

**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

**AMBALAJ MALZEMESİNİN OKSİJEN
GEÇİRGENLİĞİNİN TÜKETİME HAZIR TAZE
NARIN RAF ÖMRÜNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

Arzu YALÇIN MELİKOĞLU

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Özlem ESMER

Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 614.02.00

Sunuş tarihi: 19.12.2014

Bornova- İZMİR

2014

Arzu YALÇIN MELİKOĞLU tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak sunulan “Ambalaj Malzemesinin Oksijen Geçirgenliğinin Tüketime Hazır Taze Narın Raf Ömrüne Etkisinin Belirlenmesi” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisans Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 19.12.2014 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

İmza

Jüri Başkanı	: Yrd. Doç. Dr. Özlem ESMER
Rapörtör Üye	: Doç. Dr. Hasan YILDIZ
Üye	: Prof. Dr. Taner BAYSAL

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Ambalaj Malzemesinin Oksijen Geçirgenliğinin Tüketime Hazır Taze Narın Raf Ömrüne Etkisinin Belirlenmesi” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

19/12/2014

Arzu YALÇIN MELİKOĞLU

ÖZET

AMBALAJ MALZEMESİNİN OKSİJEN GEÇİRGENLİĞİNİN
TÜKETİME HAZIR TAZE NARIN
RAF ÖMRÜNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

MELİKOĞLU YALÇIN, Arzu

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr Özlem KIZILIRMAK ESMER

Aralık, 2014, 79 sayfa

Bu tezde, minimum işlem görmüş tüketime hazır taze “Wonderful” cinsi narın pasif modifiye atmosferde ambalajlanmasına uygun oksijen geçirgenliğine sahip ambalaj materyali belirlenerek, ürünlerin raf ömrü ve bazı kalite karakteristikleri incelenmiştir.

Çalışma iki bölüme ayrılmıştır. İlk aşamada minumum işlenmiş nar, farklı oksijen geçirgenliğine sahip ambalaj materyalleri ile ambalajlanarak 5 °C’de 13 günlük depolama süresi boyunca tepe boşluğu gaz konsantrasyonu analiz edilerek, paket içerisinde en iyi denge gaz bileşimini sağlayan ambalaj materyali belirlenmiştir. İkinci aşamada ise raf ömrünün belirlenmesi için minimum işlenmiş nar, seçilen ambalaj materyali ile ambalajlanarak, 5 °C’de %90 bağıl nemde 13 günlük depolama süresi boyunca fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerindeki değişim incelenmiştir.

Çalışmanın sonucunda, pasif modifiye atmosferde tüketime hazır narın ambalajlanmasına uygun filmin oksijen geçirgenliği 125-290 cc/m².gün ve raf ömrü 5 °C’de 10 gün olarak belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: oksijen geçirgenliği, ambalaj materyali, pasif modifiye atmosfer, tüketime hazır nar, minimum işlenmiş meyve ve sebzeler.

ABSTRACT

EFFECT OF OXYGEN PERMEABILITY OF PACKAGING MATERIALS ON THE SHELF LIFE IN READY-TO EAT FRESH POMEGRANATE ARILS

MELİKOĞLU YALÇIN, Arzu

MSc in Food Eng.

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Özlem ESMER

December 2014, 79 pages

In this thesis, suitable oxygen permeability of packaging have been determined for minimally processed ready to eat fresh pomegranate arils, cv “Wonderful” under passive modified atmosphere, shelf life of products and some quality attributes have been investigated.

This study is divided in to two parts. In first part of the study, minimally processed pomegranate arils were packaged in plastic packaging materials with different oxygen transmission rates and analyzed for headspace gas concentrations during storage at 5 °C for 13 days to be able to determine the packaging material maintaining the best equilibrium gas concentrations inside the package. At second part of the study, to determine shelf life of minimum processed pomegranate arils they were packaged in to appropriate packaging materials and monitored physicochemical, microbiological and sensorial attributes at 5 °C, 90% RH during storage period.

As a result of study, under passive modified atmosphere, it was determined the suitable packaging material for ready to eat pomegranate arils should have the oxygene permeability of 125-290 cc/m²day and the shelf life was determined as 10 days at 5 °C.

Keywords: Oxygen permeability, packaging, passive modified atmosphere, ready to eat pomegranate, minimally processed fruit and vegetable.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince kıymetli görüşlerinden yararlandığım danışmanım Yrd. Doç. Dr. Özlem ESMER'e, katkılarından dolayı PETKİM A.Ş Ar-Ge ve Kalite Sağlama Müdürü Feridun ŞENOL'a, POLİNAS Ar-Ge Grup Başkan Vekili Semih KÜRÜM'e, SUPERFİLM Ar-Ge Müdürü M. Hayri GENÇ'e ve tez sürecimde beni yalnız bırakmayan, her zaman desteğini hissettiğim sevgili annem Edibe YALÇIN'a teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xix
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1 Nar Meyvesi	3
2.1.1 Nar meyvesinin kimyasal içeriği.....	6
2.1.2 Narın meyvesinin sağlık üzerine etkisi.....	8
2.2 Minimum İşlenmiş Meyve ve Sebzelerde Raf Ömrünü Etkileyen Faktörler .	10
2.2.1 Solunum hızı	10
2.2.2 Depolama koşulları	12
2.2.3Başlangıç mikrobiyal yükün düşürülmesi ve gıda güvenliğinin sağlanması.....	15
2.3 Minimum İşlenmiş Meyve ve Sebzelerde MAP Teknolojisi	18
2.3.1 Pasif modifiye atmosferde ambalajlama.....	20
2.3.2 MAP’de ambalaj materyalinin seçimi.....	23
3. MATERYAL VE METOT	25
3.1 Materyal.....	25
3.2. Metot.....	26
3.2.1 Deneme Planı.....	26
3.2.2 Örneklerle uygulanan ön işlemler	27
3.2.3 Örneklerin ambalajlanması	28
3.2.4 Örneklerle uygulanan analizler	28
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	37
4.1 Tepe Boşluğu Gaz Analizi Sonuçları.....	37

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.2 Raf Ömrünün Belirlenmesi.....	43
4.2.1 Fiziksel analiz sonuçları.....	43
4.2.2 Kimyasal analiz sonuçları	49
4.2.3 Mikrobiyolojik analiz sonuçları	56
4.2.4 Duyusal analiz sonuçları.....	58
5. GENEL SONUÇLAR.....	61
KAYNAKLAR DİZİNİ	64
ÖZGEÇMİŞ	79
EKLER	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Nar meyvesi üreten ülkeler.....	3
2.2 Narın yapısı.....	4
2.3 Türkiye’de nar yetiştiriciliği yapılan bölgeler (%)	5
2.4 “Wonderful” çeşidi nar	6
2.5 Nar meyvesinde depolamaya bağlı meydana gelen soğuk zararı.....	15
2.6 Aktif ve pasif MAP’ de paket içindeki gaz konsantrasyonun zamana göre değişimi.....	19
3.1 Bütün narın tanelerine ayrılma aşaması	27
3.2 Tanelerine ayrılan ve klorlu suda bekletilmiş nar	27
3.3 Ön işlemlerden geçmiş ve kurumaya bırakılan nar taneleri	28
3.4 Tanelenmiş narın ambalajlanması	28
3.5 Minimum işlem görmüş tüketime hazır nara uygulanan analizler.....	29
4.1. PMAP1 ile ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde tepe boşluğu gaz konsantrasyonlarındaki değişim	37
4.2 PMAP2 ile ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde tepe boşluğu gaz konsantrasyonlarındaki değişim	38
4.3 PMAP3 ile ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde tepe boşluğu gaz konsantrasyonlarındaki değişim	38
4.4 PMAP4 ile ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde tepe boşluğu gaz konsantrasyonlarındaki değişim	38

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.5 PMAP5 ile ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde tepe boşluğu gaz konsantrasyonlarındaki değişim	39
4.6 PMAP6 ile ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde tepe boşluğu gaz konsantrasyonlarındaki değişim	39
4.7 PMAP7 ile ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde tepe boşluğu gaz konsantrasyonlarındaki değişim.....	39
4.8 PMAP8 ile ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde tepe boşluğu gaz konsantrasyonlarındaki değişim	40
4.9 Tüketime hazır narda depolama süresince meydana gelen mikrobiyal üreme.....	57
4.10 Tüketime hazır narın depolama süresince duyusal özelliklerindeki değişim.....	59

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge

Sayfa

2.1 Solunum hızlarına göre meyve ve sebzelerin sınıflandırılması.....	11
2.2 Bazı meyve ve sebzelerin tavsiye edilen depolama koşulları.....	13
2.3 Meyve ve sebzelerin MAP uygulamaları.....	19
3.1 Tüketime hazır nar için kullanılan filmlerin OTR ve WTR gaz geçirgenlik değerleri	26
3.2 Tüketime hazır nar için kullanılan duyu analizi formu.....	35
4.1 Depolama süresi boyunca ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinin L* değerindeki değişim	43
4.2 Depolama süresi boyunca ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinin a* ve b* değerindeki değişim	44
4.3 Depolama süresi boyunca ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinin h° değerindeki değişim	45
4.4 Depolama süresi boyunca ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinin tekstürel yapısındaki değişim.....	47
4.5 Depolama süresi boyunca ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinin ağırlık kaybı	49
4.6 Depolama süresi boyunca ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde pH değişimi.....	50
4.7 Depolama süresi boyunca ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde °Briks miktarındaki değişim.....	51

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge

Sayfa

4.8 Depolama süresi boyunca ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinin toplam fenolik madde miktarındaki değişim.....	53
4.9 Depolama süresi boyunca ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinin toplam monomerik antosiyanin miktarındaki değişim	54
4.10 Depolama süresi boyunca ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinin toplam antioksidan aktivitedeki değişim	56

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
L^*	Parlaklık
a^*	Kırmızılık/ Yeşillik
b^*	Sarılık/ Yeşillik
h	Saat
μ	Mikron
T	Sıcaklık
R^2	Güven Katsayısı
<u>Kısaltmalar</u>	
ANOVA	Varyans Analizi
ASTM	Amerikan Malzeme Test Birliği
BATEM	Antalya Batı Akdeniz Araştırma Enstitüsü
EUROSTAT	Avrupa Birliği İstatistik Ofisi
EUROSTAT	Avrupa Birliği İstatistik Ofisi
EVOH	Etilen Vinil Alkol Kopolimer
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
HDPE	Yüksek Yoğunluklu Polietilen
LDPE	Alçak Yoğunluklu Polietilen
Log (kob)	Mikroorganizma Sayısı (Koloni oluşturan birim)
MA	Modifiye Atmosfer

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
MAP	Modifiye Atmosferde Ambalajlama
OPP	Gerdirilmiş Polipropilen Film
OTR	Oksijen Geçirgenliği
PA	Poliamid
PLA	Poli(laktik asit)
PP	Polipropilen
PVC	Polivinil Klorür
RR	Solunum Hızı
RH	Bağıl Nem
SCKM	Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı
SPSS	Statistical Package for the Social Science
TGK	Türk Gıda Kodeksi
WTR	Su Buharı Geçirgenliği

1. GİRİŞ

Sağlıklı beslenme bilincinin artması ile birlikte fonksiyonel gıdalar üzerine yapılan araştırmalarda “**NAR**” meyvesi, içeriğindeki yüksek C vitamini, antosiyanin, fenolik bileşikler ve antioksidan aktivitesi nedeniyle fonksiyonel gıdalar sınıfında yer alan ve bundan dolayı sağlık açısından oldukça faydalı olan bir meyvedir. Ancak görüntüsü ve tadı ile büyük beğeni toplayan nar meyvesinin, tanelerinin meyveden ayrılmasının zorluğu, tanelere ayırmanın başlı başına bir işlem olması, tüketimini sınırlandıran önemli bir engeldir ve bu durum narın diğer meyvelere oranla daha düşük seviyede tüketilmesine sebebiyet vermektedir. Nar tüketimini teşvik edecek en önemli unsur meyvenin temizlenerek tanelerine ayrılmış ve ambalajlanmış olarak tüketime, tüketime hazır halde sunumudur.

Minimum işlem görmüş taze meyve ve sebzeler, yıkandıktan sonra soyma, doğrama, dilimleme, tanelerine ayırma gibi mekanik işlemlerden geçirilerek hazırlanmış, tüketim öncesi herhangi ek bir işlem gerektirmeyen ürünlerdir. Her ne kadar klasik işleme teknolojileri ile meyve ve sebzeler mikrobiyolojik olarak daha güvenilir üretilse de, tüketicilerin taze ürünlere olan talebi her geçen gün artmaktadır. Minimum işlem görmüş tüketime hazır meyve ve sebzeler, gıdanın besin değerini yitirmeden taze halde muhafazasına, yeterli raf ömrünün sağlanmasına ve dağıtımına kolaylık sağlamaktadır. Bu ürünler, kullanım kolaylıkları sebebiyle direkt tüketicilerin evde kullanımlarına yönelik olarak perakende marketler için hazırlanmalarının yanı sıra, restoranlar, hızlı gıda tüketim firmaları tarafından da artan bir talep görmektedir.

Minimum işlem görmüş meyve ve sebzeleri çeşitli sanitasyon ajanları ile yıkama işlemi, başlangıç mikrobiyal yükü azaltmakta, düşük sıcaklık, pH ,gıdanın antioksidan içeriği ve modifiye atmosferde uygun geçirgenliğe sahip ambalaj malzemesi ile ambalajlanarak depolanması, ürünün raf ömrünün uzatılmasında, kalite ve gıda güvenliğinin korunmasında etkili olmaktadır. Tüketime hazır taze narın denge modifiye atmosferde ambalajlanması ve soğukta depolanması ile kalite kayıplarının önüne geçildiği ve raf ömrünün uzatıldığı çeşitli çalışmalarda

bildirilmiştir. Ancak, yapılan çalışmalarda tüketime hazır taze narın pasif modifiye atmosferde ambalajlanmasında, denge gaz bileşimine ulaşamadığı belirtilmektedir. Halbuki ürünün özelliklerinin muhafaza edilmesi açısından oldukça önemli olan pasif modifiye atmosferde, denge gaz bileşimine ulaşılması, ancak uygun geçirgenlik özelliğine sahip ambalaj malzemelerinin kullanımıyla sağlanmaktadır.

Bu tezde, Salihli Bölgesinde yetiştirilen “Wonderful” cinsi tüketime hazır taze narın pasif modifiye atmosferde ambalajlanmasına uygun oksijen geçirgenliğine sahip ambalaj materyalinin belirlenmesi ve uygun ambalaj materyali içerisindeki narın, depolama süresince kalite özelliklerindeki değişimin izlenmesi ile raf ömrünün belirlenmesi amaçlanmıştır.

Temel olarak iki farklı aşamadan oluşan çalışmada, ilk aşamada minimum işlem görmüş tüketime hazır taze nar farklı O₂ geçirgenliğine sahip filmler ile 5 °C’de pasif modifiye atmosferde ambalajlanarak, depolama süresince paket içindeki denge gaz konsantrasyonları ve dengeye ulaşma süreleri değerlendirilmiştir. Pasif modifikasyonda denge gaz konsantrasyonu koşulunu sağlayan ve denge gaz konsantrasyonuna en kısa sürede ulaşan filmler belirlenmiştir. İkinci aşamada ise; ilk aşamada belirlenen filmler ile tüketime hazır narın raf ömrü çalışmaları yapılarak, raf ömrü boyunca fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerindeki değişim incelenmiştir.

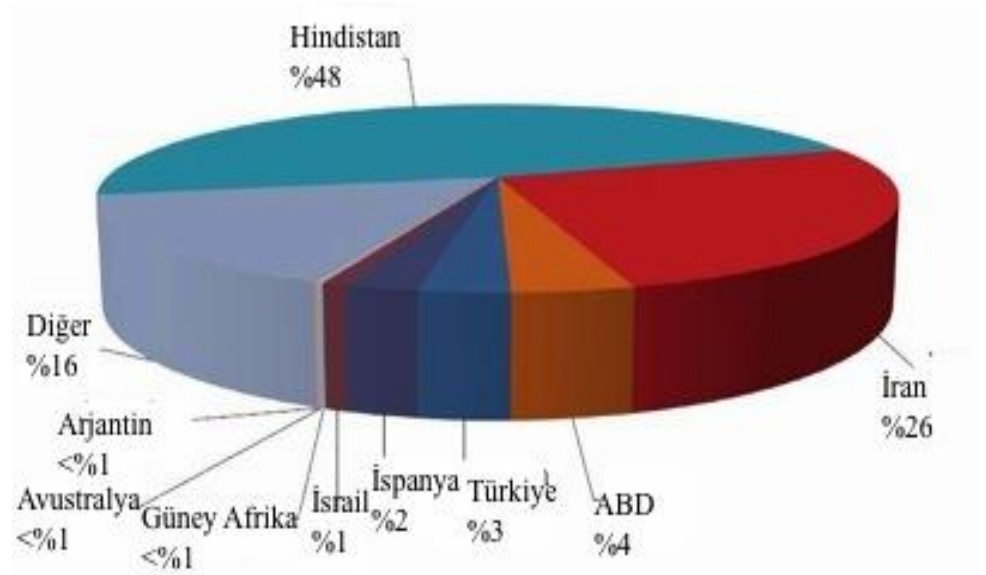
Ambalaj materyalinin O₂ geçirgenliğinin, tüketime hazır narın pasif modifiye atmosferde ambalajlanmasında, denge gaz konsantrasyonuna ve dengeye ulaşma süresine yönelik literatürde kapsamlı bir araştırmaya rastlanmamıştır. Pasif modifiye atmosferde, uygun geçirgenlik özelliklerine sahip ambalaj filminin seçimi; ambalajlanmış ürüne uzun bir raf ömrü sağlama ve kalitesini sürdürmede etkili gaz kompozisyonunu sağlamak için kritik bir öneme sahiptir. Bu kapsamda çalışmanın, tüketime hazır taze narın ambalajlanmasında standardizasyonun sağlanması, raf ömrü boyunca tazeliğinin, besin değerlerinin, mikrobiyolojik ve duyuşal kalitesinin korunmasının, endüstriyel uygulamaların geliştirilmesi açısından sanayiye katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1-Nar Meyvesi

Nar (*Punica granatum* Linn.) , Puncaceae familyasına ait, tropik ve subtropik iklimde yetişen, 6500 yıldır insanoğlunun bildiği, yediği ve şifa kaynağı kabul ettiği en eski meyve türlerinden biridir (Fawole and Opera, 2013). Narın ana vatanı Hindistan, İran, Afganistan gibi Orta doğu ülkeleri olup, Akdeniz'den Güney doğu Asya ve Amerika'nın kuzey ve güney bölgelerine kadar geniş bir coğrafyada yetişmektedir (Hernandez et al., 2014, Silva et al., 2013).

Günümüzde, nar ziraatına ait henüz FAO (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü) ve EUROSTAT (Avrupa Birliği İstatistik Ofisi) tarafından düzenli tutulan resmi istatistikler mevcut değildir (Kurt ve Şahin, 2013). Nar ziraatında öne çıkan ülkeler Şekil 1'de görüldüğü gibi Hindistan ve İran olmakla birlikte Türkiye %3'lük bir paya sahiptir.

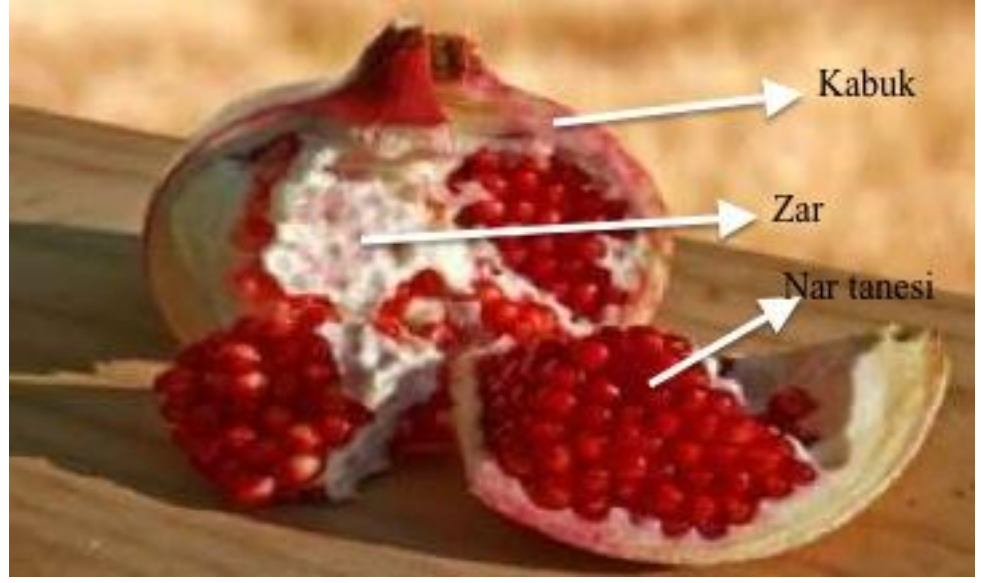


Şekil 2.1: Nar meyvesi üreten ülkeler (Caleb et al., 2013b).

Narın yüksek adaptasyon kabiliyeti, dikildikten 2-3 yıl sonra meyve vermeye başlaması, bakımının kolay olması, iç ve dış pazarda talep görmesi ve insan

sağlığına faydalarının yeniden keşfedilmesiyle üretimi gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır (Yılmaz, 2012).

Nar meyvesi 5-12 cm çapında küresel, üstten hafif basık, meyve gövdesini oluşturan yüzlerce taneden oluşmakta olup, taneler zar şeklinde kabuk uzantıları ile odacıklara yerleşmiştir (Silva et al., 2013) .

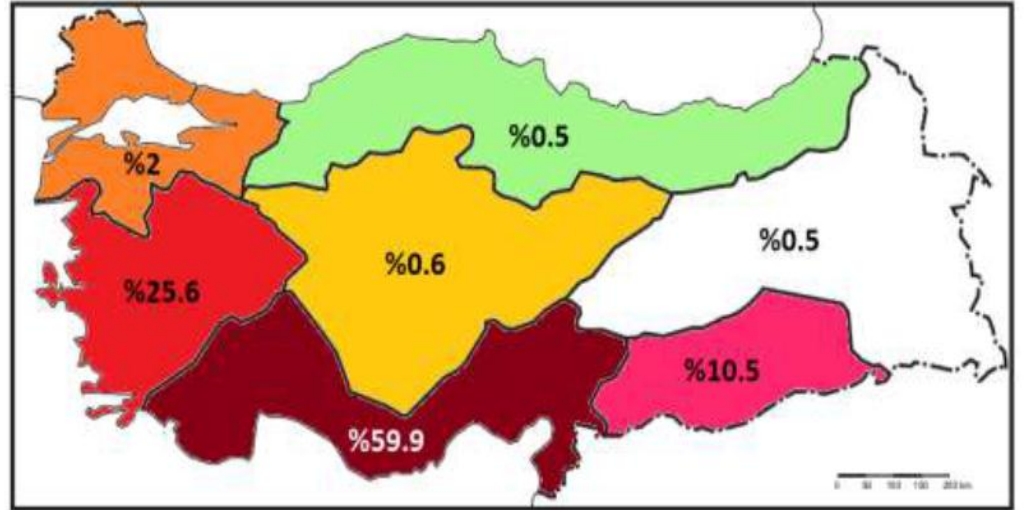


Şekil 2.2.Narın yapısı

Bitki kökünden meyve çekirdeğine kadar her yönüyle değerlendirilebilen bir endüstri bitkisi olan nar, tatlı, mayhoş ve ekşi olmak üzere farklı 3 tat değerine sahiptir (Kipri ve Dündar, 2011). Tatlı narların meyveleri orta irilikte olup, meyve kabuğu ince ve zemin yeşil-sarı, taneler ise genellikle sarı-beyaz, pembe renklidir. Ekşi narlarda ise meyve kabuğu kalın ve rengi sarı zemin üzerinde kırmızı olup taneleri küçük ve koyu kırmızı renktedir. Mayhoş Nar ise çok iri meyveli olup, kısmen tatlı ve ekşi narların özelliklerini göstermektedir (Karaca, 2011).

Nar ülkemizde Akdeniz Bölgesi başta olmak üzere Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde de yaygın olarak yetiştirilmektedir. Türkiye nar üretiminde Ortadoğu da İran'ın ardından en önemli üretici ve ihracatçı konumundadır.

Son yıllarda bileşimindeki biyoaktif bileşenlerin sağlık üzerine olumlu etkilerinin anlaşılması, ıslah çalışmaları ile kaliteli ve standart nar çeşitlerinin geliştirilmesi, depo alanlarındaki önemli gelişmeler sonucunda ülkemizde nar üretiminde artışlar kaydedilmiştir. Türkiye de nar üretimi yıldan yıla önemli oranda artarak, 2000 yılında 59.000 ton iken 2012 yılı verilerine göre bu değer 315.150 tona ulaşmıştır. Yeni dikilen ağaçlarla üretimin ilerleyen yıllarda da artarak devam edeceği bildirilmektedir. Türkiye’de nar üretiminin %60’ı Akdeniz Bölgesinden sağlanırken, Ege Bölgesi %25 (48.304 ton) nar üretimi ile ikinci sırada yer almaktadır ve Şekil 2.3’de görüldüğü gibi Ege Bölgesinde Muğla, Denizli, İzmir ve Aydın illeri öne çıkmaktadır (Kurt ve Şahin 2013, Turgut ve Seydim, 2013).



Şekil 2.3. Türkiye’de nar yetiştiriciliği yapılan bölgeler (%).

Dünyada ticari olarak üretilen nar çeşitleri; A.B.D.’nin Kaliforniya Bölgesinde ve İsrail’de “Wonderful”, İspanya’da “Mollar “ ve “Tendral” İran’da “Schahvar “ ve “Robab” Tunus’ta “Zehri” ve “Gabsi”, Türkiye’de ise “Hicaz” nardır(Turfan., 2008). Son yıllarda lezzeti ile beğeni toplayan “Wonderful” çeşidi narın (Şekil 2.4) çok fazla talep gördüğü, birçok ülkede “Wonderful” çeşidi ile nar bahçeleri kurulmaya başlandığı belirtilmektedir. Türkiye de bu ülkeler arasında yer almakta olup, bu nar çeşidi ile üretim giderek yaygınlaşmaktadır. “Wonderful” nar çeşidi, sert kabuklu, çok sulu, keskin bir tada sahip olup, koyu kırmızı tanelerden oluşmaktadır (Eroğul ve ark., 2012).



Şekil 2.4. “Wonderful” çeşidi nar

2.1.1 Nar meyvesinin kimyasal içeriği

Nar meyvesinin toplam ağırlığının %50’sini meyve taneleri, %40’nı kabuk, %10’nu ise zar kısmı, tanelerin ise %78’ni meyve eti, %22’sini çekirdek oluşturmaktadır (Kulkarni and Aradhya, 2005). Nar tanelerinin 100 g’ında; %79 su, %18 karbonhidrat, %1.1 protein ve %0.9 yağ olduğu ve tanelerin 100 g’ının 70 kcal enerji verdiği bildirilmiştir (Rieger, 2006).

Nar meyvesinin bileşim öğelerinin, meyvenin türünün yanı sıra, coğrafi bölge, çevresel koşullar, iklim, toprak, gübreleme ve ilaçlama gibi çok değişik faktörlerden etkilendiği ve bu nedenle kimyasal kompozisyonunun farklı olduğu literatürde çeşitli araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur (Ünal ve ark., 1995; Tehranifar et al., 2010; Gil et al., 2000; Poyrazoğlu et al., 2002). “Wonderful” çeşidi narın bazı kalite özelliklerinin belirlenmesine yönelik gerçekleştirilen bir çalışmada, narın hasat sonrası pH’ı 3,37, titre edilebilir asit miktarı %1,44 g sitrik asit/100ml, ortalama suda çözünür kuru madde miktarı ise %16,2 olarak belirlenmiştir (Eroğul ve ark., 2012). Poyrazoğlu et al. (2002) ülkemizde Adana, Antalya, Hatay, İçel illerinde yetiştirilen 13 nar cinsinin analitik özelliklerini inceledikleri çalışmada, narların pH, oBriks, titrasyon asitliği gibi analitik

özellikleri arasında farklılıklar belirlemişlerdir. Yapılan çalışmada bazı örneklerde titrasyon asitliği 4.58 g/L iken, bazı örneklerde bu değerin 17.30 g/L' ye ulaştığı bildirilmiştir.

Nar suyunda ve nar çekirdeğinde potasyum, fosfor, kalsiyum, magnezyum, sodyum gibi sağlık açısından faydalı elementler yüksek oranda bulunmaktadır. Ülkemizde yetiştirilen narın kimyasal içeriğinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalarda, nar suyunun yüksek oranda potasyum içerdiği (2093-2517 mg/L) (Ekşi and Özhamamcı.,2009), nar çekirdeğinin ise fosfor (3306 mg/kg), ve kalsiyum (2207 mg/kg) açısından zengin olduğu bildirilmiştir. Ayrıca nar çekirdeği % 91,47 oranında doymamış yağ (oleik, linoleik ve punikik asit) asidi içeriği nedeniyle sağlık ve beslenme açısından önemli bir kaynaktır (Gölükçü ve ark., 2008).

Gil et al. (2000) tarafından yapılan bir çalışmada, nar suyunun fenolik madde miktarı, kırmızı şarap ve yeşil çay gibi fenolik maddelerce zengin diğer ürünler ile karşılaştırılmıştır. Araştırmacılar “Wonderful” çeşidi taze nar tanelerinden elde edilen nar suyunda fenolik madde miktarının (2117 mg/L), dondurulmuş tanelerden elde edilen nar suyuna (1808 mg/L) göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Nar suyunun kırmızı şarap (2036 mg/L) ile aynı, ancak yeşil çayın (1029 mg/L) iki katı oranında fenolik madde içerdiği rapor edilmiştir.

Nar suyu yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir ve antioksidan aktivitesi büyük oranda hidrolize olabilen fenoliklerden, ellajik asitten, antosiyaninlerden ve diğer flavonoid bileşiklerden (kuersetin, kamferol ve luteolin glikozitler) kaynaklanmaktadır (Apaydın, 2008). Nar suyunun kırmızı şaraba ve yeşil çaya göre üç kat daha fazla antioksidan aktiviteye sahip olduğu, nar suyunun ana antioksidan kaynağının hidrolize olabilen taninlerden punikalajin olduğu bildirilmiştir (Gil et al., 2000). Seeram et al. (2008) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise Amerika'da yetişen “Wonderful” çeşidi nardan elde edilen nar suyunun antioksidan aktivitesi polifenol içeriği yüksek olan diğer meyve suları ile karşılaştırılmıştır. Araştırmacılar nar suyunun aktioksidan aktivitesinin üzüm, siyah kiraz, yaban mersini ve portakal suyundan daha yüksek olduğunu,

“Wonderful” nar çeşidine ait meyvelerin yüksek antioksidan içeriği ile insan sağlığına doğrudan etkisinin olduğunu bildirmişlerdir.

Nar fenolik maddelerin bir alt grubu olan antosiyaninler açısından oldukça zengin bir meyve olup, narın kırmızı-viole rengi, antosiyaninlerin kimyasal yapısı ve konsantrasyonundan ileri gelmektedir. Miguel et al.(2004) tarafından yapılan araştırmada nar meyvesinde; delfinidin 3-glikozit (Dp3), siyanidin 3-glikozit (Cy3), pelargonidin 3-glikozit (Pg3), delfinidin-3,5-diglikozit (Dp3,5), siyanidin 3,5-diglikozit (Cy3,5) ve pelargonidin-3,5-diglikozit (Pg3, 5) olmak üzere 6 çeşit antosiyanin bulunduğu bildirilmiştir. Nar şırasının incelendiği bir çalışmada ise, nar şırasında 3 adet diglikozit ve 3 adet glikozit yapısında olmak üzere toplam 6 adet antosiyanin bileşiği belirlenmiştir. Nar şırasında antosiyaninlerin toplam miktarı 273.8 mg/mL ve toplam antosiyaninlerin önemli bir kısmının ise siyanidin-3,5-diglikozit (%41.6)’den kaynaklandığı bildirilmiştir (Kelebek ve Candaş. 2010).

2.1.2 Nar meyvesinin sağlık üzerine etkisi

Sağlıklı bir yaşam için fenolik bileşiklerce zengin bitkisel ürünlerin tüketimine ağırlık verilmesi, günümüzde adeta temel bir beslenme ilkesi haline gelmiştir. Fenolik bileşiklerin sağlık üzerine olumlu etkileri ise gösterdikleri antioksidan aktiviteden kaynaklanmaktadır (Apaydın, 2008). Yapılan çalışmalarda narın yenilebilen kısmında bulunan fenolik bileşiklerin, flavanoidler, polisakkaritler, kalsiyum, magnezyum, potasyum gibi minerallerin insan sağlığı açısından oldukça faydalı olduğu, farmakolojik açıdan antimikrobiyal, antitümör, antidiyare, antianjiyojenik ve obeziteye karşı etki gösterdiği bildirilmiştir (Al-Muammar and Khan, 2012; Banihani et al., 2013; Cabrera et al.,2010; Sreeja et al., 2012).

Polifenol içeriği yüksek olan flavanoid ve tanen içeren nar meyvesi, antioksidan kapasitesinin yüksek olması nedeniyle vücuttaki oksidasyonu azaltarak, toksik etki yaratan serbest radikallerin oluşumunu engeller. Narın kansere karşı koruyucu etki gösterdiği, kalp damar hastalıklarını önlediği, kemikleri

güçlendirdiği, İnflamasyonu azalttığı ve çeşitli kronik rahatsızlıklara karşı etkili olduğu belirtilmektedir (Orgil ve ark.,2014).

Nar meyvesinde bulunan gallik asit, kateşin, vanilik asit ve ferulik asit gibi değerli Fenolik kompenetlerin tip II diyabet hastalığının tedavisinde etkili olduğu yapılan çalışmalar ile kanıtlanmıştır. Düzenli nar tüketiminin nar meyvesinin şekerinde bulunan antioksidan, antosiyonin ve fenolik maddeler nedeniyle , anti-diyabetik etki gösterdiği, kan glikoz seviyesini düşürdüğü, insilüne duyarlılığı arttırdığı, obezitenin kontrol altına alınmasını sağladığı bildirilmiştir (Banihani et al., 2013). Ayrıca Cabrera et al. (2011) nar suyu tüketiminin yüksek yağlı diyetle rağmen vücut ağırlığının korunmasında etkili olduğunu, kollesterolü düşürdüğü ancak trigliseritler üzerine fazla etkili olmadığını bildirmiştir.

Nar suyu tüketimin kalp hastalarındaki etkisinin incelendiği bir çalışmada ise, iskemik kroner kalp hastalığı teşhisi konulan hastalara ilaçlara ilave olarak 3 ay boyunca nar suyu içirilmiştir. Araştırmacılar tarafından nar suyu içen hastaların kan basıcında, kan şekerinde ve kolesterolünde düşme gözlenmiş, iskeminin azaldığı, nar suyunda bulunan fenolik bileşikler, tanin, antioksidan ve antosiyoninin anti-aterosklerotik etki gösterdiği belirlenmiştir. (Sumner et al.,2005).

Fitoöstrojen yönünden zengin olan nar meyvesinin, kanser hücrelerinde toksik etki gösterdiği, kanserli hücrelerin gelişimini engelleyerek programlı hücre ölümünü ve meme kanseri tedavisine fayda sağladığı yapılan in vio ve invitro çalışmalar ile ortaya konmuştur (Toi et al.,2003; Mehta and Lanskey, 2004; Sreeja et al., 2012).

Ayrıca nar suyunun prostat kanseri tedavisinde etkili olduğu ve nar suyu içeriğinde bulunan ellagic asit, tanin ve diğer yararlı bileşiklerin prostat kanseri hücrelerinin gelişmesini engellediği, hücre yapışması ve göçünde moleküler etkiye sahip olduğunu bildirilmiştir (Koyama et al., 2010)

2.2 Minimum İşlenmiş Meyve ve Sebzelerde Raf Ömrünü Etkileyen Faktörler

Minimum işlenmiş meyve ve sebzeler; yıkama, ayıklama, soyma, doğrama, tanelerine ayırma, işlemleri sonucu paketlenmiş “**tüketime hazır**” veya “**kullanıma hazır**” meyve ve sebze olarak adlandırılmaktadır (Goyoneche et al., 2014; Peerzade et al., 2014).

Minumum işlenmiş meyve ve sebzelerde, tüketiciler genel görünüş, olgunluk, sertlik, lezzet açısından tazesine yakın özellikte bir ürün beklentisi içerisinde. Ancak minimum işlem görmüş olarak nitelendirilebilen ürünler, kabuk kısmının olmaması ve kesme, dilimleme, tanelerine ayırma gibi işlemler sonucu artan yüzey alanı nedeniyle bütün haldeki meyve ve sebzelerle göre daha kolay bozulan ürünlerdir. Uygulanan mekaniksel işlemler, hücre zarının zarar görmesine neden olmakta ve solunum hızının artması sonucu ürüne göre değişmekle beraber enzimatik kararırma ya da beyazlaşma gibi renk bozuklukları, kuruma, aroma ve tekstürde kayıplar gibi bozulma reaksiyonları daha fazla gerçekleşmektedir (Sinigaglia et al., 1999; Lucera et al., 2010).

Minimum işlenmiş ürünlerde; soğukta depolamada soğuk zararları, aşırı olgunlaşmaya bağlı fizyolojik süreçlerin başlaması, gaz geçirgenliği uygun olmayan ambalaj materyali ile ambalajlama ve mekanik hasarların kalite kayıplarına ve raf ömrünün kısılmasına sebebiyet verdiği bilinmektedir (Watada and Qi., 1999).

2.2.1 Solunum hızı

Meyve ve sebzeler biyolojik aktiviteleri doğrultusunda hasat sonrası solunuma devam eder ve ürünün solunum hızı (Çizelge 2.1) raf ömrünü belirleyen önemli bir unsurdur. Yüksek solunum hızına sahip meyve ve sebzelerin raf ömrü düşük solunum hızına sahip ürünlere göre oldukça kısadır. Normal koşullar altında meyve ve sebzeler aerob solunum yaparlar ve alınan

oksijen, üründe depolanan karbonhidrat, yağlar ve proteinler gibi organik materyallerin parçalanması sonucu, karbondioksit, etilen, su ve ısıya dönüşür. Solunum prosesi boyunca, üründe depolanan organik materyallerin enerji üretmek amacıyla tüketilmesi, olgunlaşmayı hızlandırarak aroma kalitesinde ve özellikle tatlılıkta kayıplara yol açar (Rani, 2013; Irtwangen, 2009, Kartal ve Caner, 2010)

Çizelge 2.1 Solunum hızlarına göre meyve ve sebzelerin sınıflandırılması (Irtwange, 2006; Caleb et al., 2013b; Kader et al., 1989).

Sınıf	Solunum hızı (15 °C) mg CO ₂ /kg-saat	Ürün
Çok düşük	<5	Kuru meyve ve sebzeler
Düşük	5-10	Tanelenmiş nar, elma, üzüm, soğan, sarımsak, erik, patates, marul
Orta	10-20	Bütün nar, kayısı, kiraz, şeftali, salatalık, havuç, domates
Yüksek	20-40	Çilek, böğürtlen, karnıbahar
Çok yüksek	40-60	Yeşil soğan, enginar, brüksel lahanası
Oldukça yüksek	>60	Brokoli, mısır, mantar, ıspanak

Meyve ve sebzeler etilen üretim periyodu ve olgunlaşma sırasında solunum hızına bağlı olarak klimakterik ve klimakterik olmayan şeklinde iki sınıfa ayrılmaktadır. Domates, elma, armut ve muz **klimakterik** meyveler olup, bu meyvelerin olgunlaşması etilen üretimi ve solunum hızının artması ile meydana gelir. Üzüm, çilek ve narenciye ürünleri ve nar ise **klimakterik olmayan** meyveler olup bu ürünlerde etilenden bağımsız, solunum hızı yükselmeden olgunlaşma gerçekleşir (Barry and Giovanni, 2007).

Literatürde tanelenmiş narın solunum hızının bütün haldeki nara göre daha düşük olduğu ve 15 °C’de bütün haldeki narın solunum hızı 18.53 mL/ kgh, tanelerine ayrılmış narın ise 9.1 mL/ kgh olarak bildirilmiştir (Caleb et al., 2013b). Nar klimakterik olmayan bir meyve olduğundan dolayı, hasat sonrası fizyolojisinin ve bileşiminin korunduğu, solunum hızında ve etilen üretim miktarında ciddi artış meydana gelmediği bilinmektedir (Elyatem and Kader., 1984; Caleb et al., 2011).

2.2.2 Depolama koşulları

Hasat edilmiş taze meyve ve sebzeler uygun koşullar altında depolandığında taze haldeki niteliklerini belli bir süre korumaktadır. Her meyve ve sebzenin en iyi şekilde depolanacağı belli bir sıcaklık ve bağıl nem söz konusudur. Soğukta ve uygun bağıl nemde muhafaza ile meyve ve sebzelerin metabolik faaliyetleri durdurulmadan en düşük düzeyde gerçekleşmesine olanak sağlanarak tazelikleri korunmaktadır (Anon).

Meyve ve sebzelerde solunum hızı ve metabolik faaliyetler ortam ısısından ve ortamın bağıl neminden etkilenmektedir. Yüksek solunum hızına sahip ürünlerde depolama süresi boyunca bozulma daha hızlı gerçekleşmektedir. Optimum depolama sıcaklığı meyve ve sebzelerde donma noktasının hafif üzerinde yer almakta olup, belirlenen sıcaklık depolama süresi boyunca üründe meydana gelebilecek kalite kayıplarını azaltmak amacıyla sabit tutulmaktadır (Tashtoush, 2000). Soğukta muhafaza; ortamın sıcaklık derecesinin düşürülmesi ile kimyasal, biyokimyasal, fizyolojik ve mikrobiyolojik reaksiyonların hızlarının yavaşlatılması prensibine dayanır (Cabı, 1977).

Meyve ve sebzelerin görünüşünde, tekstürel yapısında ve su kaybı başta olmak üzere çeşitli kalite karakteristiklerini etkileyen önemli bir parametrede bağıl nemdir. Aşırı nem kaybı nedeniyle kalite kayıplarına karşı alınacak en iyi önlem depolamada nem miktarını yeterli seviyede tutmaktır. Soğukta, uygun bağıl nemde, modifiye atmosferde uygun geçirgenliğe sahip ambalaj materyali ile ambalajlayarak depolama, meyve ve sebzelerde metabolik süreçlerin kontrol

altında tutulmasını ve böylelikle raf ömrünün uzamasını sağlamaktadır (Mattos et al, 2012). Çizelge 2.2’de meyve ve sebzelere ait tavsiye edilen depolama koşulları verilmiştir.

Çizelge 2.2 Bazı meyve ve sebzelerin tavsiye edilen depolama koşulları (Paul, 1999; Elyatem and Kader, 1984; Gil et al., 1996; Arendse., 2014; Caleb et al., 2013)

Ürün	Depolama sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)
Mısır	0	90-95
Salatalık	10-13	95
Zencefil	12,5	65
Yeşil soğan	0	95-100
Biber	7-13	90-95
Elma	-1-4	90-95
Muz	13-14	90-95
Bütün nar	6	85-90
Tanelenmiş nar	5	90-96
Çilek	0	90-95
Karpuz	10-15	90
Mango	13	85-90

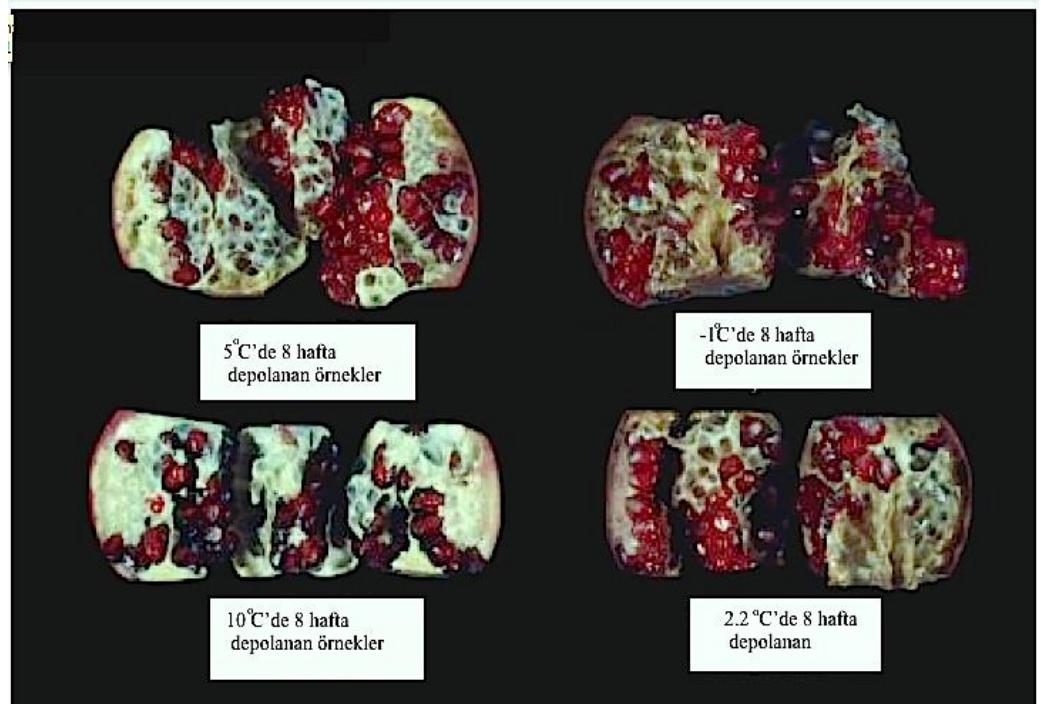
Ortam sıcaklığı ve nem gibi dışsal faktörler ayrıca meyve ve sebzelerde fizyolojik ve ticari hasarın ana nedenlerinden olan terlemeye bağlı ağırlık kaybına neden olmaktadır. Nar meyvesinde terlemeye bağlı ağırlık kaybının, tanelerin büzülmesine, solmasına, kararmasına ve meyve eti sertliğinin azalmasına sebep olduğu belirtilmektedir. Minumum işlem görmüş tüketime hazır narın depolanmasında, belirli bir bağıl nemin oluşturulması ve ambalaj malzemesinin su

buharı geçirgenliği terleme olayının kontrol altında tutulmasını sağlamaktadır (Xanthopoulos et al., 2014; Karaman ve Cemek., 2006).

Topikal ve subtropikal meyve ve sebzeler düşük sıcaklığa karşı duyarlıdır ve 10-15 °C'nin altında, donma noktasının üzerindeki sıcaklıklarda üşeme zararı görülebilir. Soğuk zararı; meyve ve sebzelerde kritik sıcaklığın altına inildiğinde ortaya çıkan çeşitli fizikokimyasal değişikliklerdir. Ürünün olgunluk düzeyi soğuk zararına duyarlılığı etkileyen önemli bir parametredir ve olgunlaşmış ürünler olgunlaşmamış ürünlere göre düşük sıcaklığı daha iyi tolere edebilmektedir. Bu nedenle olgunlaşmış ürünlere daha az soğuk zararı görüldüğü bildirilmiştir (Aghda, 2013; James and Ngarmsak, 2010).

Taze meyve ve sebzelerde olduğu gibi nar meyvesinin de hasat sonrası fizyolojik ve duyusal kalitesinden fazla bir şey kaybetmeden belirli süreler depolanması ancak soğukta ve uygun bağıl nemde depolama ile mümkündür. Nar için tavsiye edilen en düşük güvenli depolama sıcaklığı 5°C'dir. Bütün haldeki narın 5°C'nin altındaki sıcaklıklarda 1 ay depolandığında soğuk zararı meydana geldiği bildirilmiştir (Crissto, 2014; Caleb et al., 2013b, Caleb et al., 2011; Elyatem and Kader, 1984). Narda meydana gelen soğuk zararının en genel belirtileri, kabuk yüzeyinde çukurlukların oluşması, kabukta kahverengi renk oluşumu, şekil 2.5'de görüldüğü gibi tane renginin solması, taneleri saran beyaz zar tabakasında esmerleşme ve mikrobiyal üremeye bağlı çürümenin gerçekteşmesidir (Elyatem and Kader, 1984; Artes et al., 2000, Crissto, 2014).

Bütün haldeki narın çürüme sorunu yoksa minimum 5°C'de kalitesini 8 hafta boyunca koruduğu ancak narın cinsine bağlı olmak üzere 7°C'de %90-95 bağıl nemde 8 haftadan daha uzun sürelerde de depolanabildiği bildirilmiştir (Crisosto, 2014). Minimum işlem görmüş tüketime hazır narda ise en uygun depolama koşulu 5°C ve %96 bağıl nem olarak belirtilmiştir (Caleb et al., 2013)



Şekil 2.5 Nar meyvesinde depolamaya bağlı meydana gelen soğuk zararı

Literatürde bütün haldeki “Hicaz “ çeşidi narın 6°C’de %85-90 bağıl nemde 6 ay (Küpper et al., 1995) , “Canernar-1” çeşidi narda 6 °C’de %90-92 bağıl nemde 210 gün (Selçuk ve Erkan., 2013), “ Hicrannar ” çeşidi narda 6 ° C’de %90 bağıl nemde 100 gün (Selçuk and Erkan, 2014), “Wonderful” çeşidi narda 6 °C’de %90-95 bağıl nemde 18 hafta (Eroğul ve ark., 2012) depolandığında kalite özelliklerini en iyi şekilde koruduğu bildirilmiştir.

Minimum işlem görmüş tüketime hazır tanelenmiş “ Hicaz “ çeşidi narın 5 °C’de % 75 bağıl nemde 15 gün (Ayhan and Eştürk., 2009), “Molar” cinsi tüketime hazır narın 1 °C’de % 90 bağıl nemde 7 gün (Gil et al., 1996) “ Acco ve Herskawitz” çeşidi narda ise 5 °C’de %95 bağıl nemde 7 gün (Caleb et al., 2013a) boyunca fizyolojik ve duysal kalitesini koruduğu bildirilmiştir.

2.2.3 Başlangıç mikrobiyal yükün düşürülmesi ve gıda güvenliğinin sağlanması

Meyve ve sebzeler yetiştikleri ortam, hasat dönemi ve sonrasında solunuma devam etmeleri nedeniyle toprak, hava, su ve böcekler yoluyla mikroorganizmalar

tarafından hızlıca kontamine olmaktadır (Toğay ve Temiz, 2008). Meyve ve sebzelerin mikroflorasında bulunan mikroorganizmalar *Acetobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, Laktik asit bakterilerinden *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, küfler ve mayalar olup minimum işlem görmüş ürünlerin biyokimyasal ve mikrobiyolojik kalitesini olumsuz etkilemektedir (Farber, 2003).

Meyve ve sebzelerde başlangıç mikrobiyal yük, son ürünün kalitesini etkileyen önemli bir unsurdur. Yüksek mikrobiyolojik yük, kötü hijyenik koşullar ve önerilenden daha yüksek sıcaklık ürünün dayanma ömrünü %60-70 oranında azaltmaktadır (Üçüncü, 2011).

Ürünün başlangıç mikrobiyal yükünün düşürülmesinde fiziksel ve kimyasal yöntemler kullanılmaktadır. Fiziksel yöntemler özellikle yüzeydeki bakterilerin uzaklaştırılmasında etkilidir. Yüksek basınç (HP), Ultrason, Ultraviyole Radyasyonu (UV), Radyo frekansı (RF) ve iyonize radyasyon gibi fiziksel uygulamalar, mevcut bakterileri inhibe ederek gelişimini önlemektedir. Kimyasal yöntemlerde ise patojenlerin ve bozulma etkeni mikroorganizmaların uzaklaştırılması, ürünlerin bir sanitasyon ajanı ile yıkanması ve sonrasında suyla durulanması prensibine dayanır. Minimum işlem görmüş meyve ve sebzelerde kalsiyum hipoklorid, sodyum hipoklorid, klorin dioksit, organik asitler, laktik asit ve hidrojen peroksit, ozonlu su ve sıcak su uygulamaları dezenfeksiyon amacıyla kullanılmaktadır (Gil et al., 2009; Ruiz-Cruz et al., 2010).

Kullanılan sanitasyon ajanının çeşidi, suda asılı duran partiküllerin varlığı, suda olabilecek organik madde kalıntıları, pH ve sıcaklık dezenfeksiyonu etkileyen önemli parametrelerdir ve gıda endüstrisinde ucuz ve kolay temin edilebilme özelliğinden dolayı klor, klorin-dioksit ve ozon en çok kullanılan dezenfektanlardır. Düşük pH'a sahip meyve ve sebzelerin dezenfeksiyonunda klor daha etkili iken, yüksek pH'larda klorin-dioksitin mikrop öldürücü etkisi daha fazladır (Mahmutoğlu, 2010).

Minimum işlenmiş tüketime hazır narda ise hasat sonrası *Botrytis cinerea*, *Aspergillus niger*, *Penicillium spp.* and *Alternaria spp* patojenlerinin neden

olduğu çürüme ve bozulmaların kalite kayıplarına neden olduğu belirtilmektedir. Bu patojenler *B. cinerea* tarafından gri küf, *A.niger* tarafından öz çürüklüğü, , *Penicillium spp.* tarafından ise penicillium çürüklüğüne sebebiyet vermektedir (Caleb et all, 2011). Ayhan and Eştürk (2009) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada minimum işlem görmüş tüketime hazır “ Hicaz” çeşidi nar, %1sitrik asit+100 μLL^{-1} klorlu suyla dezenfekte edilmiş ve pasif modifiye atmosferde 5°C’de depolanmıştır. Çalışmada 18 günlük depolama süresi boyunca aerobik mezofilik bakteri sayısının 2.30-4.51 log kob/g geçmediği, klorlu su ile yapılan dezenfeksiyon işleminin tüketime hazır narın kalitesinin korunmasında etkili olduğu belirtilmiştir. Bir başka çalışmada ise tüketime hazır “Molar of Elche “ türü tanelenmiş nara 0.56 -13.62 kJ m⁻² arasında UV radyasyon uygulanmış ve 5°C’de pasif modifiye atmosferde ambalajlanarak depolanmıştır. Çalışmada 13 günlük depolama süresi sonunda UV radyasyon uygulanarak gerçekleştirilen dezenfeksiyon işleminin mezofilik, psikotrofik, laktik asit bakterileri ve *Enterobacteriaceae* sayısını azalttığı ancak küf ve maya gelişimi üzerindeki etkisinin düşük olduğu bildirilmiştir (Lopez-Rubira et al., 2005).

Meyve ve sebzelerin toprakta yetişmesi, morfolojik ve fizyolojik özellikleri nedeniyle ürünün raf ömrü boyunca gıda güvenliğinin sağlanması, tek bir adımda sadece sanitasyon ajanları ile yıkama işlemiyle mümkün olmamaktadır. Gıda güvenliği ve tüketici sağlığı ancak ürün proses aşamalarında meydana gelebilecek fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik tehlikelerin belirlenmesi, önlemler alınması ve etkin bir izlenebilirlik sisteminin kurulması ile sağlanabilmektedir. GMP (İyi üretim uygulamaları) ve HACCP (Kritik Kontrol Noktaları ve Tehlike Analizleri) gibi önleyici yaklaşım ilkesine göre geliştirilmiş gıda güvenliği sistemleri, gıda işletmelerine kaliteli ve güvenli gıda üretimi için yol gösterici olmaktadır. HACCP 1988 yılından buyana dünya genelinde uygulanan “ tarladan-çatala” emniyetli ve sağlıklı gıda üretimi sağlayan entegre bir sistemdir. HACCP sistemi, minimum işlem görmüş ürünlerin üretim ve dağıtım aşamalarında gıda güvenliğini ve tüketici sağlığını tehlikeye düşürecek unsurların belirlenmesine ve kabul edilebilir seviyeye indirilmesine olanak sağlamaktadır (james and Ngarmsak, 2010; Zagory, 1999; Mahmutoğlu, 2010; Zagory, 1999).

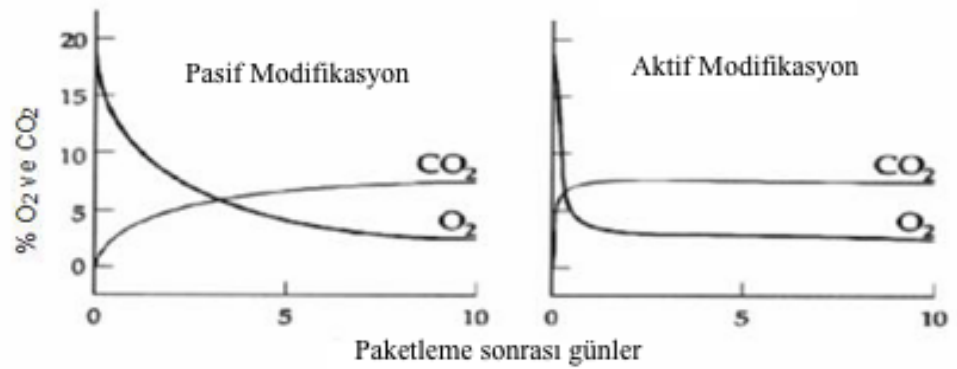
2.3 Minimum İşlenmiş Meyve ve Sebzelerde MAP Teknolojisi

Modifiye atmosferde ambalajlamada, uygun gaz geçirgenliğine sahip ambalaj materyalinin seçimi ve soğukta depolama ile ürünün solunum hızı kontrol altına alınmakta, paket içerisindeki O₂ konsantrasyonu azalmakta, CO₂ konsantrasyonu artmakta, ürünün kalite ve besin özellikleri korunarak, oksidasyon reaksiyonlarının azalması sonucu raf ömrü uzatılmaktadır (Fante et al., 2014; Kader et al., 1989). Çizelge 2.3’de modifiye atmosferde depolanan bazı meyve ve sebzelere ait depolama koşulları verilmiştir.

Modifiye atmosferde ambalajlama tekniğinde ortam atmosferinin modifikasyonu, “aktif” ve “pasif” modifikasyon olmak üzere Şekil 2.6’da görüldüğü gibi iki şekilde gerçekleşir. Pasif modifikasyon yönteminde kullanılan ambalaj materyalinin geçirgenlik özelliklerine bağlı olarak atmosfer bileşimi ve ürünün solunum hızı değişirken, aktif modifikasyonda ise ambalaj içerisinde gaz konsantrasyonu istenilen şekilde oluşturulur. Pasif modifikasyon meyve ve sebze gibi solunum yapan ürünlerde, aktif modifikasyon ise her türlü gıdada uygulanabilmektedir (Kader and Watkins, 2000).

Çizelge 2.3 Meyve ve sebzelerin MAP uygulamaları (Mangaraj, 2009, Caleb et al., 2011)

Ürün cinsi	Ambalaj filmi	MA kompozisyonu		Sıcaklık (°C)	depolama süresi
		% O ₂	%CO ₂		
Elma	PP	5	3	2	6,5 ay
Mantar	PVC	10	2,5	4	7 gün
Mantar	PP	20	2,5	4	7 gün
Domates	Pasif PP	14	6	2	10gün
Domates	BOPP	17	3	2	12 gün
Brokoli	OPP, PVC, LDPE	5	7	10	7 gün
Kiraz	LDPE	0,11	9	0	3 hafta
Çilek	LDPE, PVC	3	5	7	1 hafta
Muz	LDPE	3	5	15	15 gün
Üzüm	PP	15	10	0	60 gün



Şekil 2.6 Aktif ve pasif MAP' de paket içindeki gaz konsantrasyonun zamana göre değişimi (Karaşahin., 2013)

Minimum işlem görmüş meyve ve sebzelerde solunum hızı ve ambalaj materyalinin geçirgenliği depolama sıcaklığından etkilenmektedir. Bu nedenle ürünün tazeliğinin korunmasında ve raf ömrünün uzatılmasında oluşturulacak modifiye atmosfer ortamının tasarımı önemlidir. Modifiye atmosfer ortamının tasarımında aşağıda maddeler halinde belirtilen dört parametre baz alınmaktadır (Brandenburg and Zagory, 2009).

(a) Meyve ve Sebzenin fizyolojik özellikleri:

Solunum hızı, iç ve dış faktörler

(b) Polimerik Malzeme:

Uygun ambalaj materyalinin seçimi, fiziksel ve kimyasal özellikleri, malzemenin kalınlığı, gaz geçirgenliği

(c) Ambalaj Üretim Teknolojileri:

Hammadde, film, katkı malzemeleri, mürekkepler, yapıştırıcılar, tek ve çok katlı perforeli ve/veya perforesiz malzeme üretimi

(d) Sıcaklık

Ürüne uygun depolama sıcaklığının belirlenmesi

2.3.1 Pasif modifiye atmosferde ambalajlama

Meyve ve sebzeler hasat sonrasında solunum yaparak metabolik faaliyetlerine devam ettikleri için bulundukları ortamdaki oksijeni tüketirler ve karşılığında karbondioksit ve su buharı salınımı yaparlar. Solunumda alınan oksijen hücrenin yapısında bulunan nişasta, şeker ve organik asit gibi kompleks bileşiklerin yavaş bir hızda oksidasyonu için kullanılırken, çevreye karbondioksit, su, etilen gibi bazı uçucu metabolizma ürünleri ile bir miktar ısı bırakılır. Pasif modifikasyon tekniğinde, ambalaj atmosferinde herhangi bir değişiklik yapılmadan, atmosfer koşullarında ambalajlama yapılır ve ürünün solunumu sonucunda tüketilen O₂ ve oluşan CO₂ ile ambalaj atmosferi kendiliğinden değişir, ürünün solunum hızı yavaşlar, tazeliği korunur ve raf ömrü uzatılır. (Üçüncü, 2007; Kartal ve Caner., 2010, Kader et al., 1989).

Ambalaj içerisindeki O_2 ve CO_2 miktarlarındaki değişiminin, ürünün anaerobik solunuma geçmesini engelleyecek şekilde olması gerekmektedir. Ambalaj içindeki O_2 miktarının çok fazla düşmesi ya da yüksek CO_2 konsantrasyonu ($>20\%$), anaerobik solunumun başlaması nedeniyle raf ömrünü azaltmakta ve kararım gibi fizyolojik bozukluklara sebep olabilmektedir (Oms-Oliu et al., 2008). Bu nedenle ürünlerin raf ömrünü uzatabilmek için, aerobik solunumun kontrol altında tutulması gerekmektedir. Anaerobik solunumun başladığı kritik O_2 konsantrasyonu ürün çeşidine göre farklılık göstermekle beraber, pasif MAP uygulamasında solunum hızının düşürülebilmesi için O_2 genellikle $2-5\%$ oranında ve CO_2 de $3-10\%$ arasında olması gerektiği belirtilmektedir (Kader, 1980; Zagory, 1988; Kader, 1989; Amanatidou, 2000; Jacxsens et al., 2002; Jacxsens et al., 2001).

Pasif modifiye atmosferde uygun gaz geçirgenliğine sahip polimerik malzemenin kullanılması, meyve ve sebzenin solunumu sonucunda ambalaj içerisindeki O_2 ve CO_2 gaz konsantrasyonlarının dengeye ulaşması açısından büyük önem taşır. Pasif modifikasyonda ürünün solunum hızı ile ambalaj ortamının gaz bileşimi arasındaki denge “**Denge Atmosfer Bileşimi**” olarak ifade edilmektedir. Ambalaj içerisinde O_2 ve CO_2 denge gaz konsantrasyonu ne kadar erken sağlanabilirse ve ne kadar uzun sürerse, meyve ve sebzenin solunum hızının düşmesine bağlı olarak, enzimatik reaksiyonlar gecikir, fizyolojik kalite kayıpları azalarak ürünün raf ömrünün uzaması sağlanır (Jacxsens et al., 2000; Soliva-Fortunet and Martin Belloso., 2003).

Ülkemizde yetişen “Wonderful” çeşidi narın bazı kalite özellikleri ve depolama süresince değişimlerinin incelendiği bir çalışmada, bütün haldeki narlar pasif modifiye atmosferde ambalajlanarak $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de $90-95\%$ bağıl nemde depolanmıştır. Çalışmada, depolama süresince meyvede meydana gelen patolojik ve fizyolojik bozukluk oranları incelenmiş ve “Wonderful” çeşidi narın modifiye atmosfer ambalajda, soğuk depo koşullarında 18 hafta boyunca kalitesini koruduğu bildirilmiştir.

Bir başka çalışmada ise, pasif modifiye atmosferde ambalajlamanın “Canernar-1” çeşidi narın antioksidan aktivitesi ve hasat sonrası fizyolojisi üzerine etkisi incelenmiştir. Yapılan çalışmada örneklerden bir bölümü 6 °C’de %90-92 bağıl nemde modifiye atmosfer torbalarında depolanmış diğer örnekler ise kontrol grubu olarak ayrılarak 210 gün depolanmıştır. Araştırmacılar tarafından, narların uzun süreli muhafazasında meyve kalitesinin, kabuk renginin ve antioksidan aktivitesinin korunması açısından pasif modifiye atmosferde ambalajlayarak depolamanın etkili olduğu, “Canernar”ın kalite kaybı olmaksızın 6 °C’de 210 gün boyunca depolanabileceği bildirilmiştir (Selçuk ve Erkan, 2013).

Wang ve Sugar, (2013) pasif modifiye atmosferde ambalajlamanın, “Barlett” armudunda depolama sonucu meydana gelen meyve eti kararma sorununa etkisini incelemiştir. Çalışmada pasif modifiye atmosferde ambalajlanarak depolanan armutların 3 ay boyunca tazeliğini, tekstürel özelliklerini koruduğu ve meyve eti kararmasının gözlenmediği bildirilmiştir. Modifiye atmosfer ambalaj içerisindeki oksijen konsantrasyonunun depolama sonunda %21 den %4-5’e düşmesinin, ürünün solunum hızını ve etilen sentezini azalttığı, CO₂ miktarındaki yükselmenin “Barlett” armudunun yeşil renginin ve tazeliğinin korunmasına fayda sağladığı ve raf ömrü boyunca kalitesinin korunduğu bildirilmiştir.

Taze doğranmış, minimum işlem görmüş patlıcanların raf ömrü boyunca kalite karakteristiklerinin incelendiği bir çalışmada ise patlıcanlar, %0,5 -%1 sistein içeren soya proteini ile kaplandıktan sonra pasif modifiye atmosferde ambalajlanarak 5 °C de depolanmıştır. Soya proteini ile kaplanan patlıcanlarda depolama süresi boyunca kararma gözlenmediği ve patlıcanın tekstürel yapısının korunduğu bildirilmiştir. Ayrıca kaplama işleminin ağırlık kaybını engellediği, pasif modifiye atmosferde ambalajlama ile taze kesilmiş soya proteini ile kaplanmış patlıcanın raf ömrünün uzadığı ve 6 güne ulaştığı bildirilmiştir (Gehidelli et al, 2014).

2.3.2 MAP’de ambalaj materyalinin seçimi

Minimum işlenmiş meyve ve sebzelerin modifiye atmosferde ambalajlanmasında önemli kriterlerden birisi de ambalaj malzemesinin seçimidir. Ambalaj malzemesinin tasarımı ve yapısı gıdanın raf ömrünün belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Ambalaj malzemesinin sebze ve meyvenin karakteristik özelliklerine göre seçimi, ürünlerin dağıtım ve depolama aşamasında fizyolojik, duysal ve mikrobiyal kalitesi ve tazeliğinin korunması açısından önemlidir.

Ürünün solunum hızı ambalaj içerisindeki O₂ ve CO₂ konsantrasyonunun değişiminden etkilenmektedir. Ortamdan çok fazla miktarda O₂ uzaklaştığında veya yüksek CO₂ konsantrasyonunda anaerobik solunumun başlaması üründe fizyolojik ve kimyasal bozulmalara neden olmaktadır (Zagory and Kader, 1988). Bu nedenle minimum işlem görmüş taze meyve ve sebzeleri, modifiye atmosferde ambalajlama tekniğinde uygun oksijen ve su buharı geçirgenliğine sahip ambalaj materyalinin belirlenmesi, ürünün solunum hızı ve depolama koşullarında önemli rol oynamaktadır (Kader and Watkins, 2000; Sadhya 2010; Caleb et al., 2011).

Ambalaj materyalinin O₂, CO₂ ve su buharı geçirgenlik hızı mutlaka dikkate alınmalıdır. Ambalaj malzemesinin, ürünün solunuma devam edebilmesi ve anaerobik solunuma geçmesini önleyecek şekilde yeterli O₂ geçirgenliğine ve oluşan karbondioksiti ortamda belirli bir düzeyin üzerine çıkmasını engelleyecek şekilde bir CO₂ geçirgenliğine sahip olması gerekmektedir. Ayrıca üründe depolama boyunca ağırlık kaybının engellenmesi için de mutlaka ambalaj malzemesinin su buharı geçirgenliği düşük olmalıdır.

Ambalajın tepe boşluğunda bulunan O₂, gıda maddelerinde birçok kimyasal, enzimatik ve mikrobiyolojik reaksiyonların başlamasına neden olmakta ve bu nedenle ambalaj materyalinin oksijen geçirgenliği kontrol edilmesi gereken önemli bir parametredir. Polimerlerde gaz geçirgenliği basınca bağlıdır. Sıcaklık artışı gazlarda çözünürlüğü azaltmasına karşı, polimer membranının madde geçişine daha uygun hale gelmesini sağlamaktadır. Gıdalar nem oranı ve sıcaklık

derecesi değişmeyen bir ortamda bekletildiklerinde su alırlar veya verirler. Bu nedenle gıdanın ambalajlama ve depolama sürecinde nem alışverişinin kontrol altına alınması gerekmektedir. Bu noktada kullanılacak plastik ambalaj materyalinin su buharı geçirgenliği de göz önünde bulundurularak uygun materyal seçimi önem arz etmektedir (Taş and Ayhan., 2006; Mangaraj et al., 2009).

Giovanelli et al. (2014) ambalaj materyalinin kırmızı ahududu meyvesinin fizikokimyasal ve aromatik özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada oksijen geçirgenliği $7-4500\text{cm}^3/\text{m}^224\text{saat}$ arasında değişen ambalaj materyallerinde pasif modifiye atmosferde ambalajlanan ürün 4°C 'de 7 gün depolanmıştır. Oksijen geçirgenliği $4500\text{cm}^3/\text{m}^224\text{saat}$ olan ambalaj materyalinde, malzemenin yüksek oksijen geçirgenliği nedeniyle fermentatif mikroorganizmaların gelişmeye başladığı, oksijen geçirgenliği $7\text{ cm}^3/\text{m}^224\text{saat}$ olan malzemede renkte kararma ve aromanın azaldığı bildirilmiştir. Kırmızı ahududu meyvesinin pasif modifikasyonda ambalajlanmasında $400\text{ cm}^3/\text{m}^224\text{saat}$ olan ambalaj materyalinin meyvenin kalite özelliklerini daha iyi koruduğu ve performansının diğer ambalaj materyallerine göre daha iyi olduğu bildirilmiştir.

Taze kesilmiş kabağın raf ömrü boyunca kalite karakteristiklerinin incelendiği bir çalışmada ise subuharı geçirgenliği $0,6\text{ g}/\text{m}^2\cdot\text{gün}$, oksijen geçirgenliği $653\text{ mL}/\text{m}^2\cdot\text{gün}$ olan OPP film ve subuharı geçirgenliği $45,9\text{ g}/\text{m}^2\cdot\text{gün}$, oksijen geçirgenliği $>2500\text{ mL}/\text{m}^2\cdot\text{gün}$ olan COEX film ile ambalajlanan kabak 5°C de 9 gün boyunca depolanmıştır. OPP ambalajda depolanan kabaklarda ambalajın su buharı geçirgenliğinin düşük olması nedeniyle kütle kaybının daha az olduğu rapor edilmiştir. COEX ambalaj materyaline göre daha düşük oksijen geçirgenliğine sahip olan OPP ambalaj materyalinde depolanan ürünlerde raf ömrü boyunca daha az kararma meydana geldiği ve renginin kabul edilebilir seviyede olduğu, 9 gün boyunca tazeliğini koruduğu bildirilmiştir (Lucera et al., 2010)

Costa et al. (2011) ise yaptıkları çalışmada oksijen geçirgenliği $700-2481\text{ cc}/\text{m}^2\cdot\text{gün}$ arasında değişen farklı kalınlardaki PP ambalaj malzemesinin tüketime hazır üzümün kalitesi üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada oksijen

geçirgenliği 700 cc/ m²gün olan ambalaj materyalinde depolanan örneklerde üzümlerin rengini ve tekstürel yapısını diğer ambalaj materyalinde depolanan örneklerle göre daha iyi korunduğu ve 70 günlük depolama süreci boyunca mikrobiyolojik olarak bozulma gözlenmediği bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Materyal olarak, Manisa'nın Salihli ilçesinde yetişen “Wonderful” çeşidi nar kullanılmıştır. Benzer ağırlık (yaklaşık 300g) ve renkteki (parlak kırmızı) narlar tek tek plastik ambalaja yerleştirilerek, Ege üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Meyve Sebze Laboratuvarında yer alan soğuk hava deposunda 5°C de % 90 bağıl nemde analizler süresince depolanmıştır.

Çalışmada gaz geçirgenlikleri farklı 8 adet polimerik film (Çizelge 3.1) kullanılmış olup bu filmlerden PMAP1, PMAP2, PAMP3, PMAP4 ve PMAP5 tarafımızdan PETKİM A.Ş (İzmir)'de F2-12 AYPE hammaddesinden farklı kalınlıklarda ekstruzyon tekniği ile üretilerek elde edilmiştir. PETKİM A.Ş Kalite Kontrol Laboratuvarında yer alan AMUT EA/30 laboratuvar tipi ekstruderi kullanarak, kafa sıcaklığı 160 °C'ye ayarlandıktan sonra düşük sarma hızında ve 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 şişirme oranlarında 20µ, 40µ, 60µ, 80µ ve 100µ kalınlığında katkısız şeffaf filmler çekilmiştir.

Çalışmada kullanılan diğer ambalaj materyalleri ise, SUPERFILM A.Ş (Gaziantep) ve POLİNAS Plastik Şirketi A.Ş (Manisa)'den tedarik edilmiştir. Filmlere ait oksijen (OTR) ve su buharı (WVTR) geçirgenlik analizleri NAKSAN Plastik A.Ş (Gaziantep) ve POLİBAK Plastik Film Sanayi A.Ş(İzmir) tarafından ASTM standartları doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Oksijen geçirgenliği analizinde ASTM (Amerika MalzemTest Birliği)-D 3985, OTR (23 °C, % 0 RH) ve subuharı geçirgenliği analizinde ise ASTM E 96 ,WTR (38 °C, % 98 RH) standartları kullanılmıştır.

Çizelge 3.1 Tüketime hazır nar için kullanılan filmlerin OTR ve WTR gaz geçirgenlik değerleri

Örnekler	Malzeme	OTR (23 °C- % 0 RH) (cc/m ² .gün)	WTR (38 °C-% 90 RH) (g/m ² .gün)
PMAP1	F212-AYPE-20µ	12276	12,4
PMAP2	F212-AYPE-40µ	6138	8,3
PMAP3	F212-AYPE-60µ	4092	5,9
PMAP4	F212-AYPE-80µ	3069	4,7
PMAP5	F212-AYPE-100µ	2455	3,6
PMAP6	SUPERSTOK 1012 PP-58µ	900	3
PMAP7	MEDGUARD NB (PP+PA+PE)-50µ	290	3,5
PMAP8	MEDGUARD NB (PP+PA+PE)-70µ	125	2,5

3.2 Metot

3.2.1 Deneme planı

1.Aşama:

Tanelerine ayrılmış tüketime hazır “Wonderful” çeşidi nar

Çizelge 3.1’de belirtilen farklı ambalaj filmleriyle pasif modifiye atmosferde ambalajlanarak 5 °C’de %90 bağıl nemde depolanmış ve 13 gün boyunca günlük periyotlarla tepe boşluğu gaz konsantrasyonları değerlendirilmiştir.

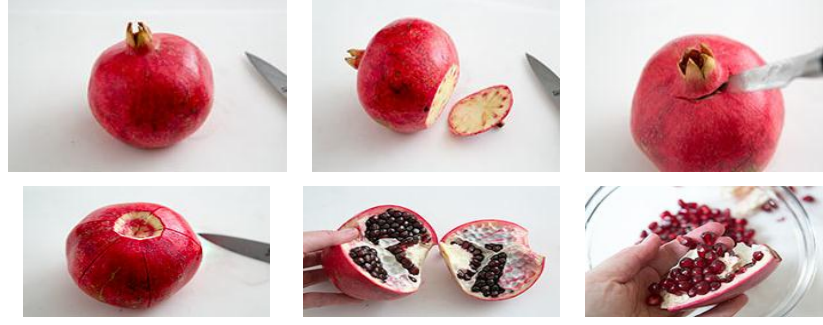
2. Aşama: Pasif modifiye atmosferde ambalajlamada denge gaz konsantrasyonu koşulunu sağlayan ve denge gaz bileşimine en kısa sürede ulaşarak bu gaz kompozisyonunu en iyi muhafaza eden filmler ile tüketime hazır nar örnekleri pasif modifiye atmosferde 5 °C’de %90 bağıl nemde depolanmıştır. Bu aşamada ürünün raf ömrünün ve bazı kalite karakteristiklerinin belirlenmesinde kullanılacak olan fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizler depolamanın 0, 2, 4, 6, 8, 9, 10-13. günlerinde gerçekleştirilmiştir.

Üretim iki tekerrür, analizler ise en az iki paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.2.2 Örneklerle uygulanan ön işlemler

Aynı ağırlık ve renkteki narlardan yüzeyinde leke, hasar ve çatlak bulunan meyveler ayıklanarak, sağlıklı narlar 200 µL⁻¹ klor içeren destile su ile

yıkanmıştır. Baş kısımları kesilen narlar Şekil 3.1’de görüldüğü gibi bölümlere ayrılarak elle tanelerine ayrılmıştır. Tanelerine ayrılan nar 100 μL^{-1} klorlu suda 5 dk bekletilmiş (Şekil 3.2) ve 3 kez çeşme suyunda durulanmıştır. Örnekler daha sonra 5 °C’de 1 saat kağıt havluda (Şekil 3.3) bekletilerek yüzeyindeki suyun uzaklaştırılması sağlanmıştır (Gil et al.,1996).



Şekil 3.1 Bütün narın tanelerine ayrılma aşaması



Şekil 3.2 Tanelerine ayrılan ve klorlu suda bekletilen nar



Şekil 3.3. Ön işlemlerden geçmiş ve kurumaya bırakılan nar taneleri

3.2.3 Örneklerin ambalajlanması

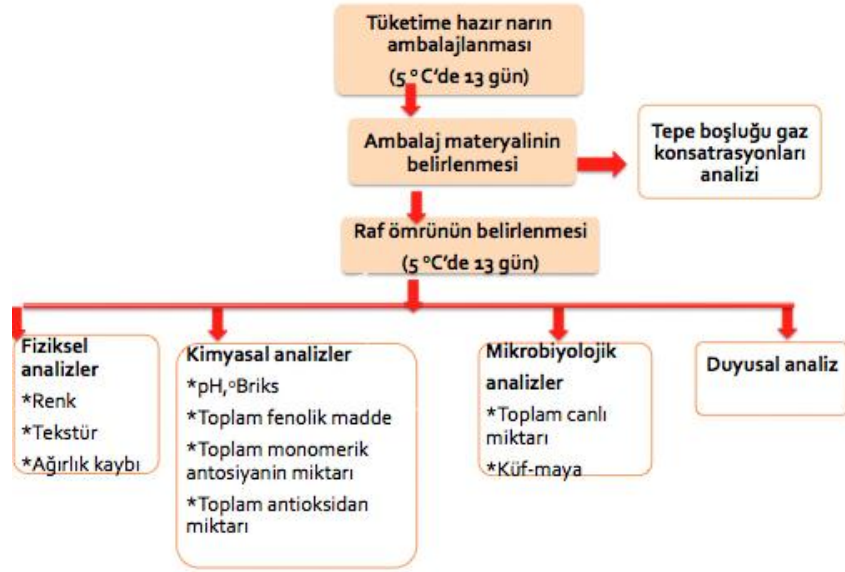
Oksijen geçirgenliği farklı 8 adet polimerik ambalaj malzemesinin (11,5x7,5±0,5 cm) her birine içine ön işlemlerden geçen tüketime hazır “Wonderful” çeşidi nardan 50 ±0,5 g konularak ve ambalajda 1/3’ü oranında olacak şekilde tepe boşluğu biralı için ayarlandıktan sonra pasif modifiye atmosferde paketlenmiş (Şekil.3.4). Örnekler Ege Üniversitesi Sebze-Meyve Laboratuvarında yer alan soğuk hava deposunda raflara tek sıra halinde yerleştirilerek ve 5 °C’de %90 bağıl nemde depolanmıştır Yapılan çalışmada 100 kg nar meyvesinden elde edilen ve modifiye atmosferde paketlenen 800 adet tüketime hazır nar paketi kullanılmıştır.



Şekil 3.4. Tanelenmiş narın ambalajlanması

3.2.4 Örneklere uygulanan analizler

Minimum işlem görmüş taze meyve ve sebzelerin duyusal, besinsel ve fonksiyonel özellikleri ürünün kalitesini belirleyen önemli faktörler olup, oksijen geçirgenlikleri farklı polimerik malzemelerle ambalajlanan tüketime hazır narın raf ömrünün ve kalitesinin belirlenmesine yönelik yapılan analizler Şekil 3.5’de belirtilmiştir.



Şekil 3.5 Minimum işlem görmüş tüketime hazır nara uygulanan analizler

3.2.4.1 Tepe boşluğu gaz analizi

Ambalaj atmosferinde bulunan O₂ ve CO₂ konsantrasyonlarındaki değişim PBI Dansensor Check Pointer (Ringsted, Denmark) dijital tepe boşluğu analizörü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz günü, her bir ambalaj materyalinden 3 adet örnek, ambalaj üzerine septum yerleştirilerek paket içerisindeki gaz konsantrasyonları analiz edilmiş, tepe boşluğu gaz kompozisyonlarındaki değişimi önlemek amacıyla her bir paket sadece bir ölçüm için kullanılmıştır.

3.2.4.2 Fiziksel analizler

3.2.4.2.1 Renk ölçümü

Ambalajlanmış örneklerdeki renk değişimi Hunter Lab CFLX-45-2 (Reston, Virginia, USA), marka renk ölçüm cihazı ile L^{*}, a^{*}, b^{*} renk düzleminde her bir paketten 10 g örnek alınarak analiz edilmiştir. L^{*} değeri parlaklığı, a^{*} ve b^{*} sırasıyla kırmızılığı ve sarılığını temsil etmektedir. Ölçülen bu renk değerlerinden yararlanılarak hue açısı [$h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$] hesaplanmıştır (Chung et al., 2015).

3.2.4.2.2 Tekstür analizi

Tekstür analizi TA XT Plus Texture Analyser (Micro system, Surrey, England) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Test hızı 1 mm.s⁻¹, mesafe 8mm olarak ayarlanmış ve 35mm çapında prob kullanılmıştır. Her bir örnekten alınan tanelenmiş nar 55 mm çapında metal petri kabına tek sıra halinde yerleştirilerek tekstür kriteri olarak sertlik (N) değerindeki değişim depolama süresince değerlendirilmiştir.

3.2.4.2.3 Ağırlık kaybı tayini

Depolama süreci boyunca paket ağırlıkları dijital hassas terazi (Giberti Europe, Italy) ile ölçülerek ağırlık kaybı % olarak aşağıdaki denklem kullanılarak değerlendirilmiştir.

3.2.4.3 Kimyasal analizler

Nar suyu örneklerinin hazırlanması

Her bir paketten 20 g tanelenmiş nar örneği homojenizatörde 2 dk homojenize edildikten sonra filtre kağıdı yardımıyla filtre edilerek, elde edilen sıvı ekstrakt kimyasal analizlerde kullanılmıştır.

3.2.4.3.1 pH tayini

pH değeri potansiyometrik olarak pH-metre (inoLab level1 WTW, Germany) ile saptanmıştır. Bu amaçla nar suyu örneklerinden 10 ml bir behere alınarak pH değeri analiz edilmiştir.

3.2.4.3.2 Suda çözünür kuru madde miktarının belirlenmesi

Suda çözünür kuru madde miktarı (°Briks) (KA. Krüss Optronic, Germany) dijital el reflaktometresi kullanılarak belirlenmiştir. Cihaz analiz öncesi su ile kalibre edildikten sonra sıvı ekstrakt analiz edilmiş ve sonuçlar % °Brix olarak ifade edilmiştir (Tanada-Palmu and Grosso, 2005).

3.2.4.3.3 Toplam fenolik madde tayini

Ön Hazırlık

Her bir paketten filtre edilerek elde edilen nar suyu 1:10 (v/v) oranında destile su ile seyreltilmiştir. Elde edilen seyreltilmiş nar suyu toplam fenolik madde, toplam monomerik antosiyonin ve toplam antioksidan kapasitesi tayininde kullanılmıştır.

Toplam Fenolik madde tayini Folin–Ciocalteu yöntemine (Xu and Chang, 2007) göre gerçekleştirilmiştir.

Yöntemin ilkesi

Yöntemin ilkesi, fenolik bileşiklerin alkali ortamda Folin-Ciocalteu ayıracını indirgeyip, kendilerinin oksitlenmiş forma dönüştüğü bir redoks reaksiyonuna dayanmaktadır. Reaksiyon sonucunda indirgenmiş ayracın oluşturduğu mavi rengin fotometrik olarak ölçülmesiyle, analizi yapılan örnekteki fenolik bileşiklerin toplam miktarlarının hesaplanması mümkün olmaktadır.

Örneklerin analize hazırlanması

Her bir paketten elde edilen ve 1:10 (w/v) seyreltilmiş nar suyundan 50 µL alınarak 3 mL saf su, 250 µL Folin-Ciocalteu ayıracı ve 750 µL Na₂CO₃ çözeltisi eklenerek 8 dk inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon sonunda 950 µL saf su eklenen örnekler aliminyum folya ile kaplanarak reaksiyonun tamamlanması için 2 saat karanlık bir ortamda bekletilmiştir.

Hesaplamalar

Folin ayıracı ile muamele edildikten sonra oluşan mavi renk, UV-visible spektrofotometrede (Amersham Bioscience, Chambrige UK) 765 nm dalga boyunda şahide karşı okunmuştur. Örnekte ölçülen absorbans değerinin gallik asit

cinsinden eşdeğeri olan fenolik bileşik miktarı, gallik asit ile hazırlanmış olan standart kalibrasyon eğrisi yardımıyla hesaplanmıştır. Örnekteki toplam fenolik bileşik miktarı "mg gallik asit/ L" cinsinden ifade edilmiştir.

Standart kalibrasyon eğrisi 0, 50, 100, 150, 200, 250 ve 500mg/l'lik gallik asit çözeltilerinin aynı yöntem ile spektrofotometrede 765 nm'de okunan absorbans değerleri ile standart kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir.

3.2.4.3.4 Toplam monomerik antosiyanin tayini

Toplam monomerik antosiyanin tayini pH diferansiyal metoduna göre gerçekleştirilmiştir (Cehng and Breen, 1991).

Yöntemin İlkesi

Yöntem, antosiyaninlerin maksimum absorbans gösterdiği dalga boyundaki absorbans değerlerinin ortamın pH değerlerine göre değişiminin ölçümüne dayanır. pH diferansiyal metodunun temel ilkesi monomerik antosiyaninlerin pH 1,0'de renkli oksonium formunun, pH 4,5'da ise ağırlıklı olarak renksiz karbinol formda olmasına dayanır.

Örneklerin analize hazırlanması

pH 1,0 ve pH 4,5'e ayarlanmış örneklerin 515 ve 720 nm spektrofotometrede ölçülen absorbans değerleri arasındaki fark, örnekte bulunan antosiyanin miktarıyla doğru orantılı olarak değişmektedir. Analizde pH 1,0 ve pH 4,5 arasındaki renk farklılığını belirlemek amacıyla iki farklı tampon çözeltisi kullanılmıştır. pH 1,0 tampon çözeltisi potasyom klorür (KCl 0,025M), pH 4,5 tampon çözeltisi ise sodyum asetat ile hazırlanmıştır.

1:10 oranında seyreltilmiş nar suyu örneğinden 2 ayrı behere 5 ml alınarak 50 ml'lik ölçülü balonun, ölçü çizgisine kadar pH 1,0 ve pH 4,5 tampon çözeltileriyle tamamlanmıştır. Hazırlanan örnekler alüminyum folya ile kaplanarak 15 dak. süreyle dengeye ulaşması için kendi haline bırakılmıştır.

Absorbans ölçümleri ve hesaplama

Örneklerin 515 ve 720 nm'deki absorbans değerleri 1cm'lik tek kullanımlık kuvetlerde UV-visible spektrofotometre ile hesaplanmış, pH 1,0'de hesaplanan absorbans farkı pH 4,5'de bulunan absorbans farkından çıkarılarak gerçek absorbans değeri hesaplanmıştır.

$$\text{Absorbans} = (A_{515} - A_{720})_{\text{pH } 1.0} - (A_{515} - A_{720})_{\text{pH } 4.5}$$

Monomerik antosiyanin miktarı, nar suyunda baskın bulunan siyanidin-3-glukozit cinsinden aşağıda yer alan eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\text{Monomerik antosiyanin miktarı (mg/L)} = \frac{(A) (MW) (SF) 1000}{(\epsilon) (L)}$$

A : Absorbans farkı ,

MW: Baz olarak alınacak antosiyaninin molekül ağırlığı,

SF : Seyreltme faktörü (10)

ϵ : Molar absorpsiyon katsayısı,

L : küvetin optik yolu (cm)

Siyanidin-3-glikozidin molar absorbans değeri 26,900; molekül ağırlığı ise 4492 g mol⁻¹ alınarak hesaplama yapılmıştır (Favole et al., 2012).

3.2.4.3.5 Toplam antioksidan aktivite tayini

Toplam antioksidan kapasitesi tayini Brand Williams et al. (1995) tarafından tanımlanan DPPH (2,2-diphenil-1-picrylhydrazyl) metoduna göre gerçekleştirilmiştir.

Yöntemin ilkesi

Yöntem koyu menekşe renkli stabil bir birleşik olan DPPH radikalinin antioksidanlar tarafından bir redoks reaksiyonuna bağlı olarak süpürülmesi

temeline dayanır. Yöntemin temel ilkesini, Antioksidan madde veya maddelerle muamele edildiğinde DPPH'tan kaynaklanan mor rengin şiddetindeki azalmanın spektrofotometrik olarak ölçülmesi oluşturur.

Örneklerin hazırlanması ve hesaplama

1:10 oranında seyreltilmiş nar suyundan 200µL alınarak 1800 µL DPPH (100 mM) solüsyonu ile karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında 1 saat bekletilmiştir. Süre sonunda örnek absorbansları 517 nm'de UV-Visible spektrofotometrede ölçülerek DPPH radikalinin % inhibisyon değeri aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Antioksidan Aktivitesi} = (A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}) \times 100 / A_{\text{kontrol}}$$

A_{kontrol} : Kontrolün absorbans, $A_{\text{örnek}}$: Örneğin absorbansı

3.2.4.4 Mikrobiyolojik analizler

Mikrobiyal yük, Toplam Canlı Sayımında plate count agar (PCA) (Merck), Küf ve Maya sayımında potato dextrose agar (PDA) (Merck) besiyeri kullanılarak belirlenmiştir. Her bir paketten 10 g tanelenmiş nar steril stomacher torbasında 90 ml peptonlu suda 5 dk homojenize edilmiştir. Elde edilen homojenattan hazırlanan dilisyon serilerinden seçilerek yayma plak yöntemiyle ekimler yapılmıştır. Toplam canlı sayımı için PCA besiyerine, uygun dilisyonlardan 0,1 ml ilave edilerek petri kapları 30 ° C de 48 saat, maya ve küf sayımı için PDA besiyerine ekim yapılarak 25 °C de 5 gün inkübasyona bırakılmıştır (Soliva-Fortuny et al, 2004; Del Nobile et al, 2009). İnkübasyon süresi sonucunda toplam canlı sayımı için 30-300 , küf-maya için 15-150 arasında koloni içeren seyreltimlerin petrilere seçilerek mikroorganizma sayısı kob/g olarak hesaplanmıştır.

3.2.4.5 Duyusal analiz

Tüketime hazır ambalajlanmış narın depolama süreci boyunca görünüş ve lezzetindeki değişim (Çizelge 3.4) yaşları 24-42 arasında değişen 7 eğitimli panelist ile değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.2 Tüketime hazır nar için kullanılan duyu analizi formu.

Tüketime Hazır Tane Nar için Puanlama Skalası

Lütfen kodlanmış olan NAR örneklerini aşağıdaki puanlama skalasını dikkate alarak değerlendiriniz. Teşekkürler.		
İsim :		
Tarih:		
Örnek kodları	Görünüş	Lezzet
123		
356		
267		
576		

GÖRÜNÜŞ

- 3- Parlak kırmızı renk.
- 2- Hafif mat kırmızı renk
- 1- Mat ve soluk kırmızı renk

LEZZET

- 5- Tatlı, ekşi, sulu nar lezzeti.
- 4- Tatlı, ekşi , sulu nar lezzetinde hafif yavanlaşma, hafif buzdolabı lezzeti.
- 3- Tatlı ekşi, sulu nar lezzetinde yavanlaşma ve buzdolabı lezzeti.
- 2- Çürük ve yabancı lezzet
- 1- Tüketilmeyecek düzeyde çürük ve yabancı lezzet, belirgin küf lezzeti.

Panelistler öncelikle eğitim paneline tabi tutularak, 0,2,4,6,8,9,10,11 ve 13 gün boyunca depolanmış tüketime hazır nar örneklerinde, depolama süreci boyunca narın görünüş ve lezzetinde meydana gelen değişimleri belirlemeleri sağlanmıştır. Analiz günü paketlenmiş nar örneği açılarak rastgele numara verilmiş ve panelistler tarafından duysal değerlendirmeye alınmıştır. Tüketime hazır narın depolama süreci boyunca duysal özelliklerindeki değişim farklılık testi kullanılarak belirlenmiş, görünüş özellikleri 3'lü, lezzet özellikleri 5'li sıklıkla üzerinden değerlendirilmiştir.

Duyusal analizler, analiz günleri saat 11:00-12:00 arasında öğle yemeğinden önce, Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Duyusal Analiz Laboratuvarında gerçekleştirilmiş, panelistlerin değerlendirme öncesi sigara, kahve gibi duysal değerlendirmeyi etkileyecek yiyecek ve içecek tüketmemesi, her bir örnekten sonra ağızını çalkalaması ve su içmesi sağlanmıştır.

3.2.4.6 İstatistiksel analiz

İstatistiksel analizler Windows SPSS/ PASW18 paket programı kullanılarak ANOVA varyans analizi ile gerçekleştirilmiştir. Örnekler arasında Duncan çoklu farklılık testi uygulanarak, %95 güven aralığında farklılıklar belirlenmiştir. Ölçülen değerlerin birbiriyle etkileşimi ise Pearson korelasyon testi yapılarak incelenmiştir.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

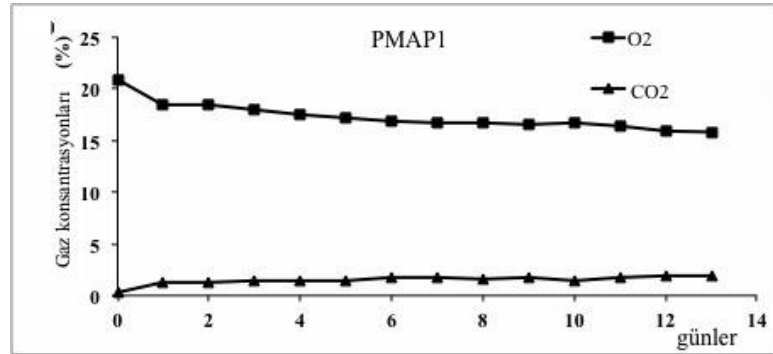
4.1 Tepe Boşluğu Gaz Analizi Sonuçları

1.Aşama: Uygun ambalaj materyalinin belirlenmesi

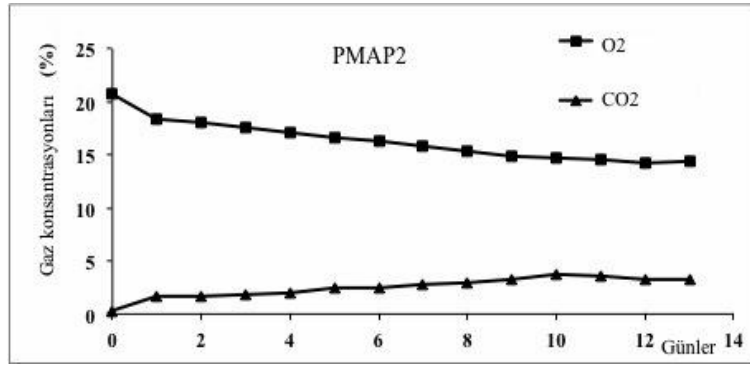
Farklı geçirgenlik değerine sahip filmler ile pasif modifiye atmosferde ambalajlanan tüketime hazır nar 13 günlük depolama süresince tepe boşluğundaki O₂ ve CO₂ konsantrasyonlarındaki değişim Şekil 4.1-...4.8’de verilmiştir.

PMAP1, PMAP2, PMAP3 polimerik malzeme ile ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde, Şekil 4.1-4.2-4.3’de görüldüğü gibi depolama süresi boyunca O₂ ve CO₂ konsantrasyonunda önemli bir değişim gözlenmemiştir. Başka bir deyişle oksijen geçirgenliği 12276-4092 cc/m²-gün kadar yüksek olan ambalaj malzemelerinin tanelenmiş tüketime hazır taze narın ambalajlanmasında kullanımı atmosfer bileşimini değiştirmek açısından uygun sonuç vermemiştir.

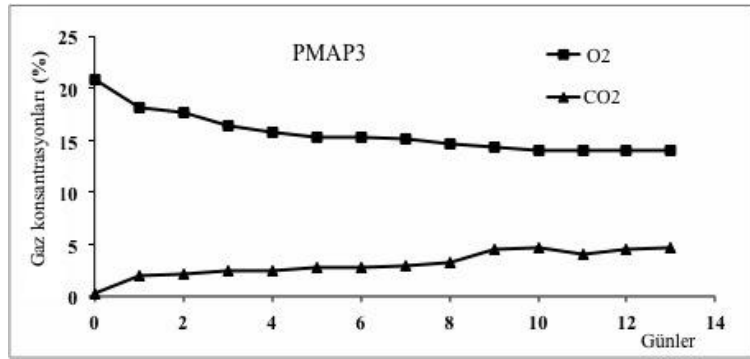
Oksijen geçirgenliği ilk üç malzemeye göre daha düşük ve 3069-900 cc/m² gün olan PMAP4, PMAP5 ve PMAP6’da depolama süresi boyunca oksijen konsantrasyonu sürekli olarak düşmüş, karbondioksit konsantrasyonu ise sürekli olarak yükselmiş ve bir denge gaz bileşimine ulaşamamıştır (Şekil 4.4-4.5-4.6) Depolama süresi sonunda PMAP4’de oksijen konsantrasyonu %15 civarında iken, PMAP5 ve PMAP6’da yaklaşık % 11’e düşmüş, CO₂ konsantrasyonu ise belirtilen üç örnekte de yaklaşık % 6 seviyesine yükselmiştir.



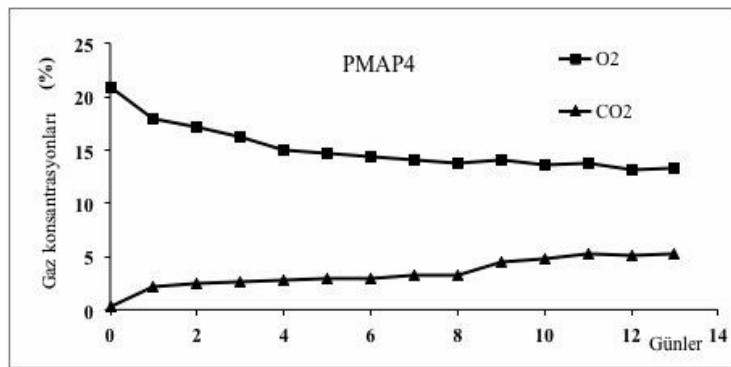
Şekil 4.1. PMAP1 ile ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde tepe boşluğu gaz konsantrasyonundaki değişim



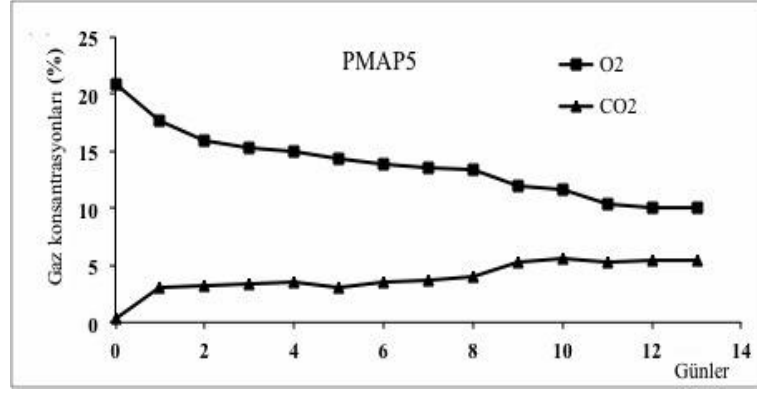
Şekil 4.2 PMAP2 ile ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde tepe boşluğu gaz konsantrasyonlarındaki değişim



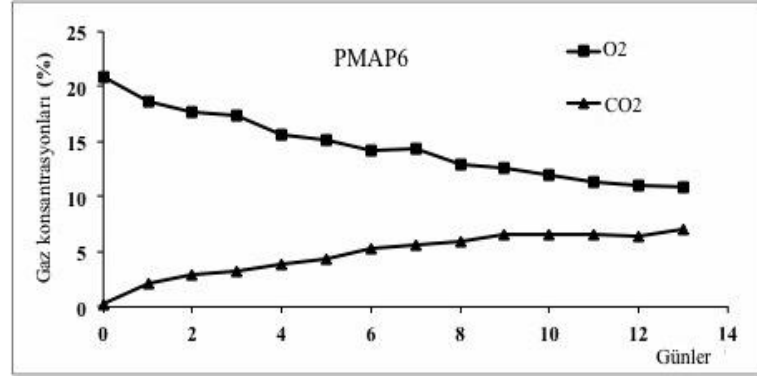
Şekil 4.3. PMAP3 ile ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde tepe boşluğu gaz konsantrasyonlarındaki değişim



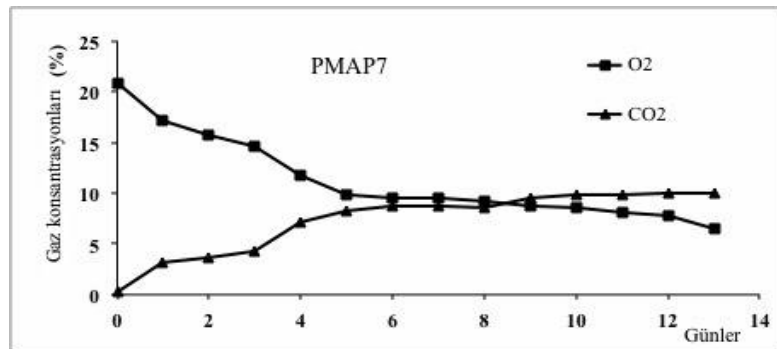
Şekil 4.4. PMAP4 ile ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde tepe boşluğu gaz konsantrasyonlarındaki değişim



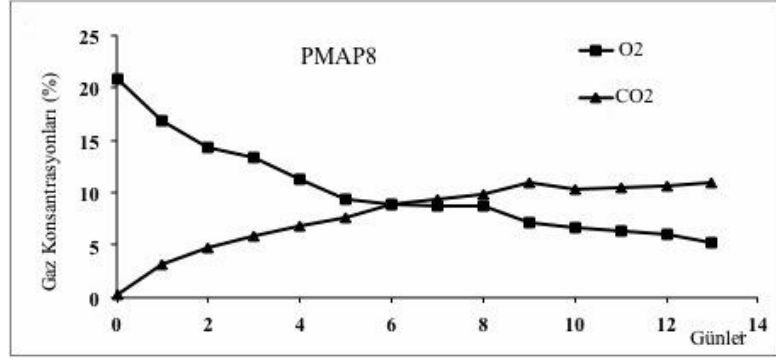
Şekil 4.5. PMAP5 ile ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde tepe boşluğu gaz konsantrasyonlarındaki değişim



Şekil 4.6. PMAP6 ile ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde tepe boşluğu gaz konsantrasyonlarındaki değişim



Şekil 4.7. PMAP7 ile ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde tepe boşluğu gaz konsantrasyonlarındaki değişim



Şekil 4.8. PMAP8 ile ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde tepe boşluğu gaz konsantrasyonlarındaki değişim

Tüm malzemeler içerisinde 290-125 cc/m²gün ile en düşük oksijen geçirgenliğine sahip PMAP7 ve PMAP8’de ise Şekil4.7-4.8’den de görüldüğü gibi denge gaz bileşimine 5.günde ulaşılmıştır. Oksijen konsantrasyonu yaklaşık olarak %6 ve karbondioksit konsantrasyonu yaklaşık % 11 olarak belirlenmiştir.

Pasif MAP uygulamalarında, ürünün raf ömrünü uzatabilmek amacıyla ambalaj içinde bir denge gaz bileşimine ulaşılması ve bu denge gaz bileşimi ne kadar erken sağlanırsa ambalajlama yoluyla ürünün raf ömrünü uzatmada daha etkin olacağı belirtilmektedir. Bu amaçla O₂ konsantrasyonunun % 2-5, CO₂ konsantrasyonunun ise % 5-10 oranında olacak şekilde bir denge gaz bileşiminin sağlanması gerektiği bilinmektedir (Kader,1980; Kader 1987; Zagory and Kader 1988; Jacxsens et al., 2001, Soliva-Fortuny and Martin-Belloso, 2003). Elde edilen veriler doğrultusunda; 12276-4092 cc/m²gün gibi yüksek oksijen geçirgenliğine sahip PMAP1, PAMP2, PMAP3 ambalaj malzemelerinin pasif modifikasyonu sağlamada yeterli olmadığı, oksijen geçirgenlik değerleri 3069-900 cc/m²gün arasında olan PMAP4, PMAP5, PMAP6 ambalaj malzemelerinin denge gaz bileşimini sağlamada yetersiz olduğu, oksijen geçirgenliği 290-125 cc/m²-gün olan PMAP7 ve PMAP8 filmlerinin ise tüketime hazır taze narın pasif modifiye atmosferde ambalajlamada denge gaz bileşiminin sağlanmasında uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Literatürde yer alan çalışmalarda tüketime hazır narın pasif modifiye atmosferde ambalajlanmasında denge gaz konsantrasyonları ve dengeye ulaşma

süreleri farklı şekillerde rapor edilmiştir (Gil et al.,1996; Lopez-Rubira et al., 1995; Ayhan and Eştürk 2009; Caleb et al., 2013).

Ayhan and Eştürk (2009) aktif ve pasif modifiye atmosferde ambalajlamanın tüketime hazır “ Hicaz” çeşidi narın kalite ve raf ömrüne etkisini incelemişlerdir. Çalışmada; PP tabak ve 2300 cm³/m².gün (23 °C-0% RH) oksijen geçirgenliğine sahip BOPP üst film ile pasif modifiye atmosferde ambalajladıkları ve 5 °C’de depoladıkları tanelenmiş nar örneklerinde denge O₂ ve CO₂ gaz konsantrasyonlarının sağlanamadığı bildirilmiştir.

Caleb et al. (2013b) PP tabak ve POLYLID üst film ile pasif modifiye atmosferde ambalajladıkları ve üç farklı sıcaklıkta 14 gün boyunca depoladıkları tüketime hazır “ Acco ve Herskawitz” çeşidi nar örneklerinde; her iki nar çeşidi için farklı denge gaz bileşimlerine ulaşıldığı bildirilmiştir. “Acco” cinsi nar için 5 °C’de depolanan örneklerde 6.günde denge gaz bileşimine ulaşıldığı ve oksijen konsantrasyonunun %18, karbondioksit konsantrasyonunun ise %5 oranında olduğu ve bu sonucun pasif modifiye atmosferde depolama koşulunu sağlamadığı belirtilmiştir. “Herskawitz” cinsi nar örneklerinde ise, depolama süresi boyunca “Acco” cinsi nar örneklerinden farklı gaz bileşimlerine ulaşılmış ve depolama süresi sonunda oksijen konsantrasyonu %15 civarında iken karbondioksit konsantrasyonu depolama süresi boyunca sürekli artmış ve %20 civarına ulaşmıştır.

Lopez-Rubira et al.(2005) ise “ Elche” cinsi tanelenmiş narı PP kap içerisinde pasif modifiye atmosfer ortamında oksijen geçirgenliği 8.29×10^{-12} mol s⁻¹ m⁻² Pa⁻¹ (25 °C, % 95 RH) olan BOPP üst film ile ambalajlayarak, 5 °C’de 14 gün depolamıştır. Çalışmada; depolama süresince O₂ konsantrasyonunun düştüğü, CO₂ konsantrasyonunun yükseldiği ve 13. günde denge gaz kompozisyonuna ulaşıldığı bildirilmiştir. Ancak çalışma bulgularına göre depolama süresi sonunda O₂ konsantrasyonu 1kPa’ın altında, CO₂ konsantrasyonunun ise 20 kPa’nın üzerine çıktığı ve pasif modifiye atmosferde ambalajlama için tavsiye edilen denge gaz kompozisyonu koşulunun sağlanamadığı bildirilmiştir.

Martinez-Romero et al.(2013) aloe vera jel ile kaplama ve suyla yıkama gibi farklı ön işlemlerden geçirdikleri tüketime hazır “ Elche” cinsi narı pasif modifiye atmosferde 3°C’de 12 gün boyunca sert PP kutu içerisinde depolamıştır. Araştırmacılar, suyla yıkama işleminden sonra paketlenen örneklerde depolama süresi sonunda CO₂ konsantrasyonunun oldukça yüksek olduğunu (17kPa), aloe vera jel ile kaplanan örneklerde ise O₂ konsantrasyonunun 8-10 kPa, CO₂ konsantrasyonunun ise 9kPa olarak belirlemiş ve denge gaz konsantrasyonunun sağlanamadığını bildirmiştir.

Literatürde tüketime hazır narın ambalajlanmasında PE, PP, BOPP, OPP gibi oksijen geçirgenlikleri birbirinden çok farklı polimerik ambalaj materyallerinin kullanıldığı görülmektedir. Ancak yapılan çalışmalarda araştırma bulguları değerlendirildiğinde;

- Tüketime hazır narın ambalajlanmasında narın nispeten düşük olan solunum hızına uygun oksijen geçirgenliğine sahip filmlerin kullanılmadığı,
- Pasif modifiye atmosferde paketlenen tüketime hazır narda depolama süresi boyunca denge O₂ ve CO₂ gaz konsantrasyonuna ulaşamadığı,
- Bazı örneklerde paket içerisindeki O₂ konsantrasyonunun, fermentasyon eşik değeri olarak kabul edilen ve ürünün anaerobik solunum yapması doğrultusunda bozulmasına sebebiyet veren %2 O₂ seviyesinin sınırında ve/veya altına indiği,
- Denge gaz bileşiminin sağlandığı belirtilen örneklerde dengeye ulaşma süresinin uzun olduğu, dangedeki O₂ ve CO₂ gaz konsantrasyonlarının ise pasif modifiye atmosferde ambalajlamada önerilen limit değerlerinin dışında olduğu görülmektedir.

Bu kapsamda oksijen geçirgenliği 290-125 cc/m²-gün olan PMAP7 ve

PMAP8 ambalaj materyalleri “wonderful” çeşidi narın pasif modifiye atmosferde ambalajlanmasında gerek dengeye ulaşma süresi gerekse denge gaz bileşiminin sağlanması açısından uygun bulunarak raf ömrü çalışmaları bu materyallerle gerçekleştirilmiştir.

4.2 Raf Ömrünün Belirlenmesi: 2. Aşama

4.2.1 Fiziksel analiz sonuçları

4.2.1.1 Renk değerlerindeki değişimler

PMAP7 ve PMAP8 ambalaj materyallerinde pasif modifiye atmosferde ambalajlanarak 5°C’de 13 gün depolanan örneklerde meydana gelen renk değişimi Çizelge 4.1-4.2 ve 4.3’ de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Depolama süresi boyunca ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinin L* değerindeki değişim

Gün	L*	
	PMAP7	PMAP8
0	23,91±0,75 ^d	23,91±0,75 ^d
2	23,02±0,65 ^c	23,28±0,67 ^d
4	21,67±0,76 ^b	22,05±0,43 ^c
6	20,80±0,42 ^a	21,16±0,27 ^{ab}
8	21,65±0,07 ^b	21,40±0,17 ^b
9	20,68±0,26 ^a	21,05±0,36 ^{ab}
10	20,66±0,18 ^a	20,74±0,26 ^{ab}
13	20,67±0,06 ^a	20,69±0,21 ^a

^{a-b-c-d} Aynı kolonda farklı harf içeren ortamlar istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

PMAP7 ve PMAP8 ambalaj materyallerinde depolanan tüketime hazır narın parlaklığında Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi bir miktar azalma meydana geldiği,

parlaklığın 0. gün 23.91'den 13 günlük depolama süresinin sonunda PMAP7'de 20.67'e, PMAP8'de ise 20.69'a düştüğü gözlenmiştir. Depolama süresince parlaklıktaki değişimin her iki film içinde istatistiksel açıdan anlamlı olduğu ($p \leq 0.05$), ancak PMAP7 ve PMAP8 örnekleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$).

Çizelge 4.2 Depolama süresi boyunca ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinin a* ve b* değerlerindeki değişim.

Gün	a*		b*	
	PMAP7	PMAP8	PMAP7	PMAP8
0	26,51±0,52 ^d	26,51±0,52 ^d	12,94±0,24 ^a	12,94±0,24 ^a
2	26,37±0,55 ^d	26,62±0,15 ^d	13,54±0,27 ^{ab}	13,54±0,27 ^b
4	26,16±0,44 ^{cd}	26,41±0,38 ^d	13,98±0,31 ^{bc}	13,98±0,31 ^b
6	25,49±0,34 ^{bc}	26,24±0,39 ^d	14,22±0,38 ^{bc}	13,97±0,20 ^c
8	24,97±0,56 ^b	25,22±0,58 ^{bc}	14,14±0,48 ^{bc}	14,64±0,34 ^{bc}
9	25,07±0,42 ^b	25,07±1,09 ^b	14,25±0,54 ^{bc}	14,25±0,50 ^{bc}
10	23,85±0,66 ^a	24,35±0,33 ^{ab}	14,17±0,65 ^{bc}	14,17±0,81 ^{ab}
13	23,44±0,49 ^a	23,72±0,39 ^a	14,33±0,35 ^c	14,62±0,37 ^{ab}

a-b-c-d Aynı kolonda farklı harf içeren ortamlar istatistiksel olarak farklıdır ($p \leq 0.05$)

Meyvelerde depolama süresince su kaybı nedeniyle meyve

yüzeyindeki parlaklığın azaldığı, matlaşmanın meydana geldiği ve L* değerinin azaldığı bildirilmiştir (Koyuncu ve ark., 2005; Bal ve Çelik., 2005). Nitekim PMAP7 ve PMAP8 ambalaj materyalleri ile pasif modfiye atmosferde ambalajlanarak depolanan örneklerde depolama süresi boyunca bir miktar ağırlık kaybı meydana geldiği (Bkz. Çizelge 4.5) ve bu durumun narın parlaklığında azalmaya sebebiyet verdiği düşünülmektedir.

Ayrıca narın L* değerinde meydana gelen azalmanın, depolama süresi boyunca aminoasitlerin ve fenolik bileşiklerin oksidasyonuna bağlı enzimatik esmerleşmeden kaynaklandığıda belirtilmektedir (Guerrero et al., 2013). Araştırma bulgularımızda PMAP7 ve PMAP8'de pasif modifiye atmosferde ambalajlanan tüketime hazır narın toplam fenolik madde içeriğinde azalma meydana geldiği belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.8). Depolama süresince narın

parlaklığında meydana gelen azalmanın toplam fenolik madde miktarındaki azalmadan kaynaklandığıda düşünülmektedir.

Pasif modifiye atmosferde depolanan örneklerde depolama süresi boyunca a^* değerinde azalma olduğu, b^* ve h^o değerlerinde ise artış olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince meydana gelen bu değişimin istatistiksel açıdan anlamlı olduğu ($p \leq 0.05$), ancak örnekler arasındaki farkın istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$).

Çizelge 4.3 Depolama süresi boyunca ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinin h^o değerlerindeki değişim.

Gün	h^o	
	PMAP7	PMAP8
0	26,08±0,72 ^a	26,08±0,72 ^a
2	27,16±0,52 ^{ab}	27,02±0,94 ^{ab}
4	28,02±0,48 ^{bc}	27,92±0,91 ^b
6	28,81±0,72 ^{cd}	30,1±1,8 ^{cd}
8	29,51±0,61 ^{cde}	30,32±1,65 ^{cd}
9	29,68±0,94 ^{de}	29,68±0,93 ^{cd}
10	30,54±1,67 ^{ef}	30,44±0,99 ^{cd}
13	31,38±1,5 ^f	31,64±0,58 ^d

^{a-b-c-d-e-f} Aynı kolonda farklı harf içeren ortamlar istatistiksel olarak farklıdır ($p \leq 0.05$)

13 günlük depolama süresinin sonunda narın kırmızılığindeki azalmanın ve sarılık değerindeki artışın ,literatürde farklı araştırmacılar tarafından da belirtildiği gibi (Alighourchi and Barzegar, 2009; Hernandez et al.1999; Turfan et al., 2012; Alper et al., 2005) narın antosiyanin miktarındaki azalmadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim çalışma bulgularımız doğrultusunda depolama süresince narın a^* değerinde meydana gelen değişim ile monomerik antosiyanin

miktarı arasında lineer bir korelasyon olduğu belirlenmiştir (PMAP7: $y = 0,3684x + 0,1091$ $R^2 = 0,92$ PMAP8: $y = 0,4054x - 2,7666$ $R^2 = 0,91$). Pearson korelasyon testine göre bu korelasyonun önemli olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0,01$)

Çizelge 4.3’de görüldüğü gibi narın h^0 değerinde depolama süresi sonunda bir miktar artış meydana gelmiştir. Antosiyanin içeren gıdalarda, h^0 değerindeki artışın antosiyaninlerin parçalanması sonucu sarı rengin artmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Taştan, 2014). Depolama süresince narın h^0 değerinde meydana gelen değişim ile monomerik antosiyanin miktarı arasında lineer bir korelasyon olduğu belirlenmiştir (PMAP7: $y = -0,5831x + 68,667$, $R^2 = 0,97$, PMAP8: $y = -0,6452x + 73,27$ $R^2 = 0,90$). Pearson korelasyon testine göre bu korelasyon önemli bulunmuştur ($p \leq 0,01$).

Caleb et al.(2013b) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada tüketime hazır narın depolama süresince b^* değerinin arttığı, a^* değerinin ise azaldığı bildirilmiştir. Nar meyvesinde pH’nın düşük olması ve soğukta depolanması sebebiyle enzimatik reaksiyonların düşük seviyede gerçekleştiği belirtilmektedir. Enzimatik reaksiyonlara ve renk değişimlerine sebebiyet veren enzimatik sistemin polifenoloksidaz enzimi tarafından yönetildiği, bu enzimin $pH > 4,5$ üzerinde yüksek aktivite gösterdiği ancak narın pH’nın 3-3,5 olması ve soğukta depolanması ile enzimatik reaksiyonlara bağlı renk değişiminin minimum düzeyde olduğu bildirilmiştir (Pamla et al., 2009). Narın depolama süresince renk değerlerinde meydana gelen değişimin enzimatik aktiviteden ziyade antosiyanin degradasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2.1.2 Tekstürde meydana gelen değişimler

5 °C’de pasif modifiye atmosferde depolanan örneklerde, depolama süresi boyunca tekstürel yapıda değişimin meydana geldiği Çizelge 4.4’de görülmektedir. Nar meyvesinde sertlik depolamanın ilk günü 72 N iken, 13 günlük depolama süresi sonunda PMAP7’de 48,5N’a , PMAP8’de ise 54,5N’a düşmüştür. Depolama süresi boyunca her iki örnekte depolanan narın sertliğinde ve örnekler arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.4 Depolama süresi boyunca ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinin tekstürel yapısındaki değişim.

Günler	Sertlik (N)	
	PMAP7	PMAP8
0	72±3,6 ^e	72±3,6 ^c
2	70±6,6 ^e	70,5±6,9 ^c
4	59,5±8,9 ^d	64±5,8 ^b
6	57,5±7,5 ^{cd}	60,5±6,6 ^b
8	52,5±9 ^{abc}	61±4,9 ^b
9	52±6,3 ^{abc}	60,5±6,7 ^b
10	50,5±6,6 ^{ab}	59,5±7,9 ^{ab}
13	48,5±6,8 ^a	54,5±5,9 ^a

^{a-b-c-d-e} Aynı kolonda farklı harf içeren ortamlar istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

PMAP8’de depolanan örneklerde depolama süresi sonunda, nar tanelerinin sertliğini, PMAP7’de depolanan örneklerle göre daha iyi koruduğu görülmektedir. Bu durumun PMAP8’in düşük su buharı geçirgenliğine (WVTR: 2,5 g/m².gün) sahip olması nedeniyle ambalaj içerisindeki nemi daha iyi muhafaza ederek ürünün ağırlık kaybını azaltmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim ağırlık kaybı analizinde de PMAP8’de depolanan örneklerde PMAP7’de depolanan örneklerle göre depolama süresi boyunca daha az ağırlık kaybı meydana geldiği belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.5). Araştırmalarımız doğrultusunda tekstür analizinde elde edilen bulguların, ağırlık kaybı analizinde elde edilen bulgular ile desteklendiği görülmektedir

Caleb et al.(2013b) yaptıkları çalışmada, pasif modifiye atmosferde ambalajlayarak depoladıkları “Acco” çeşidi tüketime hazır taze narda sertliğin 76,1N’dan depolama sonunda 71.40 N’a düştüğünü, ambalaj uygulanmayan

kontrol grubunda ise bu düşüşün daha fazla olduğunu (67.5 N) bildirmişlerdir. Araştırmacılar, modifiye atmosferde ambalajlamanın, narın meyve yapısını ve tekstürel kalitesini koruduğunu belirtmişlerdir.

Bir başka çalışmada ise pasif modifiye atmosferde ambalajlanarak depolanan “ Hicaz” çeşidi narda tekstür cihazından elde edilen veriler doğrultusunda narın sertliğinde bir miktar artışın meydana geldiği ancak bu değişimin duyuşsal olarak belirlenemediği bildirilmiştir (Ayhan and eştürk., 2009).

4.2.1.3 Ağırlık kaybında meydana gelen değişimler

PMAP7 ve PMAP8’de depolanan örneklerde, depolama süresi boyunca ağırlık kaybı meydana geldiği, ancak 13 günlük depolama süresinin sonunda ağırlık kaybının PMAP7’de %1,16’i , PMAP8 ise %0.92’yı aşmadığı Çizelge 4.5’de görölmektedir. Tüketime hazır narda depolama süresince meydana gelen ağırlık kaybı ve örnekler arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p \leq 0.05$).

Depolama süresinin sonunda PMAP8’de PMAP7’e göre daha az ağırlık kaybı meydana geldiği belirlenmiştir. PMAP8’in PMAP7’e göre daha düşük su buharı geçirgenliğine (Bkz Çizelge 3.1) sahip olması nedeniyle paket içerisinde su buharının taşınmasında bariyer özellik gösterdiği ve ambalaj içerisindeki nemi daha iyi muhafaza ederek ağırlık kaybını engellediği düşünölmektedir.

Literatürde yer alan çalışmalarda da, ambalaj materyalinin su buharı geçirgenliğinin, depolama süresi ve sıcaklıktaki artışın, meyvenin solunum hızına bağılı olarak dokularda CO₂ ve suyun uzaklaşmasını hızlandırdığı, ağırlık kaybına sebebiyet verdiği bildirilmiştir (Suparlan and Itoh,2003; Gil et al., 1996; Caleb et al., 2013a).

Çizelge 4.5 Depolama süresi boyunca ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinin ağırlık kaybı (%).

Gün	Ağırlık kaybı (%)	
	PMAP7	PMAP8
0	0 ^a	0 ^a
2	0,15±0,07 ^b	0,07±0,42 ^{ab}
4	0,112±0,03 ^{ab}	0,12±0,28 ^b
6	0,24±0, ^{bc}	0,17±0,42 ^b
8	0,29±0,07 ^c	0,27±0,07 ^c
9	0,70±0,10 ^d	0,46±0,28 ^d
10	1,15±0,21 ^e	0,71±0,06 ^e
13	1,16±0 ^f	0,92±0,03 ^f

a-b-c-d-e-f Aynı kolonda farklı harf içeren ortamlar istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Gil et al. (1996) yaptıkları çalışmada, tüketime hazır “Molar “cinsi narın bir bölümünü pasif modifiye atmosferde ambalajlamış, diğerlerini ise kontrol grubu olarak ambalaj uygulamadan farklı sıcaklıklarda 7 gün boyunca depolamıştır. Araştırmacılar tarafından kontrol grubunda 1,4 ve 8°C’de depolanan örneklerde sırasıyla % 26,20, % 35.40, %32,33, pasif modifiye atmosferde depolanan örneklerde ise sırasıyla %0.52, %0,56, % 0,70 ağırlık kaybı meydana geldiği, pasif modifiye atmosferde ambalajlamanın depolama süresince ağırlık kaybını engellediği bildirilmiştir.

4.2.2 Kimyasal analiz sonuçları

4.2.2.1 pH değerindeki değişimler

PMAP7 ve PAMP8 ambalaj materyallerinde depolanan tüketime hazır nar örneklerinde depolama süresi boyunca pH değerinde Çizelge 4.6’de de görüldüğü gibi bir miktar azalma meydana gelmiştir. Tüketime hazır narda depolama süresince meydana gelen pH değişimi istatistiksel açıdan anlamlı bulunurken(p≤0.05), PMAP7 ve PMAP8’de depolanan örnekler arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır (p>0,05)

Çizelge 4.6 Depolama süresi boyunca ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde pH değişimi.

Gün	pH	
	PMAP7	PMAP8
0	3,30±0 ^c	3,30±0 ^b
2	3,30±0 ^c	3,30±0 ^b
4	3,30±0 ^c	3,30±0 ^b
6	3,30±0 ^c	3,30±0 ^b
8	3,26±0 ^b	3,30±0 ^b
9	3,26±0,006 ^b	3,27±0 ^a
10	3,26±0,006 ^b	3,27±0 ^a
13	3,24±0,03 ^a	3,27±0 ^a

^{a-b-c} Aynı kolonda farklı harf içeren ortamlar istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Literatürde pasif modifiye atmosferde depolanan tüketime hazır narın pH'ında depolama süresi boyunca önemli bir değişiklik meydana gelmediği çeşitli araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir(Ayhan and Eştürk., 2009; Palma et al., 2009).

4.2.2.2 SÇKM miktarında meydana gelen değişimler

Tüketime hazır narın °Briks değeri 0. gün % 12 ,65 olarak belirlenmiş olup, 13 günlük depolama süresi sonunda Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi narın °Briks değerinde bir miktar azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Ancak depolama süresi boyunca °Briks değerindeki değişimin istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı ve örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı belirlenmiştir (p> 0.05).

Çizelge 4.7 Depolama süresi boyunca ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde °Briks miktarındaki değişim

Gün	°Briks (%)	
	PMA7	PMA8
0	12,65±0,47 ^a	12,65±0,47 ^a
2	12,50±0,58 ^a	12,5±0,58 ^a
4	12,50±0,58 ^a	12,75±0,28 ^a
6	12,50±0,58 ^{ab}	12,75±0,28 ^a
8	12,53±0,03 ^a	12,55±0,52 ^a
9	12,30±0,58 ^a	12,50±0,57 ^a
10	12,45±0,76 ^a	12,50±0,58 ^a
13	12,41±0,20 ^a	12,50±0,58 ^a

^{a-b} Aynı kolonda farklı harf içeren ortamlar istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Meyvelerde ana çözülebilir metabolitler glikoz, fruktoz ve sakkoroz gibi şekerlerdir ve depolama süresince meyvede şekerlerin hidrolizi sonucu kuru madde miktarında azalma meydana geldiği bildirilmiştir (Kafkas et al., 2007). Ancak tüketime hazır narın, pasif modifiye atmosferde ambalajlanmasının ve soğukta depolanmasının suda çözünür kuru madde miktarındaki kaybı engellediği düşünülmektedir.

Gil et al. (2006) “Mollar” cinsi tüketime hazır narın depolama süresince kalite karakteristiklerindeki değişimi inceledikleri çalışmada, örneklerden bir bölümünü pasif modifiye atmosferde, diğerlerini ise kontrol grubu olarak farklı sıcaklıklarda 7 gün boyunca depolamışlardır. Depolama süresi sonunda ambalajlanmayan kontrol grubunda suda çözünür kuru madde miktarının, pasif modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerle göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Literatürde ayrıca farklı nar cinsleri kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalarda, pasif modifiye atmosferde ambalajlanan narın depolama süresi boyunca suda çözünür kuru madde miktarında önemli bir değişimin meydana gelmediği bildirilmiştir (Caleb et al., 2013b, Caleb et al., 2013a; Palma et al., 2009; Gil et al., 1996)

4.2.2.3 Toplam fenolik madde miktarındaki değişimler

Toplam fenolik madde miktarı tüketime hazır taze narda başlangıçta 700,65 mg GAE/L iken 13 günlük depolama süresi sonunda PMAP7’de 561,93 mg GAE/L’ye, PMAP8’de ise 570 mg GAE/L’ye düştüğü Çizelge 4.8’de görülmektedir. PMAP7 ve PMAP8 ‘de depolanan narın toplam fenolik madde miktarı arasında fark istatistiksel açıdan önemli bulunurken ($p \leq 0.05$), örnekler arasındaki farkın ise istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$)

Fenolik bileşiklerin, depolama koşullarından ve depolama süresi boyunca antosiyanin miktarında ve antioksidan aktivitede meydana gelen değişimden etkilendiği bilinmektedir (Zheng et al., 2003; Zheng et al., 2007; Kalt et al., 1999). Pasif modifiye atmosferde ambalajlanan örneklerde depolama süresi boyunca toplam fenolik madde miktarında meydana gelen düşüş, ana fenolik bileşiklerden olan antosiyaninin azalması ile ilişkilendirilebilir. Nitekim araştırma bulgularımız doğrultusunda narın depolama süresi boyunca toplam monomerik antosiyanin miktarında azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Ayrıca tüketime hazır narın depolama süresince toplam fenolik madde miktarı ile toplam monomerik antosiyanin miktarı arasında lineer bir korelasyonun olduğu belirlenmiştir (PMAP7: $y = 15,811x - 465,5$ $R^2 = 0,87$, PMAP8: $y = 18,225x - 647,48$ $R^2 = 0,82$) . Pearson korelasyon testine göre bu korelasyon önemli bulunmuştur ($p \leq 0,01$).

Çizelge 4.8 Depolama süresi boyunca ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde toplam fenolik madde miktarındaki değişim.

Günler	Toplam fenolik madde miktarı
--------	------------------------------

	(mg GAE/L)	
	PMAP7	PMAP8
0	700,65±48,42 ^d	700,65±48,42 ^c
2	668,39±66,16 ^{cd}	680,48±51,9b ^c
4	633,38±15,78 ^{bc}	671,61±25,67 ^{bc}
6	594,99±26,65 ^{ab}	626,45±58,42 ^{ab}
8	586±21,77 ^{ab}	596±26,63 ^a
9	593,39±50,83 ^{ab}	561,94±31,06 ^a
10	563,55±32,94 ^a	572,42±36,91 ^a
13	561,93±27,50 ^a	570,00±33,98 ^a

^{a-b-c-d} Aynı kolonda farklı harf içeren ortamlar istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Oms-Oliu et al. (2008) farklı modifiye atmosfer koşullarında depolanan kavunların antioksidan kapasitelerini belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada, pasif modfiye atmosferde depolanan kavunların toplam fenolik madde miktarının 14 gün boyunca düştüğünü tespit etmişlerdir. Bir başka çalışmada ise ortam atmosferinde ambalajlanan kerevizin 12 günlük depolama süresi boyunca toplam fenolik madde miktarının önemli miktarda düştüğü bildirilmiştir (Radziejewska-Kubzdela et al., 2014).

Martinez-Romero et al. (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, tüketime hazır “Mollar de Elche” cinsi narda 8 günlük depolama süresi sonunda toplam fenolik madde miktarının 107.1 mg 100 g⁻¹'den 94,8 mg 100 g⁻¹'e düştüğü ve fenolik madde miktarı ile antosiyanin miktarı arasında lineer bir ilişki olduğu (R²=0.563) rapor edilmiştir.

4.2.2.4 Toplam monomerik antosiyanin miktarındaki değişimler

Tüketime hazır taze narda başlangıç monomerik antosiyanin miktarının 72.56 mg siyanidin-3-glukozit 100 ml⁻¹'den pasif modifiye atmosferde 13 günlük

depolama süresi sonunda PMAP7’de 64.02’ye, PMAP8’de ise 66,18 mg siyanidin-3-glikozit100 ml⁻¹’e düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9 Depolama süresi boyunca ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde toplam monomerik antosiyanin miktarındaki değişim.

Günler	Toplam monomerik antosiyanin miktarı (mg siyanidin-3-glikozit 100 ml ⁻¹)	
	PMAP7	PMAP8
0	72,56±0.38 ^f	72,56±0,38 ^e
2	71,06±0.95 ^e	71,49±2,04 ^{cd}
4	69,77±1.47 ^d	72,35±0,78 ^{de}
6	68,79±0.42 ^{cd}	71,48±0,79 ^{cd}
8	68,18±0.20 ^c	70,06±1,38 ^c
9	66,22±1 ^b	68,11±0,69 ^b
10	65,03±1,01 ^{ab}	66,35±0,76 ^a
13	64,02±0,72 ^a	66,18±0,78 ^a

^{a-b-c} Aynı kolonda farklı harf içeren ortamlar istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Depolama süresince PMAP7 ve PMAP8’de depolanan örneklerde, toplam monomerik antosiyanin miktarındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunurken (p≤0.05), PMAP7 ve PMAP8 örnekleri arasında fark ise istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

Literatürde çeşitli araştırmacılar tarafından pasif modifiye atmosferde depolanan tüketime hazır narda, narın cinsinin, depolama sıcaklığı ve süresinin, hasat zamanının toplam monomerik antosiyanin miktarını etkilediği, depolama süresine bağlı olarak antosiyanin miktarının azaldığı bildirilmiştir (Gil et al., 1996; Lopez Rubira et al., 2005; Martinez- Romero et al., 2013; Caleb et al., 2013a).

Pasif modifiye atmosferde farklı cinslerdeki tüketime hazır narın depolama süresince antosiyanin içeriğindeki değişimin incelendiği bir çalışmada, “Acco” çeşidi narda antosiyanin miktarının 21.13’den 13.32 mg siyanidin-3-glikozit100 ml⁻¹e , “ Herskawitz” çeşidi narda ise 20.42’den 12.32 mg siyanidin-3-glikozit100 ml⁻¹e düştüğü (Caleb et al., 2013a), bir başka çalışmada ise “ Hicaz” çeşidi tüketime hazır narda depolama süresince antosiyanin miktarının 311,4’den 279 mg siyanidin-3-glikozit 100 ml⁻¹e düştüğü (Ayhan and Eştürk., 2009) bildirilmiştir.

4.2.2.5 Toplam antioksidan aktivitedeki değişimler

Pasif modifiye atmosferde 13 günlük depolama süresi sonunda toplam antioksidan aktivitenin %65,20’den PMAP7’de %64,09’a, PMAP8’de ise %64,87’e düştüğü Çizelge 4.10’da görülmektedir. PMAP7 ve PMAP8’de depolanan örnekler arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmamıştır (p>0.05)

Meyve bazlı ürünlerde depolama süresi boyunca meydana gelen antioksidan içeriğindeki değişimin, antioksidan aktivite gösteren askorbik asit, antosiyaninler ve en çok da fenolik madde miktarındaki değişimden kaynaklandığı (Del Caro et al., 2004; Shivashankara et al., 2004; Gil et al., 2000) bildirilmiştir. Nitekim yaptığımız çalışmada pasif modifiye atmosferde ambalajlanan narın toplam fenolik madde miktarı ile toplam antioksidan aktivitesi arasında lineer bir korelasyon olduğu belirlenmiştir (PMAP7: $y=91,42x - 5304,5$ $R^2 = 0,61$; PMAP8: $y = 80,915x - 4599,7$ $R^2 = 0,56$). Pearson korelasyon testine göre de bu korelasyon anlamlı bulunmuştur ($p \leq 0,05$).

Çizelge 4.10 Depolama süresi boyunca ambalajlanmış tüketime hazır nar örneklerinde toplam antioksidan aktivitedeki değişimi

Günler	Toplam antioksidan aktivite (%)
--------	---------------------------------

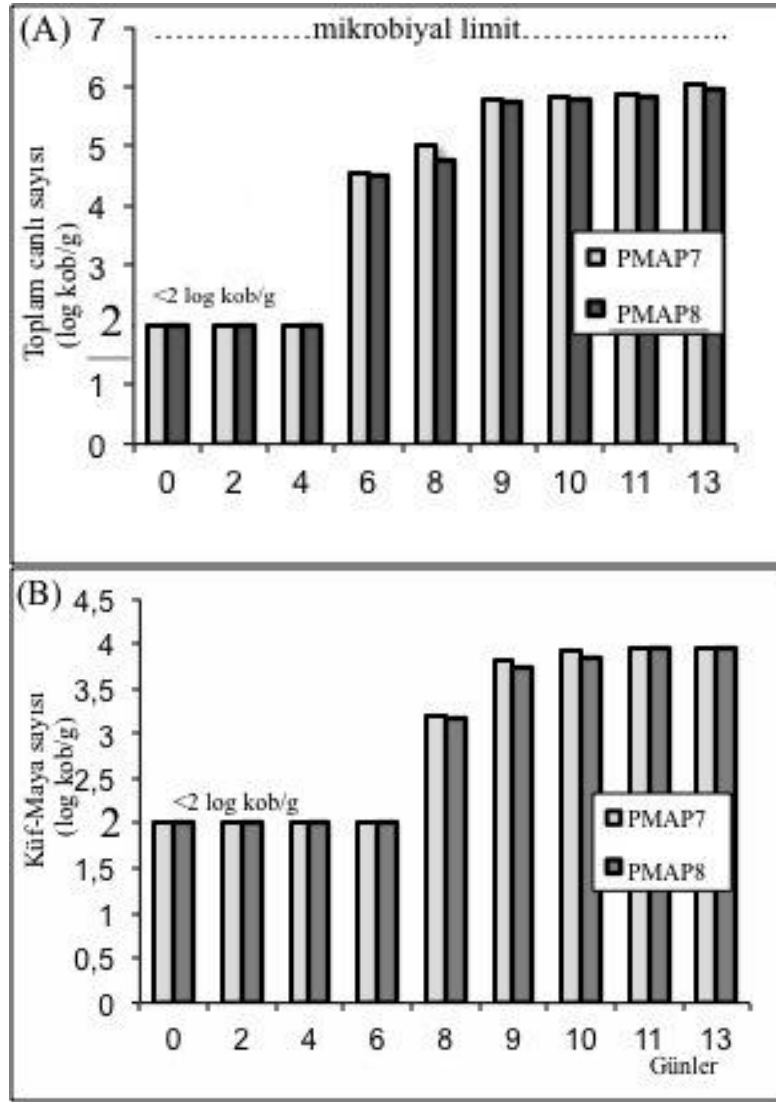
	PMAP7	PMAP8
0	65,60±0,72 ^b	65,60±0,72 ^c
2	64,75±0,30 ^{ab}	64,43±0,64 ^{bc}
4	64,77±0,61 ^{ab}	64,78±0,99 ^{abc}
6	64,46±0,65 ^a	64,54±0,80 ^{ab}
8	64,57±0,23 ^b	64,52±0,39 ^{ab}
9	64,82±0,44 ^{ab}	64,49±0,62 ^{ab}
10	64,76±0,56 ^{ab}	64,09±0,32 ^a
13	64,09±1,09 ^a	63,87±0,42 ^a

^{a-b-c} Aynı kolonda farklı harf içeren ortamlar istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Ayrıca literatürde pasif modifiye atmosferde depolanan tüketime hazır narda depolama süresi sonunda antioksidan aktivitede bir miktar azalma meydana geldiği çeşitli araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (Lopez Rubira et al., 2005; Ayhan and Eştürk., 2009).

4.2.3 Mikrobiyolojik analiz sonuçları

MAP7 ve PMAP8’de 13 gün boyunca depolanan örneklerdeki toplam mezofilik aerobik canlı ve küf maya gelişimi Şekil 4.9’da verilmiştir.



Şekil 4.9 Tüketime hazır narda depolama süresince meydana gelen mikrobiyal üreme (log kob/g).
(A): Toplam canlı, (B) Küf-Maya sayısı

Pasif modifiye atmosferde depolanan her iki örnekte de toplam mezofilik aerobik canlı sayısının, depolamanın 0., 2. ve 4., küf-maya sayısının ise depolamanın 0., 2., 4. ve 6. günü minimum tespit edilebilir düzey olan <2 log kob/g'nin altında olduğu belirlenmiştir. Nitekim literatürde yer alan çalışmalarda, %1 sitrik asit ve 100 ppm klorlu su ile dezenfekte edilen ve pasif modifiye atmosferde ambalajlanan “Hicaz” çeşidi tüketime hazır narda 10 gün boyunca (Ayhan and Eştürk., 2009) , bir başka çalışmada ise 200 ppm'lik klorlu su ile dezenfekte edilerek tanelerine ayrılan ve pasif modifiye atmosferde ambalajlanan “Acco” cinsi narda 7 gün, “Herzkavitz” çeşidi narda ise 10 gün boyunca mikrobiyolojik gelişimin gözlenmediği (Caleb et al., 2013) bildirilmiştir. Bu durumun, klorlu su ile yıkama işleminin tüketime hazır narda başlangıç

mikrobiyal yükü düşürmesinden ve hijyenik koşullarda çalışılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

13 günlük depolama süresinin sonunda PMAP7 örneğinde mezofilik aerobik toplam canlı sayısı 6.02 log kob/g, PMAP8' de ise 5.94 log kob/g'a, küf maya miktarı ise PMAP7'de 3.94 log kob/g'a, PMAP8'de ise 3,90 log kob/g'a ulaşmıştır. Depolama süresi boyunca Pasif modifiye atmosferde depolanan örneklerdeki toplam canlı ve küf maya sayısındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunurken ($p \leq 0.05$), örnekler arasında ise istatistiksel açıdan fark bulunmamaktadır ($P > 0.05$)

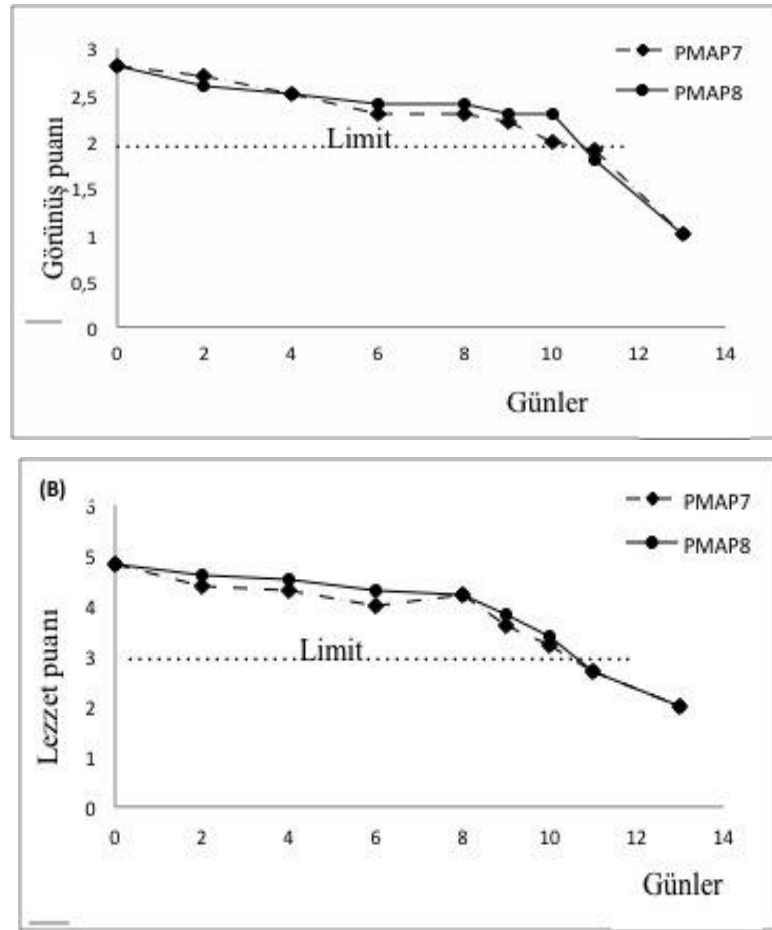
Ülkemizde Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliğinde (TGK, 28157) sebze ve meyvelerin mikrobiyal kalitesini ve raf ömrünü belirleyecek herhangi bir yasal limite rastlanmamıştır. Ancak Avrupa'da (Almanya, Fransa, İspanya) taze sebze ve meyvelerin sahip olmaları gereken hijyenik kalitelere yönelik aerobik mezofilik bakteri sayıları için mikrobiyolojik kriter 5×10^7 kob/g olarak belirlenmiştir (Ministere de l'economie des Finances et du Budget, 1988) ve pek çok çalışmada raf ömrünün sonunu belirleyici değer olarak dikkate alınmaktadır (Corbo et al., 2004; Corbo et al., 2006; Bart et al., 2009; Del Nobile et al., 2009; Lopez Rubira et al., 2005). Çalışma bulgularımız Avrupa'da meyve ve sebzeler için belirlenen 5×10^7 kob/g limit değerine göre değerlendirilmiş olup, 13 günlük depolama süresi boyunca limit değerin aşılmadığı görülmektedir. Narın yüksek asitli bir meyve olması, depolama süresince pH'ında önemli bir değişimin meydana gelmemesi (Bkz. Çizelge 4.4), yapısında bulunan fenolik bileşiklerin antimikrobiyal etki göstermesi, pasif modifiye atmosferde ve soğukta depolanmasının, mikrobiyal gelişimi sınırlayarak depolama süresince mikrobiyal limit değerinin aşılmasını engellediği düşünülmektedir.

4.2.4 Duyusal analiz sonuçları

PMAP7 ve PMAP8'de depolanan tüketime hazır narın görünüş puanında depolama süresine bağlı olarak düşüşün meydana geldiği Şekil 4.10'da görülmektedir. Pasif modifiye atmosferde depolanan tüketime hazır narın

depolama süresi boyunca görünüş özelliklerinde meydana gelen değişimin istatistiksel açıdan anlamlı olduğu ($p \leq 0.05$), örnekler arasında ise istatistiksel açıdan fark olmadığı ($p > 0.05$) belirlenmiştir

Pasif modifiye atmosferde 5°C 'de depolanan örneklerde depolamanın 11.günü narın görünüş puanının limit değeri olan 2'nin altına düştüğü belirlenmiştir. Bu durumun narın renk değerlerindeki değişimden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.10 Tüketime hazır narın depolama süresince duyu özelliklerindeki değişim (A): Görünüş puanı, (B): Lezzet puanı

Tüketime hazır narın lezzet puanı 11. gün her iki örnekte de limit değeri olan 3'ün altında değerlendirilmiştir. Depolama süresi boyunca lezzet özelliklerindeki değişimin istatistiksel açıdan anlamlı olduğu ($p \leq 0.05$), örnekler arasında ise istatistiksel açıdan fark olmadığı ($p > 0.05$) belirlenmiştir. Tüketime hazır narın

depolama süresince fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalite karakteristiklerinde meydana gelen değişimin tipik nar lezzetinde azalmaya sebebiyet verdiği düşünölmektedir. Özellikle depolama süresinin sonuna doğru panelistler tarafından belirlenen nar lezzetindeki azalmanın sebebinin meyvelerin rengide olduğu kadar tadında da önemli rol oynayan fenolik madde miktarındaki azalma sonucunda meydana gelen tipik nar lezzetindeki azalmadan ve yabancı tatdan kaynaklandığı düşünölmektedir.

Tüketici tercih, beğeni ve kabul edilebilirliğini belirleyen duyusal analiz sonucunda, pasif modifiye atmosferde her iki örnekte de depolanan tüketime hazır narın görünüş ve lezzet özelliklerini 10 gün boyunca koruduğu belirlenmiştir. Araştırma bulgularımızda narın 13 gün boyunca fizyolojik ve mikrobiyolojik kalitesinin korunduğu belirlenmiş olmasına rağmen duyusal açıdan kabul edilebilirliğinin 10 gün olarak değerlendirilmesi, pasif modifiye atmosferde 5 °C’de depolanan “ Wonderful” çeşidi tüketime hazır narın raf ömrünü 10 gün olarak sınırlamaktadır.

5. GENEL SONUÇLAR

Bu araştırma minimum işlem görmüş tüketime hazır “Wonderful” cinsi narın pasif modifiye atmosferde ambalajlanmasına uygun oksijen geçirgenliğine sahip filmin belirlenmesi ve raf ömrünün tayin edilmesi amacıyla ele alınmıştır. Çalışmada ulaşılan bulgular değerlendirildiğinde;

✓ Oksijen geçirgenliği 125-290 cc/m² gün olan PMAP7 ve PMAP8 ambalajlarının, tüketime hazır taze narın pasif modifiye atmosferde ambalajlamada “**denge gaz bileşiminin**” sağlanması açısından başarılı olduğu görülmüştür. Oksijen geçirgenliği 900-12270 cc/m²gün arasında değişen ambalaj materyalleri ile depolanan örneklerde ise pasif modifiye atmosferde denge gaz kompozisyonunun sağlanamadığı ve/veya yüksek oksijen geçirgenliği nedeniyle paket içerisindeki atmosferik ortamın değiştirilmesinde etkili olmadıkları belirlenmiştir.

✓ Pasif modifiye atmosferde ambalajlanan narda, narın parlaklığının ve kırmızılığının azaldığı bu durumun narın depolama süresi boyunca toplam fenolik madde ve antosiyanin miktarındaki değişimden kaynaklandığı belirlenmiştir

✓ Depolama süresince narın pH ve °Briks değerinde önemli bir değişiklik görülmemiştir.

✓ 2,5 g/m²gün gibi düşük su buharı geçirgenliğine sahip ambalaj materyalleri ile pasif modifiye atmosferde ambalajlamanın, narın depolama süresi boyunca tekstürel kalite kayıplarını engellediği ve ağırlık kaybını önlediği belirlenmiştir.

✓ Narın toplam fenolik madde miktarı ile monomerik antosiyanin miktarı ve antioksidan aktivite arasında lineer bir korelasyon olduğu ve depolama süresince fenolik bileşiklerde bir miktar azalma meydana geldiği belirlenmiştir.

✓ Klorlu su ile dezenfeksiyon işlemi ve hijyenik koşullarda

alışılmasının, minimum işlem görmüş tüketime hazır narın mikrobiyal kalitesinin depolama süresi boyunca korunmasında etkili olduğu görülmüştür

✓ 125-290cc/m²gün arasında oksijen geçirgenliğine sahip ambalaj materyali ile pasif modifiye atmosferde depolanan minimum işlenmiş tüketime hazır “Wonderful” çeşidi narın görünüş ve lezzet özelliklerini 10 gün boyunca koruduğu belirlenmiştir.

Minimum işlem görmüş tüketime hazır narda, raf ömrünü belirleyici kriterin mikrobiyolojik özellikler değil, duyuşal özellikler olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle mikrobiyolojik olarak hala kabul edilebilir durumda olan nar duyuşal özellikler açısından kabul görmemiş ve raf ömrü 10 gün olarak belirlenmiştir.

Çalışmada elde edilen bulguların, Ege Bölgesinde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan nar meyvesinin, tüketime hazır olarak tüketiciye arzını mümkün kılacağı, uygun ambalaj materyalinin belirlenmesi ve minimum işleme prosesinin optimizasyonu ile narın raf ömrü boyunca kalitesinin ve besin içeriğinin korunarak, tüketiminin yaygınlaşacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Al-Muammar, M.N. and Khan, F., 2012, Obesity: The preventive role of the pomegranate (*Punica granatum*), *Nutrition*, 28:595–604pp.

Alighourchi, H. and Barzegar, M., 2009, Some physicochemical characteristics and degradation kinetic of anthocyanin of reconstituted pomegranate juice during storage, *Journal of Food Engineering* 90 (2):179-185pp.

Aper, N., Behçeci, K. S. and Acar, J, 2005, Influence of processing and pasteurization on color values and total phenolic compounds of pomegranate juice, *Journal of Food Processing and Preservation*, 29(5–6):357–368pp

Aghdam, M.S., 2013, Role of alternative oxidase in postharvest stress of fruit and vegetables: Chilling injury, *Acedemic Journals*, 12:7009-7016pp

Anon, Minumum İşlenmiş Meyve ve Sebzeler,
<http://www.food.hacettepe.edu.tr/turkish/ouyeleri/gmu809/Minimum%20islenmis%20meyve%20sebzeler%202.pdf> (Erişim tarihi: 7 Aralık 2014)

Apaydın, E., 2008, Nar Suyu Konsantresi Üretim ve Depolama Sürecinde Antioksidan Aktivitedeki Değişimler, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 74s

Amanatidou, A., Slump, R.A., Gorris, L.G.M. and Smid, E.J., 2000. High oxygen and high carbondioxide modified atmospheres for shelf-life extension of minimally processed carrots. *Journal of Food Science*, 65, No.1.

Ayhan, Z. and Estürk, O., 2009, Overall quality and shelf life of minimally processed and modified atmosphere packaged “ready-to-eat” pomegranate arils. *Journal of Food Science*, 74,:399–405pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Bağcı, U., Toğay, S.Ö. ve Temiz, A., 2008, Çiğ Tüketilen Sebzelere Uygulanan Yüzey Dekontaminasyon Yöntemleri, Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.

Bal, E. ve Celil, S., 2005, Bazı Çilek Çeşitlerinin Meyvesindeki Anatomik Yapılaşmanın Muhafaza Süresi Üzerine Etkisi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(3): 260-267s.

Banihani, S., Swedan, S. ve Alguraan, Z., 2013, Pomegranate and type 2 diabetes, *Nutrition reserch*, 33: 341–348pp.

Barry, S.C. and Giovannoni, J.J., 2007, Ethylene and Fruit Ripening, *J Plant Growth Regul*, 26:143–159pp.

Bart, M., Hankinson, T.R., Zhuang, H. and Breidt, F., 2009, Microbiological Spoilage of Fruits and Vegetables. In “ *Compendium of the Microbiological spoilage of Foods and Beverages*” Food Microbiology and Food Safety, 163-164pp.

Betanzos-Cabrera, G., Guerrero-Solano, J.A., Martinez-Perez, M.M., Calderon-Ramos, Z.G., Belefant-Miller, H. And Cancino-Diaz, J.C, 2011, Pomegranate juice increases levels of paraoxonase1 (PON1) expression and enzymatic activity in streptozotocin-induced diabetic mice fed with a high-fat diet, *Food Research International*, 44:1381–1385pp.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C., 1995, Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie/Food Science and Technology*, 28:25-30pp.

Brandenburg, J.S., and Zagory, D., 2009, Modified and controlled atmosphere packaging technology and applications, Modified and controlled atmosphere for the storage, transportation, and packaging of horticultural

commodities Boca Raton, FL: Taylor and Francis Group, CRC Press, 73-92pp

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Caleb, J.O., Opara, U.I. and Witthuhn, C.R., 2011, Modified Atmosphere Packaging of Pomegranate Fruit and Arils, *Food Bioprocess Technol*, 5:15-30pp.

Caleb, I.O., Opara, U.I., Mahajan, P.V., Manley, M., Mokwena, L. and Tredoux, A.G.J., 2013a. Effect of modified atmosphere packaging and storage temperature on volatile composition and postharvest life of minimally-processed pomegranate arils (cvs. ‘Acco’ and ‘Herskawitz’). *Postharvest Biology and Technology*, 79:54-61pp.

Caleb, O.J., 2013b, Modified Atmosphere Packaging of Pomegranate Arils, Dissertation presented in partial fulfilment for the degree of doctor of philosophy, In the Department of Food Science Faculty of Agri Sciences Stellenbosch University, 208p.

Cabi, O., 1977, Soğukta ve dondurulmuş halde muhafazaları esnasında meyve ve sebzelerin Kalite ve Besleyici değerlerinde Meydana gelen değişiklikler, *GIDA*, 2, 51-62s.

Cheng, G. and Breen, P., 1991. Activity of phenylalanine ammonia-lyase (PAL) and concentrations of anthocyanins and phenolics in developing strawberry fruit. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 116: 865-869pp.

Crisosto, C.H., 2014, Pomegranate Storage Temperature, <http://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=12491> (Erişim Tarihi: 7 Aralık 2014).

Hun-Sik, C., Han-Soo, K., Young-Guen, L. and Jong-Hwan S., 2015, Effect of deastringency treatment of intact persimmon fruits on the quality of fresh-cut persimmons, *Food Chemistry*, 166: 192–197pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Corbo, M.R., Altieri, C., D'Amato, D., Campaniello, D., Del Nobile, M.A. and Sinigaglia, M., 2004, Effect of temperature on shelf-life and microbial population of lightly processed cactus pear fruit, *Postharvest Biology and Technology*, 31:93-104pp.

Corbo, M.R., Del Nobile, M.A and Sinigaglia, M., 2006, Anovel approach for calculating shelf life of minimally processed vegetables, *International Journal of Food Microbiology*, 106:69-73pp

Costa, C., Lucera, A., Conte, A., Mastromatteo, M., Speranza, B., Antonacci, A. and Del Nobile, M.A., 2011, Effects of passive and active modified atmosphere packaging conditions on ready-to-eat table grape, *Journal of Food Engineering* 102:115–121pp.

Del Caro, A., Piga, A., Pinna, I, Fenu, P.M. and Agabbio, M., 2004, Effect of Drying Conditions and Storage Period on Polyphenolic Content, Antioxidant Capacity, and Ascorbic Acid of Prunes, *J. Agric. Food Chem*, 52 (15):4780–4784pp.

Del Nobile, M.A., Conte, A., Scrocco, C., Laverse, J., Brescia, I., Conversa, G., Elia, A. 2009. New packaging strategies to preserve fresh-cut artichoke quality during refrigerated storage, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10:128–133pp.

Ekşi, A. ve Özhamamcı, İ., 2009, Chemical Composition and Guide Values Of Pomegranate Juice, *GIDA*, 34(5):265-270pp.

Elyatem, S.M. and Kader, A.A., 1984, Post-harvest physiology and storage behaviour of pomegranate fruits, *Scientia Horticulturae*, 24:287-298pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Eroğul, D., Şen, F. ve Yıldız, H., 2012, “Wonderful” Nar Çeşidinin Bazı Kalite Özellikleri ve Depolama Süresince Değişimlerinin Belirlenmesi, V. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 18-21 Eylül 2012, İzmir.

Farber, J.N., Harris, L.J., Parish, M.E., Beuchat, L.R., Suslow, T.V., Gorney, J.R., Garrett, E.H. and Busta, F.F., 2003. Microbiological safety of controlled and modified atmosphere packaging of fresh and fresh-cut produce. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2:142-160pp.

Giovanelli, G., Limbo, S. and Buratti, S., 2014, Effects of new packaging solutions on physico-chemical, nutritional and aromatic characteristics of red raspberries (*Rubus idaeus* L.) in postharvest storage, *Postharvest Biology and Technology*, 98:72–81pp.

Ghidelli, C., Mateos, M., Rojas-Argudo, C. and Perez-Gago, M.B., 2014, Extending the shelf life of fresh-cut eggplant with a soy protein–cysteine based edible coating and modified atmosphere packaging, *Postharvest Biology and Technology*, 95:81–87pp.

Gil, M. I., Martínez, J. A. and Artés, F., 1996. Minimally processed pomegranate seeds, *Lebensm Wiss U Technol*, 29:708–713pp.

Gil, M.I., Tomas-Barberan, F.A., Hess-Pierce, B, Holcroft, M.D. and Kader, A.A., 2000, Antioxidant Activity of Pomegranate Juice and Its Relationship with Phenolic Composition and Processing, *J. Agric. Food Chem.*, 48:4581–4589pp.

Gil, M.I., Selma, M.V., Lopez-Galvez, F. and Allende, A., 2009, Fresh-cut product sanitation and wash water disinfection: Problems and solutions, *International Journal of Food Microbiology*, 134:37-45pp

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Goyeneche, R., Agüero, M.V., Roura, S. and Scala, K.D., 2014, Application of citric acid and mild heat shock to minimally processed sliced radish: Color evaluation, *Postharvest Biology and Technology*, 93:106–113pp.

Gölükçü, M., Tokgöz, H. ve Çelikyurt, M.A., 2005, Nar Çekirdeğinin Bazı Özellikleri ve Nar Çekirdeği Yağının Yağ Asiti Bileşimi, *Derim*, 22(2).

Guerreiro, A.C., Gago, C.M.L., Miguel, M.G.C. and Antunes, M.D.C., 2013. The effect of temperature and film covers on the storage ability of *Arbutus unedo* L. fresh fruit, *Scientia Horticulturae* ,159:96–102pp.

Hernandez, F., Melgarejo, P., Tomas-Barberan, F. A. and Artes, A., 1999, Evolution of juice anthocyanins during ripening of new selected pomegranate (*Punica granatum*) clones. *European Food Research and Technology*, 210(1):39–42pp.

Hernandez, F., Legua, P., Martinez, R., Melgarejo, P. and Martinez, J.J., 2014, Fruit quality characterization of seven pomegranate accessions (*Punica granatum* L.) grown in Southeast of Spain, *Scientia Horticulturae*, 175:174–180pp.

Irtwange, S.V., 2006, Application of Modified Atmosphere Packaging and Related Technology in Postharvest Handling of Fresh Fruits and Vegetables, *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*, 4:1-13pp.

Jacxsens, L., Devlieghere, F., De Rudder, T., Debevere, J., 2000, Designing equilibrium modified atmosphere packages for fresh-cut vegetables subjected to changes in temperature, *Journal Food Science Technology*, 33:178–187pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Jacxsens, L., Devlieghere, F., and Debevere, J., 2002, Predictive modeling for packaging design: equilibrium modified atmosphere packages of fresh cut vegetables subjected to a simulated distribution chain, *International Journal of Food Microbiology*, 73:331–341pp.

James, J.B .and Ngarmsak, T., 2010, Processing of fresh-cut tropical fruits and vegetables, A technical guide, *RAP PUBLICATION*, 16.

Kader, A. A., Zagory, D. and Kerbel, E. L.,1989. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *CRC Critical Reviewers in Food Science and Nutrition*, 28:1–30pp.

Kader, A. A., and Watkins, C.B., 2000, Modified atmosphere packaging—toward 2000 and beyond, *HortTechnology*, 10(3):483–486pp.

Kafkas, E., Kosar, M., Paydas, S., Kafkas, S. and Baser, K.H.C., 2007, Quality characteristics of strawberry genotypes at different maturation stages, *Food Chem.* 100: 1229–1236pp.

Kalt, W., Forney, C. F., Martin, A. and Prior, R. L., 1999, Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits., *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 47:4638–4644pp.

Karaca, E., 2011, Nar Suyu Konsantresi Üretiminde Uygulanan Bazı İşlemlerin Fenolik Bileşenler Üzerine Etkisi,Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 157s.

Karashahin, Z., 2013., Bazı Hasat Sonrası Uygulamaların Anamur Muzunun Raf Ömrü Süresince Enzimatik ve Pomolojik Özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 63s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Kartal, S., Aday, M.S. ve Caner, C., 2010, Meyve ve Sebzelerde Denge Modifiye Atmosfer Ambalajlamaya Etki Eden Faktörler, *Akademik Gıda*, 8(6):29-34s.

Kelebek, H. ve Canbaş, A., 2010, Hicaz Narı Şırasının Organik Asit Şeker ve Fenol Bileşikleri İçeriğı ve Antioksidan Kapasitesi, *GIDA*, 35(6):439-444s.

Kipri, N. ve Dünder, Ö., 2011, Derim Sonrası Sıcak Su Uygulamasının Hicaznar Çeşidinde Muhafaza Kalitesi Üzerine Etkisi, *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26:3s.

Koyama, S., Cobb, L.J, Mehta, H.M., Seeram, N.P, Heber, D., Pantuck, A.J. and Cohen, P., 2010, Pomegranate extract induces apoptosis in human prostate cancer cells by modulation of the IGF-IGFBP axis, *Growth Hormone & IGF Research* 20: 55-62pp.

Koyuncu, M.A., Dilmaçünal, T., Savran, H.E. ve Çağatay, Ö., 2005, Kütahya Vişne Çeşidinin Soğukta Depolanması, *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1):53 - 57s.

Kurt, H. ve Şahin, G., 2013, Bir Ziraat Coğrafyası Çalışması: Türkiye’de Nar (*Punica granatum L.*), *Marmara Coğrafya Dergisi*, 27:551-574s.

Küpper, W., Pekmezci, M. and Henze, J., 1995, Studies on CA-Storage of pomegranate (*Punica Granatum L. CV. Hicaz*), *Acta Hort.* 398:101-108.pp.

Lopez-Rubira, V., Conesa, A., Allende, A., Artés, F., 2005. Shelf life an overall quality of minimally processed pomegranate arils modified atmosphere packaged and treated with UV-C, *Postharvest Biology and Technology*, 37:174-185pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Lucera, A., Costa, C., Mastromatteo, M., Conte, A. and Del Nobile, M.A., 2010. Fresh-cut broccoli florets shelf-life as affected by packaging film mass transport properties, *Journal of Food Engineering* ,102:122-129pp

Mahmutoğlu, T., 2010, Gıda Endüstrisinde “Güvenli Gıda “ Üretmek, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş, Ankara.

Mangaraj, S., Goswamib, T.K., Giria, S.K. and Tripathia M.K., 2012, Permselective MA packaging of litchi (cv. Shahi) for preserving quality and extension of shelf-life, *Postharvest Biology and Technology* 71:1–12pp.

Mattos, L.M., Moretti, C.L and Ferreira, M.D., 2012, Modified Atmosphere Packaging for Perishable Plant Products, *InTech*, 95-110pp.

Mehta, R. and Lansky, E.P., 2004, Breast Cancer Chemopreventive Properties of Pomegranate (Punica granatum) Fruit Extracts in a Mouse Mammary Organ Culture. *European Journal of Cancer Prevention*, 13(4):345-355pp.

Miguel, G., Fontes, C., Antus, D., Neves, A. and Martins, D., 2004, Anthocyanin Concentration of “Assaria” Pomegranate Fruits During Different Cold Storage Conditions, *Journal of Biomedicine and Biotechnology* , 5:338–342pp.

Onoğur, T.A. ve Elmacı, Y., 2011, Gıdalarda Duyusal Değerlendirme, Sidas Medya, Yayın No:010-1B, İzmir.

Orgil, O., Schwartz, E., Baruch, L., Matityahu, I., Mahanjna, J. and Amir, R., 2014, The antioxidative and anti-proliferative potential of non-edible organs of the pomegranate fruit and tree, *Food Science and Technology*, 571-577pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Özkal, N., ve Dinç, S., 1993, Punica granatum L. (Nar) Bitkisinin Kimyasal Bileşimi ve Biyolojik Aktiviteleri, *Ankara Ecz. Fak. Der.*, 22:1-2s

Palma, A., Schirra, M., D' Aquino, S., La Malfa, S., and Continella, G., 2009. Chemical properties changes in pomegranate seeds packaged in polypropylene trays. In: A. I. Özgüven (ed.) Proceedings of the 1st IS on pomegranate, Acta Hort. 818,, ISHS, 1–4pp.

Peerzade, R.H., Omeera, A., Prashand, P.S. and Mohd, A.D., 2014, Effect of combination treatment of gamma irradiation and ascorbic acid on physicochemical and microbial quality of minimally processed eggplant (*Solanum melongena* L.), *Radiation Physics and Chemistry*, 103:131–141pp.

Paull, R.E., 1999, Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality, *Posth Harvest Biology and Technology*, 15:263-277pp.

Poyrozoğlu, E., Gökmen, V. ve Artık, N., 2002, Organic Acids and Phenolic Compounds in Pomegranates (*Punica granatum* L.) Grown in Turkey, *Journal of Food Composition and Analysis*, 15:567–575pp.

Radziejewska-Kubzdela, E., Czapski, J., Czaczyk, K. and Bieganska-Marecik, R., 2014, The effect of pre-treatment and modified atmosphere packaging on contents of phenolic compounds and sensory and microbiological quality of shredded celeriac, *J Sci Food Agric*, 94:1140-1148.pp

Rani, T.S., Abirami, C.V.K. and Alagusundaram, K., 2013, Studies on Respiration Rates in *Coccinia grandis* (Ivy Gourd) at Different Temperatures, *Food Processing and Technology*, 4,:217p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Ruiz-Cruz, S., Alvarez-Parrilla, E., Rosa, A.E., Martinez-Gonzalez, A., Ornelas-Paz, J.J., Mendoza-Wilson, A.M. and Gonzalez-Aguilar, G.A., 2010, Effect of Different Sanitizers on Microbial, Sensory and Nutritional Quality of Fresh-Cut Jalapeno Peppers, *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 5 (3):331-341pp.

Sandhya., 2010, Modified atmosphere packaging of fresh produce: current status and future needs. *Food Science and Technology*, 43:381–392pp.

Shivanskara, K.S., Isobe, S., Al-Hao, M.I., , Takenaka, M. and Shina, T., 2004, Fruit Antioxidant Activity, Ascorbic Acid, Total Phenol, Quercetin, and Carotene of Irwin Mango Fruits Stored at Low Temperature after High Electric Field Pretreatment, *J. Agric. Food Chem.*, 52:1281–1286pp.

Sreeja, S., Kumar, T.R.S., Lakshmi, B.S. and Sreeja, S., 2012, Pomegranate extract demonstrate a selective estrogen receptor modulator profile in human tumor cell lines and in vivo models of estrogen deprivation, *Journal of Nutritional Biochemistry* , 23:725–732pp.

Singh, V., Guizani, N., Al-Alawi, A., Claereboudt, M. and Rahmah, M, S., 2013. Instrumental texture profile analysis (TPA) of date fruits as a function of its physico-chemical properties, *Industrial Crops and Products*, 50:866– 873pp.

Sinigaglia, M., Albenzio, M. and Corbo, M.R., 1999, Influence of process operations on shelf-life and microbial population of fresh-cut vegetables, *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 23:484–488pp.

Soliva-Fortuny, R.C. and Martín-Belloso, O., 2003. Microbiological and biochemical changes in minimally processed fresh-cut conference pears. *Food Research Technology*, 217:4-9pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Soliva-Fortuny, R.C., Elez-Martinez, P. and Martin-Belloso, O., 2004
Microbiological and biochemical stability off resh-cut apples preserved by
modified atmosphere packaging, *Innovative Food Science and Emerging
Technologies*, 5:215–224pp.

**Sumner, M.D, Elliott-eller, M., Weidner, G., Daubenmier, J.J., Chew,
M.H., Marlin, R., Raisin, C.J. and Ornish, D.,** 2005, Effects of Pomegranate
Juice Consumption on Myocardial Perfusion in Patients With Coronary Heart
Disease, *Am J Cardiol*, 96: 810–814pp.

Suparlon, B. and Itoh, K., 2003, Combined Effects of Hot Water Treatment
(HWT) and Modified Atmosphere Packaging (MAP) on Quality of Tomatoes,
Packaging Technology and science, 16:171-178pp.

Şen, F. ve Eroğul, D., 2012, Adıyaman İlinde Yetiştirilen ‘Hicaznar’ Nar
Çeşidinin Depolama Sürecindeki Kalite Değişiminin Belirlenmesi, *Süleyman
Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(2):103-111s.

Selçuk, N. ve Erkan, M., 2013, Modifiye atmosferde muhafazanın
‘Canernar-1’ narlarının antioksidan aktivitesi ve derim sonrası fizyolojisi üzerine
etkileri, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2):81-87s

Selçuk, N. and Erkan, M., 2014, Changes in antioxidant activity and
postharvest quality of sweet pomegranates cv. Hicrannar under modified
atmosphere packaging, *Postharvest Biology and Technology*, 92:29–36pp.

Tanada-Palmu, P.S. and Grosso, C.R.F., 2005. Effect of edible wheat
gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*)
quality, *Postharvest Biology and Technology*, 36 (2):199–208pp.

Tashtoush, B., 2000, Natural losses from vegetable and fruit products in cold

storage Bourhan Tashtoush, *Food Control* ,11:465-470pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Taş, E. ve Ayhan, Z., 2006, Gıda-Plastik Ambalaj Sistemlerinde Geçirgenlik ve Geçirgenliği Etkileyen Faktörler, Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs 2006, Bolu.

Taştan, Ö., 2014, Berrak Meyve Suyu Üretiminde Durultma Ajanı Olarak Kitosan Kullanımının Meyve Suyu ve Konsantresinin Kalite Özelliklerine Etkisinin Belirlenmesi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 136s.

Tehranifar, A., Zarei, M., Esfandiyari, B. and Nemati, Z., 2010, Physicochemical Properties and Antioxidant Activities of Pomegranate Fruit (*Punica granatum*) of Different Cultivars Grown in Iran, *Hort. Environ. Biotechnol.* 51:573-579pp.

Teixerira da Silva, J.A., Rana, T.S., Narzary, D., Verma, N., Meshram, D.T. and Ranade, S.A., 2013, Pomegranate biology and biotechnology: A review, *Scientia Horticulturae*, 160:85–107pp

Toi, M., Bando, H., Ramachandran, C., Melnick, S.J., Imai, A., Fife, R.S., Carr, R.E., Oikawa, T. and Lansky, E.P., 2003, Preliminary studies on the anti-angiogenic potential of pomegranate fractions in vitro and in vivo, *Angiogenesis*, 6(2):121-128pp.

Turfan, Ö., 2008, Nar Suyu Konsantresi Üretim ve Depolama Sürecinde Antosiyaninlerdeki Değişimler, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 153s.

Turfan, Ö., Türkyılmaz, M., Yemiş, O. and Özkan, M., 2012, Effects of clarification and storage on anthocyanins and color of pomegranate juice concentrates, *Journal of Food Quality*, 35(4):272– 282pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Turgut, D.Y. ve Seydim, A.C., 2013, Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilen bazı Nar (*Punica granatum* L.) çeşit ve genotiplerinin organik asit ve şeker kompozisyonu*, *Akademik Ziraat Dergisi*, 2: 35-42.s

T.G.K, Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği,
<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229M3-6.htm> (Erişim tarihi: 7 Aralık 2014).

Üçüncü, M., 2011, Gıda Ambalajlama Teknolojisi, Ambalaj Sanyicileri Derneği, İstanbul.

Ünal, Ç., Veliöğlu, S. ve Cemeroğlu, B., 1995, Türk Nar Sularının Bileşim Öğeleri, *GIDA*, 20(6):339-345s.

Watada, A.E. and Qi, L., 1999, Quality control of minimally-processed vegetables, *Acta Hort*, 483p.

Xanthopoulos, G.T, Anthanasiou, A.A, Lentzou, D,I, Boudouvis, A.G. and Lambrinos, G.P., 2014, Modelling of transpiration rate of grape tomatoes. Semi-empirical and analytical approach, *Biosystems engineering*, 124:16-23pp.

Xu, B.J. and Chang, S.K.C., 2007, A Comparative Study on Phenolic Profiles and Antioxidant Activities of Legumes as Affected by Extraction Solvents, *Journal of food Science*, 72:159-166pp.

Vilas-Boas, E.V.B. and Kader, A.A., 2006, Effect of atmospheric modification, 1-MCP and chemicals on quality of fresh-cut banana, *Postharvest Biology and Technology*, 39:155–162pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Wang, Y. and Sugar, D., 2013, Internal browning disorder and fruit quality in modified atmosphere packaged ‘Bartlett’ pears during storage and transit, *Postharvest Biology and Technology*, 83:72–82pp.

Weaver, D. 1999. Flexibility and innovation key to prepared expansion, *Fresh Produce Journal*, 5:17-18pp.

Yılmaz, C. “Nar Yetiştiriciliği”,
<http://arastirma.tarim.gov.tr/alata/Belgeler/brosurler/> (Erişim tarihi: 7 Aralık 2014).

Zagory, D. and Kader, A. A., 1988. Modified Atmosphere Packaging of Fresh Produce, *Food Technology* , 42(9):70-77pp.

Zagory, D.,1999, Sanitation Concerns In The Fresh-cut Fruit and Vegetable Industry, University Of California, Davis Food Processors Sanitation Workshop, February 3 - 4, 1999 Modesto, CA.

Zheng, Y., Wang, C.Y., Wang, S.Y. and Zheng, W., 2003, Effect of High-Oxygen Atmospheres on Blueberry Phenolics, Anthocyanins, and Antioxidant Capacity, *Food Chem*, 51:7162-7169pp.

Zheng, Y., Wang, C.Y., Wang, S.Y. and Zheng, W., 2007, Changes in strawberry phenolics, anthocyanins, and antioxidant capacity in response to high oxygen treatments, *Swiss Society of Food Science and Technology*, 40:49-57pp.

ÖZGEÇMİŞ

Arzu YALÇIN MELİKOĞLU, 25.07.1977 tarihinde İstanbul’da doğdu. 2000 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2000-2011 yılları arasında Kimya, Boya ve Ambalaj sektörlerinde Kalite Kontrol Mühendisi ve Gıda Güvenliği Lideri olarak görev aldı. 2010-2014 yılları arasında Kimya Mühendisleri Odası Ege Bölge Şubesinde Yönetim Kurulu Üyesi olarak hizmet verdi. 2012 yılında Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Gıdaların Ambalajlanması Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Eğitimine Başladı. Halen Kimya Mühendisleri Odası Ege Bölge Şubesinde çalışmalarını sürdüren Arzu Yalçın Melikoğlu’nun 2 adet yayını bulunmaktadır.