

**FARKLI MUHAFAZA ŞEKİLLERİNİN TANELENMİŞ  
NAR MEYVELERİNİN (*Punica granatum* L.) FİZİKSEL  
ve KİMYASAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Hakan EŞİYOK**



T.C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI MUHAFAZA ŞEKİLLERİNİN TANELENMİŞ NAR MEYVELERİNİN  
(*Punica granatum* L.) FİZİKSEL ve KİMYASAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE  
ETKİSİ**

Hakan EŞİYOK

0000 0002 1874 4062

Prof. Dr. Cevriye MERT

(Danışman)

0000 0003 3092 5023

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

BURSA-2022

**Her Hakkı Saklıdır.**

## TEZ ONAYI

**B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;**

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

**22/11/2022**

**HAKAN EŞİYOK**

**TEZ YAYINLANMA**  
**FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI**

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin/raporun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma izni Bursa Uludağ Üniversitesi'ne aittir. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları ile tezin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları tarafımıza ait olacaktır. Tezde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığını ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederiz.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında, yönerge tarafından belirtilen kısıtlamalar olmadığı takdirde tezin YÖK Ulusal Tez Merkezi / B.U.Ü. Kütüphanesi Açık Erişim Sistemi ve üye olunan diğer veri tabanlarının (Proquest veri tabanı gibi) erişimine açılması uygundur.

Danışman Adı-Soyadı  
Prof. Dr. Cevriye MERT

Tarih: 22/11/2022

Öğrencinin Adı-Soyadı

Hakan EŞİYOK

Tarih: 22/11/2022

İmza

İmza

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI MUHAFAZA ŞEKİLLERİNİN TANELENMİŞ NAR MEYVELERİNİN  
(*Punica granatum* L.) FİZİKSEL ve KİMYASAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

**Hakan EŞİYOK**

Bursa Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

**Danışman:** Prof. Dr. Cevriye MERT

Çalışmada, nar meyvesinin pratik kullanımı amaçlı muhafazası için Hicaznar çeşidinde -18 °C ve +4 °C sıcaklıkta, vakumlu ve vakumsuz paketlerde 5 ay boyunca muhafaza edilen nar tanelerinin meyve kalitesindeki değişimleri incelenmiştir. Bu amaçla başlangıçta ve birer aylık aralıklar ile ağırlık kaybı, suda çözünebilir kuru madde (%), titre edilebilir asitlik (g/100mL), tat ve toplam fenol (mg GAE/100g), FRAB ve ABTS yöntemlerine göre toplam antioksidant (mg TE/mL), toplam antosiyanin (mg/mL) analizleri yapılmıştır. Aynı zamanda sıcaklık ve paketleme uygulamalarının nar tanelerinde mikroorganizma popülasyonu üzerine etkileri belirlenmiştir. Meyveler kapalı paketlerde muhafaza edildiği için ağırlık kaybı görülmemiştir. Muhafaza sonunda suda çözünen kuru madde miktarlarında azalış, pH değerleri ve titre edilebilir asit miktarında kısmi bir artış izlenmiştir. Depolama süresince -18 °C ortamda vakumlu pakette muhafaza edilen nar tanelerinin tat kalitesinin daha iyi olduğu, toplam fenol, antioksidant ve antosiyanin içeriğinin daha iyi korunduğu saptanmıştır. Aynı zamanda mikroorganizma sayımlarına bakıldığında en uygun sıcaklık ve paketleme yönteminin vakumlu -18 °C olduğu tespit edilmiştir. Tüm değerlendirilen özellikler yönünden nar meyvesi tanelenmiş olarak muhafaza yapıldığı zaman en uygun sıcaklık ve paketleme yönteminin vakumlu -18 °C olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** nar, muhafaza, depolama, vakum, fiziksel, kimyasal, analiz, kalite

**2022, vii + 47 sayfa**

## **ABSTRACT**

MSc Thesis

**EFFECT OF DIFFERENT STORAGE ON THE PHYSICAL AND CHEMICAL  
PROPERTIES OF POMEGRANATE (*Punica granatum* L.) SEEDS**

**Hakan EŞİYOK**

Bursa Uludag University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Horticulture

**Supervisor:** Prof. Dr. Cevriye MERT

In the study, the changes in the fruit quality of pomegranate seeds preserved for 5 months in vacuum and non-vacuum packages at  $-18^{\circ}\text{C}$  and  $+4^{\circ}\text{C}$  temperature in Hicaznar variety for the preservation of pomegranate fruit for practical use were examined. For this purpose, weight loss, total soluble solid (%), titratable acidity (g/100mL), taste and total phenol (mg GAE/100g), total antioxidants (mg TE/mL), total anthocyanin (mg/mL) were analyzed according to FRAB and ABTS methods at beginning and one-month intervals. At the same time, the effects of temperature and packaging applications on the microorganism population of pomegranate seeds were determined. Since it was stored in closed packages, there was no weight loss. At the end of the storage, a decrease in the amount of total soluble solid, a partial increase in pH values and the amount of titratable acidity was observed. It was determined that the taste quality of pomegranate seeds stored in vacuum packaging at  $-18^{\circ}\text{C}$  was better and their total phenol, antioxidant and anthocyanin contents were well preserved than other storage condition better preserved. At the same time, when the microorganism counts were examined, it was determined that the most appropriate temperature and packaging method was vacuum  $-18^{\circ}\text{C}$ . In terms of all the evaluated properties, when the pomegranate fruit was stored as grained, it was determined that the most appropriate temperature and packaging method was vacuum and  $-18^{\circ}\text{C}$ .

## ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

“Farklı Muhafaza Şekillerinin Tanelenen Nar (*Punica Granatum* L.) Meyvelerinde Fiziksel Ve Kimyasal Özelliklerine Etkisi” adlı tez çalışması Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tez çalışması olarak nar meyvesinin muhafazasına vakumlu paketleme yöntemi ile Ülkemize ve dünyaya katkı sağlaması amacıyla hazırlanmıştır.

Yüksek Lisans eğitim sürecimde ve tez çalışmam boyunca bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, tezimin yönlendirilmesi ve sonuçlandırılmasında büyük katkıları olan desteğini daima hissettiğim danışman hocam Sayın Prof. Dr. Cevriye MERT’e teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım. Bahçe bitkileri bölümüne teşekkür

Tezimin kurulumunda bulunan ve emekliliğinden dolayı görevinden ayrılan ilk danışman hocam Sayın Prof. Dr. Cihat TÜRK BEN’e emeklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın mikrobiyolojik analizler kısmında gerekli bilgilendirme ve laboratuvar çalışmalarında emeği geçen Dr. Öğr. Üyesi Kadir İLHAN hocama, Kimyasal analizler çalışmalarında emeği geçen Prof. Dr. Saliha ŞAHİN ve doktora öğrencisi Büşra KARKAR’a araştırma ve laboratuvar aşamalarında yardımlarından dolayı doktora öğrencisi Ziraat Yüksek Mühendisi Başak MÜFTÜOĞLU’na, Yüksek Lisans öğrencisi Ziraat Mühendisi Aslı Beyza SARI’ya ve Ziraat Mühendisi Sezgin BOZDOĞAN ile Ziraat Yüksek Mühendisi Mustafa POLAT’a ayrıca emeği geçen tüm dostlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim, öğretim ve hayatım boyunca maddi ve manevi olarak desteklerini esirgemeyen babam Şaban EŞİYOK, annem Fatma EŞİYOK’a, ablam Yeşim EŞİYOK ALPASLAN’a ve abim İnan EŞİYOK’a ayrıca birlikteliğimizin başladığı ilk günden itibaren başarmaya çalıştığım her işte desteğini hissettiren ve yanımda olan değerli eşim Şeyma EŞİYOK’a ve aile fertlerine teşekkürlerimi sunarım.

Hakan EŞİYOK

22/11/2022

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR .....	iii
SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vii
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM .....	18
3.1. MATERYAL .....	18
3.2. YÖNTEM .....	19
3.2.1. Nar Tanelerinin Elde Edilmesi ve Paketleme .....	19
3.2.2. Fiziksel ve Kimyasal Analizler .....	20
3.2.2.1. Ağırlık kaybı .....	21
3.2.2.2. Suda çözülebilir kuru madde miktarı (SÇKM) .....	21
3.2.2.3. Meyve suyundaki titre edilebilir asitlik miktarı (TEA) .....	21
3.2.2.4. Meyve Suyu ph miktarları.....	22
3.2.2.5. Tat analizi .....	23
3.2.2.6. Folin-Ciocalteu yöntemiyle toplam fenolik madde tayini .....	23
3.2.2.7. ABTS yöntemiyle antioksidan kapasite tayini .....	24
3.2.2.8. FRAP yöntemiyle antioksidan kapasite tayini tayini .....	24
3.2.2.9. Toplam antosiyanin tayini .....	25
3.2.3. Mikrobiyolojik analizler .....	26
3.2.4. Verilerin Değerlendirilmesi .....	27
4. BULGULAR ve TARTIŞMA .....	28
4.1. Ağırlık Kaybı .....	28
4.2.Suda Çözülebilir Kuru Madde Miktarı Analizi .....	29
4.3. Ph Değerleri .....	31
4.4. Titre Edilebilir Asit Miktarı .....	32
4.5. Tat .....	33
4.6. Toplam Fenolik Madde .....	35
4.7. Toplam Antioksidan İçerikeri .....	36
4.8. Toplam Antosiyanin İçerikleri .....	38
4.9. Mikrobiyolojik Analizler .....	40
5. SONUÇ .....	41
KAYNAKLAR .....	43



## SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

°	Derece
%	Yüzde
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Hidrojen Peroksit
CaCl <sub>2</sub>	Kalsiyum Klorür

### Açıklamalar

### Kısaltmalar

µm	Mikrometre
°C	Santigrat derece
µl	Mikrolitre
µmol	Mikromol
ABTS	2,2'-azino-bis 3-etilbenzotiyazolin-6-sülfürik asit
CGE:	siyanidin-3-glikozit eşdeğeri
da	Dekar
FAO	Food and Agriculture Organization
FRAP	Ferrik indirgeyici antioksidan gücü
g	Gram
GAE:	Gallik asit eşdeğeri
ha	Hektar
m	Metre
ma	Modifiye Atmosfer
map	Modifiye Atmosfer Paketleme
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mm <sup>3</sup>	Milimetreküp
NaCl	Sodyum klorür
NaOH	Sodyum hidroksit
pH	Hidrojen Konsantrasyonu (-) Logaritması
SÇKM	Suda Çözülebilir Kuru Madde Miktarı
SF	Seyreltme Faktörü
TA	Titre Edilebilir Asit
TE	Troloks Eşdeğeri
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
ÖS	Ön Soğutma

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 1.1. Türkiye Nar Üretim Haritası .....	1
Şekil 3.1. (a) Narların Toplu Görsele, (b) Nar Taneleme İşlemi .....	18
Şekil 3.2. (A) Vakumlama İşlemi (B) Tartım İşlemi .....	19
Şekil 3.3. Tanelenip Paketlenen +4 °C'deki Nar Paketleri .....	20
Şekil 3.4. SÇKM Ölçümünde Kullanılan Dijital Refraktometre .....	21
Şekil 3.5. Titre Edilebilir Asit Miktarı Ölçümleri .....	22
Şekil 3.6. Kullanılan ph metre ve ölçümü .....	22
Şekil 3.7. Mikrobiyolojik Analiz Yapılan Pedri Kapları .....	27
Şekil 4.1. Başlangıç analizleri ve nar tanelerinin vakumlu ve vakumsuz paketlerde görünümü .....	28
Şekil 4.2. Vakumlu ve vakumsuz olarak muhafazaya alınan nar tanelerinin tartımı ...	29

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 1.1	TÜİK 2021 İller Bazında Nar Üretimi..... 2
Çizelge 3.1.	Tat Analizi Değerlendirme Tablosu..... 23
Çizelge 4.1.	Hicaznar çeşidi nar tanelerinde donmuş ve +4 °C’de depolama süresi boyunca belirlenen ağırlık kaybı miktarları..... 29
Çizelge 4.2.	Hicaznar çeşidi nar tanelerinde donmuş ve +4 °C’de depolama süresi boyunca belirlenen SÇKM değerleri ..... 31
Çizelge 4.3.	Hicaznar çeşidi nar tanelerinde donmuş ve +4 °C’de depolama süresi boyunca belirlenen pH değerleri..... 32
Çizelge 4.4.	Hicaznar çeşidi nar tanelerinde donmuş ve +4 °C’de depolama süresi boyunca belirlenen TEA (g 100mL <sup>-1</sup> ) değerleri ..... 33
Çizelge 4.5.	Hicaznar çeşidi nar tanelerinde donmuş ve +4 °C’de depolama süresi boyunca belirlenen tat değerleri ..... 34
Çizelge 4.6.	Hicaznar çeşidi nar tanelerinde donmuş ve +4 °C de depolama süresince elde edilen toplam fenolik madde miktarları..... 36
Çizelge 4.7.	Hicaznar çeşidi nar tanelerinde donmuş ve +4 °C de depolama süresince FRAB ve ABTS yöntemlerine göre belirlenen toplam antioksidan kapasitesi (mg TE/mL) ..... 38
Çizelge 4.8.	Hicaznar çeşidi nar tanelerinde donmuş ve +4 °C de depolama süresince elde edilen toplam antosiyanin miktarları ..... 39
Çizelge 4.9.	PDA, PDA-ANT ve TSA ortamlarındaki ortalama mikroorganizma sayıları ..... 40

## 1. GİRİŞ

Nar, *Punicaceae* familyasından olup tropik ve yarı tropik ülkelerde özellikle ılıman iklime sahip Akdeniz ülkelerinde yetiştiriciliği yapılmaktadır (Artes ve ark. 2000). Nar, bilinen en eski yenilebilir meyvelerden biridir ve Ortadoğu'nun eski uygarlıklarıyla ilişkilendirilir (Chandra ve Jadhav 2009). Nar, şu anda İran ve Afganistan tarafından işgal edilen bölgeden doğuya Hindistan ve Çin'e, batıdan da Akdeniz ülkelerine (Türkiye, Mısır, Tunus, Fas ve İspanya) yayılmıştır. İspanyol misyonerler, narı 1500'lerde Amerika'ya götürmüşlerdir (Hodgson ve ark. 1917, LaRue ve ark. 1980). Eski Mısır'da ve erken Yunanistan, İtalya ve Irak'ta yetiştirilmiştir. Daha sonra Türkmenistan, Afganistan, İran, Hindistan ve Çin gibi Asya ülkelerinin yanı sıra Kuzey Amerika ve Akdeniz Avrupa'ya da yayılmıştır (Melgarejo ve ark. 1992). Nar, Akdeniz bölgesinden Asya'nın geri kalanına, Kuzey Afrika'ya ve Avrupa'ya tanıtılmıştır (Teixeira ve ark. 2013).

Türkiye'de 2021 yılı itibari ile 292.013 dekar nar üretim alanı bulunmaktadır. Toplam üretim miktarı ise 647.676 tondur (TÜİK 2021). Ülkemizde bölgeler bazında nar üretim miktarları Akdeniz bölgesinde 143.537 dekar ve 390.083 ton, Ege bölgesinde 66.433 dekar ve 152.644 ton, Güneydoğu Anadolu bölgesinde 72.874 dekar ve 94.174 tondur (TÜİK 2021). İllere göre dağılımı Şekil 1.1'deki haritada sunulmuştur. Haritada görüldüğü gibi üretim miktarı olarak Antalya, Mersin, Adana ve Muğla gibi iller önde gelmektedir (Çizelge 1.1).



Şekil 1.1. Türkiye Nar Üretim Haritası

**Çizelge 1.1. TÜİK 2021 İller Bazında Nar Üretimi**

İller	Kapladığı Alan (ha)	Üretim miktarı (ton)
Antalya	62.519	160.621
Mersin	40.106	104.390
Muğla	23.083	68.457
Adana	21.892	83.889

Nar meyvesinin tüketilebilir kısmı önemli miktarda asitler, şekerler, vitaminler, polifenoller, polisakkaritler ve mineraller barındırmaktadır. Nar taneleri, taze olarak tüketilebildiği gibi, meyve suyu, meyve suyu konsantresi, nar ekşisi, nar ekşili sos, reçel, şarap, şurup ve likör ürünlerin yapımında kullanılabilir. Buna ilaveten çeşitli gıdalar için de renk ve tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra içerdiği %9 sitrik asitten dolayı, saf sitrik asit üretimi içinde kullanılabilir (Saxena ve ark. 1987, İncedayı ve ark. 2008).

Ülkemizde yetiştirilen nar çeşitleri tatlıdan ekşiye, kırmızıdan sarıya, küçük meyveliden büyük meyveliye ve sert çekirdekli yumuşak çekirdekliye kadar değişiklik göstermektedir (Yılmaz, 2014). Hicaznar, Fellahyemez, Ekşilik, Ernar, Katırbaşı, Ekşi Gökmar, Lefan, Erdemli Aşınar ve Silifke Aşısı narın bilinen çeşitlerindedir. Ülkemizin birçok yerinde yaygın olarak yetiştirilen ve ihracatı yapılan nar ‘Hicaznar’ çeşididir. Bu çeşidin en belirgin özelliği; kırmızı kabuğu, koyu kırmızı daneleri, mayhoş tadıdır. Birçok Avrupa ülkesinde beğeni kazanmış, çok iyi fiyatlarla ihracatı her yıl bir öncekine göre artış göstermiştir. Bunun yanı sıra verimliliği, uzun yolda taşımaya ve depolamaya uygunluğu ile de ön plana çıkmaktadır (Anonim 2006).

Nar meyvesinin hasat sonrası ömrünün; çeşide, hasat öncesi ekolojik koşullara, bakım işlerine, hasat olgunluğuna, hangi ambalaj materyalinin kullanıldığına, ön soğutmanın yapılıp yapılmamasına ve depolama koşullarına (sıcaklık ve oransal nem) bağlı olduğu bildirilmektedir (Gil ve ark. 2000; Şen ve Eroğul, 2012). Nar meyvesi, genel olarak doğal depolama koşullarında belirli bir süre muhafaza edilebilmesine karşın, meyve albenisi ve diğer kalite kayıpları yanında özellikle çürük meyve oranlarındaki önemli artışlar, bu meyvenin satış değerini negatif yönde etkilemektedir. Diğer yaş meyvelerde

olduğu gibi narların da hasattan sonra kalitelerinden fazla bir Őey kaybetmeden belirli sũre depolanmasının ancak soğukta muhafaza ile mũmkũn olabileceği yapılan çalışmalarla anlaşılmıştır (Onur ve ark. 1995). Őlkemizde nar meyveleri hala uygun olmayan koşullarda muhafaza edilmektedir ve bundan dolayı da uzun sũre muhafaza edilebilme özelliği olan bu meyveler kısa sũrede bozulmaktadır. Pazardaki yığılmaları önlemek, ũreticinin ũrũnũnũ daha yũksek fiyatlarla satabilmesini sağlamak ve sanayiye işlenen ũrũn miktarını da artırmak için soğukta muhafaza edilmesi bũyũk önem arz etmektedir (Selçuk 2012).

Nar, dũnya çapında birçok insanın favorisi olan besleyici bir meyvedir. Nar suyu önemli miktarda; Şeker, organik asit, fenolik bileşik, antosiyanin, aminoasit, askorbik asit ve mineral içermektedir. Fakat son zamanlarda meyve soyma problemlerinden dolayı bũtũn meyve yerine nar taneleri tercih edilmektedir (Wang RF ve ark. 2006). Nar taneleri, insan sağlığı ũzerindeki etkisine ilişkin yeni bulgular nedeniyle bũyũk ilgi görmekte ve dũnya çapında ũretimi giderek artmaktadır (Fawole ve Opera 2013). Tũketicilerin taze, sağlıklı ve tũketime hazır ũrũnlere olan talebi, endũstriyel olarak minimum dũzeyde işlenmiş meyve ve sebze ũretiminde artmasına neden olmuştur. Meyvenin minimum dũzeyde işlenmesi ve paketlenmesi, meyveyi %100 kullanılabilir ũrũne dnũřtũrmek için ekonomik bir yöntemdir. Narın minimum dũzeyde işlenmesinin, nar tũketiminin arttırılması için faydalı bir teknik olduğu bildirilmektedir (Palma ve ark. 2015). Minimal dũzeyde işlenmiş, tũketime hazır nar taneleri, tũketicinin rahat, taze, sağlıklı gıda gibi ihtiyaçlarını karşılayıp, zamandan ve emekten tasarruf sağlamakta ve bu sebeple bũyũk talep görmektedir (Sujeetha ve ark. 2020).

Kader ve ark. (1994) modifiye atmosferde paketlemenin (MAP), gıdaların raf mrũnũ uzatma yeteneğinin uzun sũredir bilinmekte olduğunu ve meyvelerin, gazlara nispeten dũřũk geçirgenliğe sahip polietilen torbalarla kapatıldığında modifiye bir atmosfer (MA) oluşturduğunu bildirmişlerdir. Ambalajın gaz halindeki atmosferi, ũrũnũn metabolizmasından dolayı depolama sırasında değişebileceğini (O<sub>2</sub> seviyesinin dũřũp ve CO<sub>2</sub>'nin arttığını) ve bu nedenle de atmosferin dolaylı olarak değiştirildiğini belirtmişlerdir. Yahia (2009) ise genel terimin aynı zamanda vakumlu paketleme (VP) gibi uygulamaları da içerdiğini ve dahili gazlı atmosferi değiştirmenin en basit ve en

yaygın yolunun bir vakum paketi olduğunu belirterek mikrobiyal ürün metabolizması ve gaz geçirgenliği nedeniyle atmosferin değiştiğini, günümüzde taze meyve ve sebzelerin yer aldığı marketlerde vakumlu ambalajlı ürünlerin bulunmakta olduğunu ve bu yöntemin, kontrollü atmosfer depolamaya nispeten düşük maliyetli bir alternatif sağladığını bildirmektedir.

Dondurma işlemi, meyve ve sebzelerin kalitesini uzun süre muhafaza edilmesi için uygulanan en yaygın yöntemlerden biridir. Dondurarak muhafaza ile birçok meyve ve sebzelerin rengi, aroması ve besin değeri korunmuş olur. Taze meyve ve sebzeler hasat edildikten sonra yapılarında kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik değişimler devam eder. Dondurarak muhafaza ile bu tür reaksiyonlar ya tümünden durdurulmakta ya da en aza indirilmektedir (De Ancos ve ark. 2006).

Günümüzde meyve ve sebzelerin tüketim alışkanlıklarının değişmesi ile paketleme yöntemlerinde gelişmelerle birlikte farklı sıcaklıklarda özellikle dondurarak muhafaza yöntemlerinin kullanımı artmaktadır. Doğru sıcaklık ve doğru paketleme yöntemi ile muhafaza süreci uzatılmakta ve tüketiciye uzun süreli ürün sunulabilmektedir. Bu nedenle yürütülen bu tez çalışmasında, nar meyvesinin pratik kullanımını amaçlı muhafazası için nar tanelerinin uygun paketleme yöntemi ve depolama koşullarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla vakumlu ve vakumsuz paketleme yöntemi ile +4 °C ve -18 °C sıcaklıklarda muhafaza süreci takip edilerek fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmış ve nar tanelerinin uzun süreli depolanabilmesine olanak sağlayan en uygun muhafaza koşulları saptanmaya çalışılmıştır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Nar (*Punica granatum* L.) *Punicaceae* ailesinden olup, genel olarak tropikal ve subtropikal bölgelerde yetiştirilmektedir (Schubert ve ark. 1999). Orjini güneydoğu Asya'ya dayanması ile; Türkiye, İran, Orta Doğu, Akdeniz, Amerika Birleşik Devletleri ve Arap ülkelerinde de yetişen bir meyvedir (Al-Maiman ve ark. 2002, Vardin ve ark. 2003). Türkiye'de nar üretimi başta Antalya olmak üzere, Mersin, Muğla ve Adana'da yapılmaktadır. Bununla beraber narın gelişme şartları çok seçici olmadığından, son yıllarda daha geniş bir alanda yetiştirilmeye başlanmıştır (Vardin ve ark. 2003).

Nar meyvesinin anavatanı Güney Asya olup Anadolu, özellikle Akdeniz havzasında ve Güney Amerika'da yaygın olarak yetiştirilmektedir. Dünyada; A.B.D.'nin Kaliforniya bölgesinde ve İsrail'de "Wonderful", İspanya'da "Molar" ve "Tendril" İran'da "Schahvar" ve "Robab", Türkiye'de "Hicaznar" ve "Beynar" Tunus'ta ise, "Zehri" ve "Gabsi" nar çeşitleri ticari olarak üretilmektedir. Ülkemizde en çok yetiştirilen nar çeşidi Hicaznar'dır. Hicaznar'ı kabukları kırmızı, koyu kırmızı daneli, ekşi-mayhoş, çekirdekleri orta sert, dayanıklı ve sanayi tipi bir nar türüdür (Şengül 2014).

Nar meyvesi, tatlı, mayhoş ve ekşi olmak üzere üç farklı tat özelliğine sahiptir. Nar kökünden meyve çekirdeğine kadar her yönüyle değerlendirilebilen önemli bir endüstri meyvesidir. Besin değeri açısından demir, potasyum ve özellikle C vitamini bakımından çok zengin olduğu için taze tüketimi genellikle tercih edilmektedir. Ekşi narlardan, sirke ve sitrik asit elde edilmekte olup bunun yanısıra kaynatılıp yoğunlaştırılarak yemeklerde limon yerine tercih edilebilmektedir. Tansiyon düşürücü, ateşli hastalıklarda ateş düşürücü ve hazmı kolaylaştırıcı, adale kasılmalarını, bağırsak enfeksiyonlarını önleyici, bağırsak parazitlerini düşürücü, ishal ve dizanteri tedavilerinde kullanılan çeşitli ilaçların yapımında kullanılmasının yanında, tazeleyici ve serinletici etkisi vardır. Kabuğunda bulunan zengin tanenler; deri işlemede ve meyve sularının durultulmasında ve çinko zehirlenmelerinin önlenmesinde yoğun olarak kullanılır. Ayrıca kabuk ve çiçekleri boya ve mürekkep sanayinde kullanılmaktadır. Nar çekirdekleri pamuk tohumu ile aynı oranda yağ içermektedir. Yağ üretimi sonrası arta kalan posa, östrojen



hormonu içeren en zengin bitkisel kaynak olarak ilaç yapımında kullanılmaktadır. (Anonim, 2007).

Nar, yüksek antioksidan kapasiteye sahip değerli bir polifenol kaynağıdır. Bu nedenle “süper meyve” olarak bilinir (Fischer ve ark. 2011). Yüksek düzeyde doğal biyoaktif bileşikler (antosiyenin, fenolik, flavonoid, tanen) nedeniyle, narın kansere, yaşlanmaya, ateroskleroz, hipertansiyon, kalp krizi ve diğer kronik hastalıklara yol açan reaktif oksijen türleri üzerinde inhibe edici bir etkisi vardır. Doğal biyoaktif bileşikler ayrıca gıdaları oksidasyona karşı korur ve gıda ürünlerinin raf ömrünü uzatır (Ozgen ve ark. 2008).

Narın sağlığa faydaları konusunda artan tüketici bilincine rağmen, arillerin (nar tanelerinin) meyveden çıkarılmasındaki zorluk nedeniyle meyvenin tüketimi hala sınırlıdır. Kabuk yanıkları, yarıma ve soğuk zararı gibi fizyolojik bozuklukların ortaya çıkması, pazarlanabilirliği ve tüketicilerin kabulünü azaltan diğer zorluktur (Ben-Arie ve Or 1986, Saxena ve ark. 1987). Nar meyvesinin nakliyesi ve depolanması sırasında çok sayıda renkte değişikliklere neden olan fizyolojik, biyokimyasal ve dokusal süreçler meydana gelir. Tat, doku ve nihayetinde meyve kalitesi ve duyuşal özelliklerde düşüş görülür. Ayrıca meyve kabuğu ve çekirdeklerinde sertleşme ve esmerleşmeye neden olan buruşma ve depolama sırasında meyvelerin çürümeye karşı duyarlılığı da artar (Caleb ve ark. 2012).

Nar meyvesinde kalite değerlendirmesi, birkaç önemli dış ve iç değerlendirmeye dayanmaktadır. Öznitelik olarak dış özellikler arasında meyve boyutu, şekli ve kabuk görünümü (renk, çatlaklar, güneş yanıkları, çürükler), ise suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM), titre edilebilir asitlik, lezzet (şeker/asit oranı) ve tanen içeriğidir (Citrogold 2011). Bu özellikler çeşit farklılıklarına, olgunluk derecesine ve yetiştirme bölgesine bağlı olarak değişmektedir (Fawole ve ark. 2012). Bu nedenle, hasat sonrası işleme ve depolama uygulamalarının seçimi dikkate alınmalıdır. Hasat edilen meyvenin arzu edilen koşullar için en mükemmel durumda tüketicilere ulaştırılması organoleptik, besleyici ve antioksidan özellikler bakımından önemlidir (Kader 2008, Fawole ve Opara 2013a). Uçucu olmayan bileşiklerden üretilen lezzet hissi ve aroma karakteristik bir

tatlılık, tuzluluk, acılık, ekşilik ve keskin veya burukluk oluşturur (Coultrate 2007). Nar aroması bir tatlılık ve ekşilik kombinasyonudur. Bu kombinasyon genellikle SÇKM ve TEA arasındaki (SÇKM:TEA) orandan kaynaklanır. Nar suyunun genel duyuşsal tatlılığı fruktoz, glikoz, sakkaroz gibi şeker çeşitlerine bağıdır, asidik tadı ise organik asitler olan malik, tartarik ve sitrik asitten kaynaklanır. Tatlı çeşitlerin yüksek şeker içeriğine ve düşük organik asit seviyelerine sahip olduğu bildirilirken, ekşi çeşitler yüksek organik asit ve düşük şeker içeriği seviyelerine sahiptir (Melgarejo ve ark. 2000).

Nar, hasat edildikten sonra olgunlaşmaya devam etmeyen 'klimakterik olmayan' bir meyve türüdür, bu nedenle meyvelerin tam olgunlaşma döneminde hasat edilmesi gerekmektedir (Kader ve ark. 1984). Nar meyvesi tam çiçeklenmeden sonra iklim koşullarına bağı olarak 4,5-6 ay içinde tam olgunluğa ulaşır. Narlar belli bir boyuta ve meyve rengine ulaştıklarında hasat edilebilirler. Diğer olgunluk göstergeleri ise titre edilebilir asitlik (TEA) ve suda çözünebilen kuru madde (SÇKM) miktarıdır (Kader ve ark. 2006, Ben-Arie ve ark. 1984). Kurumadde: asit oranı (SÇKM:TEA), hasatta ve hasat sonrası işleme sırasında nar meyvesinin tadını ve aromasını belirler. Kurumadde: asit oranındaki değişiklikler, meyve suyunda SÇKM ve TEA içeriklerindeki değişimlere bağıdır. Her nar çeşidi hasatta belirli bir asit/SÇKM oranı gerektirir. Narların asitliği hasatta %0,13 ile %4,98 arasında değişmektedir. Tatlı çeşitlerde < %1, tatlı-ekşi çeşitlerde %1-2 ve ekşi çeşitlerde >%2'dir (Onur ve Kaşka. 1985). Narların suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) içeriği hasatta %8,3 ile %20,5 arasında değişmektedir. Bu nedenle, olgunluk endeksleri çeşide göre değişiklik gösterir (Crisosto ve ark. 2000).

Meyve olgunlaşması sırasında, fizikokimyasal ve fenolik bileşimlerde ve antioksidan aktivitede önemli değişiklikler vardır (Fawole ve Opara 2013, Schwartz ve ark. 2009). Bu değişiklikler, çeşit, yetiştirme bölgesi, yetiştirme teknikleri ve meyvenin hasattaki olgunlaşma evresinden etkilenmektedir (Mirdehghan ve Rahemi 2007). Nar, yüksek sıcaklık gerektiren bir meyvedir (Bartual 2011). Olgunlaşmanın optimum aşamasında, yeterli suda çözüdür kuru madde miktarı (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TEA), pH, şekerler, organik asitler, toplam fenolikler, antosiyaninler, mineraller ve uygun renk özellikleri bulunmalıdır. Tüm bu özellikler yüksek kaliteli meyvelerin elde edilmesini sağlar (Fawole ve Opara 2013, Schwartz ve ark. 2009). Bu nedenle nar meyvelerinin

uygun olgunlaşma aşamasında hasat edilmesi önemlidir, çünkü bu noktada meyveler besinsel ve duyuşsal özellikler açısından en yüksek potansiyele sahip olacaktır. Narların erken hasadı renk ve aroma gelişimini engellerken, geç hasat meyvelerin raf ömrünün azalmasına ve hastalıklara karşı duyarlılığın artmasına sebep olacaktır (Schwartz ve ark. 2009).

Meyve ve sebzeler canlı oldukları için solunum sürecini devam ettirirler (Maguire ve ark. 2001). Bu süreç biyokimyasal, hücreşel organizasyon ve membran bütünlüğünü korumak için gereklidir. Narlar, hasat sonrası işleme sırasında solunumu artıran mikrobiyal çoğalmayı ve bozulmayı tetikleyen ve artıran dengesiz sıcaklıklara karşı hassastır (Kader 2006). Sıcaklık, solunum aktivitesini, terlemeyi ve mikrobiyal patojenlerin gelişimini kontrol eden en önemli faktördür. Cebri hava kullanarak hızlı ön soğutma, narın ticari ömrünü uzatmanın en basit yollarından biridir. 2-3 aylık depolama sırasında fizyolojik bozulmaların oluşmasını önlemek için sıcaklık yaklaşık 5 °C olmalıdır. Depolama sırasında çeşitli fizyolojik ve enzimatik bozuklukların yanı sıra fungal etmenler kalite özelliklerini ciddi şekilde etkileyebilir (Kader ve ark. 1984, Artes ve ark. 1992). Bağıl nem (RH) ise ikinci en önemli faktördür. Anahtar kavram, buhar basıncındaki eksiklik veya meyve ile çevre arasındaki bağıl nem farkıdır. Sıcaklık ve bağıl nem yakından ilişkilidir ve amaç, mikrobiyal gelişmeyi ve çürümeyi artırmadan ağırlık kaybını en aza indirmektir. Narlar hasat sonrası işlemler (yıkama, cilalama, mantar ilaçları) olmadan ticarileştirildiğinden, sağlıklı ve temiz kalabilmeleri için meyveler nazikçe fırçalanmalı ve %90-95 civarında bir bağıl nem ile muhafaza edilmelidir (Artes ve ark. 1992).

Hasat sonrası depolama sırasında narlarda, çeşitli fizyolojik ve enzimatik bozuklukların bir sonucu olarak önemli kalite kayıpları yaşanmakta, başta su kaybı olmak üzere, hem kabukta hem de çekirdekte esmerleşmeler görülmektedir. Bu belirtiler 5 °C'nin üzerindeki depolama sıcaklıklarında artar. Aşırı kuruma ve çürüme oluşumunu önlemek için düşük sıcaklıklarda depolama gereklidir (Elyatem ve ark. 1984).

Fizyolojik bozukluklar soğuk zararı, çürüme ve ağırlık kaybı, narın depolanabilirliğini sınırlayan en önemli problemlerdir. Örneğın, wonderful çeşidi narların, 5 °C veya daha

düşük sıcaklıklarda (geleneksel soğuk hava deposu) depolandığında, meyve kabuğunda kahverengi renk değişikliği ve yüzeyde çukurlaşma gibi soğuk zararı semptomları geliştirdiği gözlemlenmiştir (Elyatem ve ark. 1984). İspanyol tatlı narları, 5 °C'nin altındaki sıcaklıklarda 2 aydan fazla saklanırlarsa soğuk zararına maruz kalabileceği bildirilmiştir. Tatlı narları saklamak için minimum güvenli sıcaklık 10 °C olduğu ancak bu sıcaklığın mantar gelişimini engellemediği bildirilmiştir (Kader ve ark. 1984).

Nar geleneksel yöntemde optimum depolama koşulları 5/7 °C'de %85-90 bağıl nem ortamında 5-6 ay muhafaza edilebilmektedir. Bazı kaynaklar muhafaza sıcaklığının 5 °C'nin altına düşmesiyle soğuk zararının görüleceğini öne sürmüştür. Bazı kaynaklarda ise 0/1 °C'de %95 bağıl nemde 6 aya kadar depolanabileceği belirtilmiştir. Soğuk zararlanmasının başlıca belirtileri, kabuk yüzeyinde küçük çukurlar, kabuğun esmerleşmesi, iç zarların ve bölme aralarındaki doku renginin solması ve esmerleşmesi gibi değişimlerdir (Kader ve ark. 1984).

Kader ve ark. (1984) 0 °C ve 10 °C'de 4 ay süreyle saklanan 'Wonderful' nar çeşidi için pH değerlerinde artış gözlemlendiğini bildirmiştir. Fawole ve Opara (2013b), 5 °C'de depolanan 'Ruby' çeşidinde meyve suyu pH'nın 16 haftalık depolamadan sonra maksimum pH değerine (3.96) ulaştığını bildirmişlerdir. Yine Artés ve ark. (1998), 80 gün boyunca 5 °C ve %95 nispi nemde muhafaza edilen 'Mollar de Elche' çeşidi için pH değerlerinde önemli bir fark olmadığını bildirmiştir. Gil ve ark. (1996), benzer depolama koşulları altında depolanan 'Molar de Elche' çeşidi için benzer bulguları rapor etmiştir.

Kipri ve Dündar (2021)'in yaptığı çalışmada, Adana'da yetiştirilen Hicaznar çeşidi meyveleri, sıcak suda (50 ve 55 °C'de ) 1 ve 2 dakika bekletilip streç film (kalınlık 12µ) ile kaplanmıştır. Normal atmosfer koşullarında 4 ay soğukta muhafaza sonrasında 7 gün raf ömründe tutulan meyveler incelenmiştir. Araştırma sonunda sıcak su uygulaması yapılan meyvelerin, kontrole göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Görsel kalite ve mantarsal nedenli bozulmalar göz önüne alındığında 55 °C 1 dk ve 50 °C 2 dk uygulamasının yapıldığı meyvelerin ekonomik olarak 4 ay muhafaza edilebileceği bildirilmiştir.

Hatay ilinde yapılmış olan bir çalışmada ‘Hicaznar’ ve ‘Katırbaşı’ nar çeşitlerinde soğukta ve modifiye atmosferde muhafazanın kaliteye etkisi araştırılmıştır. Modifiye atmosferde paketlenme (MAP) yapıldıktan sonra meyveler soğuk hava depolarında  $6\pm 0,5$  °C’de ve  $90\pm 5$  oransal nemde 6 ay süreyle depolanmış ve birer aylık aralıklar ile bazı kalite parametrelerinde oluşan değişimler belirlenmiştir. Raf ömrü çalışmaları, 7 gün 20 °C’de  $75\pm 5$  oransal nem koşullarında tutulan meyvelerde gerçekleştirilmiştir. Muhafaza ve raf ömrü sırasında ağırlık kayıpları, MAP ambalajı içindeki O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonu, meyve kabuk ve tane rengi, görünüş, fungal ve fizyolojik nedenlerle bozulan meyve miktarı ve fizyolojik bozulma şiddeti, usare miktarı, suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı, meyve suyu pH değeri, titre edilebilir asitlik miktarı ve tat değerlerinde oluşan değişimler izlenmiştir. Çalışma neticesinde MAP içerisinde muhafaza edilen Hicaznar’ nar çeşidinin 6 °C ve  $90$  oransal nem koşullarında 4 ay ve ‘Katırbaşı’ nar çeşidinin ise aynı depolama koşullarında 3 ay süreyle başarıyla depolanabileceği saptanmıştır (Özdemir ve Atabey 2021).

Hicaznar çeşidinde yapılan farklı uygulamaların soğukta depolama süresince fitokimyasal ve uçucu aroma bileşimine etkileri üzerine yapılan çalışmada ‘Hicaznar’ çeşidi açıkta ve modifiye atmosfer ambalajlarında (MAP) +7 °C sıcaklık ve  $85-90$  oransal nemde 18 hafta süreyle muhafaza edilmiştir. ‘Hicaznar’ meyvelerinde depolama süresince; ağırlık kaybı, CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> gaz değişimi, nar tane rengi [L (parlaklık), C (Chroma)], suda çözünen kuru madde (SÇKM) miktarı, pH, titre edilebilir asitlik (TEA), toplam fenolik (mg/100mL), toplam flavonoid madde miktarı (mg/100mL), antioksidan aktivite miktarı (%), malik asit (%), şeker (glikoz, fruktoz, sakkaroz, sorbitol) (%) ve uçucu aroma bileşikleri değişimi belirlenmiştir. Muhafaza sonunda ‘Hicaznar’ meyvelerinin ortalama ağırlık kaybında ve nar tanelerinin L (parlaklık) değerinde artış görülürken, Chroma renk değerinde hafif düşüşler meydana gelmiştir. Depolama süresi sonunda, nar meyve suyu toplam fenolik madde miktarı kontrol grubunda 109,5 mg/100mL iken MAP grubunda 127,83 olarak saptanmış; toplam flavonoid madde miktarı ise sırası ile 26,8 (kontrol) ve 27,1 (MAP) olarak belirlenmiştir. SÇKM miktarındaki azalışların istatistiki anlamda önemli bulunduğu bildirilmiştir (Öz ve ark. 2015).

Yapılan çalışmalarda mikro delikli polipropilen torbalarda bütün narların ve hatta nar tanelerinin ambalajlarda muhafazası incelenmiştir. Bu gibi durumlarda solunum yolu ile torbaların içindeki narlar ve polipropilen filmlerin farklı gazlar için seçici geçirgenliği, hermetik olarak kapatılmış torbalarda, meyvelerin etrafında CO<sub>2</sub> bakımından zengin ve O<sub>2</sub> bakımından fakir modifiye bir atmosfer oluşturulur. Kötü tatlara yol açacak fermentatif metabolizmayı tetiklemeden beklenen faydalı etkileri üretmek için yeterli gaz seviyelerine ulaşılmasına izin veren filmlerin kullanılması önemlidir. Kabul edilebilir kalitede meyvelerin depolama ömürlerini uzatmak mümkün olup ticarileşme döneminde olağanüstü bir görünüm gösteren meyveler ile meyve yüzeyindeki etkilerin yanı sıra su kaybı da önemli ölçüde azaltılmaktadır. Modifiye atmosfer paketleme (MAP) tekniği de minimum düzeyde işlenmiş nar tanelerinin depolanmasında başarıyla kullanılmıştır (Gil ve ark. 1996). Farklı paketleme filmlerinin, 25 µm kalınlığında deliksiz polipropilen (UPP) ve delikli polipropilenin etkisini araştırmıştır. Tatlı 'Mollar de Elche' nar çeşidinin soğukta muhafaza ve raf ömrü boyunca kalite özellikleri, fizyolojik bozulmaları ve çürümesi üzerine yapılan çalışmada meyveler 2 °C ve 5 °C'de, 20 µm kalınlığında kapalı UPP torbalarında, ara sıra C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> izlerinin tespit edildiğini, delikli torbalarda ise 12 haftalık depolamanın sonunda atmosferik bileşimin pratikte hava gibi olduğunu gözlemlemişlerdir. Raf ömrünün sonunda, değerleri biraz düşen 5 °C'de delikli polipropilen muamelesi hariç, tüm muameleler pH değerlerini korumuş veya arttırmıştır. TEA'da hiçbir değişikliğin saptanmamış (5 °C'de delikli polipropilen hariç), 2 veya 5 °C'de 12 haftalık depolamanın sonundaki TEA değerleri, hasattaki değerlerden daha düşük çıkmıştır. Bununla birlikte, 2 ve 5 °C'de soğutulmuş depolama sırasında, TEA'daki azalma nedeniyle MAP'de depolanan meyvelerde SÇKM/TEA oranı önemli ölçüde artmıştır. Değerlendirmelerine göre, soğuk depolama sonunda arillerin kırmızı rengini korumak için en iyi yöntemin 5 °C'de delikli polipropilen olduğu ve her iki soğutmalı depolama sıcaklığında da MAP işlemlerinde en az fizyolojik bozuklukla karşılaşıldığı bildirilmiştir (Artes ve ark. 2000).

Selçuk ve ark. (2014)'nın yapmış olduğu çalışmada iki farklı MAP tipinde (MAP1, Xtend® film XF.A12'den yapılmış paketlerde; MAP2, ZOCpac'ten yapılmış torbalarda mühürlenmiş) paketlenen ve 6 °C'de ve %90–95 oransal nemde'de 120 gün depolanan

'Hicrannar' çeşidinde farklı MAP uygulamalarının ağırlık kaybını ve çürümeyi önemli ölçüde azalttığı ve dış görünümünü koruduğu, ancak iç kalite özellikleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı ve meyvelerin hem soğukta depolama hem de raf ömrü sonunda meyvenin kırmızı rengini korumak için en iyi yöntemin MAP2 olduğunu bildirmişlerdir.

Nar meyvesinin muhafazasında farklı modifiye atmosfer ambalajlarının 'Hicaznar' nar çeşidine ait meyvelerde yapılan bir çalışmada, depolama süresince çürüklük gelişimi, ağırlık kaybı, renk ve duyu özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada tam olgunlukta hasat edilen nar meyveleri, 7 farklı firma tarafından üretilen MA ambalajlarına yerleştirilmiş ve hava ile ön soğutma yapıldıktan sonra ağzları kapatılmıştır. Nar meyveleri  $6\pm 0,5$  °C sıcaklık ve %90 oransal nemde 5 ay süreyle muhafazaya alınmıştır. Depolama başlangıcında ve 3, 4 ve 5 aylık depolama sonrası alınan örneklerde kayıplar ve değişimler incelenmiştir. MA ambalajlarında saptanan O<sub>2</sub> (%10,1-%18,8) ve CO<sub>2</sub> (%3,1-%6,1) oranları önemli farklılıklar göstermiştir. Beş 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 MA ambalajlarındaki nar meyvelerinin kabuğunda buruşma ve şekil bozukluğu (köşeleme) görülmüştür. Ağırlık kaybı az olan MA ambalajlarında çürüklük gelişimi belirgin (%35,0- %47,5) şekilde daha yüksek bulunmuştur. Nar meyvelerinde ağırlık kaybı ile çürüklük gelişimi arasında lineer ters bir ilişki ( $R^2 = 0,81$ ) bulunmuştur. MA ambalajlarının nar meyvelerinin kabuk ve tane renk değerleri birbirine benzerlik göstermiştir. MA ambalajlarının etkilerinin depolama süresiyle yakından ilişkili olduğundan nar depolamasında uygun MA ambalajın seçiminde depolama süresinin dikkate alınmasının gerektiği bildirilmiştir (Karaca ve Şen 2014).

Narın kalite parametrelerini izlemek, hasat sonrası kayıpları azaltmak, depolama öncesi yüksek CO<sub>2</sub> işlemi ve aktif paketleme kullanarak nar meyvesinin raf ömrünün uzatılmasının hedeflendiği bir çalışmada kısa süreli yüksek CO<sub>2</sub> uygulanmış nar meyveleri nano torbalarla (MAP1 ve MAP2) paketlenmiş ve ambalajsız olarak 12 hafta boyunca 5 °C'de soğuk hava deposunda saklanmıştır. Sonuçlarda ise hem paketlenmiş hem de paketlenmemiş meyvelerde paketlenmemiş kontrollere göre kısa süreli yüksek

CO<sub>2</sub> uygulaması ile meyve çürümesi, soğuk zararı ve ağırlık kaybı değerlerinin önemli ölçüde azaldığı ifade edilmiştir. Genel bir eğilim olarak, depolama süresinin sonunda uygulamalar arasında pH, SÇKM ve TEA'da önemli bir farkın görülmediği belirtilmiştir. MAP2 ile paketlenen meyvede a\* olarak ölçülen tane renginde hafif düşüşler bulunduğu ve sonuç olarak da tek başına kısa süreli yüksek CO<sub>2</sub> uygulamasının, nar meyve çeşitlerinde ağırlık kaybı, çürüme ve depolama bozukluklarını azaltmada etkili olduğu bildirilmiştir (Moradinezhad ve ark. 2018).

Yapılan bir çalışmada, ozon ve fungusit uygulamalarının Hicaznar nar çeşidinde soğukta depolama boyunca meyve kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Optimum dönemde derilen meyveler zaman kaybetmeden laboratuvara getirilmiş ve üç gruba ayrılmıştır. Üzerinde hiçbir uygulama yapılmayan ilk grup kontrol meyveleri olarak kullanılmıştır. İkinci grup meyvelere bir ozon jeneratörü vasıtasıyla hava sızdırmaz bir kabin içerisinde 6 saat boyunca 4 ppm ozon uygulanmıştır. Son grup örnekler ticari uygulamalarda olduğu gibi fungusit (%0.9'lük prokloraz) çözeltisine 10 sn süreyle daldırılmıştır. Uygulamalardan sonra, meyveler modifiye atmosfer paketleri içinde 6 °C ve %90±5 oransal nem koşullarında 5 ay boyunca depolanmıştır. Başlangıçta ve birer aylık aralıklar ile ağırlık kaybı (%), suda çözünebilir kuru madde (%), titre edilebilir asitlik (g 100mL<sup>-1</sup>), solunum hızı (mL.CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>), paket içi gaz kompozisyonu (%), meyve kabuk rengi ve duyusal değerlendirme analizleri yapılmıştır. Duyusal değerlendirme sonuçları dikkate alındığında, ozon ve fungusit uygulamalarından kontrol grubuna kıyasla daha iyi sonuçlar alınmıştır. Fungusit uygulamasının narların ağırlık kaybı ve solunum hızı üzerine etkisi istatistik olarak önemli olmuştur. Sonuç olarak, fungusit ve ozon uygulamaları Hicaznar çeşidi meyvelerinin soğukta depolanma süresinin uzatılması ve derim sonrası kalitesinin korunmasında etkili olduğu bildirilmiştir (Bolel ve ark. 2019)

Dorostkar ve Moradinezhad (2022)'ın yapmış olduğu çalışmada, etanol (EtOH), sodyum bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>) ve farklı ambalajları içeren hasat sonrası işlemlerde narın duyusal kalitesinin, renginin ve biyokimyasal özelliklerinin (SÇKM, TEA, SÇKM/TEA, antosiyanin içeriği ve toplam antioksidan kapasitesi) değerlendirilmesini amaçlamışlardır. Çalışmada %10 (v/v) etanol (EtOH), %1 (w/v) sodyum bikarbonat



(NaHCO<sub>3</sub>) ve paketleme yöntemi olarak da pasif MAP ve vakumlu paketleme kullanılmıştır. Meyveler daha sonra 10 hafta boyunca 5 ± 1 °C’de ve % 90 bağıl nemde depolanmıştır. Kabuk ve aril renk değerlendirmelerinde EtOH işlemlili ve vakumlu ambalajlamanın a\* 'yı artırarak ve L\* 'yi azaltarak nar renginin kalitesini iyileştirdiğini göstermektedir. Ek olarak, yapılan işlemler çürümeyi azaltmış ve suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) ve titre edilebilir asitliği (TEA)’yı korumuştur. İlginç bir şekilde, EtOH uygulaması, kontrole kıyasla toplam antioksidan kapasitesini ve antosiyanin içeriğini sırasıyla %20 ve %50 arttırdığı için meyvenin besin kalitesini iyileştirmiştir. Duyusal analiz, EtOH ve vakumlu paket (VP) ile işlenmiş meyvenin tat, renk, doku ve görünüm açısından daha yüksek puan aldığını ve panelistlerin bakış açısına göre en iyi kabul edilebilirliği aldığını göstermiştir. Sonuç olarak, EtOH ve vakumlu paket (VP), duyusal kaliteyi ve biyoaktif bileşikleri koruduğu ve çürümeyi azalttığı için soğuk depolamada nar meyvesinin kalitesini önemli ölçüde iyileştirdiği bildirilmiştir.

Sujeetha ve ark. (2020)’ları tarafından yapılan bir çalışmada, nar tanelerinin (*Punica granatum* L.) vakum paketleme yöntemiyle raf ömrünün uzatılması amaçlanmıştır. LDPE ve HDPE gibi iki farklı ambalaj malzemesi kullanılmış ve vakumlu ambalajlanan taneler oda sıcaklığında ve buzdolabında saklanmıştır. Renk, fiziksel ağırlık kaybı, sertlik, pH, titre edilebilir asitlik, suda çözünebilir kuru madde miktarı, toplam antosiyanin içeriği ve mikrobiyal yük gibi kalite değişiklikleri ve fizikokimyasal özellikler analiz edilmiştir. Sonuçlar, normal ambalajlı nar tanelerinin raf ömrünün 8 güne kadar olduğunu, vakumlu ambalajlı nar tanelerinin ise buzdolabında 22 güne kadar depolanabildiğini göstermiştir. HDPE, LDPE'ye kıyasla tanelerin fizikokimyasal özellikleri üzerinde minimum etkiye sahip olduğu bildirilmiştir.

Nar tanelerinde renk, antioksidan kapasite ve bazı fitokimyasalların içeriği üzerine dondurma ve dondurarak kurutma işlemlerinin etkilerinin incelendiği çalışmada taze nar taneleri yüksek antioksidan aktivite (%79,50 ve 3894,73 µmol trolox/100 g kuru ağırlık, sırasıyla DPPH ve ABTS testleri ile ölçülmüştür), aynı zamanda yüksek miktarda toplam antosiyanin (22.80 mg/100 g), toplam fenolik madde (633.55 mg GAE/100 g) ve toplam flavonoid madde (593.23 mg quercetin eşdeğeri/100 g) içeriğine sahip olduğu

belirlenmiştir. Uygulamaların nar tanelerinde renk değişimini önemli derecede etkilemediği saptanmıştır. Dondurarak kurutma işleminin nar tanelerinin antioksidan aktivitesi ve fitokimyasal içerikliğini önemli ölçüde azalttığı, dondurma işleminin ise daha az olumsuz etki oluşturduğu tespit edilmiştir. Nar tanelerinin toplam antosiyaninler, toplam fenolik ve toplam flavonoid içeriklerinin antioksidan kapasiteleri ile iyi bir korelasyona sahip olduğu saptanmıştır. En iyi korelasyonların toplam antosiyanin içeriği ile DPPH ( $R^2= 0.9652$ ) ve ABTS ( $0.9752$ ) yöntemine göre belirlenen antioksidant kapasite arasında olduğu bildirilmiştir (Al-Sanabani ve ark. 2016).

Narların depolama potansiyelini sınırlayan etkenler başında *Aspergillus* spp, *Cladosporium* spp, *Colletotrichum* spp, *Epicoccum* spp, *Penicillium* spp, *Pestalotia* ve *Botrytis cinerea* gibi çeşitli patojenlerin neden olduğu bozulmaların olduğu bildirilmiştir (Maclean ve ark. 2011, Caleb ve ark. 2012). *B. cinerea*, depolanan narları misel yayılımı ile enfekte edebilir, enfekte meyvelerden bitişik sağlıklı meyvelerde de, çürümeye neden olur. *B. cinerea* esas olarak ağaçtaki genç meyvenin taç kısmı (kaliks) yoluyla meyveyi enfekte eder, gizli kalır ve hasattan sonra nemli koşullarda etkilenen bölgede karakteristik bir gri miselyum oluşturur (Caleb ve ark. 2012). Gri küf çürüklüğü genellikle kaliksten başlar ve kabuğa yayılır. Belirgin bir kahverengi renk bozulmasına neden olarak kabuğu sertleştirir (Ryall ve Pentzer 1974). Ayrıca, *B. cinerea*, enfekte meyvelerden bitişik sağlıklı meyvelere yayılarak depolanan narları enfekte edebilir ve çürümeye neden olabilir (Palou ve ark. 2007).

Narın hasat sonrası hastalıklarına sisleme şeklinde bazı dezenfektanların ve fumispore OPP uygulamalarının etkisinin araştırıldığı çalışmada, sisleme şeklinde bazı dezenfektanların ve Fumispore OPP uygulamasının “Hicaznar” nar çeşidi meyvelerin hasat sonrası hastalıklarına karşı etkisi incelenmiştir. Dezenfektan olarak klor dioksit ( $ClO_2$ ), sodyum hipoklorit ( $NaOCI$ ) ve perasetik asidin (PAA)’in 1000, 1500 ve 2000  $\mu L L^{-1}$  dozları kullanılmıştır. Uygulamalar 16 m<sup>3</sup> büyüklüğünde kapalı bir kabinde nar meyvelerine oda sıcaklığında uygulanmıştır. Dezenfektan uygulamaları kabin içinde sisleme şeklinde 30 dk süre ile uygulanmış, kabinin kapısı açılmadan 30 dk ilave süre boyunca da meyveler kabinde bekletilmişlerdir. Fumispore OPP uygulaması da aynı

kabinde yapılmış ve meyveler kabinde 15 saat süre ile bekletilmişlerdir. Tüm uygulama yapılan meyveler uygulamaların hemen sonunda bekletilmeden ticari modifiye atmosfer paketler içerisine alınmışlar ve 6 °C'de %90-95 oransal nemde, 60 ve 100 gün süre ile muhafaza edilmişlerdir. Birbirini tekrar eden iki nar sezonu içerisinde denemeler yürütülmüştür. Her iki denemenin 60 gün yapılan muhafazalarında ClO<sub>2</sub> ve PAA 2000 µL L-1, NaOCI 1500 ve 2000 µL L-1 dozlarında, 100 gün yapılan muhafazalarında ise PAA ve NaOCI 2000 µL L-1 dozlarında, kontrol uygulamalarına göre önemli düzeyde meyve çürümesini azaltmışlardır. Fumispore OPP uygulaması ise kontrol uygulamalarına göre önemli düzeyde meyve çürümesinde farklılık oluşturmamıştır. Genel olarak dezenfektanların tüm dozlarının ve Fumispore OPP uygulamasının meyve kaliksi içinde ve uygulama kabininin havasında bulunan mikroorganizma popülasyonunu kontrol uygulamalarına göre önemli düzeyde azalttığının tespit edildiği bildirilmiştir (İlhan 2018).

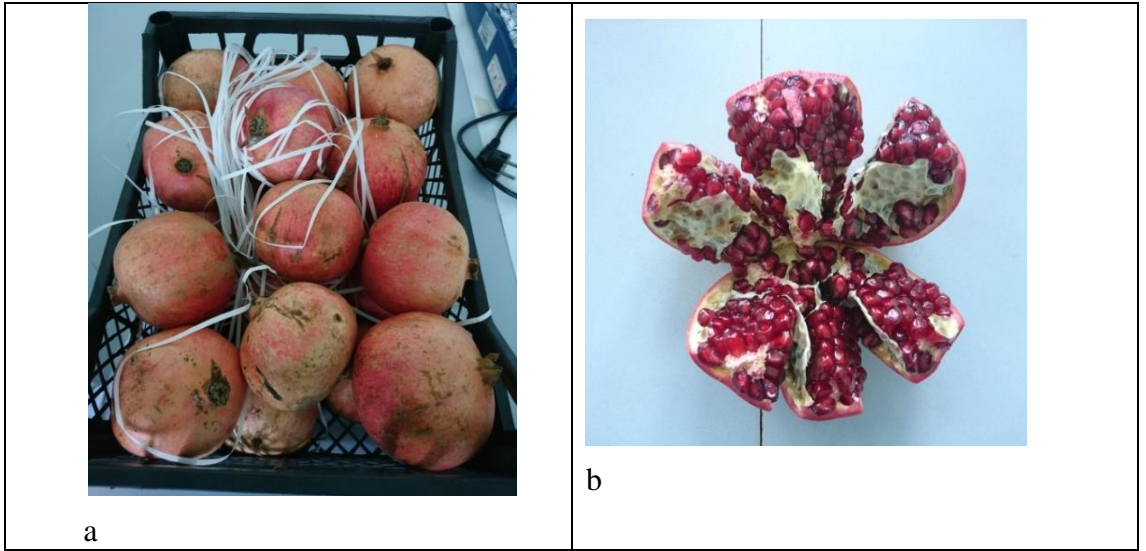
'Hicaznar' nar çeşidinde gaz halinde uygulanan ozonun ön soğutma yapılan ve yapılmayan meyvelerin hasat sonrası hastalıklarına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada hasat edilen nar meyveleri 2 gruba ayrılarak yarısına 20 saat süre ile ön soğutma yapılmış (ÖS+), diğer yarısına ise ön soğutma yapılmamış (ÖS-)'tir. Hasattan 20 saat sonra ozon gazı uygulamaları yapılmıştır. Gaz halindeki ozon nar meyvelerine hava sızdırmaz polietilenden oluşturulan kapalı bir hacimde uygulanmıştır. Uygulama yapılan meyveler ticari modifiye atmosfer paketler içerisinde 6 °C'de %90-95 oransal nemde, 60 ve 120 gün süre ile muhafaza edilmişlerdir. Birbirini tekrar eden 2 nar sezonu içerisinde denemeler yürütülmüştür. Her iki denemenin 60 ve 120 gün süren muhafazalarında, ÖS+ ve ÖS- meyvelere ozon gazının 4200, 5000 ve 8100 CxT (konsantrasyon (ppm) X süre (sn) ) dozundaki uygulamaları genel olarak meyve çürüme yüzdesi (MÇY)'ni azaltmış ancak meyvelerde sırasıyla zayıf (1), orta(2) ve şiddetli (3) şeklinde değişen fitotoksisite görülmüştür. Her iki denemenin 120 gün muhafaza edilen ÖS+ meyvelerinde, ozon gazının 3500 CxT uygulamasının fitotoksisite görülmeksizin MÇY'ni kontrole göre önemli düzeyde azalttığı belirlenmiştir. Her iki denemenin her iki muhafaza döneminde de ÖS+ meyvelerde, ÖS- meyvelere göre daha düşük ozon gazı dozlarının MÇY'ni kontrole göre önemli düzeyde azalttığı bulunmuştur. Bu sonuç ön soğutma yapılmasının uygulamaların etkinliğini arttırdığını göstermiştir. Ayrıca

genel olarak tüm ozon gazı dozlarının meyve kaliksi içinde bulunan mikroorganizma popülasyonunu önemli düzeyde azalttığı tespit edilmiştir (İlhan 2018a).

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

Bu çalışma 2019-2020 yıllarında Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Hasat Sonu Fizyolojisi Laboratuvarında yürütülmüştür. Denemede Hicaznar çeşidi meyveleri Antalya ilinde bulunan bir üretici bahçesinden temin edilmiş olup ekim ayı sonunda hasatı gerçekleştirilmiştir ve hasattan sonra 15-20 gün doğal soğutmalı koşullarda bekletilmiştir. Kasım ayında elimize ulaşan meyvelerle çalışma başlatılmıştır (Şekil 3.1).



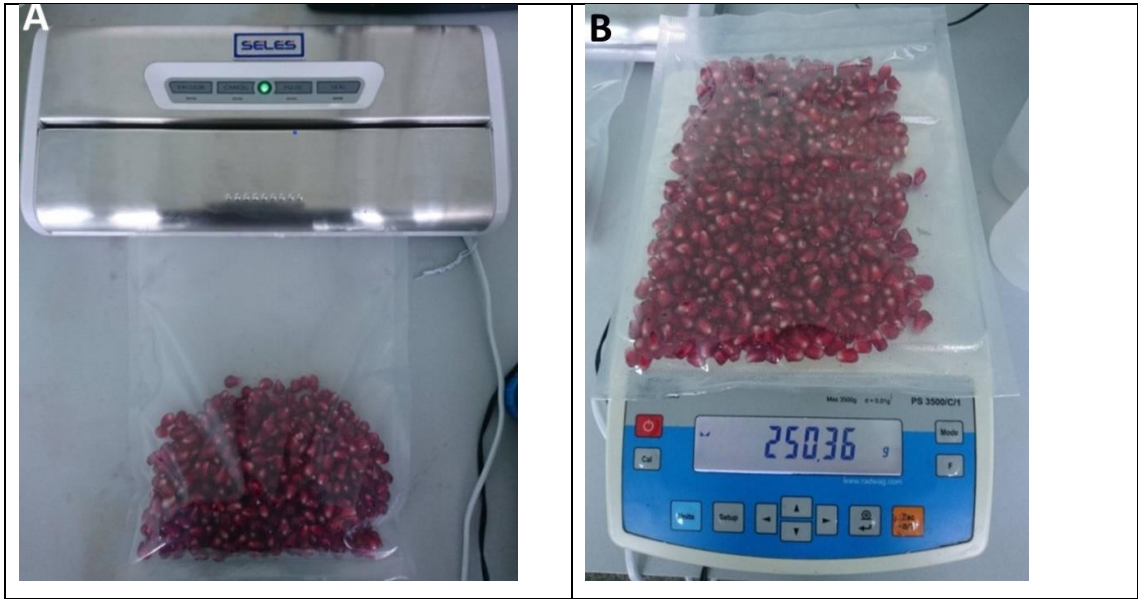
**Şekil 3.1.** (a) Bütün nar meyvesi , (b) Nar taneleme işlemi için kesilmiş meyveler

‘Hicaznar’ ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği ve ihracatı yapılan nar çeşididir. Hicaz nar ağacının boyu 1,5 m civarındadır. Meyve kabuğu koyu kırmızı veya sarı renkte, meyve içi ise pembe, kırmızı, koyu kırmızı veya mor renkte olabilmektedir. Meyve yapısı iridir ve her bir meyve ortalama yarım kilo ağırlıktadır. İçi sert taneli olan hicaz narı çok kalitelidir ve depolama için uygundur. Uzun süre serin ortamlarda depolanabilir. Hem sofralık hem de sanayide (nar ekşisi) kullanılır. Eylül ayında olgunlaşmaya başlayan “Hicaznar” ekim ayında hasat edilmeye başlar. Hicaznar mayhoş narlar arasında soğuğa dayanıklı bir çeşit olarak gösterilmektedir.

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1 Nar tanelerinin elde edilmesi ve paketlenme

Derim sonrası plastik kasalar ile laboratuara getirilen meyveler suyla yıkandıktan sonra steril bir bıçak yardımı ile kabuklarından ayrılarak nar meyveleri tanelerine ayrılmış ve steril bir kaba konulmuştur. Bu kap içerisinden homojen bir şekilde alınan nar taneleri paketlere yerleştirilmiştir. Paketleme yapmak için Seles marka VS-100 model ev tipi makine kullanılmıştır. Tüm paketler dijital hassas terazi yardımı ile 250 ( $\pm 0,5$ ) gr olacak şekilde paketlenmiştir. Vakumlama, yapılan paketler otomatik olarak aynı derecede vakumlanmıştır. Vakumlama yapılmayan paketler ise yine aynı makine ile ve aynı paketler ile paketlenmiş fakat vakumlama işlemi yapılmamıştır. Tüm paketler aynı boyutta üzere 20 cm eninde ve 25 cm boyunda olacak şekilde aynı boyutta hazırlanmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. (A) Vakumlama ve (B) tartım işlemi

Vakumlu ve vakumsuz paketlenen nar taneleri +4 °C ve 18 °C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta 5 ay boyunca muhafaza edilmiştir. (Şekil 3.2).

Denemede -18 °C vakumlu ya da vakumsuz paketleme yöntemleri aynı zamanda “donmuş vakumlu” ya da “donmuş vakumsuz” şeklinde de ifade edilmiştir.



**Şekil 3.3.** Tanelenip paketlenen +4 °C'deki nar paketleri

Denemenin ilk kurulumu için sıfırncı gün yani başlangıç analizleri yapıldıktan sonra paketlenen nar taneleri beş ay süreyle takip edilmek üzere +4 °C ve -18 °C sıcaklıklarda muhafazaya alınmıştır (Şekil 3.3).

Denemede her bir paket bir tekerrür anlamına gelmektedir. Bu sebeple vakumlu +4 °C, vakumsuz +4 °C, vakumlu -18 °C ve vakumsuz -18 °C yöntemleri için her ay her yöntemde kullanılmak üzere 3'er paket hazırlanmıştır. Her yöntem için toplam 15 adet ve toplamda 60 adet paket kullanılmıştır.

### **3.2.2 Fiziksel ve kimyasal analizler**

Başlangıç analizleri yapılarak kurulan denemede her ay vakumlu +4 °C örneklerden üç adet, vakumsuz +4 °C örneklerden üç adet, vakumlu -18 °C örneklerden üç adet, vakumsuz -18 °C örneklerden üç adet paketler kullanılarak üç tekerrür sağlanmış, bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmış ve 5 ay boyunca takip edilmiştir.

### 3.2.2.1. Ağırlık kaybı

Paketlenen nar tanelerinin her bir paketi her paketmi yoksa belirlenen paketler mi her ay 0.01 gr duyarlılığa sahip hassas terazi(PS 3500 model) ile teker teker ölçülerek ağırlıkları kayıt edilmiştir. Her bir paketin başlangıç ağırlığına göre fark oluşturup oluşturmadığı saptanmıştır (Şekil 3.2).

### 3.2.2.2. Suda çözülebilir kuru madde miktarı (SÇKM)

Meyve suyundaki suda çözülebilen kuru madde miktarı (SÇKM) 0. Gün ve sonraki takip eden her ay dijital refraktometre (Mettler Toledo marka) ile ölçülerek kayıt altına alınmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. SÇKM ölçümünde kullanılan dijital refraktometre

### 3.2.2.3. Meyve suyundaki titre edilebilir asitlik miktarı (TEA)

Tar tanelerinden elde edilen 5 ml saf nar suyuna 95 ml saf su eklenerek 100 ml'ye tamamlanan karışımdan 20 ml alınarak dijital pH metre (Mettler Toledo marka) yardımı ile pH 8,1'e kadar 0,1 N NaOH ile titre edilerek ve değerler sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır. Harcanan 1 mL 0,1 N NaOH çözeltisi 0,0064 g sitrik aside eşittir (Şekil 3.5).

(Asitlik değeri (%)) = NaOH Faktörü x Harcanan NaOH Miktarı x Sitrik Asit Sabiti)





**Şekil 3.5.** Titr edilebilir asit miktarı ölçümleri

#### **3.2.2.4. Meyve suyu pH miktarları**

Meyve suyu pH miktarları her bir örnek için dijital pH metre (Mettler Toledo marka) ile ölçülerek kayıt altına alınmıştır (Şekil 3.6).



**Şekil 3.6.** Kullanılan pH metre ve ölçümü

### 3.2.2.5. Tat analizi

Beş farklı kişi ile yapılan meyve taneleri tadım testi aşağıda verilen 1-5 skalası üzerinden değerlendirilmiş (Çizelge 3.1). Tadım testini yapan kişiler beş ay boyunca aynı kişiler olup, muhafazadan alınan her örnekteki paketler çıkarıldıktan yarım saat sonra tadım testi yapılmıştır.

**Çizelge 3.1.** Tat analizi değerlendirme tablosu

1 puan	Tat bozulmuş, pazarlanamaz
2 puan	Tat bozulmuş, pazarlanabilirliği kısıtlı
3 puan	Orta- kısmen tat bozulmuş, pazarlanabilirliği kısıtlı
4 puan	İyi
5 puan	Mükemmel

### 3.2.2.6. Folin-Ciocalteu yöntemiyle toplam fenolik madde tayini

Analiz tüplerine alınan x mL örnek/standart (2-x) mL saf su ve 2,5 mL Lowry C çözeltisi eklendikten sonra 0,25 mL seyreltilmiş Folin-Ciocalteu çözeltisi eklenerek tüpler karıştırılmıştır. 30 dk boyunca karanlık ortamda bekletilen analiz tüplerinin 750 nm'de ölçümleri alınmıştır. Kalibrasyon grafiği için artan derişimlerde hazırlanan gallik asit çözeltisi standart madde olarak kullanılmıştır. Gallik asit derişimine karşı absorbans değerleri grafiğe geçirilerek en küçük kareler yöntemiyle doğru denklemi hesaplanmıştır. Elde edilen doğru denklemi kullanılarak örneklerdeki toplam fenolik madde içeriği mg GAE/ mL örnek olarak belirlenmiştir (Karkar ve Şahin 2022).

- Lowry A çözeltisi: 0,1 M NaOH içinde %2'lik  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  çözülerek hazırlanmıştır.
- Lowry B çözeltisi: %1'lik  $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  içinde %5'lik  $\text{CuSO}_4$  'ın çözünmesiyle hazırlanmıştır.
- Lowry C çözeltisi: Lowry A ve Lowry B çözeltileri 50:1 oranında karıştırılarak hazırlanmıştır.

- Folin-Ciocalteu çözeltisi: Folin-Ciocalteu reaktifinin 1:3 oranında saf su ile seyreltilerek hazırlanmıştır.

### 3.2.2.7. ABTS yöntemiyle antioksidan kapasite tayini

Analiz tüplerine alınan x mL örnek/standart üzerine (4-x) mL etanol eklenerek karıştırılmıştır. Her bir analiz tüpüne 1 mL ABTS radikal çözeltisi eklendikten 6 dk sonra örnek/standartların 734 nm’de absorbansları ölçülmüştür ( $A_{\text{örnek}}$ ). ( $A_{\text{kör}}$ : ABTS radikal katyonunun inhibisyona uğramadığı (örnek/standart içermez) haldeki absorbans değeridir.) Ölçümler sonucunda örnek ve standartların %inhibisyon değerleri belirlenmiştir.

$$\% \text{İnhibisyon} = \frac{A_{\text{kör}} - A_{\text{örnek}}}{A_{\text{kör}}} \times 100$$

Troloks derişimine karşı %inhibisyon değerleri grafiğe geçirilerek en küçük kareler yöntemiyle doğru denklemi hesaplanmıştır. Elde edilen doğru denklemi kullanılarak örneklerin antioksidan kapasite değeri mg TE/mL örnek olarak belirlenmiştir (Karkar ve Şahin, 2022).

- ABTS radikal çözeltisi: 7 mM ABTS çözeltisi içinde 2,45 mM  $K_2S_2O_8$  su ile çözülerek 24 saat boyunca karanlık ortamda bekletilmiştir. 24 saat sonra ABTS radikal çözeltisi su ile 1:10 oranında seyreltilerek hazırlanmıştır.

### 3.2.2.8. FRAP Yöntemiyle Antioksidan Kapasite Tayini

Analiz tüplerine x mL (<0,25 mL) örnek/standart ve (3-x) mL FRAP reaktifi eklenerek 30 dk boyunca karanlık ortamda bekletildikten sonra örnek/standartların 593 nm’de absorbansları okunmuştur. Örneklerdeki antioksidan kapasite değerinin belirlenebilmesi için standart madde olarak artan derişimlerde troloks çözeltisi hazırlanmıştır. Absorbansa karşılık troloks derişimi grafiğe geçirilerek en küçük kareler yöntemiyle doğru denklemi belirlenmiştir. Elde edilen doğru denklemi kullanılarak örneklerin

antioksidan kapasite değerleri mg TE/mL örnek cinsinden belirlenmiştir (Karkar ve Şahin 2022).

- Sodyum asetat çözeltisi (0,1 M): 1,36 g  $\text{CH}_3\text{COONa}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$  saf su ile çözülerek toplam hacim 100 mL olacak şekilde hazırlanmıştır.
- Asetik asit çözeltisi (0,1 M): 0,6 mL derişik  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (%99,5,  $1,05 \text{ g/cm}^3$ ) çözeltisinin saf su ile 100 mL'ye tamamlanmasıyla hazırlanmıştır.
- pH 3,6 asetat tamponu: 92,5 mL 0,1 M  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ve 7,5 mL 0,1 M  $\text{CH}_3\text{COONa}$  çözeltilerinin karıştırılmasıyla hazırlanmıştır.
- Hidroklorik asit çözeltisi (40 mM): 332  $\mu\text{L}$  derişik HCl (12,06 M)'in saf su ile 100 mL'ye tamamlanmasıyla hazırlanmıştır.
- TPTZ çözeltisi (10 mM): 0,3 g 2,4,6-tris(2-piridil)-s-triazin (TPTZ) 40 mM HCl içinde çözülerek toplam hacim 100 mL olacak şekilde hazırlanmıştır.
- Demir (III) klorür çözeltisi (20 mM): 0,3 g  $\text{FeCl}_3$  saf su ile çözülerek toplam hacim 100 mL olacak şekilde hazırlanmıştır.
- FRAP çözeltisi: pH 3,6 tamponu, TPTZ ve  $\text{FeCl}_3$  klorür çözeltilerinin sırasıyla 10:1:1 oranlarında karıştırılmasıyla hazırlanmıştır.

### **3.2.2.9. Toplam antosiyanin tayini**

Analiz tüplerine 1 mL ekstrakt ve 4 mL tampon eklenerek her iki tampon içinde ayrı ayrı örnekler hazırlanmıştır. Hazırlanan örneklerin 520 nm ve 700 nm'de absorbansları ölçülmüştür. Örneklerin toplam antosiyanin miktarı "mg siyanidin-3-glikozit eşdeğeri (mg CGE) / mL örnek" cinsinden hesaplanmıştır (Lee ve ark. 2005).

$$\text{Antosiyenin (mg siyanidin - 3 - glikozit / L)} = \frac{A \times MA \times SF \times 1000}{\epsilon \times l}$$

$$A = (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}}) \text{ pH } 1,0 - (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}}) \text{ pH } 4,5$$

$$MA = 449,2 \text{ g/mol ; siyanidin-3-glikozitin molekül ağırlığı}$$

$$SF : \text{Seyreltme faktörü}$$

$\epsilon = 26 \ 900 \text{ L} \times \text{mol}^{-1} \times \text{cm}^{-1}$  ; siyanidin-3-glikozitin molar absorpsiyon katsayısı

$$l = 1 \text{ cm ; ışığın aldığı yol}$$

- pH 1,0 tamponu; 0,299 g sodyum asetat ve 0,166 mL asetik asitin 100 mL' ye su ile tamamlanması ile hazırlanmıştır.
- pH 4,5 tamponu 25 mL 0,2 M KCl ile 67 mL 0,2 M HCl'in 100 mL'ye su ile tamamlanması ile hazırlanmıştır.

### 3.2.3. Mikrobiyolojik Analizler

Toplam mikroorganizma yükünün belirlenmesi için Patates Dekstroz Agar (PDA), toplam maya ve fungal populasyonun belirlenmesinde 100 mgL-1 streptomycin sülfat (Merck, Almanya) içeren PDA ve bakteriyel populasyonun belirlenmesinde 200 mgL-1 cycloheximide (Actidione, Sigma-Aldric, ABD) içeren Tryptic Soy Agar (TSA) kullanılmıştır. Yukarıda belirtildiği üzere 60 gr nar meyve taneleri 70 ml, saf su ile otoklav şişede 15 dk. çalkalandıktan sonra buradan alınan 100 µl örnek, içinde 900 µl steril fizyolojik tuzlu su (%0.85 NaCl) bulunan steril eppendorf tüplere karıştırılmış ve aynı şekilde seri desimal (10 kat) seyreltmeler yapılmıştır. Her seyreltmeden ilgili petri kaplarına 100 µl örnek alınmış ve besi ortamı üzerinde dağılması sağlanmıştır. Daha sonra petri kapları 24 °C'de bakteri ve maya gelişimi için 2-3 gün, fungus gelişimi için 3-5 gün inkube edilip, gelişen koloniler sayılarak, nar tanelerinde bulunan mikroorganizma yükü tespit edilmiştir. 3 tekerrürlü olan vakumlu ve vakumsuz paketlenme yöntemlerinde bulunan +4 °C ve -18 °C sıcaklıklarda muhafazası yapılan nar paketleri ilgili mikroorganizma grubu için 2 tekerrürde incelenecek şekilde petri kapları kullanılmıştır.



**Şekil 3.7.** Mikrobiyolojik Analiz Yapılan Pedri Kapları

### 3.2.4. Verilerin değerlendirilmesi

Denemelerden elde edilen bulgular, SPSS istatistik programında, tesadüf parselleri deneme desenine göre değerlendirilerek varyans analizi yapılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılıp istatistiksel farklılıkların ortaya konması için ise %5 hata olasılığına sahip ‘DUNCAN’ testi kullanılmıştır ( $P < 0.05$ ).

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada yer alan 'Hicaznar' çeşidinin vakumlu ve vakumsuz paketlenme yöntemleri kullanılarak,  $-18^{\circ}\text{C}$  ve  $+4^{\circ}\text{C}$  sıcaklıklarda beş ay boyunca muhafaza edilmiştir. İki sıcaklıktaki depolama ortamlarında muhafaza edilen vakumlu ve vakumsuz paketlerdeki nar tanelerinde aylık analizler yapılmıştır. Nar tanelerinin vakumlu ve vakumsuz paketlenme yöntemleri ile  $-18^{\circ}\text{C}$  ve  $+4^{\circ}\text{C}$  sıcaklıklar muhafazası süresince pH, suda çözünen kuru madde miktarı (SÇKM), titre edilebilir asit (TEA) ölçümleri ve tat değerlendirmeleri yapılarak meyvelerin kalitelerinde meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı, FRAB ve ABTS yöntemiyle antioksidan ve antosiyanin miktarlarındaki değişimler de saptanmıştır. Bunun yanında 'Hicaznar' çeşidinin nar tanelerinde depolama boyunca mikrobiyal yükü saptamak için mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Muhafaza sürecine başlamadan önce başlangıç analizleri yapılmıştır. Nar taneleri vakumlu ve vakumsuz olacak şekilde paketlenip,  $-18^{\circ}\text{C}$  ve  $+4^{\circ}\text{C}$  sıcaklıklarda muhafaza süreleri başlamıştır (Şekil 4.1).



**Şekil 4.1.** Başlangıç analizleri ve nar tanelerinin vakumlu ve vakumsuz paketlerde görünümü

##### 4.1. Ağırlık Kaybı

Her bir paketin başlangıç ağırlığına göre fark oluşturup oluşturmadığı saptanmıştır. Başlangıç analizlerden itibaren beşinci aydaki analizlere kadar ağırlık kaybı analizi yapılmıştır. Başlangıçta 250 gr olarak hazırlanan paketler her analiz yapılacağı ayda

analizlere başlanmadan önce hassas terazi ile tartılmıştır fakat vakumlu ve vakumsuz paketlenme yöntemlerinin her ikisinde de paketler tamamen kapalı ve dışarıdan herhangi bir müdahale olmadığı için hiçbir şekilde ağırlık kaybı gözlenmemiştir.



**Şekil 4.2.** Vakumlu ve vakumsuz olarak muhafazaya alınan nar tanelerinin tartımı

**Çizelge 4.1.** Hicaznar çeşidi nar tanelerinde donmuş ve +4 °C’de depolama süresi boyunca belirlenen ağırlık kaybı miktarları

Muhafaza Ortamı	Ağırlık Kaybı (gr.)					
	Başlangıç	1. ay	2. ay	3. ay	4. ay	5. ay
<b>Donmuş Vakumlu</b>	250 <sup>ö.d</sup>	250 <sup>ö.d</sup>	250 <sup>ö.d</sup>	250 <sup>ö.d</sup>	250 <sup>ö.d</sup>	250 <sup>ö.d</sup>
<b>Donmuş Vakumsuz</b>	250	250	250	250	250	250
<b>Vakumlu +4 °C</b>	250	250	250	250	250	250
<b>Vakumsuz +4 °C</b>	250	250	250	250	250	250

<sup>ö.d</sup>. önemli değil

#### 4.2. Suda Çözünen Kuru Madde Miktarı

Farklı sıcaklık ortamında vakumlu, vakumsuz olarak muhafaza edilen nar tanelerinde depolama süresi boyunca belirlenen suda çözünen kuru madde değerleri Çizelge 4.2’ de verilmiştir. Muhafaza süresince farklı muhafaza ortamlarında nar tanelerinin SÇKM miktarındaki değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Nar meyvelerinin soğuk muhafazaya alınmadan önceki SÇKM değeri %16,47 olarak ölçülmüştür. SÇKM değerleri muhafaza ortamlarına bağlı olarak birinci ayda %15,66 ile %21,90, ikinci ayda %15,93 ile %19,56, üçüncü ayda %15,10 ile %17,83, dördüncü ayda %14,00 ile %16,86, beşinci ayda %13,86 ile %16,86 arasında değişim



göstermiştir. Depolama süresi boyunca en düşük SÇKM miktarı vakumsuz +4 °C, en yüksek değerler donmuş vakumlu olarak muhafaza edilen nar tanelerinde saptanmıştır. Depolama sonunda (5. ayda) ortalama değerler incelendiğinde, vakumsuz +4 °C de muhafaza edilen meyvelerin SÇKM değerlerindeki azalış en fazla, donmuş vakumlu ortamda muhafaza edilen meyvelerde en az olduğu belirlenmiştir. Özdemir ve Atabey (2021) ‘Hicaznar’ nar çeşidinde başlangıçta ortalama %17.47 olan SÇKM miktarını muhafaza süresi uzadıkça artış ve azalış gösterdiğini ve 6. ayın sonunda biraz azalarak %16.77’ye düştüğünü saptamıştır. Bolel ve ark. (2019) ise ‘Hicaznar’ nar çeşidinde başlangıçta ortalama %17.05 olan SÇKM miktarının muhafaza sonunda uygulamalara göre %12,93 ile %13,97 arasında kayıtlı etmişlerdir. Temel amacı hızlı (IQF) ve yavaş (ev tipi) dondurulmuş nar tanelerinde depolama süresi boyunca SÇKM miktarı ev tipi dondurulmuş örneklerde %16.2-18.7, IQF dondurulmuş örnekler ise %15.0-17.3 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Şengül 2014). Nar tanelerine uygulanan muhafaza yöntemleri sonucunda depolama süresi boyunca elde edilen SÇKM değerleri yapılan başka çalışmalarda bulunan değerler arasındadır. Nar derimden sonra olgunlaşmaya devam etmeyen bir meyve olduğu depolama sırasında şekerlerin solunumunda kullanılması sonucu SÇKM miktarında azalmalar meydana geldiği belirtilmiştir (Bolel ve ark. 2019; Özdemir ve Atabey 2021). Nar meyvesinde yürütülen farklı çalışmalarda da muhafaza süresince SÇKM miktarında düşüş olduğu bu durumun muhafaza ortam koşullarına göre değiştiği bildirilmiştir (Onur ve ark. 1995; Yazıcı ve ark. 2005; Bolel ve ark. 2019, Özdemir ve Atabey 2021). Muhafaza süresince istenen SÇKM miktarının başlangıç değerlerine yakın olacak şekilde kalmasıdır. Bu çalışmada vakumlu paket uygulaması iki muhafaza sıcaklığında da SÇKM değerleri yönünden iyi sonuçlar vermiştir.

**Çizelge 4.2.** Hicaznar çeşidi nar tanelerinde donmuş ve +4 °C’de depolama süresi boyunca belirlenen SÇKM miktarları

Muhafaza Ortamı	SÇKM miktarı (%)					
	Başlangıç	1. ay	2. ay	3. ay	4. ay	5. ay
Donmuş Vakumlu	16,47 <sup>ö,d</sup>	21,9 a	19,57 a	17,83 a	16,87 a	16,83 a
Donmuş Vakumsuz	16,47	20,03 b	16,77 b	16,6 b	16 b	15,97 b
Vakumlu +4 °C	16,47	15,97 c	16,67 b	16,03 b	15,47 c	16,83 a
Vakumsuz +4 °C	16,47	15,67 c	15,93 b	15,1 c	14 d	13,87 c

Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle  $P \leq 0.05$ 'e göre belirlenmiştir.

<sup>ö,d</sup>. önemli değil

### 4.3. pH Değerleri

Farklı muhafaza ortamlarında depolama süresi boyunca pH değerinde meydana gelen değişim Çizelge 4.3’de verilmiştir. Nar meyvelerinin soğuk muhafazaya alınmadan önceki pH değeri 2,69 olarak ölçülmüştür. Nar tanelerinin pH değeri muhafaza ortamlarına göre birinci ayda 2,67 ile 2,74, ikinci ayda 2,93 ile 3,01, üçüncü ayda 3,04 ile 3,1, dördüncü ayda 2,90 ile 2,96, beşinci aydı 2,89 ile 2,95 arasında değişmiştir. Muhafaza süresince nar tanelerinin vakumsuz ve vakumlu pakette farklı sıcaklıklarda pH değerlerindeki değişim istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Birinci ayda -18 °C de pH değerinde artış, +4 °C de ise azalış olduğu kayıt edilmiştir. Sonraki aylarda nar tanelerinde tüm muhafaza ortamlarında pH değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir. Depolama sonunda en düşük pH değerleri donmuş vakumlu, en yüksek ise 2 depolama sıcaklığında da vakumsuz muhafaza edilen meyvelerde saptanmıştır. Önceki çalışmalarda nar meyvesinde pH içeriğinin meyvenin olgunlaşma aşamalarında arttığı belirtilmiştir (Nuncio-Jauregui ve ark. 2014, Al-Maiman ve Ahmad 2002, Gil ve ark. 1996). Şengül 2014 hızlı (IQF) ve yavaş (ev tipi) dondurulmuş nar tanelerinde depolama süresi boyunca pH değerlerinin 2,2-3,3 değerleri arasında değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir. ‘Shishekab’ nar çeşidinin 5 °C de vakumlu pakette 130 günlük muhafaza süresince pH değerinin 5,19-6,12 arasında değişim gösterdiği ve istatistiki anlamda önemli bulunmamakla birlikte muhafaza süresince pH değerinin yükseldiği bildirilmiştir (Moradinezhad ve ark. 2013). Bu durumun muhafaza koşulları ve çeşide göre değişkenlik gösterdiği anlaşılmaktadır.

**Çizelge 4.3.** Hicaznar çeşidi nar tanelerinde donmuş ve +4 °C’de depolama süresi boyunca belirlenen pH değerleri

Muhafaza Ortamı	pH					
	Başlangıç	1. ay	2. ay	3. ay	4. ay	5. ay
Donmuş Vakumlu	2,69 <sup>ö,d</sup>	2,67 c	2,93 b	3,10 a	2,9 b	2,89 b
Donmuş Vakumsuz	2,69	2,78 a	3,0 ab	3,09 ab	2,96 a	2,95 a
Vakumlu +4 °C	2,69	2,74 ab	3,01 a	3,04 b	2,91 b	2,91 ab
Vakumsuz +4 °C	2,69	2,72 bc	2,97 ab	3,09 ab	2,95 a	2,94 a

Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle  $p \leq 0.05$ 'e göre belirlenmiştir.

<sup>ö,d</sup>. önemli değil

#### 4.4. Titre Edilebilir Asit Miktarı

Farklı muhafaza ortamlarında depolama süresi boyunca TEA miktarında meydana gelen değişim Çizelge 4.4’de sunulmuştur. Nar meyvelerinin soğuk muhafazaya alınmadan önceki TEA değeri 1,97 g/100 mL olarak belirlenmiştir. Nar tanelerinin TEA değeri muhafaza ortamlarına göre birinci ay 1,84 ile 2,3 g/100 mL, ikinci ay 1,78 ile 2,27 g/100 mL, üçüncü ay 1,26 ile 1,65 g/100 mL, dördüncü ay 1,92 ile 2,29 g/100 mL, beşinci ay 2,00 ile 2,27 g/100 mL arasında değişmiştir. TEA üzerine depolama süresince muhafaza ortamlarının etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Nar tanelerinin titrasyon asitliği birinci ay başlangıç değerine oranla vakumlu +4 °C deki muhafaza koşullarında yüksek, diğer ortam koşullarında daha düşük değere sahip olduğu saptanmıştır. TEA değerinde ikinci ay donmuş vakumlu ortamda yükseliş, diğer ortamlarda kısmi bir azalış gözlenmiştir. Tüm muhafaza ortamlarında üçüncü ay nar tanelerinde en düşük TEA değerleri kayıt edilmiş fakat muhafaza ortamları arasında önemli bir fark görülmemiştir. Dördüncü ve beşinci ay TEA değerlerinde kısmi bir yükseliş saptanmıştır. Muhafaza sonunda (5. ayda) nar tanelerinin TEA miktarının benzer ve başlangıç değerinden yüksek olduğu belirlenmiştir. Narlarda TEA miktarı % 2’den büyükse ekşi nar, % 1’den küçük ise tatlı nar ve % 1-2 arasında ise mayhoş nar çeşidi olarak sınıflandırılmaktadır (Onur ve ark. 1995). Hicaznar nar çeşidinin mayhoş narlar sınıfına girdiği belirtilmektedir (Bolel ve ark. 2019) ve tez çalışmasının sonuçları da bu durumu desteklemektedir. Bolel ve ark. (2019), ları depolama süresi uzadıkça TEA miktarı düzenli olarak azaldığını ve başlangıçta 1.07 g/100 mL olan TEA

değerinin 5 aylık muhafaza sonunda kontrol, ozon ve kimyasal uygulamalarında sırasıyla 0,53, 0,78 ve 0,65 g/100 mL olarak kayıt ettiklerini bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar farklı uygulamalar yapılan ve değişik depolama koşullarında saklanan narlarda da görülmüştür (Waskar ve ark. 1999; Şen ve Eroğul 2012; Kirpi ve Dündar 2011; Oğuz ve ark. 2014). Bu sonuçların aksine depolama süresince TEA değerlerinde artış saptanmıştır. Bu durumun paketlenme, sıcaklık ve özellikle narın bütün değil taneleyerek muhafaza edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim Şengül (2014) titrasyon asitliğini dondurulmuş nar tanesi örneklerinde depolama süresince arttığını, %11,3-13,7 arasında değiştiğini bildirmiştir. Bunun yanında nar muhafazasında depolama süresince TEA değerlerinin mümkün olduğunca başlangıç değerlerine yakın kalması arzulanan bir durum olduğu belirtilmektedir.

**Çizelge 4.4.** Hicaznar çeşidi nar tanelerinde donmuş ve +4 °C’de depolama süresi boyunca belirlenen TEA (g/100 mL) değerleri

Muhafaza Ortamı	TEA (g/100 mL)					
	Başlangıç	1. ay	2. ay	3. ay	4. ay	5. ay
<b>Donmuş Vakumlu</b>	1,97 ö,d	1,84 b	2,20 a	1,60 ö,d	2,24 a	2,24 ö,d
<b>Donmuş Vakumsuz</b>	1,97	1,90 b	1,88 bc	1,65	2 b	2,00
<b>Vakumlu +4 °C</b>	1,97	2,30 a	2,04 b	1,26	2,29 a	2,27
<b>Vakumsuz +4 °C</b>	1,97	1,94 b	1,78 c	1,29	1,92 b	2,03

Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle  $P \leq 0.05$ 'e göre belirlenmiştir.

ö.d. önemli değil

#### 4.5. Tat

Nar meyvelerinin soğuk muhafazaya alınmadan önceki duyuşal tat değerlendirmesi jüri tarafından 5 puan üzerinden 5 olarak değerlendirilmiştir. Farklı ortamlarda depolama süresi boyunca nar tanelerinde elde edilen tat puanları Çizelge 4.5’ de sunulmuştur. Duyuşal tat değeri muhafaza ortamlarına göre birinci ayda 4 ile 4,8, ikinci ayda 3,6 ile 4,2, üçüncü ayda 2,8 ile 3,6, dördüncü ayda 1,6 ile 3,0, beşinci ayda 1,4 ile 3 puan aralığında yer almıştır. Tat üzerine depolama süresince muhafaza ortamlarının etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Depolama süresince tüm muhafaza ortamlarında nar tanelerinin tat puanlarında azalış kayıt edilmiştir. Dördüncü aydan

itibaren hem puanlar belirgin azalmış hem de muhafaza ortamlarına göre farklılaşmalar başlamıştır. Dördüncü ayda +4 °C de vakumlu ve vakumsuz pakette muhafaza edilen nar tanelerinde tat (1,6) kısmen bozulmuş sınıfta yer almış, sonraki aydada tat puanlarında azalış devam etmiştir. Dördüncü aydan itibaren -18 °C de muhafaza edilen vakumlu ve vakumsuz paketeki nar tanelerinin tat puanları azalmış, tat (2,8-3) pazarlanabilirliği kısıtlı sınıfta değerlendirilmiştir. Sonuç olarak donmuş ortamda muhafaza edilen nar tanelerinin tat kalitesinin daha iyi olduğu belirlenmiştir. Nar taneleri +4 °C de vakumlu ve vakumsuz paketlerde üçüncü ay, donmuş ortamda vakumlu ve vakumsuz paketlerde dört ay tat bakımından pazarlanabilir kalitede kalabilmişlerdir. Bolel ve ark. (2019) tarafından ozon ve fungusit uygulamalarının Hicaznar nar çeşidinde soğukta depolama boyunca meyve kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Muhafaza süresi boyunca tat değerlerinde azalmalar gözlenmiş, depolama sonunda kontrol, ozon ve kimyasal uygulamalarından elde edilen puanlar sırasıyla 1.83, 2.33 ve 3.25 olmuştur. Beş aylık depolama sonunda sadece fungusit uygulanan meyveler orta puan (3.00) sınırının üzerinde (3.25) yer almıştır. Benzer şekilde farklı çalışmalarda da kabuklu nar meyvesinin depolama süresi boyunca tat puanlarında azalmalar kayıt edilmiş ve üç ile beşinci ayın sonuna kadar tat değerinin orta puan sınırında kalabildiği bildirilmiştir (Selçuk ve Erkan 2014). Bu durumun muhafaza koşulları, yapılan kimyasal madde uygulamaları, meyve kabuğu veya tanelenmiş olarak muhafazaya ve çeşit özelliklerine göre değiştiği anlaşılmaktadır.

**Çizelge 4.5.** Hicaznar çeşidi nar tanelerinde donmuş ve +4 °C’de depolama süresi boyunca belirlenen tat değerleri

Muhafaza Ortamı	Tat					
	Başlangıç	1. ay	2. ay	3. ay	4. ay	5. ay
<b>Donmuş Vakumlu</b>	5 <sup>ö.d</sup>	4,8 a	3,6 <sup>ö.d</sup>	3,6 <sup>ö.d</sup>	3,0 a	2,6 a
<b>Donmuş Vakumsuz</b>	5	4,6 ab	4,2	3,6	2,8 a	3,0 a
<b>Vakumlu +4 °C</b>	5	4,4 ab	3,8	2,8	1,6 b	1,4 b
<b>Vakumsuz +4 °C</b>	5	4 b	4,2	2,8	1,6 b	1,4 b

Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle  $p \leq 0.05$ 'e göre belirlenmiştir.

<sup>ö.d</sup>. önemli değil. Tat 1-5 skalası: 1-çok kötü; 2-kötü; 3-orta; 4-iyi; 5-çok iyi.

#### 4.6. Toplam Fenolik Madde

Farklı ortamlarda muhafaza edilen nar tanelerinde toplam fenolik madde miktarları belirlenmiş ve depolama süresince görülen değişimleri Çizelge 4.6'da sunulmuştur. Nar meyvelerinin soğuk muhafazaya alınmadan önceki fenol içeriği 3,34 mg GAE/mL olarak belirlenmiştir. Depolama süresi boyunca nar tanelerinin toplam fenolik madde miktarı muhafaza uygulamalarına göre birinci ayda 3,11 ile 4,17 mg GAE/mL, ikinci ayda 3,12 ile 3,94 mg GAE/mL, üçüncü ayda 2,88 ile 3,34 mg GAE/mL, dördüncü ayda 2,92 ile 3,34 mg GAE/mL, beşinci ayda 2,65 ile 3,34 mg GAE/mL arasında değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. Toplam fenolik madde içeriği üzerine depolama süresince muhafaza ortamlarının etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Muhafaza ortamlarında depolama süresince nar tanelerinin toplam fenolik maddde miktarlarında dalgalanmalar görülmüştür. Donmuş vakumlu ortamda nar tanelerinin toplam fenol içeriği bir ve ikinci aylarda artmış, sonraki aylarda kısmi bir azalma göstererek muhafaza sonunda başlangıç değerinde kayıt edilmiştir. Vakumlu +4 °C'de de benzer seyir görülmüştür. Donmuş vakumsuz ortamda dördüncü ayda, vakumsuz +4 °C de ise üçüncü ayda fenolik madde içeriğinin azaldığı ve sonraki aylarda da azalışa devam ettiği gözlenmiştir. Sonuç olarak nar tanelerinde toplam fenolik madde miktarı her iki sıcaklık ortamında vakumlu pakete depolama süresince başlangıç değerine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir.

Selçuk ve Erkan (2014) tatlı 'Hicrannar' çeşidinde farklı modifiye atmosfer paketlemelerinin (MAP) meyve kalitesi üzerine etkisini araştırmıştır. 120 gün boyunca 6 °C ve %90-95 bağıl nemde muhafaza edilen meyvelerin toplam fenolikler, toplam antosiyaninler ve antioksidan aktivitesini belirlemişlerdir. Hasatta toplam polifenol bileşikleri 333.6 mg GAE 100 g-1 kayıt etmişler, narların toplam fenol içeriğinin depolamanın ilk 60 gününe kadar hafif bir artış gösterdiği ve daha sonra dalgalı bir seyir gösterdiğini belirtmişlerdir. MAP depolamanın toplam fenolik bileşiklerinin kaybını engellediğini bildirmişlerdir. Öz ve ark. (2014)'ları da muhafaza sonunda 'Hicaznar' meyvelerinde toplam fenolik madde içeriğini MAP ile muhafaza edilen meyvelerde bir miktar daha yüksek bulunduğunu rapor etmişlerdir. Ayhan ve Eştürk (2008) Modifiye atmosfer ile paketlenmiş tüketime hazır minimal işlenmiş nar taneleri 5 °C'de 18 gün muhafazasında iç atmosfer ve kalite özelliklerini incelemişlerdir. MAP uygulaması,

depolama günü ve MAP uygulaması × depolama günü etkileşiminin toplam fenol içeriği üzerinde önemli etkilerinin olduğunu belirlemişlerdir. Genel olarak nar tanelerinin toplam fenolik içeriğinin depolamanın 12. gününe kadar bir miktar artmış ve ardından tüm uygulamalar için azaldığını saptamışlardır. Depolama sırasında toplam fenolik içerik miktarlarındaki değişimi, muhtemelen toplam antosiyanin içeriğini ve toplam antioksidan aktiviteyi etkileyen toplam asitlik ve SÇKM içeriğindeki değişikliklerden kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Şengül (2014) Dondurulmuş nar tanelerini sekiz aylık muhafazaları süresince nar tanelerinin toplam fenolik madde miktarı IQF dondurulmuş örneklerde 258.5-136.1 mg GAE/100g meyve, ev tipi dondurulmuş örneklerde ise 300.6-152.6 mg GAE/100g meyve değerleri arasında değiştiğini belirlemiştir.

**Çizelge 4.6.** Hicaznar çeşidi nar tanelerinde donmuş ve +4 °C de depolama süresince elde edilen toplam fenolik madde miktarları

Muhafaza Ortamı	Toplam Fenolik Madde (mg gallik asit (GAE)/mL)					
	Başlangıç	1. ay	2. ay	3. ay	4. ay	5. ay
<b>Donmuş Vakumlu</b>	3,34 <sup>ö.d</sup>	4,17 a	3,66 b	2,88 <sup>ö.d</sup>	3,27 a	3,34 a
<b>Donmuş Vakumsuz</b>	3,34	3,30 b	3,12 d	3,19	2,92 b	2,66 c
<b>Vakumlu +4 °C</b>	3,34	3,26 b	3,94 a	2,81	3,34 a	3,09 b
<b>Vakumsuz +4 °C</b>	3,34	3,11 c	3,27 c	2,88	2,99 b	2,65 c

Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle  $P \leq 0.05$ 'e göre belirlenmiştir.

<sup>ö.d</sup>. önemli değil

#### 4.7. Toplam Antioksidan İçerikleri

Farklı ortamlarda muhafaza edilen nar tanelerinde depolama süresince antioksidant içeriğindeki değişimler FRAB ve ABTS yöntemlerine göre belirlenmiş (Çizelge 4.7) ve antioksidan kapasiteleri üzerine depolama süresince muhafaza ortamlarının etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Nar meyvelerinin soğuk muhafazaya alınmadan önceki FRAB yöntemine göre antioksidant içeriği 2,44 mg TE/mL olarak kayıt edilmiştir. Antioksidant içeriği muhafaza uygulamalarına göre birinci ayda 2,56 ile 3,03 mg TE/mL, ikinci ayda 2,54

ile 3,35 mg TE/mL, üçüncü ayda 0,71 ile 0,82 mg TE/mL, dördüncü ayda 0,76 ile 0,83 mg TE/mL, beşinci ayda 0,77 ile 0,83 mg TE/mL arasında değişmiştir. Tüm muhafaza ortamlarında nar tanelerinin antioksidant içeriğinin ikinci aya kadar artış gösterdiği, üçüncü ayda ise belirgin bir şekilde azaldığı ve muhafaza sonuna kadar bu değerlere yakın içerikte olduğu saptanmıştır.

Nar meyvelerinin soğuk muhafazaya alınmadan önceki ABTS yöntemine göre antioksidant içeriği 118,54 mg TE/mL olarak kayıt edilmiştir. Antioksidant içeriği muhafaza uygulamalarına göre birinci ayda 14,83 ile 117,51 mg TE/mL, ikinci ayda 117,8 ile 122,03 mg TE/mL, üçüncü ayda 113,82 ile 117,79 mg TE/mL, dördüncü ayda 115,97 ile 117,93 mg TE/mL, beşinci ayda 116,07 ile 118,23 mg TE/mL arasında değişmiştir. Tüm muhafaza ortamlarında nar tanelerinin ABTS yöntemine göre antioksidant içeriği muhafaza süresince dalgalı bir dağılım göstermiştir. Muhafaza sonunda (beşinci ayda) donmuş vakumlu ortamda bulunan nar tanelerinin antioksidan içeriği başlangıçtaki değere yakın (118,23 mg TE/mL) olduğu belirlenmiştir.

Şengül (2014) tarafından yapılan çalışmada nar tanelerinin içerdiği toplam antioksidan kapasitesi dondurma, depolanma ve çözündürme işlemleri sonrasında 3 farklı yöntem (CUPRAC, DPPH ve ABTS) ile belirlemiştir. CUPRAC, DPPH ve ABTS metotları ile elde edilen sonuçlar birbirine paralellik gösterdiği bildirilmiştir. Toplam antioksidan kapasitesi miktarları her bir örnek için mg trolox eşdeğeri (TE)/100 g nar tanesi olarak ifade edilmiştir. CUPRAC, DPPH ve ABTS metotları ile çözündürme işlemi uygulanmamış (başlangıç) nar tanelerinde belirlenen toplam antioksidan kapasiteleri IQF dondurulmuş örnekler için sırası ile 1047.3 mg TE/100 g nar tanesi, 426.2 mg TE/100 g nar tanesi ve 471.8 mg TE/100 g nar tanesi, ev tipi dondurulmuş örnekler için ise 1107.4 mg TE/100 g nar tanesi, 629.4 mg TE/100 g nar tanesi ve 805.6 mg TE/100 g nar tanesi olarak bulunmuştur. Öz ve ark. (2014)'ları tarafından muhafaza sonunda 'Hicaznar' meyvelerinde antioksidant madde miktarını (%) kontrol grubunda MAP uygulamalarına göre bir miktar daha yüksek bulunduğunu bildirilmiştir.



**Çizelge 4.7.** Hicaznar çeşidi nar tanelerinde donmuş ve +4 °C de depolama süresince FRAB ve ABTS yöntemlerine göre belirlenen toplam antioksidan kapasitesi (mg TE/mL)

	Muhafaza Ortamı	Antioksidan Kapasite (mg TE/mL)					
		Başlangıç	1. ay	2. ay	3. ay	4. ay	5. ay
FRAB	Donmuş Vakumlu	2,44 <sup>ö,d</sup>	3,03 a	3,03 b	0,76 b	0,83 a	0,83 a
	Donmuş Vakumsuz	2,44	2,56 c	2,54 d	0,82 a	0,76 b	0,78 c
	Vakumlu +4 °C	2,44	2,61 bc	3,35 a	0,71 c	0,82 a	0,80 b
	Vakumsuz +4 °C	2,44	2,71 b	2,84 c	0,76 b	0,78 b	0,77 c
ABTS	Donmuş Vakumlu	118,54 <sup>ö,d</sup>	117,51 a	119,52 b	115,8 b	117,93 a	118,23 a
	Donmuş Vakumsuz	118,54	114,83 c	115,44 d	117,79 a	116,08 c	116,07 d
	Vakumlu +4 °C	118,54	116,53 b	122,03 a	113,82 c	116,69 b	116,62 c
	Vakumsuz +4 °C	118,54	114,96 c	117,8 c	115,64 b	115,97 c	117,74 b

Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle  $P \leq 0.05$ 'e göre belirlenmiştir.

<sup>ö,d</sup> önemli değil

#### 4.8. Toplam Antosiyanin İçeriği

Farklı ortamlarda muhafaza edilen nar tanelerinde toplam antosiyanin miktarı belirlenmiş ve depolama süresince görülen değişimleri Çizelge 4.8' de verilmiştir. Nar meyvelerinin soğuk muhafazaya alınmadan önceki antosiyanin içeriği 256,56 mg/mL olarak ölçülmüştür. Antosiyanin değeri muhafaza uygulamalarına göre birinci ayda 249,7 ile 332,28 mg/mL, ikinci ayda 178,91 ile 273,05 mg/mL, üçüncü ayda 95,78 ile 225,23 mg/mL, dördüncü ayda 157,1 ile 255,23 mg/mL ve beşinci ayda 152,93 ile 255,23 mg/mL arasında değiştiği saptanmıştır. Toplam antosiyanin madde içeriği üzerine depolama süresince muhafaza ortamlarının etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Muhafaza ortamlarında depolama süresince nar tanelerinin toplam antosiyanin madde miktarlarında dalgalanmalar görülmüştür. Muhafaza sonunda antosiyanin içeriği +4 °C de vakumsuz pakette muhafaza edilen nar tanelerinde 154,76 mg/mL, vakumlu pakette 163,21 mg/mL, -18 °C de vakumsuz pakette muhafaza edilen nar tanelerinde 152,93 mg/mL, vakumlu pakette 194,75 mg/mL olduğu saptanmıştır. Vakumlu paket uygulamalarında antosiyanin içeriğinin daha iyi korunduğu görülmüş ve

muhafaza sonunda antosiyonin içeriği en yüksek -18 °C de vakumlu pakketteki nar tanelerinde belirlenmiştir. Nitekim yapılan bir çalışmada nar tanelerinde antosyanin içeriğinin muhafaza süresi uzadıkça önemli dercede azaldığı belirtilmiş ve muhafaza sonunda en yüksek antosyanin miktarı vakumlu pakketteki nar tanelerinde belirlendiği bildirilmiştir (Sujeetha ve ark. 2020). Al-Sanabani ve ark. (2016), da nar tanelerinde antosyanin içeriğini dondurma ve dondurarak kurutma işlemlerine bağlı olarak stabil olmadığını bildirmişlerdir. Taze nar tanelerinde toplam antosyaninler 22.80 mg 100g<sup>-1</sup>, donmuş meyvelerde 18.80 mg100g<sup>-1</sup> ve dondurularak kurutulmuş meyvelerde ise 8.80 mg 100g<sup>-1</sup> olarak belirlemiştirler. Toplam antosyanin içeriğinde azalmayı oksidatif enzimlerin varlığına bağlı olduğunu ifade etmişlerdir. Buna karşılık farklı bir çalışmada ise nar taneleri modifiye atmosfer (MA) ve vakumlu paketlerde +5 °C de 10 hafta muhafaza edilmiş ve muhafaza sonunda her iki paket uygulamasında antosyanin değerlerinde yükseliş belirlenmiştir. Başlangıçta (hasatta) 22,41 mg/L olan antosyanin değeri muhafaza sonu MA pakkette 28,63 mg/L, vakumlu pakkette 29,84 mg/L olarak belirlenmiştir (Dorostkar ve Moradinezhad 2022).

**Çizelge 4.8.** Hicaznar çeşidi nar tanelerinde donmuş ve +4 °C de depolama süresince elde edilen toplam antosiyonin miktarları

Muhafaza Ortamı	Toplam Antosiyonin Miktarı (mg siyanidin-3-glikozit / mL)					
	Başlangıç	1. ay	2. ay	3. ay	4. ay	5. ay
<b>Donmuş Vakumlu</b>	256,6 <sup>ö,d</sup>	332,28 a	224,34 b	95,78 c	203,33 a	194,75 a
<b>Donmuş Vakumsuz</b>	256,6	249,70 c	178,91 c	115,66 a	157,1 c	152,93 b
<b>Vakumlu +4 °C</b>	256,6	288,27 b	273,05 a	105,16 b	169,71 b	163,21 b
<b>Vakumsuz +4 °C</b>	256,6	255,23 c	230,12 b	107,99 b	146,13 d	154,76 b

Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle P≤0.05'e göre belirlenmiştir.

<sup>ö,d</sup> önemli değil

#### 4.9. Mikrobiyolojik Analizler

Paketleme işleminden sonra muhafaza sürecine  $-18^{\circ}\text{C}$  ve  $+4^{\circ}\text{C}$  sıcaklıklarda başlayan nar tanelerinde 5 ay boyunca her ay Patates Dekstroz Agar (PDA), Patates Dekstroz Agar Antibiotic (PDA-ANT) ve Tryptic Soy Agar (TSA) ortamları kullanılarak maya, küf ve bakteri gözlemleri yapılmıştır. Çizelge 4.9'da yapılan analizlerin ortalama mikroorganizma yükleri bulunmaktadır.

**Çizelge 4.9.** PDA, PDA-ANT ve TSA ortamlarındaki ortalama mikroorganizma sayıları

	Ortalama	Vakumsuz $+4^{\circ}\text{C}$	Donmuş Vakumsuz	Vakumlu $+4^{\circ}\text{C}$	Donmuş Vakumlu
1.Ay	PDA	57.150	4.680	8.775	527
	PDA-ANT	292.500	5.850	28.080	1.170
	TSA	-	-	-	-
2.Ay	PDA	198.900	8.190	8.716.500	38.025
	PDA-ANT	234.000	7.605	2.983.500	9.945
	TSA	878	819	117	-
3.Ay	PDA	479.700	5.382	1.170.000	1.697
	PDA-ANT	485.550	3.218	936.000	1.814
	TSA	8.541	702	351	234
4.Ay	PDA	15.093.000	17.550	4.563.000	176
	PDA-ANT	24.336.000	117	5.499.000	351
	TSA	40.950	40.950	176	234
5.Ay	PDA	14.332.500	11.700	4.387.500	234
	PDA-ANT	13.572.000	117	5.440.500	410
	TSA	52.650	43.290	117	293

Yapılan çalışmada mikroorganizma sayılarına bakıldığında genel olarak maya, küf ve bakteri sayılarının  $-18^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilen vakumlu ve vakumsuz paketleme yöntemlerinin  $+4^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilen vakumlu ve vakumsuz paketleme yöntemlerine göre daha az olduğu tespit edilmiş olup, paketleme yöntemlerinin de kendi aralarında yine vakumlu paketleme yöntemlerinde bulunan mikroorganizma sayılarının vakumsuz paketleme yöntemine göre daha az olduğu anlaşılmaktadır. Verileri dikkate aldığımızda en uygun sıcaklık ve paketleme yönteminin vakumlu  $-18^{\circ}\text{C}$  olduğu görülmektedir.

## 5. SONUÇ

Nar meyveleri hasattan sonra genellikle soğuk hava depolarında dış kabuğu ile muhafaza edilmektedir. Değişen tüketim alışkanlıkları ve farklı teknolojiler ele alındığında hazır ve pratik tüketim tercih edilmeye başlanmıştır. Bunun için üretim ve tüketim de bu doğrultuda şekil almaya başlamıştır. Son yıllarda meyve soyma problemlerinden dolayı bütün meyve yerine pakette hazır nar taneleri tercih edilmektedir. Bundan dolayı nar taneleri içeriği ve görünüşünü en iyi koruyacak uzun süreli en uygun muhafaza koşulları belirlenmelidir.

Bu tez çalışmasında nar meyvesinin pratik kullanımını amaçlı muhafazası için 'Hicaznar' çeşidinin nar taneleri vakumlu ve vakumsuz paketleme yöntemleri ile  $-18^{\circ}\text{C}$  ve  $+4^{\circ}\text{C}$  sıcaklıklardaki muhafazası bazı fiziksel ve kimyasal analizlerle 5 ay boyunca takip edilmiş, en uygun muhafaza yapılabilecek paketleme yöntemi ve en uygun muhafaza yapılabilecek sıcaklık değeri belirlenmiştir. Bu amaçla başlangıçta ve birer aylık aralıklar ile ağırlık kaybı, suda çözünebilir kuru madde (%), titre edilebilir asitlik (g/100mL), tat ve toplam fenolik madde (mg GAE/100g), FRAB ve ABTS yöntemlerine göre toplam antioksidant (mg TE/mL), toplam antosiyanin (mg/mL) analizleri yapılmıştır. Aynı zamanda sıcaklık ve paketleme uygulamalarının nar tanelerinde mikroorganizma popülasyonu üzerine etkileri belirlenmiştir.

Muhafaza süresince paketlemeler (vakumlu ve vakumsuz) tamamen kapalı olduğu için ağırlık kaybı hiçbir pakette yaşanmamıştır. Ağırlık kaybı üzerine sıcaklık derecelerinin de bir etkisi olmamıştır. Muhafaza süresince farklı sıcaklık ve vakumlu ve vakumsuz paketlerdeki nar tanelerinin SÇKM, pH, TEA, tat, toplam fenolik madde, toplam antioksidant madde, toplam antosiyanin miktarındaki değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Depolama sonunda (5. ayda) her iki sıcaklıkta vakumlu pakette SÇKM miktarının başlangıç değerlerine yakın kalabildiği belirlenmiştir. Depolama süresince nar tanelerinin pH değerleri ve TEA miktarında kısmi bir artış, tat puanı değerlerinde azalış kayıt edilmiştir. Nar taneleri  $+4^{\circ}\text{C}$  de vakumlu ve vakumsuz paketlerde 3 ay, donmuş ortamda vakumlu ve vakumsuz paketlerde 4 ay tat bakımından pazarlanabilir kalitede kalabilmişlerdir. Donmuş ortamda muhafaza edilen nar

tanelerinin tat kalitesinin daha iyi olduğu belirlenmiştir. Muhafaza ortamlarında depolama süresince nar tanelerinin toplam fenolik madde miktarlarında değışimler görülmüş ve ancak -18 °C ve +4 °C' deki vakumlu paket depolama süresince başlangıç değerine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. Nar tanelerini antioksidant içeriği FRAB ve ABTS yöntemlerine göre belirlenmiştir. Muhafaza sonunda (5. ayda) her iki yöntemle göre donmuş vakumlu paket uygulamalarında nar tanelerinin antioksidan içeriğinin daha iyi korunduğu saptanmıştır. Toplam antosiyanin miktarında tüm ortamlarda depolama sonunda bir azalma olduğu gözlenmiş ve vakumlu paket uygulamalarında antosiyanin içeriğinin daha iyi korunduğu belirlenmiştir.

Muhafaza süresince mikroorganizma sayılarına bakıldığında genel olarak maya, küf ve bakteri sayılarının -18 °C'de muhafaza edilen vakumlu ve vakumsuz paketleme yöntemlerinin +4 °C'de muhafaza edilen vakumlu ve vakumsuz paketleme yöntemlerine göre daha az olduğu tespit edilmiş olup, paketleme yöntemlerinin de kendi aralarında yine vakumlu paketleme yöntemlerinde bulunan mikroorganizma sayılarının vakumsuz paketleme yöntemine göre daha az olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak tüm verileri dikkate aldığımızda nar meyvesi tanelenmiş olarak muhafaza yapıldığı zaman en uygun sıcaklık ve paketleme yönteminin vakumlu -18 °C olduğu belirlenmiştir. Bu tez çalışmasının sonuçlarının nar meyvesinin daha uzun süre muhafaza edilmesi için yapılacak çalışmalara önemli çıkarımlar sunduğunu düşünmekteyiz.

## KAYNAKLAR

- Al-Maiman, S. A., & Ahmad, D. 2002. Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit maturation. *Food Chemistry*, 76(4), 437-441.
- Anonim, 2006. [www.tarimmerkezi.com](http://www.tarimmerkezi.com)
- Anonim, 2007. [www.alanya-tarim.gov.tr](http://www.alanya-tarim.gov.tr)
- Artes, F.1992. Factores de calidad y conservacion frigorifica de la Granada. Jornadas Nacionales Granada Univ Politec Valencia .
- Artes, F., Vilaescusa, R. and Tudela, JA. 2000. Modified atmosphere packaging of pomegranates. *J Food Sci* 65:1112–1116 .
- Ayhan , Z., Eştürk, O. ve Taş, E. 2008. Değıştirilmiş atmosferin etkisiminimum düzeyde işlenmiş havuçların kalitesi ve raf ömrü üzerinde ambalaj. *Türk. J. Agric. İçin*.32, 57–64.
- Bartual, J. 2011. Narda yenilik ve yetiştirme teknikleri . Valencia Tarımsal Araştırma Enstitüsü ( IVIA), FUVAMA Konferansı, Valensiya, İspanya.
- Bayram, E., Dundar, O. , Ozkaya, O. 2009. Effect of different packaging types on storage of Hicaznar pomegranate fruits. *Acta Horticulturae*, 818, 319-322.
- Ben-Arie, R., Segal, N., Guelfat-Reich, S.1984. The maturation and ripening of the ‘Wonderful’ pomegranate. *J Am Soc Hort Sci* 109:898–902 .
- Ben-Arie, R., Or, E. 1986. The development and control of husk scald on ‘Wonderful’ Pomegranate fruit during storage. *Journal of American Society of Horticultural Science*, 111, 395-399.
- Bolel, H., Koyuncu, M., Erbaş, D. 2019. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(4): 1841-1850, Ozon ve Fungusit Uygulamalarının Narda Soğukta Depolama Boyunca Meyve Kalitesi Değışimi Üzerine Etkileri
- Caleb, O. J., Opara, U. L., Witthuhn, C.R. 2012. Modified atmosphere packaging of pomegranate fruit and arils: a review. *Food Bioprocess Technology*, 5(1), 15-30.
- Chandra, R., Jadhav, VT. 2009. Pomegranate research and development in India and future thrusts, in Preparation for the Sources of the 2nd Green Revolution in Indian Agriculture, Vol. II, ed. by Dhole S. Magnum Foundation, Nagpur, pp. 39–44.
- Citrogold, 2011. Producing Pomegranates in South Africa. <http://www.citrogold.co.za/Producing%20Pomegranates%20in%20South%20Africa%20Citrogold%202011.pdf>. Accessed 24/03/2013.
- Coultate, T.P. 2007. *Food The Chemistry of Its Components*. UK: RSC Publishing.
- Crisosto, CH., Mitcham, EJ. , Kader, AA. 2000. Pomegranates. *Produce Facts* [Online]. Available:<http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Fruit/Pomegranate.html> [4 February 2015].
- Dorostkar, M., Moradinezhad, F. 2022. Postharvest quality responses of pomegranate fruit (cv. ShisheKab) to ethanol, sodium bicarbonate dips and modified atmosphere packaging. *Adv. Hort. Sci.*, 36(2): 107117.
- Dündar, Ö., Kipri, N. 2021. Derim Sonrası Sıcak Su Uygulamasının Hicaznar Çeşidinde Muhafaza Kalitesi Üzerine Etkisi. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26(3): 195-204.

- Elyatem, S. M., Kader, A. A. 1984. Post-harvest physiology and storage behaviour of pomegranate fruits. *Scientia Horticulturae*, 24(3-4), 287-298.
- Fawole, O.A., Opara, U.L. 2013. Nar meyvesinin fizyolojik tepkileri üzerine depolama sıcaklığı ve süresinin etkileri. *Sanayi Mahsulleri Prod.* 47:300–9. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.03.028>.
- Fawole, O.A., Opara, U.L. 2013a. Harvest discrimination of pomegranate fruit: postharvest quality changes and relationships between instrumental and sensory attributes during shelf life. *Journal of Food Science*, 78, 1264-1272.
- Fawole, O.A., Opara, U.L. 2013b. Effects of storage temperature and duration on physiological responses of pomegranate fruit. *Industrial Crops and Products*, 47, 300- 309.
- Fawole, O.A., Opara, U.L., Theron, K.I. 2012. Chemical and phytochemical properties and antioxidant activities of three pomegranate cultivars grown in South Africa. *Food Bioprocess and Technology*, 5, 2934-2940
- Fawole, O.A., Opara, U.L., 2013. Nar ( cv. Ruby) meyvesinin beş olgunluk evresinde fiziksel özelliklerinde, kimyasal ve elementsel bileşiminde ve antioksidan kapasitesinde meydana gelen değişimler .*bilim Hortik.* 150, 37-46.
- Gil M.I., Toma's-Barbera'n, F.A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D.M., 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.
- Gil, M.I., Martinez, J.A., Artes, F.1996. Minimally processed pomegranate seeds. *LWT – Food Sci Technol* 29:708–713 .
- Hodgson, R.W. 1917. The Pomegranate. Bulletin No. 276. University of California Press, Berkeley, CA . <http://cografyaharita.com/haritalarim/4cturkiye-2019-nar-uretim-haritasi.png> <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/>
- İlhan, K. 2018. Narın Hasat Sonrası Hastalıklarına Karşı Hava İle Ön Soğutma ve Ozon Uygulamalarının Etkisi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 55(2):129-137.
- İlhan, K. 2018a. Narın hasat sonrası hastalıklarına sisleme şeklinde bazı dezenfektanların ve fumispore OPP uygulamalarının etkisi. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, Cilt 32, Sayı 1, 113-126.
- İncedayı, B., Tamer, C.E., Çopur, Ö.U. 2008. Nar ekşisinin bileşimi üzerine bir araştırma, Türkiye 10.Gıda Kongresi; 21 – 23 Mayıs 2008, Erzurum.
- Kader, A.A., Chordas, A., Elyatem, S. 1984. Response of pomegranates to ethylene treatment and storage temperature. *Calif Agric* 38:14–15 .
- Kader, A.A. 2006. Postharvest biology and technology of pomegranates, in *Pomegranates: Ancient Roots to Modern Medicine*, ed. by Seeram NP, Schulman RN and Heber D. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 211–220.
- Kader, A.A. 1994. Regulation of fruit physiology by controlled/modified atmospheres. *Postharvest Physiology of Fruits*, 398, 59-70.
- Kader, A., Chordas, A., Elyatem, S. 1984. Narların etilen tedavisine tepkileri ve Depolama sıcaklığı. *Kaliforniya Tarımı*, 38(7), 14-15.
- Kader, A.A. 2008. Mango quality attributes and grade standards: a review of available information and identification of future research needs (report to the National Mango Board). Kader Consulting Services, Davis, CA, USA

- Karaca, S., Şen, F. 2014. Nar meyvesinin muhafazasında farklı modifiye atmosfer ambalajlarının çürüklük gelişimi, ağırlık kaybı, renk ve duyu özellikleri üzerine etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova, İzmir.
- Karkar, B., Şahin, S. 2022. Türkiye'de Yetiştirilen İğde ( *Elaeagnus angustifolia* L.)'nin Fenolik Bileşik Profillerinin ve Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi. *Eur Food Res Technol* 248, 219–241.
- Kirpi, N., Dündar, Ö. 2011. Derim sonrası sıcak su uygulamasının hicaznar çeşidinde muhafaza kalitesi üzerine etkisi. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26(3), 195-204.
- LaRue, JH. 1980. Growing pomegranates in California. [Online]. UC Fruit and Nut Research Information Centre . Available: <http://fruitsandnuts.ucdavis.edu/datastore/?ds=391&reportnumber=612&catcol=2806&categorysearch=Pomegranate> [4 February 2015].
- Maclean, D., Martino, K., Scherm, H., Hortan, D. 2011. Pomegranate Production. University of Georgia Cooperative Extension Circular 997
- Maguire, K.M., Banks, N.H., Opara, L.U. 2001. Factors Affecting Weight Loss of Apples. In: *Horticultural Reviews* (edited by Jules Janick ). Pp. 197-234. : John Wiley & Sons, Inc.
- Marti, N., Perez-Vicente, A., Garcia-Viguera, C. 2001. Influence of storage temperature and ascorbic acid addition on pomegranate juice. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 217-221.
- Melgarejo, MP., Martinez, VR., El Granado. 1992. Edicions Mundi-Prensa, Madrid .
- Melgarejo, P., Salazar, D.M., Artés, F. 2000. Organic acids and sugars composition of harvested pomegranate fruits. *European Food Research and Technology*, 211, 185- 190.
- Mirdehghan, S.H., Rahemi, M., Serrano, M., Guillen, F., Martinez-Romero, D. ve Valero, D. 2006. Prestorage heat treatment to maintain nutritive and functional properties during postharvest cold storage of pomegranate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 8495-8500.
- Mirdehghan, SH,Rahemi, H., 2007. Nar ( *Punica granatum* L ) meyvesinde mineral besin maddelerinin ve fenoliklerin mevsimsel değişimleri . *Bilim Hortik.* 111, 120–127.
- Moradinezhad, F., Khayyat, M., Ranjbari, F., Maraki, Z. 2018. Physiological and quality responses of Shishe-Kab pomegranates to short-term high CO2 treatment and modified atmosphere packaging. *International Journal of Fruit Science*, vol. 18, NO. 3, 287–299.
- Moradinezhad, F., Khayyat, M., & Saeb, H. 2013. Combination effects of postharvest treatments and modified atmosphere packaging on shelf life and quality of Iranian pomegranate fruit cv. Sheshikab. *International Journal of Postharvest Technology and Innovation*, 3(3), 244-256. Doi: 10.1504/IJPTI.2013.059286
- Nanda, S., Rao, D.V.S., Krishnamurthy, S. 2001. Effects of shrink film wrapping and storage temperature on the shelf life and quality of pomegranate fruits cv. Ganesh. *Postharvest Biology and Technology*, 22, 61-69.



- Nuncio-Jáuregui, N., Calín-Sánchez, A., Carbonell Barrachina, A., Hernández Fca 2014. Changes in Quality Parameters, Proline, Antioxidant Activity and Color of Pomegranate (*Punica granatum* L.) as Affected by Fruit Position within Tree, Cultivar and Ripening Stage. *Scientia Horticulturae*, 165: 181–189.
- Oğuz, H. İ., Ukav, İ., Eroğlu, D. 2011. “Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde Nar (*Punica granatum* L.) Üretimi ve Pazarlanması”, GAP VI. Tarım Kongresi, 09 – 12 Mayıs 2011, s. 108 – 112, Şanlıurfa.
- Onur, C., Kaska, N. 1985. Akdeniz bölgesi narlarının (*Punica granatum* L.) seleksiyonu [Selection of pomegranate of Mediterranean region]. *Türk J Agric Forest* 9:25–33 .
- Onur, C., Pekmezci, M., Tibet, H., Erkan, M., Gözlekçi, Ş. 1995. Nar (*Punica granatum* L.) muhafazası üzerinde araştırmalar. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Adana, s. 389-393.
- Öz, A.T., Kafkas, E., Mozhgan, Z., Şahin. T. 2015. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(5): 235-241.
- Öz, A.T., Kafkas, E., Zarifikhosroshahi, M., Şahin T. 2015. Hicaznar çeşidinde farklı uygulamaların soğukta depolama süresince fitokimyasal ve uçucu aroma bileşimine etkileri. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(5): 235-241.
- Özdemir, A.E., Atabey, T. 2021. Hatay yöresinde yetiştirilen ‘Hicaznar’ ve ‘Katırbaşı’ nar çeşitlerinin soğukta ve modifiye atmosferde muhafazası. *MKU. Tar. Bil. Derg.*, 26(3) : 617-634.
- Palma, A., Continella, A., La Malfa, S., Gentile, A., D’Aquino, S. 2015. Soğuk depolanmış meyvelerden işlenen yemeye hazır nar tanelerinin genel kalitesi. Hasat sonrası Biol Technol. 109:1–9. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.06.001>.
- Palou, L., Crisosto, C.H., Garer, D. 2007. Combination of postharvest antifungal chemical treatment and controlled atmosphere storage to control gray mold and improved storability of Wonderful pomegranates. *Postharvest Biology and Technology*, 43, 133- 142.
- Pathare, P.B., Opara, U.L., Al-Said, F.A.J. 2012. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food and Bioprocess Technology*, 6, 36-60.
- Roy, S.K., Wasker, D.P. 1997. Pomegranate. In: *Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits*, Mitra S (ed.). CAB International, Wallingford, UK, pp. 365-374
- Saxena, A. K., Mana, J. K., Berry, S.K. 1987. Pomegranates, Post Harvest Tecnology Chemistry and Processing. *Indian Food Packer*, 41(4),43 – 60
- Saxena, A.K., Manan, J.K., Berry, S.K. 1987. Pomegranates: Post-Harvest Technology, Chemistry & Processing. *Indian Food Packer*, 4: 43-60.
- Schubert, S. Y., Lansky, E. P ve Neeman, I. 1999. “Antioxidant and Eicosanoid Enzyme Inhibition Properties of Pomegranate seed Oil and Fermented Juice Flavonoids”, *Journal of Ethnopharmacology*, 66: 11-17.
- Schwartz, E., Glazer, I., Bar-Ya'akov, I., Matityahu, I., Bar-Ilan, I., Holland, D., Amir, R. 2009. Olgunlaşma sırasında kimyasal bileşenlerdeki değişiklikler ve ticari olarak önemli iki nar çeşidinin olgunlaşması . *Gıda Kimyası* 115, 965-973.

- Selçuk, N., Erkan, M. 2014. Changes in antioxidant activity and postharvest quality of sweet pomegranate cv. Hicrannar under modified atmosphere packaging. *Postharv Biol Technol* 92:29–36 .
- Selçuk, N. 2012. Farklı Asitlik Seviyelerinde Narlarda Sıcak Su ve Modifiye Atmosferde Paketleme Uygulamalarının Antioksidan Bileşikler ve Muhafaza Üzerine Etkileri. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmış).
- Sujeetha, A.P., Meenatchi, R., Patrica, P., Negi, A. 2020. Effect of Vacuum Packaging on Quality of Pomegranate Arils during Storage. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 39(38): 40-46.
- Şen, E., Eroğul, D. 2012. Adıyaman İlinde Yetiştirilen Hicaznar Nar Çeşidinin Depolama Süresince Kalite Değişiminin Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (2): 103-111.
- Şengül, Y. 2014. Farklı Dondurma ve Çözdürme Metotlarının Nar Tanelerinin Fiziksel ve Antioksidan Özellikleri Üzerine Etkisi İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü s.3.
- Teixeira da Silva, JA., Rana, TS., Narzary, D., Verma, N., Meshram, DT., Ranade, SA. 2013. Pomegranate biology and biotechnology: a review. *Sci Hort* 160:85–107 .
- Vardin, H., Fenercioğlu, H. 2003. Study on the development of pomegranate juice processing technology, clarification of pomegranate juice. *Food/nahrung*, 47(5), 300-303.
- Wang, RF., Xie, WD., Zhang, Z., Xing, DM., Ding, Y., Wang, W., Ma, C., Du, LJ.2006. Punica granatum (nar) tohumlarından elde edilen biyoaktif bileşikler. *J Nat Prod.* 67(12):2096–8. <https://doi.org/10.1021/np0498051>.
- Yahia, E. M. 2009. Introduction. p 1-17. In E. M. Yahia (Ed.). *Modified and controlled atmospheres for the storage, transportation, and packaging of horticultural commodities*. CRC Press, Francis Group, New York.
- Yehia, H.M. 2013. Heart rot caused by *Aspergillus niger* through splitting in leathery skin of pomegranate fruit. *African Journal of Microbiology Research*, 7, 834-837.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	:Hakan EŞİYOK
Doğum Yeri ve Tarihi	:SİVAS/GÜRÜN 21.02.1994
Yabancı Dil	:İngilizce
Eğitim Durumu Lise	:Gürün Türk Telekom Çok Programlı Lisesi
Lisans	:Bursa Uludağ Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü - 2018
Yüksek Lisans	:Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı -2022
Çalıştığı Kurumlar	:Şok Marketler Mevsim Gıda Kalite Kontrol Uzmanı 2018-2019 :Ekerler Roses Ziraat Mühendisi 2018-2019 :Dost Ziraat Hayvancılık A.Ş. Bölge Sorumlusu 2020-2021 :Hekagro Solitions Bölge Sorumlusu 2021-.....
İletişim (e-posta)	: hakan-esiyok@hotmail.com