşleri.

			
MA1 + 0G 6°C	MA1 + 2G 6°C	MA1 + 2G 10°C	MA1 + 2G 14°C
			
MA2 + 0G 6°C	MA2 + 2G 6°C	MA2 + 2G 10°C	MA2 + 2G 14°C

Şekil 4.20. 5 aylık depolama sonunda MA ambalajı ve önsoğutma uygulanan nar meyvelerinin görünüşleri.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bir muhafaza şekli olan MAP tekniği, meyve ve sebzelerin farklı gaz geçirgenliğine sahip özel ambalajlar içerisinde daha düşük O₂, daha yüksek CO₂ koşullarında saklanması esasına dayanmaktadır (Kader et al., 2002; Thompson, 2003). Depolama süresince MA ambalajlarında O₂ oranları %14,80 ile %16,90, CO₂ oranları ise %5,05 ile %8,05 arasında değiştiği saptanmıştır. Her iki MA ambalajın da depolama süresince saptanan O₂ ve CO₂ oranlarının farklılık göstermemesi, bu MA ambalajlarının gaz geçirgenliklerinin benzer olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada, MA ambalaj içinde istenen gaz bileşimi, nar meyvesinin solunumu ile sağlandığından ‘Pasif MAP’ tekniği uygulanmıştır. Nar meyvelerinin aynı bahçeden aynı zamanda hasat edildiği, özelliklerinin benzer olduğu ve aynı depolama koşullarının muhafaza edildiği düşünüldüğünde; MA ambalajlarının gaz bileşimlerin benzerlik göstermesi, ambalajların gaz geçirgenliklerinin benzer olduğunu göstermektedir. Çünkü MA ambalajı içerisindeki O₂ ve CO₂ oranları, ürünün solunum hızı, ambalaj materyalinin geçirgenliği ve mikroporforasyonlara bağlıdır (Beaudry et al., 1992). Önsoğutma uygulamalarının MA ambalaj içi gaz bileşiminin etkisinin sınırlı olmasında, uygulamaların solunum hızında belirgin bir değişiklik yapmamasının etkili olduğu düşünülmektedir. Uygulamaların çürüklük gelişiminde önemli farklılıklar göstermemesi de bunda etkili olmuştur. Çünkü depolama süresince çürüklük gelişiminin fazla olduğu MA ambalajlarındaki CO₂ oranlarında bir artışın olduğu bildirilmiştir (Karaca, 2013).

Depolama süresince MA2 ambalajlarında muhafaza edilen nar meyvelerinin ağırlık kaybının, MA1 ambalajına göre belirgin (%76.8) şekilde daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ürün ve depolama koşulları benzer olduğu dikkate alındığında, MA ambalajlarına göre ağırlık kaybında saptanan farklılıklarda, ambalaj filminin nem geçirgenliğinin farklı olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim MA1 ve MA2 ambalajlar arasında saptanan ağırlık kaybındaki önemli farklılıkların olması da bunu desteklemektedir. Çünkü depolanan nar meyvelerinin ağırlık kaybında, meyvenin özellikleri yanında depolama koşulları ve kullanılan MA ambalajının nem geçirgenliği önem arz etmektedir (Elyatem and Kader, 1984). MA ambalajların depolama süresince ‘Hicaznar’ (Bayram et al., 2007, 2009, 2010; Şen vd., 2013;

Karaca, 2013; Kınay Teksür vd., 2014), ‘Ganesh’ (Nanda et al., 2001), ‘Wonderful’ (Porat et al., 2008), ‘Mollar de Elche’ (Artés et al., 2000) nar çeşitlerinde ağırlık kaybını sınırlandırdığı saptanmıştır. MAP tekniği, metabolizmayı yavaşlatarak olgunlaşma ve yaşlanma olaylarını geciktirmekte, ortamdan sağlanan yüksek oransal nem ile meyvenin su kaybını sınırlandırmaktadır (Zoffoli, 2009; Laribi et al., 2012). 3 aylık depolama sonunda 0G 6°C uygulanan nar meyvelerinin ağırlık kaybının diğer uygulamalara göre daha düşük olmasında, diğer uygulamaların 2 gün süreyle 15°C tutulma sırasında nar meyvelerinde meydana gelen ağırlık kaybının etkili olduğu düşünülmüştür. Depo süresinin ilerlemesiyle artan ağırlık kaybı içinde, depolama öncesi ağırlık kaybının payının azalmasıyla önsoğutma uygulamalarının etkisi azalmış, önemsiz olmuştur.

Nar meyvelerin depolanmasında ilk 4 ay süresince çürüklük gelişimi sınırlı olduğu için uygulamaların da etkisi önemsiz bulunmuştur. Bu 4 aylık depolama süresince nar meyvelerinde çürüklük gelişiminin sınırlı olmasında, nar meyvelerinin kabuklarının tanenlerce zengin olması (Pekmezci and Erkan, 2004) ve ambalaj içinde nem yoğunlaşması sonucu su damlacıklarının oluşmamasının etkili olduğu düşünülmektedir. Nemin yoğunlaşması ile su damlacıklarının oluştuğu MA ambalajlarında muhafaza edilen nar meyvelerinde, depolama süresinin ilerlemesiyle çürüklük gelişiminin arttığı bildirilmiştir (Karaca, 2013, Kınay Teksür vd., 2014). 5 aylık depolama sonrası MA1 ambalajında muhafaza edilen nar meyvelerinde çürüklük gelişiminin, MA2 ambalajına göre daha yüksek olmasında, nar meyvelerinin bulunduğu ambalaja bağlı olarak meyvedeki su kaybının etkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim depolama sonunda ağırlık kaybı az olan MA1 ambalajlarında muhafaza edilen nar meyvelerinde saptanan çürüklük gelişimi, ağırlık kaybının yüksek olduğu MA2 ambalajlarına göre daha yüksek olmuştur. Karaca (2013), nar meyvelerinde ağırlık kaybı ile çürüklük gelişimi arasında lineer önemli ters bir ilişki ($R^2=0.81$) bulunduğunu saptamıştır. Benzer şekilde Laribi et al. (2012), ambalajsız depolamanın, nar meyvelerinde ağırlık kaybını arttırdığını fakat çürüklük gelişimini azalttığını bildirmiştir. Depolama süresince 0G 6°C uygulanan nar meyvelerinde çürüklük gelişim oranlarının daha yüksek olma eğilimi, ağırlık kaybının daha sınırlı olması ile açıklanabilir. Bu önsoğutma uygulamasında nar meyveleri hasattan sonra bekletilmeden önsoğutma yapılarak depolandığından 2 gün

süre ile 15°C tutulanlara göre kabuktan su kaybı kısmen daha az olmuştur. Önsoğutma uygulamalarında 10 ve 14°C’de MA ambalajların ağzının kapatılması, beklenilenin aksine ambalaj içinde nem yoğunlaşması sonucu su damlacıklarının oluşmadığı gözlenmiştir. Bunda ambalaj ve depolama koşullarının etkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim modifiye nemde paketlenme (MHP-Modified Humidity Packaging), ambalaj içerisindeki nemin yoğunlaşamayacağı ve üründen su kaybının sınırlandırılacağı bir seviyede kalmasını sağlamaktadır (Aharoni et al., 2008). Depolama süresince nar meyvelerinde saptanan çürüklüklerin hemen hemen tamamı gri küf (*Botrytis cinerea*) etmeninden kaynaklanan boyun çürüklüğüdür. Bu fungus kaynaklı çürüklük gelişiminde çiçeklenme ve sonrası dönemdeki yağışlı-nemli iklim koşulları ve depolamaya yönelik kimyasal mücadelenin yapılıp-yapılmamasının etkili olduğu düşünülmektedir. Çünkü nar meyvelerinde çürüklük gelişiminin fazla olmasında, çiçeklenme-hasat arasındaki iklim koşulları, kimyasal mücadele, hasat sonrası işlemler ve depolama koşullarının etkisi önemli olmaktadır (Kınay Teksür vd., 2014).

Farklı MA ambalajlarının depolama süresince nar meyvelerinin kabuk ve tane rengine (C* ve h°) etkilerinin birbirine benzerlik göstermesi, meyve yaşlanması üzerine etkilerinin benzer olduğu ile açıklanabilir. Nitekim her iki MA ambalajının gaz bileşiminin benzer olması da bunu desteklenmektedir. 0G 6°C uygulanan nar meyvelerin kabuk h° değerinin 5 aylık depolama sonrası, nar tanelerinin C* değerine ise 3 aylık depolama sonrası en yüksek bulunması, bu meyvelerde yaşlanmanın daha yavaş olduğu ile açıklanabilir. Hasattan sonra hemen önsoğutma işleminin yapılması bunda etkili olabilir. Çünkü meyveleri hasattan sonra mümkün olduğu kadar kısa sürede meyve sıcaklığını düşürmek solunumu azaltmak için gerekli olduğu bildirilmiştir (Crisosto et al., 1993; Webster and Looney, 1996).

Depolama süresince MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının nar meyvelerinin SÇKM miktarında etkileri sınırlı olmuştur. Benzer sonuçlar farklı MA ambalajları kullanılarak depolanan Hicaznar nar meyvelerinde de saptanmıştır (Karaca ve Şen, 2014; Kınay Teksür vd., 2014). Bunda uygulamaların nar tanelerindeki su kaybına etkisinin önemli boyutlarda olmamasının etkili olduğu düşünülmektedir. Su kaybı çoğunlukla meyve kabuğundan olmakla birlikte, kaybın

ileri boyutlarda olması durumunda, bir miktar da taneden olabileceği ifade edilmiştir (Karaca, 2013). Depolamanın sonunda nar meyvelerin SÇKM miktarı, başlangıca göre kısmi bir azalış görülmüştür. Bunda şekerlerin solunumda kullanılması etkili olmuştur (Karaçalı, 2012). Yapılan benzer çalışmalarda depolama süresince Hicaznar (Yazıcı vd., 2005; Bayram et al., 2010; Şen ve Eroğul, 2012), Ganesh (Padule and Keskar, 1988), Mollar de Elche (Artes et al., 1998, 2000) ve Wonderful (Eroğul vd., 2012) nar çeşitlerinde SÇKM miktarında hafif düşüşler görülürken, Gök Bahçe (Koksal, 1989) nar çeşidinde ise artış gözlenmiş, Ganesh (Nanda et al., 2001) ve Hicaznar (Şen et al., 2013; Karaca ve Şen, 2014; Kınay Teksür vd., 2014) nar çeşitlerinde ise değişimler sınırlı olmuştur.

Nar meyvelerinin TA miktarına, MA ambalajları ve önsoğutma uygulamaların etkisi benzerlik göstermiştir. Depolama süresinin ilerlemesiyle tüm uygulamalardaki nar meyvelerinin TA miktarında görülen azalışlar, meyvenin yaşlanmasıyla uyumludur. Farklı nar çeşitlerinde yapılan çalışmalarda da depolama süresince TA miktarında benzer şekilde bir azalışın olduğu tespit edilmiştir (Koksal, 1989; Waskar et al., 1999; Artes et al., 2000; Yazıcı vd., 2005; Bayram et al., 2009, 2010; Şen ve Eroğul, 2012; Eroğul vd., 2012; Şen et al., 2013; Karaca, 2013; Karaca ve Şen, 2014; Kınay Teksür vd., 2014). Meyvelerde depolama süresince organik asitler, solunumda ve pektin parçalanmasıyla ortaya çıkan katyonların nötrleştirilmesi amacıyla kullanıldığından, bu süreçte TA miktarında görülen azalışlar beklenen bir gelişmedir (Wills et al., 1998; Karaçalı, 2012).

MA ambalajları ve önsoğutma uygulamaların nar meyvelerinin olgunluk indeksi üzerinde etkisi önemli farklılıklar yaratmamıştır. Bunda SÇKM miktarı ve TA miktarındaki değişimlerin benzer olması etkili olmuştur. Depolamanın sonunda tüm uygulamalardaki nar meyvelerin olgunluk indisi, başlangıca göre kısmi artış göstermesinde, SÇKM miktarından çok TA miktarında saptanan azalış daha önemli olmuştur. Olgunluk indisinde depolamanın son döneminde görülen artış ise olgunluğun ilerlemesiyle uyumludur (Karaçalı, 2012)

MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının nar meyvelerinin pH değerine etkisi önemsiz olmuş, depolama süresince pH değerinde hafif bir artış gözlenmiştir.

Bu artış, asitliğin azalmasıyla açıklanabilir, TA miktarında saptanan azalış ile uyumludur.

Nar suyu, antioksidanlar ve fenolik bileşikler bakımından oldukça zengindir (Viuda-Martos et al., 2010). Nar suyunun güçlü bir antioksidan olmasında, içerdikleri fenolik bileşiklerinin de büyük öneminin olduğu bildirilmektedir (Cerdea et al., 2003; Maskan, 2004). MA ambalajları ve önsoğutma uygulamalarının toplam fenol miktarına ve antioksidan aktivitesine etkisi birbirine benzerlik göstermiştir. Benzer sonuçlar Hicaznar çeşidi ile yapılan çalışmalarda da saptanmıştır (Karaca ve Şen, 2014; Kınay Teksür vd., 2014). Nar suyunun toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesi çeşit, ekolojik koşullar, bakım işleri, hasat zamanı, hasat sonrası işlemleri ve depolama koşullarına göre farklılık göstermektedir. Bu nedenle toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesi birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Depolama sonunda nar meyvelerinin toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesi kısmen bir düşüş eğilimi göstermesi, yaşlanma ile uyumludur. Bu parametrelerde değişimlerin sınırlı olmasında, MA ambalajların yaşlanmayı yavaşlatıcı etkisinin önemli olduğu düşünülmektedir (Artes et al., 2000; Sandhya, 2010).

MA1 ambalajındaki nar meyvelerinin görünüş puanlarının 5 aylık depolama sonunda MA2 ambalajındaki nar meyvelerine göre daha yüksek olmuştur. Bunda MA2 ambalajındaki nar meyvelerinde ağırlık kaybının yükselmesiyle kabuğunun buruşması ve kırışmasına bağlı olarak görünüşünün bozulması, meyvenin yuvarlak şeklini kaybederek köşeli bir görünüm olması etkili olmuştur. Bu meyveler orta-pazarlanabilir görünüş puanı almışlardır. Depolamanın sonunda tüm uygulamalardaki nar meyvelerinin görünüş puanlarında bir düşüş olmasında, ağırlık kaybına bağlı olarak meyve görünüşündeki değişimler önemli olmuştur.

Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde;

- Nar muhafazasında kullanılan her iki MA ambalajının O₂ ve CO₂ geçirgenliklerinin benzerlik gösterdiği ancak nem geçirgenliklerinin farklı olduğu saptanmıştır.

- Narın depolama süresini sınırlandıran en önemli parametrelerin çürüklük gelişimi ve ağırlık kaybı olduğu, bu iki parametre arasında ters bir ilişkinin olduğu, ağırlık kaybı fazla olan MA ambalajlarında, çürüklük gelişimi daha düşük bulunmuştur.

- Depolama süresinin uzamasıyla (5. ay) MA2 ambalajındaki nar meyvelerinde ağırlık kaybının yükselmesi, nar meyvelerinin kabuğunda buruşmaya, kırışmaya ve şeklinde bozulmaya (köşeleme) neden olduğundan genel beğeni puanlarını düşürmüştür.

- MA ambalajlarının ve önsoğutma uygulamalarının depolanan nar meyvelerinin kimyasal bileşimine etkisi sınırlı olmuştur.

- Hasattan hemen sonra önsoğutma işlemi yapılarak depolanan (0G 6°C) nar meyvelerinde ağırlık kaybı kısmen daha düşük olurken, çürüklük gelişimi ise hafif yüksek bulunmuştur.

Sonuçlar, nar depolanmasında MA ambalajlarının etkisinin ön soğutma etkisinden daha belirgin olduğunu ve MA ambalaj seçiminde depolama süresinin dikkate alınmasının büyük önem arz ettiğini göstermiştir. Kısa süreli nar depolamalarında (3 ay) uygulamaların etkilerinin çok sınırlı olduğu ancak depolama süresinin uzamasıyla özellikle seçilen MA ambalajının çürüklük gelişimi ve ağırlık kaybını üzerine etkisi belirgin hale geldiği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Aharoni, N., Radov, V., Fallik, E., Porat, R., Pesis, E. and Lurie, S.,** 2008, Controlling humidity improves efficacy of modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Acta Horticulturae*, 804, 121-128.
- Alique, R., Zamorano, J.R., Zamorano, M.A. and Alonso, J.,** 2005, Effect of heat and cold treatment on respiratory metabolism and shelf life of sweet cherry, type picota cv “Ambrunes”. *Postharvest Biology and Technology*, 35 (2005): 153-165.
- Anonim,** 2010, TÜİK, Tarım istatistikleri özeti, 2000-2010.
- Anonim,** 2013, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. <http://batem.gov.tr/>
- Anonymous,** 1989, Rapid cooling of horticultural produce a guide to system selection. <http://www.garlicworld.co.uk/grower/cooling/index.html>, (15.03.2004)
- Anonymous,** 1991, Precooling produce: Fruits & Vegetables. <http://www.oznet.ksu.edu/library/hort2/mf1002.pdf>, (17.03.2004)
- Anonymous,** 1996, Precooling: Key factor for assuring quality in new fresh market vegetables crops. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1996/v3-521.html>, (31.10.2003)
- Anonymous,** 1997, Air precooling and hydrocooling of hayward kiwi fruit. http://www.actahort.org/books/444/444_86.htm, (10.11.2004)
- Anonymous,** 2000, The effects of hydro-cooling and plastic packaging on the shelf life of chinese kale (*Brassica alograba* L.). <http://www.aciar.gov.au/system/files/node/2140/pr100chapter7.pdf>, (12.11.2005)
- Anonymous,** 2001, Modelling cooling methods for horticultural produce. http://www.actahort.org/books/566/566_71.htm, (10.11.2004)
- Artes, F., Tudela, J.A. and Gil, M.I.,** 1998, Improving the keeping quality of pomegranate fruit by intermittent warming. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und – Forschung*, A Volume, 207, 4: 316-321.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Artes, F., Villaescuse, R. and Tudela, J.A.**, 2000, Modified atmosphere packaging of pomegranates, *J. Food Sciences*, 65: 1112-1116.
- Artés, F., Tudela, J.A. and Villaescusa, R.**, 2000a, Thermal postharvest treatments for improving pomegranate quality and shelf life, *Postharvest Biology and Technology*, 18, 245–251.
- Artes F.P., Villaescusa, R. and Tudela, J.A.**, 2000b, Modified atmosphere packaging of pomegranate, *J. Food Sciences*, 65(7):1112–1116.
- Bahar, A. ve Dündar, Ö.**, 1997, Akşehir ‘Napolyon’ kiraz çeşidinin modifiye atmosferde paketlenmesi ve depolanması, *Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu*, 21 – 24 Ekim 1997, Yalova.
- Batu, A. and Thompson, A. K.**, 1998, Effects of modified atmosphere packaging on postharvest qualities of pink tomatoes, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 22:365-372.
- Batu, A. and Thompson, K.**, 1996, Effects of modified atmosphere packaging on postharvest qualities of pink tomatoes, *International Journal of Agriculture and Forestry*, 22: 362-375.
- Bayram, E., Dundar, O. and Ozkaya, O.**, 2009, Effect of different packaging types on storage of ‘Hicaznar’ pomegranate fruit, *Acta Horticulturae*, ISHS 818:319-322.
- Bayram, E., Dundar, O. and Ozkaya, O.**, 2010, Effect of different packaging types on the cold storage of ‘Hicaznar’ pomegranate fruits (Second year), *Acta Horticulturae*, ISHS 876: 197-200.
- Beaudry, R.M., Cameron, A.C., Shirazi, A. and Dostal-Lange, D.L.**, 1992, Modified-atmosphere packaging of blueberry fruit: Effect of temperature on package O₂ and CO₂, *Journal of American Society for Horticultural Science*, 117:436-441.
- Beaudry, R.M.**, 1999, Effect of O₂ and CO₂ partial pressure on selected phenomena affecting fruit and vegetable quality, *Postharvest Biology and Technology*, 15:293-303.
- Beaudry, R.M.**, 2000, Responses of horticultural commodities to low oxygen: Limits to the expanded use of MAP, *Horticultural Technology*, 10(3),491–500.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Benzie, I.E.F. and Strain, J.J.**, 1996, The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay, *Analytical Biochemistry*, 239:70-76.
- Brosnan, T. and Sun, D.W.**, 2003, Influence of modulated vacuum cooling on the cooling rate, mass loss and vase life of cut lily flowers, *Biosystems Engineering*, Vol.86(1): 45-49.
- Caleb, O.J., Mahajan, P.V., Fahad, A.A. and Opara, U.L.**, 2012, Modified atmosphere packaging technology of fresh and fresh-cut produce and the microbial consequences – A Review, *Food and Bioprocess Technology*, 6(2), 303-329.
- Cerda, B., Llorach, R., Cerón, J.J., Espín, J.C. and Tomàs-Barberà, F.A.**, 2003, Evaluation of the bioavailability and metabolism in the rat of punicalagin, an antioxidant polyphenol from pomegranate juice, *European Journal of Nutrition*, 42,18–28.
- Crisosto, C. H., Graner, D., Doyle, J. and Day, K.R.**, 1993, Relationship between respiration, bruising, susceptibility and temperature in sweet cherries, *Horticultural science*, 28; 132–135.
- DeEll, J.R., Vigneault, C. and Lemerre, S.**, 2000, Water temperature for hydrocooling field cucumbers in relation to chilling injury during storage, *Postharvest Biology and Technology*, Vol.18:27-32.
- Elyatem, S.M. and Kader, A.A.**, 1984, Postharvest physiology and storage behavior of pomegranate fruits, *Scientia Horticulturae*, 24: 287-298.
- Eriş, A. and Akbudak, B.**, 2001, Changes in some quality criteria during controlled atmosphere (CA) storage of peaches, *International Journal of Horticultural Science*, 7(1):58-61.
- Erkan, M. and Kader, A.A.**, 2011, Pomegranate (*Punica granatum* L.), In: Yahia, E.M. (Ed.), Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits, *Woodhead Publishing*, New York, pp. 287–311.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Eroğul, D., Şen, F. ve Yıldız, H.,** 2012, ‘Wonderful’ nar çeşidinin bazı kalite özellikleri ve depolama süresince değişimlerinin belirlenmesi, *5. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu*, 18-21 Eylül 2012, Bornova/İzmir, 145-152.
- Gast, K.L.B. and Flores, R.,** 1991, Precooling produce, Kansas State University, Cooper. Ext. Ser. Pub. MF-1002 Manhattan, Kansas.
- Gil, M.İ., Tomá's-Barbera'n, 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.
- Gozlekci, S., Ercili, S., Okturen, F. and Sonmez, S.,** 2011, Physico-chemical characteristics of three development stages in Pomegranate cv. ‘Hicaznar’, *Not Bot. Horti. Agrobi.* 39: 241–245.
- Hardenburg, R.E., Watada, A.E. and Wang, C.Y.,** 1986, The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks, *USDA-ARS Agricultural Handbook*, No. 66, 14-16.
- Heshi, A.B., Garande, V.K., Wagh, A.N. and Katore, H.S.,** 2001, Effect of pre-harvest sprays of chemicals on the quality of pomegranate fruit (*Punica granatum* L.) cv G-137, *Agricultural Science Digest*, 21(1):25-27.
- Işık, E.,** (1994), Vakum soğutma sistemlerinde işletim ve tasarım parametrelerinin belirlenmesine yönelik model çalışması, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, s. 134.
- Işık, E.,** 2002, Ürün işleme makinaları, T. C. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu No: 92, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Bursa, s. 50-56.
- Kader, A.A., Zagory, D. and Kerbel, E.L.,** 1989, Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables, *Critical Reviews Food Science and Nutrition*, 28:1-30.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kader, A.A., Sommer, N.F. and Arpaia, M.L.**, 2002, Modified atmospheres during transport and storage, Postharvest technology of horticultural crops, *University of California Agricultural and Natural Resources*, Publication 3311, Oakland, California, 135-144.
- Karaca, S. ve Şen, F.**, 2014, Farklı modifiye atmosfer ambalajlarının depolama süresince nar meyvesinin bazı kimyasal ve biyokimyasal özelliklerine etkileri, *VI. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu*, Bahçe Bilimi No:5, 22-25 Eylül 2014, Bursa, 241-248.
- Karaca, S.**, 2013, Nar (*Punica granatum* L. cv. Hicaznar) depolamasında farklı modifiye atmosfer ambalajların etkisinin araştırılması, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, s. 69.
- Karaçalı, İ.**, 2012, Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları* No: 494, Bornova, İzmir, 486.
- Kaynaş K., Sakaldaş M., Kuzucu F.C. ve Gündoğdu M.A.**, 2014, “Hicaz” nar çeşidinde hasat sonrası farklı modifiye atmosfer ve 1-Methylcyclopropane uygulamalarının muhafaza süresince kaliteye etkileri, *VI. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu*, Bahçe Bilimi No:5, 22-25 Eylül 2014, Bursa, 241-248.
- Kınay Teksür, P., Şen, F. ve Yıldız, F.**, 2014, Hasat öncesi ve sonrası bazı uygulamalarla nar meyvelerinde fungal çürüklüklerin önlenmesi ve meyve kalitesinin iyileştirilmesi, *TÜBİTAK TOAVAG 110 O 624 nolu proje sonuç raporu*.
- Koksal, A.I.**, 1989, Research on the storage of pomegranate (cv. Gok Bahce) under different conditions, *Acta Horticulturae*, 258:295-302.
- Laribi, A. İ., Palou, L., Intrigliolo, D.S., Nortes, P.A., Rojas-Argudo, C., Taberner, V., Bartual, J. and Perez-Gago, M.B.**, 2012, Effect of sustained and regulated deficit irrigation on fruit quality of pomegranate cv. ‘Mollar de Elche’ at harvest and during cold storage, *Agricultural Water Management* 125:61-70.
- Meyers, R. A.**, 1985, Modified atmosphere package and process, United States Patent.
- Morton, J.**, 1987, Pomegranate, In: Fruits of warm climates, 352-355, Julia F. Morton, Miami, Florida.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Nanda, S., Rao, D. V. S. and Krishnamurthy, S.,** 2001, Effect 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.
- 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*, 696-700.
- Onur, C., Pekmezci, M., Tibet, H., Erkan, M., Kuzu, S. ve Tandoğan, P.,** 1992, Hicaz narının soğukta muhafazası üzerinde bir araştırma, *I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, 449-452.
- Padule, D.N. and Keskar, B.G.,** 1988, Studies on post harvest treatments for increasing the shelf life of pomegranate fruits, *Maharashtra Journal of Agriculture Horticulture*, 4(2): 73-76.
- Pala, M. and Saygi, Y.B.,** 1988, Cold chain in Turkey, *International Institute of Refrigeration Commissions B1, B2, C2, Di , D2/3*, s. 91-96, Wageningen, The Netherlands.
- Peano, C., Girgenti, V., Sottile, F. And Giuggioli, N.R.,** 2009, Improvement of plum storage with modified atmosphere packaging, *Acta Horticulturae, X International Controlled and Modified Atmosphere Research Conference*.
- Pekmezci, M. and Erkan, M.,** 2004, Pomegranate, The commercial storage of fruits and vegetables, and florist and nursery stocks, USDA, *Agricultural Handbook*, Number 66.
- Porat, R., Weiss, B., Kosto, I., Sandman, A., Shachnai, A. and Ward, G.,** 2008, Keeping quality of pomegranate fruit during prolonged storage and transport by MAP: new development and commercial applications, *Acta Horticulturae* 804:115-120.
- Porat, R., Weiss, B., Kosto, I., Sandman, A., Shachnai, A., Ward, G. and Agar, T.,** 2009, Modified atmosphere / modified humidity packaging for preserving pomegranate fruit during prolong storage and transport, *Acta Horticulturae* 818:299-304.
- Rodov, V., Vinokur, Y., Horev, B., Goldman, G. and Fishman, S.,** 2009, Microperforated active modified atmosphere packaging (MAMA Packaging)– A paradoxical approach to extend life of fresh produce, *10. International Controlled & Modified Atmosphere Research Conference*, Abstract book, 28.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Romero, D. M., Castillo, S. and Valero, D.,** 2003, Forced-air cooling applied before fruit handling to prevent mechanical damage of plums (*Prunus salicina* Lindl.), *Postharvest Biology and Technology*, 28; 135-142.
- Sandhya, M.,** 2010, Modified atmosphere packaging of fresh produce: current status and future needs, *LWT- Food Science and Technology*, 43:381-392.
- Sun, D.W. and Wang, L.J.,** 2000, Heat transfer characteristics of cooked meats using different cooling methods, *International Journal of Refrigeration*, 23, 508–516.
- Sivertsvik, M., Rosnes, J.T. and Bergslien, H.,** 2002, Modified atmosphere packaging (MAP) in minimal processing technologies in the food industry, T. Ohlsson & N. Bengtsson eds., Cambridge, *Woodhead Publishing Ltd.*, Sayfa 61-86.
- Svetsvik, M., Rosnes, J.T. and Kleiberg, Gh.,** 2003, Effect of modified atmosphere packaging and superchilled storage on the microbial and sensory quality of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets.
- Swain, T. and Hillis, W.E.,** 1959, The phenolic constituents of *Prunus domestica*, I-The quantitative analysis of phenolic constituents, *Journal of Science of Food and Agriculture* 10:63-68.
- Şen, F.,** 2013, Farklı ambalajlarda muhafaza edilen hıyar (*Cucumis sativus* L.) meyvelerinin kalite değişimleri, *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 8(1):60-70.
- Şen, F. ve Eroğlu, D.,** 2012, Adıyaman ilinde yetiştirilen ‘Hicaznar’ nar çeşidinin depolama sürecindeki kalite değişiminin belirlenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 7(2):103-111.
- Şen, F., Altun A. and Kınay Teksür, P.,** 2013, Effects of different modified atmosphere packing on storage quality and decay development of ‘Hicaznar’ pomegranates (*Punica granatum* L.), *Acta Horticulturae*, 1012: 972-978.
- Teruel, B., L. Cortez and L.N. Fo.,** 2001, A comparative study of the cooling of oranges using three cooling systems, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, Vol.5(3):481-486.
- Thompson, A.K.,** 2003, Fruit and vegetables harvesting, handling and storage.
- TUİK,** 2011, http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=70

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- TÜİK**, 2014, http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=70
- Viuda-Martos, M., Fernández-López, J. and Pérez-Álvarez, J.A.**, 2010, Pomegranate and its many functional components as related to human health: a review, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(6), 635-654.
- Wang, L. and Sun, D.W.**, 2001, Rapid cooling of porous and moisture foods by using vacuum cooling technology, *Trends in Food Science & Technology*, Vol. 12 (56):174-184.
- Waskar, D.P., Khedkar, R.M. and Garande, V.K.**, 1999, Effect of post-harvest treatments on shelf life and quality of pomegranate in evaporative cool chamber and ambient conditions, *Journal of Food Science and Technology*, 36(2):114-117.
- Watkins, B.C.**, 2000, Responses of horticultural commodities to high carbon dioxide as related to modified atmosphere packaging, *Horticultural Technology*, 10:3, 501-506.
- Webster, A. D. and Looney, N.E.**, 1996, Cherries, *Washington State University Press*, CAB 1. 25- 28.
- Wills, R., McGlasson, B., Graham, D. and Joyce, D.**, 1998, Postharvest an introduction to the physiology & handling of fruit, *Vegetables & Ornamentals*, 4th Edition, *UNSW Press*, Sydney, Australia.
- Yazıcı, K., Karaşahin, I., Şahin, G., Erkan, M. ve Kaynak, L.**, 2005, Kaolin uygulamaları ile modifiye atmosfer (MA) koşullarının nar muhafazası üzerine etkileri, *III. Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu*, Hatay.
- Zaffoli, P.J., Latorre, A.B., Rodriguez, J. and Aguilera, J.M.**, 2009, Biological indicators to estimate the prevalence of gray mold and hairline cracks on table grapes cv. Thompson seedless after cold storage, *Postharvest Biology and Technology*, 126-133.

ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında İran'ın Tebriz şehrinde doğdu. İlkokulu Şehit Tevana ilköğretim okulu, ortaokulu Perdis Özel Okulu ve liseyi Mobtekeran Lisesinde tamamladıktan sonra 2006 yılında Tebriz Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ni kazandı. 2010 yılında mezun oldu. 2012 yılında eğitime devam etmek için İzmir'e geldi. 2013 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitime başladı ve 2015 yılında mezun oldu.