

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MODİFİYE ATMOSFERDE PAKETLENMİŞ NAR KABUĞU  
İLAVELİ BİSKÜVİLERİN KALİTE ÖZELLİKLERİNİN  
BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÜNKAN URGANCI**

**DENİZLİ, MAYIS - 2019**

**T.C.**  
**PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**MODİFİYE ATMOSFERDE PAKETLENMİŞ NAR KABUĞU**  
**İLAVELİ BİSKÜVİLERİN KALİTE ÖZELLİKLERİNİN**  
**BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÜNKAN URGANCI**

**DENİZLİ, MAYIS - 2019**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Ünkan URGANCI tarafından hazırlanan "Modifiye Atmosferde Paketlenmiş Nar Kabuğu İlaveli Bisküvilerin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 31.05.2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

Doç. Dr. Fatma IŞIK

Üye

Prof. Dr. Yahya TÜLEK

Üye

Prof. Dr. Yusuf YILMAZ

*Fatma Işık*

*Yahya Tulek*

*Yusuf Yılmaz*

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 12/06/2019 tarih ve 24/12... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

*Uğur Yücel*

Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu tez çalışması Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2017 FEBE 038 no'lu proje ile desteklenmiştir.**

**Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.**

**Ünkan URGANCI**



## ÖZET

### MODİFİYE ATMOSFERDE PAKETLENMİŞ NAR KABUĞU İLAVELİ BİSKÜVİLERİN KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÜNKAN URGANCI

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI:DOÇ. DR. FATMA IŞIK)

DENİZLİ, MAYIS - 2019

Bu çalışmada bileşimindeki una farklı oranlarda (%0, 6, 12 ve 18) nar kabuğu tozu ikame edilen ve farklı atmosferlerde (kontrol (hava), %100 N<sub>2</sub>, %40 CO<sub>2</sub> - %60 N<sub>2</sub> ve %50 CO<sub>2</sub> - %50 N<sub>2</sub>) depolanan (9 ay) bisküvilerin bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikleri tespit edilmiştir. Nar kabuğu ikamesi bisküvilerin protein, yağ, kül ve çözünür diyet lifi içeriklerinde önemli bir değişikliğe neden olmamıştır. Formülasyondaki nar kabuğu oranı arttıkça bisküvilerin antioksidan aktivite değerleri, toplam fenolik madde içerikleri, suda çözünmeyen ve toplam diyet lifi içerikleri önemli düzeyde artmıştır. Formülasyonda nar kabuğu tozu kullanılmasının ve bisküvilerin CO<sub>2</sub> varlığında paketlenmesinin, bisküvilerin peroksit ve p-anisidin değerlerinde azalmaya neden olduğu, yani oksidasyonun yavaşlatıldığı belirlenmiştir. Depolamanın başlangıcında tüm bisküvilerin sertlik değerleri benzer bulunurken depolamanın ileriki aşamalarında kontrol grubu bisküvilerin nar kabuğu tozu ihtiva eden bisküvilere göre sertlik değerlerinin önemli şekilde arttığı belirlenmiştir. Ayrıca N<sub>2</sub> ve hava koşullarında depolanan bisküvilerde CO<sub>2</sub> varlığında depolanan bisküvilere göre daha yüksek sertlik değerleri saptanmıştır. Bisküvilerin renk değerlerine bakıldığında ise nar kabuğu ikamesi arttıkça *L* ve *b* değerlerinin önemli derecede düştüğü, *a* değerlerinin ise arttığı belirlenmiştir. Yapılan duyuşal analiz sonucunda, çiğnenebilirlik ve genel beğeni parametreleri dışında bisküvilere nar kabuğu ikamesinin veya modifiye atmosfer koşullarının depolamanın fark yaratmadığı belirlenmiştir. Duyuşal değerlendirmede tüm bisküvi örnekleri hedonik skalada orta değer olan 3.5'tan yüksek skor elde etmiştir, ancak panelistler tarafından yapılan yorumlarda %18 nar kabuğu ilave edilen bisküvilerde acılık hissedildiği vurgulanmıştır. Dolayısıyla bisküvilere nar kabuğu ilave edilmesinde %12'nin üzerine çıkılmaması tavsiye edilmektedir.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Nar kabuğu tozu, antioksidan aktivite, diyet lifi, bisküvi, modifiye atmosferde paketlenme

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF QUALITY CHARACTERISTICS OF BISCUITS FORTIFIED WITH POMEGRANATE PEEL AND PACKAGED UNDER MODIFIED ATMOSPHERE

MSC THESIS

ÜNKAN URGANCI

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE  
FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR:ASSOC. PROF. DR. FATMA İŞİK)

DENİZLİ, MAY 2019

In this study, some chemical, physical and sensory properties of biscuits prepared with various substitution ratios (0, 6, 12 and 18%) of pomegranate peel powder and stored (9 months) under different atmosphere conditions (air, 100% N<sub>2</sub>, 40% CO<sub>2</sub> - 60% N<sub>2</sub> and 50% CO<sub>2</sub> - 50% N<sub>2</sub>) were determined. To this end, pomegranate peel substitution did not cause a significant alteration in the protein, fat, ash and soluble dietary fiber contents of the biscuits. Results show that the antioxidant activity, total phenolic content, insoluble and total dietary fiber content of the biscuits increased significantly by increase of the substitution ratio of pomegranate peel powder in the formulation. It was observed that by using pomegranate peel powder in biscuit formulation and storing under CO<sub>2</sub> rich atmospheres, did cause a decrease in peroxide values and p-anisidine values of the samples, which means a retard in oxidation of the biscuits. Hardness results of the biscuits were found similar at the beginning of the storage, however hardness values of control biscuits were found to be significantly higher than biscuits prepared with pomegranate peel powder in the subsequent months. It was observed a decrease in *L* and *b* color values and an increase in *a* values of biscuits by increase in the ratio of pomegranate peel substitution. In sensory analyses, no significant differences in sensory parameters except chewiness and overall acceptance of biscuits were observed. All the biscuit samples achieved sensory scores of more than 3.5 which is the midpoint of the hedonic scale, nonetheless the panelists confirmed that they felt a more bitter taste in biscuits prepared with 18% pomegranate peel powder. Therefore, it is advised not to exceed 12% pomegranate peel powder substitution in biscuits.

**KEYWORDS:** Pomegranate peel powder, antioxidant activity, dietary fiber, modified atmosphere packaging

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ .....	vi
SEMBOL LİSTESİ .....	viii
ÖNSÖZ.....	ix
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1 Tezin Amacı .....	2
1.2 Literatür Özeti .....	3
1.2.1 Nar ( <i>Punica granatum</i> ).....	3
1.2.2 Bisküvi .....	15
1.2.3 Modifiye Atmosferde Paketleme .....	16
<b>2. MATERYAL VE METOT .....</b>	<b>19</b>
2.1 Materyal.....	19
2.1.1 Nar Kabuklarının Hazırlanması .....	19
2.1.2 Bisküvilerin Hazırlanması .....	20
2.1.3 Bisküvilerin Paketlenmesi .....	21
2.2 Bisküvilerde Yapılan Kimyasal Analizler.....	21
2.2.1 Nem Tayini .....	22
2.2.2 Kül Tayini .....	22
2.2.3 Yağ Tayini .....	22
2.2.4 Protein Tayini .....	23
2.2.5 Suda Çözünür, Çözünmeyen ve Toplam Diyet Lifi Tayini .....	23
2.2.6 Mineral Madde Tayini .....	25
2.2.7 Toplam Fenolik Madde Tayini .....	26
2.2.8 Antioksidan Aktivite Tayini .....	27
2.2.9 Toplam Asitlik Tayini.....	27
2.2.10 pH Tayini .....	27
2.2.11 p-Anisidin Değeri Tayini .....	28
2.2.12 Peroksit Sayısı Tayini .....	29
2.3 Bisküvilerde Yapılan Fiziksel Analizler .....	29
2.3.1 Renk Tayini.....	29
2.3.2 Sertlik Tayini .....	30
2.4 Bisküvilerde Yapılan Duyusal Analizler.....	30
2.5 İstatistiksel Analizler .....	30
<b>3. BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>32</b>
3.1 Kimyasal Analiz Sonuçları.....	32
3.1.1 Hammadde ve Bisküvilerin Temel Kimyasal Kompozisyonları .....	32
3.1.2 Bisküvilerin Mineral Madde Kompozisyonu .....	37
3.1.3 Hammadde ve Bisküvilerin Antioksidan Aktivite Değerleri ve Toplam Fenolik Madde İçerikleri .....	39



3.1.4	Bisküvilerde Yağ Oksidasyonunun Belirlenmesi .....	54
3.1.5	Bisküvilerin Peroksit Sayısı Değerleri.....	55
3.1.5.1	Bisküvilerin p-Anisidin Sayısı Değerleri .....	60
3.2	Fiziksel Analiz Sonuçları .....	67
3.2.1	Bisküvilerin Kırılma Kuvveti Değerleri .....	67
3.2.2	Bisküvilerin Renk Değerleri .....	72
3.3	Duyusal Analiz Sonuçları.....	78
<b>4.</b>	<b>SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>88</b>
<b>5.</b>	<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>90</b>
<b>6.</b>	<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>108</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 1.1: Antioksidan etki mekanizması.....	8
Şekil 1.2: Diyet liflerinin çözünürlüklerine göre sınıflandırılması .....	11
Şekil 3.1: 30 g bisküvi tüketilmesi halinde bazı minerallerin günlük ihtiyacının karşılanma oranları.....	39
Şekil 3.2: Kontrol bisküvilerin antioksidan aktivite değerlerindeki değişimler .....	44
Şekil 3.3: NK6 bisküvilerin antioksidan aktivite değerlerindeki değişimler .....	44
Şekil 3.4: NK12 bisküvilerin antioksidan aktivite değerlerindeki değişimler .....	45
Şekil 3.5: NK18 bisküvilerin antioksidan aktivite değerlerindeki değişimler .....	46
Şekil 3.6: Kontrol bisküvilerin toplam fenolik madde içeriklerindeki değişimler .....	50
Şekil 3.7: NK6 bisküvilerin toplam fenolik madde içeriklerindeki değişimler .....	51
Şekil 3.8: NK12 bisküvilerin toplam fenolik madde içeriklerindeki değişimler .....	52
Şekil 3.9: NK18 bisküvilerin toplam fenolik madde içeriklerindeki değişimler .....	52
Şekil 3.10: Kontrol bisküvilerin peroksit sayılarındaki değişimler .....	57
Şekil 3.11: NK6 bisküvilerin peroksit sayılarındaki değişimler .....	58
Şekil 3.12: NK12 bisküvilerin peroksit sayılarındaki değişimler .....	58
Şekil 3.13: NK18 bisküvilerin peroksit sayılarındaki değişimler .....	59
Şekil 3.14: Kontrol bisküvilerin p-anisidin sayılarındaki değişimler .....	63
Şekil 3.15: NK6 bisküvilerin p-anisidin sayılarındaki değişimler .....	63
Şekil 3.16: NK12 bisküvilerin p-anisidin sayılarındaki değişimler .....	64
Şekil 3.17: NK18 bisküvilerin p-anisidin sayılarındaki değişimler .....	65
Şekil 3.18: Kontrol bisküvilerin sertlik değerlerindeki değişimler .....	69
Şekil 3.19: NK6 bisküvilerin sertlik değerlerindeki değişimler.....	70
Şekil 3.20: NK12 bisküvilerin sertlik değerlerindeki değişimler.....	70
Şekil 3.21: NK18 bisküvilerin sertlik değerlerindeki değişimler.....	71
Şekil 3.22: K, NK6, NK12 ve NK18 kodlu bisküvilerin görünüşleri .....	73

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

Tablo 1.1: Nar tanelerinin genel kimyasal bileşimi .....	5
Tablo 1.2: Bazı gıda üretim atıklarının diyet lifi miktarları.....	13
Tablo 1.3: Nar kabuğunda bulunan bazı mineraller.....	14
Tablo 2.1: Bisküvi formülasyonları .....	20
Tablo 2.2: PET+ COEX EVOH katlı lamine poşetlerin geçirgenlik özellikleri.....	21
Tablo 2.3: Paketlemede kullanılan gaz kombinasyonları .....	21
Tablo 3.1: Hammaddelerin bazı kimyasal özellikleri .....	32
Tablo 3.2: Bisküvilerin bazı kimyasal özellikleri .....	34
Tablo 3.3: Bisküvilerin asitlik özellikleri.....	34
Tablo 3.4: Bisküvilerin mineral madde kompozisyonları.....	38
Tablo 3.5: Hammaddelerin antioksidan aktivite değerleri ve toplam fenolik madde içerikleri .....	40
Tablo 3.6: Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki antioksidan aktivite değerleri.....	42
Tablo 3.7: Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin antioksidan aktivite değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	43
Tablo 3.8: Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki toplam fenolik madde içerikleri .....	49
Tablo 3.9: Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin toplam fenolik madde içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	49
Tablo 3.10: Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki peroksit sayısı değerleri.....	55
Tablo 3.11: Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin peroksit sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	56
Tablo 3.12: Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki p-anisidin değerleri.....	61
Tablo 3.13: Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin p-anisidin sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	61
Tablo 3.14: Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki sertlik değerleri.....	67
Tablo 3.15: Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	67
Tablo 3.16: Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki Hunter L değerleri .....	73
Tablo 3.17: Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin Hunter <i>L</i> değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	74
Tablo 3.18: Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki Hunter <i>a</i> değerleri.....	75
Tablo 3.19: Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin Hunter <i>a</i> değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	75
Tablo 3.20: Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki Hunter <i>b</i> değerleri.....	76
Tablo 3.21: Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin Hunter <i>b</i> değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	77
Tablo 3.22: Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki duyusal renk sonuçları.....	79

Tablo 3.23: Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin duyusal renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	79
Tablo 3.24: Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki koku sonuçları .....	80
Tablo 3.25: Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin koku değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	81
Tablo 3.26: Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki duyusal sertlik sonuçları.....	81
Tablo 3.27: Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin duyusal sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	82
Tablo 3.28: Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki lezzet sonuçları.....	83
Tablo 3.29: Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin lezzet değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	83
Tablo 3.30: Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki çiğnenebilirlik sonuçları.....	84
Tablo 3.31: Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	85
Tablo 3.32: Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki genel beğeni sonuçları.....	86
Tablo 3.33: Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin genel beğeni değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	86

## SEMBOL LİSTESİ

<b>g</b>	:	Gram
<b>mg</b>	:	Miligram
<b>µg</b>	:	Mikrogram
<b>ppb</b>	:	Mikrogram/litre
<b>L</b>	:	Litre
<b>mL</b>	:	Mililitre
<b>µL</b>	:	Mikrolitre
<b>µmol</b>	:	Mikromol
<b>mmol</b>	:	Milimol
<b>M</b>	:	Molar
<b>N</b>	:	Normal
<b>w</b>	:	Ağırlık
<b>v</b>	:	Hacim
<b>kcal</b>	:	Kilokalori
<b>mm</b>	:	Milimetre
<b>cm</b>	:	Santimetre
<b>nm</b>	:	Nanometre
<b>cc</b>	:	Santimetreküp
<b>kW</b>	:	Kilowatt
<b>kPa</b>	:	Kilopaskal
<b>MPa</b>	:	Megapaskal
<b>h</b>	:	Saat
<b>kob</b>	:	Koloni oluşturan birim
<b>Atm</b>	:	Fiziksel atmosfer
<b>α</b>	:	Alfa
<b>°C</b>	:	Santigrat derece

## ÖNSÖZ

Çalışma konusunun belirlenmesi, planlanması, yürütülmesi ve sonuçların değerlendirilmesinde kıymetli fikirleriyle bana yol gösteren, beni yönlendiren, kendimi geliştirmeme yardımcı olan ve kendisiyle çalışmaktan onur duyduğum çok değerli hocam sayın Doç. Dr. Fatma Işık'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmanın yürütülmesinde gerekli olanakları sağlayan Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'na, değerli fikirlerini benimle paylaşan saygıdeğer hocalarıma teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca, tez çalışmamı destekleyen üniversitemizin Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimine katkılarından dolayı teşekkür ediyorum.

Tez çalışmam süresince yan yana çalışma fırsatı bulduğum gıda yüksek mühendisleri Cansu Topkaya, Fatmanur Büyüksaraç, Ufuk Gökçe Ayrancı ve diğer laboratuvar arkadaşlarıma desteklerinden dolayı sonsuz teşekkürler. Ayrıca beni daima destekleyen, tecrübelerini paylaşan ve yanımda olan sevgili hocalarım Ezgi Özgören ve Betül Yeler'e de teşekkür ederim.

Son olarak hayatım boyunca benden maddi ve manevi hiçbir desteği esirgemeyen, her daim yanımda olan beni bu günlere getiren annem Gonca Rukiye Urgancı ve abilerim Serkan Urgancı ile Gürkan Urgancı'ya sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

# 1. GİRİŞ

Günümüzde gıda atıkları miktarındaki artış dünyada önüne geçilemeyen bir sorun haline gelmiştir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından hazırlanan bir raporda dünyada insan tüketimi için üretilen gıdaların üçte birinin (yaklaşık 1.3 milyar ton/yıl) kayıp ve atık olarak ayrıldığı bildirilmiştir. Bu atıkların %54'ünün üretimin hasat ve depolama gibi ilk aşamalarında oluştuğu, geri kalanının ise işleme, dağıtım ve tüketim gibi ileri aşamalarda ortaya çıktığı ifade edilmiştir. Avrupa ve Kuzey Amerika ülkeleri gibi orta ve yüksek gelirli toplumlarda kişi başı yıllık atık miktarı 95-115 kg olurken Sahra Altı Afrika ve Güneydoğu Asya gibi düşük gelirli toplumlarda ise bu miktar 6-11 kg olarak rapor edilmiştir (FAO 2013). Ülkemizde ortaya çıkan atık miktarının 25.8 milyon ton/yıl olduğu ve bu atıkların yaklaşık yarısının gıda endüstrisinden kaynaklandığı bildirilmiştir (TÜİK 2011).

Türkiye 2018 yılında 537,847 tonluk üretim ile dünyadaki en önemli nar üreticisi ülkelerden biri haline gelmiştir. Ülkemizde kıyı Ege ve Akdeniz başta olmak üzere yaklaşık 50 ilde nar yetiştiriciliği yapılmaktadır (Gündoğdu ve ark. 2015). 2017'de nar üretiminin 45,584 tonu (%8.5'i) Denizli'de gerçekleştirilmiştir (Akbulut ve ark. 2010; TÜİK 2019). Narın meyve olarak tüketilmesine ek olarak ekşisi, suyu ve şarabı üretilmektedir (Gölükcü ve ark. 2005). Narın meyve suyuna işlenmesi sırasında meyvenin yaklaşık %50'lik kısmı atık (posa, kabuk ve çekirdek) olarak ayrılmaktadır (Topkaya ve Işık 2019). Narın atık olarak ayrılan kısımları hayvan yemi ve gübre gibi katma değeri düşük ürünlerde kullanılmaktadır. Ancak bu atıklar, özellikle de nar kabuğu, fenolik maddeler ve diyet lifi bakımından çok zengindir ve dolayısıyla alternatif değerlendirilme alanlarının araştırılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Nar kabuğunda başlıca kateşin, antosiyanin gibi flavonoidler, punikalın, punikalagin ve elajik asitler gibi tanenler başta olmak üzere çeşitli fenolik maddeler bulunmaktadır (İsmail ve ark. 2012). Çalışmalarda nar kabuğunda bulunan fenolik

maddelerin antiproliferatif, mikrobisit kardioprotektif, HIV-I inhibitör özellikle olduğu, kandaki düşük yoğunluklu lipoproteini (low density lipoprotein, LDL) düşürdüğü, Alzheimer ve kanser türlerine karşı vücuda direnç sağladığı bildirilmiştir (Öztan 2006; Kurt ve Şahin 2013).

Nar kabuğunda bulunan bu fonksiyonel bileşenler, bazı araştırmacıların dikkatini çekmiş ve gıda üretim atığı olan nar kabuğunun insan beslenmesine kazandırılması için bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla Çam ve ark. (2014) dondurmaya, Topkaya ve Işık (2019) muffin keklere, Ismail ve ark. (2014) kurabiyelere ve Prithwa ve Sauryya (2015) kurabiye formülasyonuna belirli oranlarda nar kabuğu tozu ilave ederek gıdalara fonksiyonellik kazandırmayı ve nar kabuklarına katma değer sağlamayı denemişlerdir. Fırın ürünlerinin dünya çapında yaygın tüketilen bir ürün grubu olması ve formülasyonlarına eklemeler yapma imkanının birçok ürün grubundan uygun olması nedeniyle nar kabuklarının insan beslenmesine kazandırılması için iyi bir taşıyıcı oldukları düşünülmektedir.

Modifiye atmosfer altında paketlenme (MAP) fırın ürünleri de dahil olmak üzere birçok gıdanın raf ömrünün uzatılması için yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. Bu paketlenme tekniğinde ortam atmosferinin bileşimi değiştirilerek, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> gazlarının istenilen oranlarda karıştırılarak paket içine verilmesi hedeflenmektedir (Smith ve ark. 2010). Genellikle MAP tekniği fırın ürünlerinin paketlenmesinde ortam atmosferinden O<sub>2</sub>'nin uzaklaştırılması ve paket içindeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun artırılması şeklinde gerçekleşmektedir (Üçüncü 2007).

Bu çalışmada fonksiyonel gıda bileşenlerince zengin bir atık olan nar kabuğunun bisküvilerde kullanılabilme potansiyelinin ve elde edilen bisküviler farklı atmosfer koşullarında ambalajlandıktan sonra depolama sürecinde gerçekleşecek değişimlerin ortaya konması hedeflenmiştir.

## **1.1 Tezin Amacı**

Bu çalışmanın birinci aşamasında, nar meyvesinin tüketilmesi sonucunda bir gıda sanayi ve evsel atık olarak açığa çıkan nar kabuğunun yaygın tüketilen unlu mamullerden olan bisküviye ilave edilmesiyle elde edilecek olan bisküvilerin bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşsal özelliklerini ortaya koymak amaçlanmıştır. Yapılan



bazı bilimsel çalışmalar nar kabuğunun antioksidan aktivite değerinin ve toplam diyet lifi içeriğinin yüksek olduğuna işaret etmektedir. Bu uygulamayla, klasik sade bisküvilere göre biyolojik aktif bileşenlerce daha zengin ve aynı zamanda duyuşal kabul edilebilirliği de olan bisküviler elde edilmesi düşünölmektedir.

Ayrıca bisküvilerin farklı atmosfer koşulları altında paketlenmesi ile depolama boyunca bisküvilerin bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşal özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesi de amaçlanmıştır. Modifiye atmosfer koşullarında depolama ile, bisküvilerde depolama süresince oluşacak olan oksidasyon ürünlerinin ve tekstürel değişimlerin azaltılması ile duyuşal kabul edilebilirliğin uzatılması hedeflenmiştir. Bu uygulamayla, depolama süresince, nar kabuğu ilave edilen bisküviler ile edilmeyen bisküvilerdeki değişimler arasında farklılık olup olmayacağı da araştırılmıştır. Ayrıca farklı atmosfer koşullarında depolanan nar kabuğu ilaveli bisküvilerin antioksidan aktivite değerlerindeki değişimleri de belirlemek amaçlanmıştır. Bu atık maddenin gıdaya eklenmesiyle hem bisküvilere sağlık açısından fonksiyonel özellik kazandırılmış olunacak hem de çevre kirliliğine de neden olan ve sağlık açısından önemli bileşenler içeren bu atık maddeye değerlendirilme imkanı sağlanmış olunacaktır.

## 1.2 Literatür Özeti

### 1.2.1 Nar (*Punica granatum*)

Nar, Lythraceae familyasının *Punica* cinsinden, boyu 2 ile 5 metre arasında değişen, çalı görünümünde çok yıllık bir bitkidir (Gölökcü ve ark. 2005; Kurt ve Şahin 2013). Narın ticari türü olan *Punica granatum*, adını Ortaçağ'da çekirdekli elma anlamına gelen *Pomuni granatum*'dan almıştır (Kurt ve Şahin 2013).

Akdeniz'de nar ticareti bir Fenike kolonisi olan Kartacalılar tarafından başlatıldığı için nar, eski kaynaklarda "Kartaca (Fenike) Elması" (The apple of Carthage / Carthaginian apple) adıyla geçmektedir. Nar yetiştiriciliğinin tarihinin 5000 yıl öncesine dayandığı belirtilmektedir. Nar meyvesini tanıyan her toplum bu meyveye farklı anlamlar yüklemiştir; tüm kutsal kitaplarda adı geçen nar, ibadethanelerin süslemelerinde de farklı anlamlarda tasvir edilmiştir (Kurt ve Şahin

2013). Tarih boyunca nar, sağlık, uzun 6m6r, hayat, dişilik, dođurđanlık, ahlak ve ilahilik sembolleri olarak kullanılmıştır (Prakash ve Prakash 2011). Dolayısıyla nar meyvesi insanlık k6lt6r tarihinde 6nemli bir yer işgal etmektedir (Kurt ve şahin 2013).

Nar 6retimi, tropik ve subtropik iklim meyvesi olarak, anavatanları olan G6ney ve G6neybatı Asya'da binlerce yıldır yapılmaktadır (G6l6kc6 ve ark. 2005; 6zt6rk ve ark. 2005; Kurt ve şahin 2013; G6ndoğdu ve ark. 2015). Nar meyvesinin anavatanları başta İnan olmak 6zere, Kafkasya, Afganistan, G6ney Asya, Batı Asya, Anadolu ve Akdeniz arasındaki b6lgeleri kapsamaktadır. Anavatanların yanında Avrupa ve Afrika'nın Akdeniz sahil b6lgelerinde, 6in, Hindistan, Afganistan, Arabistan, şili, Arjantin, A.B.D.'nin Kaliforniya ile Arizona eyaletlerinde ve Kuzey Meksika'da yetiştiriciliği yapılmaktadır (G6ndoğdu ve ark. 2015). T6rkiye de narın anavatanı olarak kabul edilen 6lkeler arasında yer almaktadır (6ztop 2010). Fakat nar bitkisinin 1990'lı yıllara kadar ticari 6retimi yapılmayıp, nar bah6elerde taze t6ketim amacı ile veya 6it bitkisi olarak bah6e kenarlarında yetiştirilmiştir (6ztop 2010). 2000'lerden itibaren 6lkemizde artan bir şekilde narın k6lt6r 6reticiliğine başlanmıştır (6ztop 2010). G6n6m6zde T6rkiye nar 6reticiliğinde ve ihracatında d6nyada ilk sıralarda yer almaktadır (6zt6rk ve ark. 2005, 6ztop 2010, Kurt ve şahin 2013). T66K verilerine g6re 1990 yılında 50,000 ton olan nar 6retimi meyve veren ağa6 sayısının da artmasıyla 2010 yılında 208,502 tona 6ıkmış ve 2018 yılına gelindiğinde 537,847 tona ulaşmıştır (Akbulut ve ark. 2010; T66K 2019). T6rkiye'de Akdeniz ve Ege b6lgelerinin kıyı kesimleri başta olmak 6zere yaklaşık 50 ilde nar yetiştiriciliği yapılmaktadır (G6ndoğdu ve ark. 2015). 2017 yılında T6rkiye'deki nar 6retiminin 45,584 tonu Denizli'de ger6ekleşmiştir (T66K 2019).

Besleyici değereri y6ksek olan nar meyvesinin bileşimi, depolanması ve değerlendirilmesi 6zerine bir6ok 6alışma yapılmıştır. Nar meyvesinin bazı temel kimyasal 6zellikleri Tablo 1.1'de verilmiştir.

**Tablo 1.1:** Nar tanelerinin genel kimyasal bileşimi

<b>Bileşen</b>	<b>Miktar (%)</b>
Su	77.93
Protein	1.67
Yağ	1.17
Kül	0.53
Karbonhidrat	18.70
Diyet lifi	4.00
Toplam şeker	13.67

Narın yapraklarında, çekirdeğinde, membranlarında (beyaz kısım) ve kabuğunda (kırmızı kısım) önemli miktarda biyoaktif bileşenler olduğu önceki çalışmalarda bildirilmiştir (Gölükcü ve ark. 2005; Akbulut ve ark. 2010; Ullah ve ark. 2012; Al-Rahawi ve ark. 2013; Ismail ve ark. 2014; Romelle ve ark. 2016). Nar meyvesi ayrıca Ca, Ce, Cl, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Rb, Sc, Se, Sn, Sr ve Zn minerallerini de içermektedir (Prakash ve Prakash 2011).

Nar meyvesi taze olarak tüketilmesinin yanında meyve suyu, nar ekşisi, şarap gibi ürünlere de işlenebilmektedir (Gölükcü ve ark. 2005). Nardan elde edilen ekstraktlar ise bitkisel ilaçlarda ve gıda takviyelerinde kullanılmaktadır (Turgut ve Seydim 2013). Nar, kullanım alanı olarak bir gıda maddesi olmasının dışında, kimya, kozmetik ve ilaç sanayinde, sitrik asit, sirke, boya, mürekkep ve kolonya imalatında da kullanılmaktadır (Kurt ve Şahin 2013). Nar suyu punikalagin izomerleri, ellajik asit türevleri ve antosiyaninler (delfinidin 3-glikozit, siyanidin, pelargonidin 3-glikozit ve 3,5-diglikozit) gibi sağlığa oldukça faydalı fenolik bileşenler içermektedir (Al-Rahawi ve ark. 2013). Son yıllarda yapılan tıbbi çalışmalar neticesinde antioksidan içeriğinin yüksekliği yanında narın kanı sıvılaştırdığı, antiproliferatif, apoptotik, HIV-I inhibitör, mikrobisit kardioprotektif, antihiperlipidemik özellikte olduğu, düşük dansiteli lipoprotein kolesterolü düşürdüğü, Alzheimer ve bazı kanser türlerine karşı vücuda direnç sağladığı anlaşılmıştır (Öztan 2006; Abdurrauf ve Aksakal 2007; Kurt ve Şahin 2013).

Gıda endüstrisinde nar suyunun elde edilmesiyle narın yaklaşık %50'lik bir kısmı posa, çekirdek ve kabuk olarak ayrılmaktadır (Hasnoui ve ark. 2014; Topkaya ve Işık 2019). Narın türüne göre meyvenin %26 - 40'lık kısmını kabuk oluşturmaktadır (Topkaya ve Işık 2019). Narın bu işlenmeyen kısımlarının oranının

yüksek olması, nar işleyen fabrikalardan önemli miktarda atık açığa çıktığına işaret etmektedir. Bu atık, kullanılmadığı takdirde çevre kirliliğine neden olmasının yanında bileşimce gıda endüstrisinin en değerli yan ürünlerinden biridir (Hasnoui ve ark. 2014).

Son yıllarda nar meyvesinin yenilmeyen kısımları ile ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda çoğunlukla nar kabuğunun fenolik madde içeriğinin ve antioksidan aktivitesinin belirlenmesine ve fenolik bileşenlerin ekstraksiyon yöntemlerine odaklanılmıştır (Hasnoui ve ark. 2014).

Nar kabuğunun yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu çok sayıda araştırmada (Guo ve ark. 2003; Apaydın 2008; Topkaya ve Işık 2019) tespit edilmiştir. Nar kabuğu başta flavonoidler (antosiyenin, kateşin ve diğer kompleks flavonoidler) ve tanenler (punikalın, punikalagin, gallik asit ve elajik asit) olmak üzere fenolik bileşenlerce zengindir (Ismail ve ark. 2012). Fenolik bileşenler antioksidan aktivite gösteren doğal bileşenlerdir ve doğal antioksidanlarca zengin beslenmenin, serbest radikallerden kaynaklanan kanser, kalp-damar rahatsızlıkları, katarakt, nörolojik rahatsızlıklar, deri rahatsızlıkları gibi bazı hastalıkların riskini azalttığı ifade edilmektedir (Elmastaş ve Gerçekçioğlu 2006; Karakaya ve El 2006; Özkan ve Göktürk Baydar 2006; Aizawa ve Inakuma 2007; Sikora ve diğ., 2008).

Li ve ark. (2006) yaptığı bir çalışmada, nar kabuklarından elde edilen ekstraktın (249.40 mg/g), pulptan elde edilen ekstrakta (24.40 mg/g) oranla yaklaşık 10 kat daha fazla toplam fenolik madde içerdiği saptanmıştır. Guo ve ark.'nda (2003) da nar posasının, nar çekirdeğinin ve nar kabuğunun antioksidan aktivite değerleri sırasıyla 3.10, 0.72 ve 82.11 mmol/100g tespit edilmiştir. Belirtilen çalışmada ölçümler 28 çeşit meyvenin posa, çekirdek ve kabuğunda yapılmıştır. Sonuçlarda nar kabuğunun antioksidan aktivite değerinin diğer meyve kabuklarından çok yüksek olduğu görülmektedir. Nar kabuğunu alıç kabuğu (29.25 mmol/100g), kırmızı üzüm kabuğu (11.02 mmol/100g) ve mango kabuğu (10.13 mmol/100g) takip etmektedir. Bilindiği gibi üzüm çekirdeği antioksidan aktivitesinin yüksekliğiyle dikkat çeken bir atıktır. Sonuçlarda ayrıca kırmızı üzüm çekirdeğinin antioksidan aktivite değeri 55.54 mmol/100g iken nar kabuğunun antioksidan aktivite değerinin 82.11 mmol/100g bulunmuş olması da dikkate değerdir.

Antioksidan, oksidasyona karşı koyan, oksijen ya da peroksitler ile ilerleyen reaksiyonları engelleyen maddeler şeklinde tanımlanmaktadır. Bu bahsedilen maddelerin çoğu çeşitli gıda ürünlerinde raf ömrünü arttırmak için kullanılmaktadır. Biyolojik tanım olarak ise canlı hücrelerde bulunan protein, lipit, karbonhidrat ve DNA gibi havadaki oksijen nedeniyle okside olabilecek maddelerin oksidasyonunu engelleyen veya geciktirebilen sentetik veya doğal maddelere “antioksidan”, bu olaya da “antioksidan savunma” denir. Gıda endüstrisinde antioksidanlar geniş bir alana sahiptir. Oksijen ve nitrojen gibi insan hücrelerinin fizyolojik fonksiyonlarını negatif yönde etkileyen reaktif türlerin etkilerini oldukça önemli düzeyde azaltan diyetsel antioksidanlardan, yağların bozunmasını engelleyen maddeler içeren antioksidanlara kadar geniş bir kullanıma sahiptirler (Öztan 2006; Kasapçopur Özel ve Birdane 2014).

Antioksidanlar, normal hücre metabolizmasının toksik yan ürünü olan serbest radikalleri etkisiz hale getirerek koruyucu etki gösterirler (Karabulut ve Gülay 2016). Serbest radikaller ve reaktif karakterli maddeler ile bu maddeleri üreten tüm faktörler “oksidan” veya “prooksidan” olarak tanımlanmaktadır (Öztan, 2006). Serbest radikaller, son yörüngelerinde paylaşılmamış elektron içeren atomlar veya bileşiklerdir (Öztan, 2006, Çaylak 2011). Diğer bir tanımlama ile serbest radikaller, yapılarında tek sayıda elektron içeren, açık elektron kabuğu konfigürasyonuna sahip atom veya moleküllerdir. Radikal ve serbest radikal terimleri sıklıkla birbirlerinin yerine kullanılmakla beraber, radikal terimi serbest radikalın su molekülleri tarafından bağlanmış formunu ifade etmektedir (Meral ve ark. 2012).

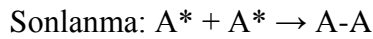
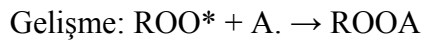
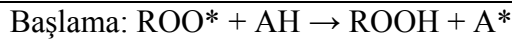
Radikaller elektrik yükü olarak pozitif, negatif ya da nötr olabilirler. Bir serbest radikaldeki eşlenmemiş elektron, herhangi bir kimyasal bağ içinde bir başka elektronla spin paylaşmadığından, radikaller, başka bir elektronla kararlı hale gelinceye kadar reaktiftir. Bu maddeler diğer atom ve moleküllerle elektron alışverişine girerek, onların kimyasal yapılarını değiştirip kararsız hale getirmektedirler (Öztan 2006).

Başlıca reaktif oksijen türleri şu şekilde sıralanabilir;

- $O_2^{\cdot-}$  (Süperoksit) radikali,
- $H_2O_2$  (Hidrojen peroksit),
- $HO^{\cdot}$  (Hidroksil) radikali,
- $HOCl$  (Hipokloröz asit),
- Singlet  $O_2$  ( $O_2 \uparrow\downarrow$ ),
- $R^{\cdot}$  (Alkil radikali),
- $ROO^{\cdot}$  (Peroksil radikali),
- $RCOO^{\cdot}$  (Organik peroksit radikali)

Hücre içi ortamda oluşan serbest radikaller, önemli hücresel yapı ve bileşiklere etki ederler. Proteinler ve DNA hücrede zarar gören önemli hedeflerden bazılarıdır. Biyolojik sistemlerde, serbest radikalın saldıracağı diğer bir hedef de hücre membranındaki lipitlerdir (Öztaş 2006).

Antioksidanlar hidrojen atomu verme eğilimindedirler ve bu özellikleri sayesinde antioksidanlar oksidatif zincir reaksiyonlarının (chain-breaking) başlamasını (initiation) ve gelişmesini (propagation) inhibe ederek oksidasyonu geciktirirler. Bunu birincil radikalleri kararlı hale getirip okside olmuş antioksidan radikallere dönüştürme şeklinde gerçekleştirirler (Öztaş, 2006; Meral ve ark. 2012) (Şekil 1.1). Ayrıca radikalleri düşük reaktiviteli hale dönüştürerek radikallerin reaksiyona girmesini önleyerek lipit peroksidasyonunu, proteinlerin çapraz bağlanmasını ve DNA mutasyonunu engellerler (Öztaş 2006; Meral ve ark. 2012).



**Şekil 1.1:** Antioksidan etki mekanizması

Bu reaksiyonlar sonucunda, antioksidanlar, ya lipit radikali ( $R^*$ ) ile reaksiyona girerek lipit oksidasyonunun başlamasını ya da peroksi ( $ROO^*$ ) veya alkoksi ( $RO^*$ ) radikaller ile reaksiyona girerek oksidasyonunun gelişimini önlerler.

Diğer yandan, ikincil antioksidanlar ise, lipidlerin oksidasyonunu geciktirerek etkilerini gösterirler (Apaydın 2008).

Daha detaylı olarak ise antioksidan özelliğe sahip maddeler şu şekilde sınıflandırılabilir (Kasapçopur Özel ve Birdane 2014);

1. Enzimler: Süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon peroksidaz (GSH-Px), glutatyon s-transferaz (GST), katalaz (CAT) ve mitokondriyal sitokrom oksidaz
2. Vitaminler: Vitamin C (askorbik asit), vitamin E ( $\alpha$ -tokoferol) ve vitamin K
3. Karotenoidler:  $\beta$ -karoten, likopen
4. Melatonin
5. Tiyol Bileşikleri: Glutatyon (GSH), sistein, N-asetilsistein (NAC), metionin, taurin, merkaptopropionilglisin (MPG) ve lipoik asit (LA)
6. Flavonoidler
7. Polifenoller: Resveratrol ve ferulik asit
8. Selenyum
9. Karnitin
10. Erdostein
11. Karvedilol
12. Diğer antioksidan etkili maddeler: Probukol, aspirin, tamoksifen, bucillamin, esomeprazolün, ambroksol, fluoksetin, metformin, metalloporfirin,  $\beta$ -ösradiol, albümin, lesitin ve kreatin

Gıda sanayisi üretim artıklarının fırın ürünleri de dahil olmak üzere gıdalara fonksiyonellik kazandırmak için kullanılması hakkında birçok çalışma yapılmıştır (Magda ve ark. 2008; Ashoush ve Gadallah 2011; Al-Sayed ve Ahmed 2013; Srivastava ve ark. 2014). Ancak nar kabuğunun gıda endüstrisinde kullanılmasına yönelik sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır.

Çam ve ark. (2014) nar kabuklarından farklı yöntemlerle elde ettikleri mikroenkapsüle fenolikleri, dondurmaya fonksiyonellik kazandırmak için kullanmışlardır. Dondurmalara %0.5 ile %1.0 oranında nar kabuğu fenolikleri ilavesinin, dondurmanın antioksidan aktivitesini ve  $\alpha$ -glukosidaz inhibitör aktivitesini önemli oranda geliştirdiğini rapor etmişlerdir. %1 fenolik ilaveli dondurmanın antioksidan aktivitesinin 133.30  $\mu\text{g/mL}$  olduğunu ve duyuusal

değerlendirmeye katılan panelistlerin %75'inin nar kabuğu fenolikleri ile zenginleştirilmiş dondurmaları kabul edilebilir bulunduğunu eklemiştir.

Topkaya ve Işık (2019) muffin kek formülasyonuna %5, 10 ve 15 oranında nar kabuğu tozu ikame etmişler ve keklerin kimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışmanın sonucunda %5, 10 ve 15 nar kabuğu tozu katkılı keklerin toplam fenolik madde içeriklerinin kontrol keklere göre sırasıyla 3.1, 4.8 ve 7.0 kat arttığını, aynı şekilde antioksidan aktivite değerlerinin de 10.3, 22.2 ve 28.5 kat arttığını belirlemiştir. Keklerin duyuşal özellikleri açısından keklere ilave edilen nar kabuğu miktarında %15'in üzerine çıkılmamasını tavsiye etmişlerdir.

Ismail ve ark. (2014) nar kabuğu ilavesinin kurabiyelere fonksiyonellik kazandırmak amacıyla kullanılabilme potansiyelini incelemiştir. Bu amaçla bisküvi formülasyonuna %1.5, 3, 4.5, 6 ve %7.5 oranında nar kabuğu tozu ilave edilmiş ve bisküvilerin kimyasal kompozisyonları, duyuşal özellikleri ve raf ömürleri araştırılmıştır. Nar kabuğu ilavesinin kurabiyelerin diyet lifi (0.32-1.96 g/100g), toplam fenolik madde içeriklerini (90.70 - 161.90 mgGAE/100g) önemli derecede arttırdığı belirtilmiştir. Ayrıca 4 aylık depolama süresince nar kabuğu tozu ilaveli keklerin oksidatif parçalanma derecelerinin de düştüğü tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda nar kabuğunun ilavesinin, diğer fırın ürünlerine de fonksiyonellik kazandırabileceği vurgulanmıştır.

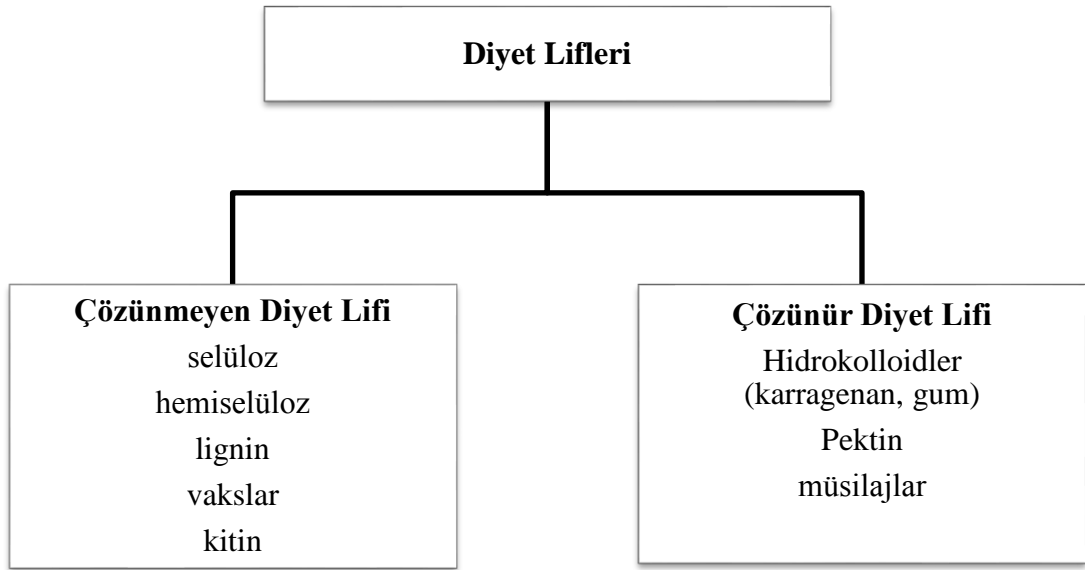
Prithwa ve Saurya (2015) kurabiye formülasyonuna %2.5, 5, 7.5 ve 10 nar kabuğu tozu ikamesinin, kurabiyelerin antioksidan profili ve duyuşal kabul edilebilirliğini belirlemek üzere bir çalışma yapmışlardır. Kontrol grubu kurabiyelerin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla 35.00 (GAE,  $\mu\text{mol/g}$ ) ve 100.29 (GAE,  $\mu\text{mol/g}$ ) olarak belirlenirken %10 nar kabuğu tozu ikame edilmiş kurabiyelerde 102.00 (GAE,  $\mu\text{mol/g}$ ) ve 207.05 (GAE,  $\mu\text{mol/g}$ ) olarak belirlenmiştir. Bu çalışma ile kurabiyelerin reolojik ve duyuşal özelliklerini bozmadan nar kabuğu ile zenginleştirilebileceğini belirtmişlerdir.

Diyet lifleri, ince bağırsakta enzimatik hidrolize karşı direnç gösteren, buna karşılık kalın bağırsakta tam veya kısmi fermentasyona uğrayabilen, bitkilerin yenilebilir kısımları, oligosakkaritler, polisakkaritler gibi karbonhidrat türevleri şeklinde tanımlanmaktadır (Mutlu 2002; Levent 2005; Gedik 2016). Diyet lifleri



tanımlanmış kimyasal bir grubu teşkil etmemekte; selüloz, hemiselüloz, pektin, lignin, gam ve musilaj gibi heterojen maddelerden oluşmaktadır. Selüloz, hemiselüloz, pentozlar ve pektinler yapısal polisakkaritler olarak tanımlanmaktadır. Salgılanan gumlar (gum arabik), rezerve gumlar (fasulye gumları, guar gum) ve dayanıklı nişastalar (ince bağırsak enzimleri tarafından sindirilmeyen nişasta fraksiyonları) gibi hücre duvarı polisakkaritleri tabiatında olmayan diğer komponentler de diyet lifi olarak tanımlanmaktadır (Levent 2005).

Diyet liflerinin sınıflandırılması konusunda çeşitli yaklaşımlar olmakla beraber, en yaygın kullanılan sınıflandırma; liflerin sindirim sistemindeki çözünürlüklerine göre olan sınıflandırmadır (Dhingra ve ark. 2012; Gedik 2016). Diyet liflerinin suda çözünürlükleri esas alındığında çözünür ve çözünmeyen diyet lifi olarak iki grupta (Şekil 1.2) değerlendirilmektedir (Levent 2005; Nogay 2014; Gedik 2016).



**Şekil 1.2:** Diyet liflerinin çözünürlüklerine göre sınıflandırılması

Çözünür diyet lifleri suda çözünerek viskoz jel ve sıkı bir yapı oluşturmaktadır (Levent 2005, Gedik 2016). Çözünür diyet lifleri meyvelerde ve baklagillerde yaygın olarak görülür (Gedik 2016). Bu gruptaki çözünmeyen diyet lifleri ise ağırlığının 20 katı kadar suyu absorbe etmekte ancak viskoz yapı oluşturmamaktadır (Levent 2005). Gıdalardaki diyet liflerinin %75'i çözünür olmayan fraksiyonlardan oluşur (Gedik 2016). Çözünmeyen diyet lifleri, sindirim

sisteminde enzimatik olarak hidrolize edilemeyen sebze kabukları, tahıl kepekleri ve bazı kuru baklagillerde bulunur (Levent 2005; Gedik 2016).

Diyet lifi, gıdaların bağırsaktan geçişinin hızlandırılmasında ve boşaltım sisteminin düzenlenmesinde etkilidir (Beğen 2012). Ancak diyet lifinin bağırsak faaliyetlerinin düzenlenmesinin ötesinde sağlık açısından pek çok yararı vardır (Lopez-Marcos ve ark. 2015). Diyet liflerinin, kolon kanseri başta olmak üzere çeşitli kanser türlerinin önlenmesinde, su absorbe etme özelliği ile tokluk hissi vererek kilo kaybının hızlandırılmasında, lipit metabolizmasına etki ederek kandaki toplam ve LDL kolesterolün düşürülmesinde ve koroner kalp rahatsızlıkları riskinin azaltılmasında etkili olduğu bildirilmiştir (Mutlu 2002; Dülger ve Şahan, 2011; Goni ve Hervert-Hernandez 2011; Beğen 2012; Chang ve ark. 2015; Lopez-Marcos ve ark. 2015; Gedik 2016). Ayrıca karbonhidrat metabolizmasını etkileyerek, glikozun absorpsiyonunu azaltarak kandaki şeker miktarını dengelemektedir (Mutlu 2002; Dülger ve Şahan, 2011; Beğen 2012). Ayrıca diyet lifi bakımından zengin gıdalarla beslenmenin osteoporozis ve apandisit gibi çeşitli rahatsızlıkların önlenmesinde de etkili olduğu ortaya konmuştur (Beğen 2012). Sağlıklı bir diyetle alınması tavsiye edilen diyet lifi miktarı 20 – 35 g/gün olarak ifade edilmiştir (Goni ve Hervert-Hernandez 2011; Dhingra ve ark. 2012).

Diyet lifi, sağlık ve beslenme üzerinde etkili olmasının yanı sıra gıda ürünlerinin su tutma/bağlama kapasitesi, yağ tutma/bağlama kapasitesi, şişme, jel oluşturma, emülsiyon oluşturma gibi teknolojik özellikleri üzerinde de önem taşımaktadır (Beğen 2012; Dhingra ve ark. 2012; Gedik 2016). Bu özellikleri sayesinde diyet lifleri gıdaların yapısını, stabilitesini, görünüşünü ve tekstürel özelliklerini değiştirebilir (Beğen 2012; Tejada-Ortigoza ve ark. 2016). Diyet lifinin sağlık üzerindeki olumlu etkileri ve gıdaların işlenmesinde sağladığı kazanımlar nedeniyle diyet lifi birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir (Chang ve ark. 2015). Gıdaları diyet lifi bakımından zenginleştirme üzerine çalışmalar fırıncılık ürünleri gibi kuru ürünlerden süt ve et ürünleri gibi diyet lifi zenginleştirmesinin çok da yaygın olmadığı gıdalara kadar gerçekleştirilmiştir (Lopez-Marcos ve ark. 2015). Çalışmalar daha çok gıda sanayisi üretim atıklarının diyet lifi zenginleştirilmesinde kullanılması üzerine yoğunlaşmıştır (Goni ve Hervert-Hernandez 2011; Lopez-Marcos ve ark. 2015). Tablo 1.2’de bazı gıda üretim atıklarının diyet lifi içerikleri

gösterilmiştir (McKee ve Latner 2000; Dülger ve Şahan 2011; Al-Sayed ve Ahmed 2013; Sharma ve ark. 2016).

**Tablo 1.2:** Bazı gıda üretim atıklarının diyet lifi içerikleri

Gıda Üretim Atığı	Toplam Diyet Lifi (%)
Portakal kabuğu	35.40 – 36.90
Şeftali küspesi	31.00 – 36.00
Hurma çekirdeği	71.00
Havuç küspesi	37.00 – 48.00
Mango küspesi	74.00
Limon kabuğu	66.70 – 70.40
Şeker pancarı küspesi	88.00
Muz kabuğu	50.20
Kavun kabuğu	29.59

Nar kabuğu da bir gıda işleme atığı olarak yüksek diyet lifi içeriği (%72.68 / 100g) ile dikkat çekmiştir (Viuda-Martos ve ark. 2013; Gullon ve ark. 2015). Nar kabuğundaki diyet lifinin çoğunluğunu (%42.53 / 100g) suda çözünmeyen diyet lifi oluşturur (Viuda-Martos ve ark. 2013). Diyet lifi içeriği sayesinde nar kabuğunun su tutma kapasitesi (5.03 g/g) ve yağ tutma kapasitesi (6.60 g/g) yüksektir (Viuda-Martos ve ark. 2013; Hasnaoui ve ark. 2014).

Lopez-Marcos (2015), meyve suyu üretim atığı olan limon kabuğu, greyfurt kabuğu ve nar kabuğunun diyet liflerinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada, diyet lifi içeriklerinin oldukça yüksek olduğunu (448.0 – 691.5 g kg<sup>-1</sup>) ve bu kabukların son ürünlerin teknolojik özelliklerini geliştirmeye yardımcı olacağını bildirmişlerdir.

Demirel ve Demir (2018), çeşitli turuncgillerden elde ettikleri albedoları bisküvi formülasyonuna %2.5, 5, 7.5 ve 10 oranlarında ilave etmişlerdir. Analizler sonunda bisküvilerin diyet lifi, fenolik madde içeriği ve tekstürel özellikler bakımından geliştirildiğini saptamışlardır. Araştırmacılar bisküvilerin teknolojik özelliklerinin geliştirilmesi bakımından %5 oranına kadar turuncgil albedosu kullanılmasını tavsiye etmişlerdir.

Grigelmo-Miguel ve ark. (1999) muffin karışımını %2, 3, 4, 5 ve 10 oranında şeftali posası ile; Ayadi ve ark. (2009) kek hamurunu %5, 10, 15 ve 20 oranında dikenli armut yaprağı ile zenginleştirmişlerdir. Son ürünlerin fonksiyonel

özellikleri artarken teknolojik özelliklerinde de önemli iyileştirmeler olduğunu bildirmişlerdir.

Chang ve ark. (2015) buğday ekmeğini diyet lifi içeriği yüksek olan limon kabuğuyla %3, 6 ve 9 oranlarında zenginleştirmişlerdir. Limon kabuğu oranına bağlı olarak ekmeklerin antioksidan kapasitesi, fenolik madde içeriği ve tekstürel özelliklerinde iyileşmeler görülmüştür.

Ismail ve ark. (2014) kurabiye formülasyonunda buğday ununa %1.5, 3.0, 4.5, 6.0 ve 7.5 oranında nar kabuğu tozunu ikame etmişlerdir. Formülasyondaki nar kabuğu ikame oranı arttıkça kurabiyelerin diyet lifinin önemli miktarda (6.5 kat) arttığı gözlenmiştir.

Mineral maddeler doğada yaygın olarak bulunan, vücudun büyümesi ve gelişmesine yardımcı olan, vücudumuza yapıyı oluşturan ve birçok işlevi düzenleyen elzem inorganik maddelerdir. İnsan vücudunun %4 gibi çok küçük bir kısmını oluşturmalarına rağmen kemik, diş, kas, kan ve diğer dokuların oluşumunda mineraller görev alır. Mineral maddeler ısı veya gıda işlemede kullanılan fiziksel işlemler sırasında kayba uğramazlar (Samur 2012).

Mineral maddeler günlük gereksinime göre makro (>250 mg) ve mikro ya da iz (<20 mg) mineraller olarak sınıflandırılmaktadır. Kalsiyum, sodyum, potasyum, magnezyum, fosfor ve klor elektrolitleri makro mineral sınıfındadırlar. İz mineraller sınıfında ise flor, iyot, krom, bakır, demir, manganez, molibden, selenyum ve çinko yer almaktadır (Samur 2012). Nar kabuğunda bulunan bazı mineraller ve konsantrasyonları Tablo 1.3'te verilmiştir. (Ullah ve ark. 2012; Kushwaha ve ark. 2013; Ismail ve ark. 2014).

**Tablo 1.3:** Nar kabuğunda bulunan bazı mineraller

<b>Mineral</b>	<b>Konsantrasyon (µg/g)</b>
Çinko (Zn)	3.68 – 8.03
Mangan (Mn)	0.02 – 4.50
Demir (Fe)	1.21 – 22.60
Fosfor (P)	33.96
Magnezyum (Mg)	1644.47
Kalsiyum (Ca)	645.70 – 1192.04
Potasyum (K)	2749.46 – 16237.41

Vücuttaki minerallerin %2'sini sodyum, %5'ini ise potasyum oluşturmaktadır. Tüm vücut sıvılarında ve dokularında bulunan bu minerallerin temel görevi vücut su dengesini, asit – baz dengesini ve kasların çalışmasını sağlamaktır (Samur 2012). Demir, vücutta genellikle hemoglobin yapısında, 3-5 g olarak bulunur. Demir ayrıca hücre düzeyinde immüitenin sağlanmasında önemlidir, dünyada 1 milyardan fazla kişide demir eksikliğinden etkilendiği belirlenmiştir (Samur 2012; Ullah ve ark. 2012). Çinko, büyüme ve cinsiyet hormonlarının salgılanmasını sağlayan enzimlerin yapısında bulunur, diğer enzimlerin aktifleşmesinde de rol oynar, ayrıca vücut direncinin oluşumunda etkilidir (Samur 2012).

### **1.2.2 Bisküvi**

Fırıncılık ürünleri (unlu mamüller) denildiğinde ya tüketime hazır ya da ön işlem uygulanmış ve sonradan ek bazı işlemlerle tüketilebilecek duruma gelebilen ve hububat unlarından elde edilen pişirilmiş ürünler anlaşılmaktadır. Bisküvi hem ülkemizde hem de dünya üzerinde tüketimi en yüksek olan hububat ürünüdür. Beslenme bakımından önemli yeri olan bisküvi günlük ihtiyaç malzemeleri arasına girmiştir (Özdağ 1996). Bisküvinin bu denli çok yoğun olarak tüketilmesinin nedenleri; tüketime hazır bir gıda olması, besleyiciliğinin ve doyuruculuğunun yüksek olması, çeşitli tat ve aromalarda üretilebilir olması nedeniyle geniş bir tüketici kitlesine hitap etmesi ve hesaplı olmasıdır (Demirel ve Demir 2018). Bisküvi yapımında kullanılan ana maddeler buğday unu, bitkisel yağ, şeker, su ve kabartıcı maddelerdir (Özkaya ve Özkaya 1997; Beğen 2012; Demirel ve Demir 2018). Ayrıca bisküvi formülasyonuna aroma vericiler, tekstür sağlayıcılar gibi çeşitli katkı maddeleri de ilave edilebilmektedir (Beğen 2012).

Bisküvi üretiminde kullanılacak un, üretilecek bisküvinin çeşidine göre değişkenlik göstermekle birlikte düşük proteinli, yüksek nişastalı yumuşak unlar tercih edilmektedir. İnce partiküllü unlar, geniş yüzey alanı sayesinde daha fazla su tutma kapasitesine sahiptir ve daha gevrek bisküvi üretilmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca bisküvilik unlar genellikle son üründe elde edilmek istenen bisküvi göz önünde bulundurularak genellikle beyazlatılmamış, sarımtırak unlardan seçilmektedir (Gündoğdu 1997; Beğen 2012).

Bisküvi formülasyonunda yaygın olarak hidrojene katı yağlar/şorteningler kullanılmaktadır. Kullanılan şortening miktarı ve kalitesi son ürünün yumuşaklığı, lezzeti ve stabilizitesi üzerinde etkilidir. Genel olarak bisküvi formülasyonunda %20 ile %50 arasında şortening kullanılmaktadır (Elgün ve Ertugay 1995). Formülasyonda yer alan şortening miktarının düşürülmesi, son üründe önemli bir sertlik artışına neden olmaktadır (Sudha ve ark. 2007).

Bisküvi üretiminde şeker, bisküviye gevreklik kazandırma, bisküviyi tatlandırma ve pişirme sonrası soğuyup sertleşerek bisküviye şekil verme açısından katkı sağlamaktadır. Ayrıca şeker, hamur yoğurma sırasında undaki gluteni yumuşatarak su ihtiyacını azaltmaktadır. Bisküvi formülasyonuna eklenecek şeker, katı halde veya sulu çözeltisi halinde eklenebilmektedir. Bisküvi hamurunun homojenizasyonu açısından genellikle şeker şurubu halinde kullanılmaktadır (Beğen 2012).

Kabartma ajanları, bisküvi sanayiinde tek veya farklı ajanların kombinasyonu halinde kullanılmaktadır. Kabartıcılar, hamur işleme sırasında reaksiyon sonucu gaz üreterek bisküvinin tekstür gelişimini sağlarlar (Taş 2011).

Bisküvi üretimindeki minör hammaddeler ise üretilecek bisküvinin özelliğine göre nişasta, süt veya sütozu, yumurta, tuz, aroma vericiler, renklendiriciler, enzimler, jelatin veya emülgatörler ve antioksidanlardır (Beğen 2012).

### **1.2.3 Modifiye Atmosferde Paketleme**

Bugün birçok gıdada yaygın olarak kullanılan ve gıdaların raf ömrünü uzatmaya yönelik geliştirilmiş yeni paketleme teknolojilerinden biri de modifiye atmosfer altında paketlemedir. Modifiye atmosfer gıdaların ambalajlanmasında ürünün etkileşimde bulunduğu hava bileşiminin O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, etilen gazı gibi gazların çeşitli kombinasyonlar halinde ortama verilmesi veya ortamdan uzaklaştırılması ile değiştirilmesine dayanan bir sistemdir (Kotsianis 2002; Üçüncü 2007; Smith ve ark. 2010).

Birçok gazın (karbondioksit, karbonmonoksit, ozon, etilen oksit, propilen oksit, nitroz oksit ve sülfür dioksit) antimikrobiyal özellikleri vardır. Ancak sadece karbondioksit kullanım için uygundur. Bunun nedeni ise karbondioksitin stabilitesi, düşük toksik özelliği, gıdaların organoleptik özellikleri üzerinde çok fazla değişikliğe neden olmaması ve maliyetinin düşük olmasıdır. Azot, antimikrobiyal etkisi olmayan, inert bir gazdır. Azot daha çok paketin çökmesini engellemek için pakete dolgunluk sağlar (Kotsianis 2002; Üçüncü 2007; Galic ve ark. 2009).

Lee ve ark. (2011) modifiye atmosfer uygulamasının (%100 CO<sub>2</sub>) geleneksel Kore pirinç kekinin (backseolgi) fizikokimyasal, mikrobiyal ve duyuşsal özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. MAP teknolojisi kullanılan örneklerin aerobik, psikrofilik ve anaerobik bakteri sayıları 10 günün sonunda 2 log kob/g'ın altında iken diğere yöntemlerin kullanıldığı örneklerde 4 günün sonunda dahi 5 log kob/g'dan fazla olduğu görülmüştür.

Berenzon ve Saguy (1998) oksijen absorbanı kullanımının ve depolama sıcaklığının (15, 25 ve 35°C) krakerlerin raf ömrü üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. 25°C ve 35°C'de depolanan ve oksijen absorbanı kullanılmayan krakerlerde 24 haftanın sonunda acı tat olduğu gözlenirken oksijen absorbanı kullanılan örneklerde sıcaklıktan bağımsız olarak 44 haftanın sonunda dahi ransit tat oluşmadığı belirlenmiştir.

Khoshakhagh ve ark. (2014), modifiye atmosfer altında paketlenmiş yarı pişmiş Sangak ekmeğinin (gözleme) bazı kalite ve mikrobiyal özelliklerini araştırmışlardır. 21 günün sonunda paket içerisinde CO<sub>2</sub> konsantrasyonu daha yüksek olan numunelerde toplam aerobik canlı sayısı ve maya/küf sayısının daha düşük olduğu gözlenirken nem, renk ve tekstür değerlerinin benzer olduğu tespit edilmiştir. Gözlemelerin raf ömürlerinin kontrol atmosferinde depolananlarda birkaç gün ile sınırlı kalırken yüksek CO<sub>2</sub> konsantrasyonu altında depolananlarda 21 güne kadar uzatıldığı belirtilmiştir.

Lee ve ark. (2001) modifiye atmosferde (%22 CO<sub>2</sub> : %78 N<sub>2</sub>) ve 8°C'de muhafaza edilen taze makarnaların kalite özelliklerindeki değişimleri incelemiştir. Makarnalar modifiye atmosfer varlığında ve kontrol atmosferinde (hava) 70 gün boyunca depolanmıştır. Modifiye atmosferde paketlenen makarnaların depolanmasının 20. ile 40. günleri arasında toplam aerobik bakteri ve

maya/küf gelişiminin durduğu, makarnalardaki kimyasal ve fiziksel kalite değişimlerinin yavaşladığını, bu sayede raf ömrünün uzatıldığını gözlemlemişlerdir.

Guynot ve ark. (2003), bir tür İspanyol kekinde MAP ve potasyum sorbatın (PS) *Eurotium amstelodami*, *E. herbariorum*, *E. repens* ve *E. rubrum* gelişimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. MAP koşulları olarak %100 N<sub>2</sub>, %70 N<sub>2</sub> : %30 CO<sub>2</sub>, %50 N<sub>2</sub> : %50 CO<sub>2</sub>, %30 N<sub>2</sub> : %70 CO<sub>2</sub> ve %100 CO<sub>2</sub> kullanmışlardır. Keklerin yüksek su aktiviteleri yüzünden keklerde küf oluşumu görülmüştür ancak yüksek PS ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarında depolanan keklerde küf gelişiminin daha yavaş gerçekleştiğini bildirmişlerdir.



## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1 Materyal

Bisküvi üretiminde kullanılacak olan hicaz narlar (*Punica granatum L.*) Denizli ilindeki yerel üreticilerden temin edilmiştir. Bisküvi formülasyonundaki diğer bileşenler olan buğday unu, margarin, şeker, tuz ve kabartma tozu da Denizli ilindeki yerel marketlerden temin edilmiştir. Üretimde Söke Un marka tip 1 buğday unu, Orkide marka margarin, Torku marka toz şeker, Billur marka iyotlu sofr tuzu ve Dr. Oetker marka kabartma tuzu kullanılmıştır.

#### 2.1.1 Nar Kabuklarının Hazırlanması

Bisküvi üretiminde kullanılan narlar taze olarak mevsiminde üreticiden alınıp laboratuvara getirildikten sonra temizlenmiş, kabuk kısımları soyulup küçük parçalara ayrılarak tepsilere dizilerek kabinli kurutucuda (Yücebaş Makine, İzmir) 60°C’de nem oranı <math><10\%</math> olana kadar (yaklaşık 12 saat) kurutulmuştur. Kurutma sırasında kabin içi hava hızı 0.2 m/s’ye ayarlanmış ve kabin içindeki havanın bağıl nemi ~%20 olarak ayarlanmıştır. Nar kabukları nem içeriği %10’un altına ulaşıktan sonra kabukların arasında kalan yabancı materyaller ayıklanmış ve kurutulan kabuklar buzdolabı poşetlerinde (LDPE, Koroplast) paketlenerek üretim ve analizlerde kullanılana kadar derin dondurucuda (Hotpoint Ariston, UPS1711, Türkiye) -18°C’de depolanmıştır. Üretimlerde ve analizlerde kullanılacak olan nar kabukları kullanılmadan hemen önce blenderda (Waring commercial blender, ABD) öğütülmüş ve tanecik büyüklüğü  $\leq 400 \mu\text{m}$  olacak şekilde elekten geçirilmiştir.

### 2.1.2 Bisküvilerin Hazırlanması

Bisküvi formülasyonları Turan ve ark. (2016)'nın yaptıkları çalışmadaki formülasyonun modifiye edilmesiyle belirlenmiştir. Formülasyonda kullanılacak nar kabuğu tozu miktarları yapılan ön denemeler sonucunda kararlaştırılmıştır. Nar kabuğu tozu, formülasyona una ikame etme şeklinde dahil edilmiştir. Çalışmada kontrol (nar kabuğu ikame edilmemiş) ve %6, 12 ve 18 nar kabuğu ikame edilmiş bisküviler olmak üzere 4 grup bisküvi üretilmiştir. Yapılan ön denemelerin duyu analizlerinde, daha yüksek oranlarda nar kabuğu tozu kullanımının bisküvilerde kekremsi – ekşi bir tada neden olması nedeniyle bisküvilerde kullanılacak en yüksek nar kabuğu tozu ikame oranı %18 olarak belirlenmiştir. Üretimlerde kullanılan bisküvi formülasyonları Tablo 2.1'de verilmiştir. Her bir formülasyondan 2 tekerrürlü üretim yapılmıştır.

**Tablo 2.1:** Bisküvi formülasyonları

<b>Bileşenler (g)</b>	<b>K</b>	<b>NK6</b>	<b>NK12</b>	<b>NK18</b>
Un	100.00	94.0	88.00	82.00
Nar Kabuğu Tozu	0.00	6.00	12.00	18.00
Margarin	35.00	35.00	35.00	35.00
Şeker	35.00	35.00	35.00	35.00
Tuz	0.70	0.70	0.70	0.70
Kabartma Tozu	0.50	0.50	0.50	0.50
Su	50.00	55.00	60.00	65.00

K: Kontrol, nar kabuğu tozu ilave edilmemiş bisküvi grubu  
NK6: %6 nar kabuğu tozu ikame edilmiş bisküvi grubu  
NK12: %12 nar kabuğu tozu ikame edilmiş bisküvi grubu  
NK18: %18 nar kabuğu tozu ikame edilmiş bisküvi grubu

Bisküvi formülasyonundaki tüm bileşenler masa tipi mikserin (KMM060 Mutfak Şefi, Kenwood) karıştırma haznesine eklenip 10 dakika boyunca orta hızda (3. devirde) karıştırılmış ve bisküvi hamuru elde edilmiştir. Şekil almaya uygun hale gelen bisküvi hamuru, masa tipi mikserin (KitchenAid, Model 5KSM150, ABD) paslanmaz çelik silindir hamur açma aparatından geçirilerek 2 mm'ye inceltirilmiştir. İnceltelen hamur kare kalıplarla 5 cm x 5 cm boyutlarda kesilmiş ve fırın tepsilerine belirli aralıklarla dizilmiştir. Bisküvi hamurları 180°C'de 10 dakika boyunca pişirilmiş ve tepsiler fırından çıkartıldıktan sonra oda sıcaklığına kadar soğuyan bisküviler paketlemeye hazır hale gelmiştir.

### 2.1.3 Bisküvilerin Paketlenmesi

Üretilen bisküviler  $172\pm 10$   $\mu\text{m}$  kalınlığında ve 255 mm x 345 mm boyutlarında olan PET + COEX EVOH katlı lamine poşetlere, her bir poşette 30 bisküvi olacak şekilde yerleştirilmiştir. Kullanılan ambalaj materyalinin geçirgenlik özellikleri Tablo 2.2’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.2:** PET+ COEX EVOH katlı lamine poşetlerin geçirgenlik özellikleri

Parametre	Method	Değer	Birim
O <sub>2</sub> Geçirgenliği	ASTM-D 1434	$\leq 5$	cc/24h/m <sup>2</sup> /atm
N <sub>2</sub> Geçirgenliği	ASTM-D 1434	$\leq 15$	cc/24h/m <sup>2</sup> /atm
Su Buharı Geçirgenliği	ASTM-E 96-66	$\leq 5$	g/24h/m <sup>2</sup>

Ambalajlar kontrol (hava) ve 3 modifiye edilmiş atmosfer olmak üzere 4 farklı atmosfer koşulu altında kapatılmıştır. Modifiye atmosferde paketleme işlemi Seles marka (Wenzhou Xingye Machinery Equipment Co. Ltd., Pekin, Çin) paketleme makinesi ile gerçekleştirilmiştir. İçerisine 30’ar adet bisküvi konmuş paketler, paketleme makinesinin gaz nozülleri paket içine denk gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Paket içerisindeki gaz öncelikle vakum uygulaması (0.09 MPa) ile uzaklaştırılmıştır ve istenen gaz kompozisyonu paket içerisine gönderilmiştir. Paketlemede kullanılan atmosfer koşulları Tablo 2.3’te verilmiştir.

**Tablo 2.3:** Paketlemede kullanılan gaz kombinasyonları (%)

Atmosferler	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
ATM1 (Hava)	20.95	0.03	78.08
ATM2	0.00	0.00	100.00
ATM3	0.00	40.00	60.00
ATM4	0.00	50.00	50.00

Bisküvi paketleri her 3 ayda bir açılıp analizi yapılmak üzere 9 ay boyunca oda sıcaklığında ışık görmeyecek şekilde depolanmıştır.

## 2.2 Bisküvilerde Yapılan Kimyasal Analizler

Üretilen bisküvilerin depolama süresi boyunca kalite özelliklerindeki değişimin belirlenmesi amacıyla bazı kimyasal analizler yapılmıştır. Bisküvi üretiminin yapıldığı hafta (0. Ay) bisküvilerin antioksidan aktivite, fenolik madde

içeriği, nem, kül, pH, toplam asitlik, yağ, protein, mineral madde, peroksit sayısı, p-anisidin ve diyet lifi tayinleri gerçekleştirilmiştir. Bu kimyasal analizlerden antioksidan aktivite, fenolik madde içeriği, peroksit sayısı ve p-anisidin tayinleri, örneklerin 3, 6 ve 9 ay modifiye atmosfer altında depolanmasından sonra da tekrarlanmıştır. Tüm analizler 2 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

### **2.2.1 Nem Tayini**

Hammaddelerin ve bisküvilerin nem tayini AOAC (1990)'a göre gerçekleştirilmiştir. Analizde kullanılacak kapaklı alüminyum kurutma kapları  $105\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 2 saatte sabit tartıma getirilmiştir. Öğütülmüş örnekler kurutma kaplarının yüzeylerine homojen şekilde konulmuş ve etüvde  $105\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de örnekler sabit ağırlığa ulaşincaya kadar (yaklaşık 24 saat) kurutma işlemi uygulanmıştır. Örneklerin nem içerikleri, kurutmada uzaklaşan suyun başlangıçtaki örnek ağırlığına oranlanmasıyla hesaplanmıştır.

### **2.2.2 Kül Tayini**

Hammaddenin ve bisküvilerin kül tayini AOAC (1990)'a göre gerçekleştirilmiştir. Porselen krozelere analizde kullanılmak üzere sabit tartıma getirildikten sonra krozelere örnekler öğütülmüş halde konmuştur. Yakma işlemi kül fırınında (Elektro-mag M1813, Türkiye) sıcaklığın kademeli olarak yükseltilmesiyle  $820\pm 5^{\circ}\text{C}$ 'de kalıntı beyaza yakın renge alana kadar (yaklaşık 8 saatte) gerçekleştirilmiştir. Kül içerikleri, örneklerin ilk ağırlığının yakma sonrasındaki ağırlığına oranlanmasıyla hesaplanmıştır.

### **2.2.3 Yağ Tayini**

Yağ tayini AOAC (1990)'a göre Soxhlet metodu ile gerçekleştirilmiştir. Öğütülmüş örnekler selüloz kartuşların içine yaklaşık 10 g tartılarak Soxhlet cihazına yerleştirilmiştir. Yağ ekstraksiyonu petrol eteri solventi yardımıyla  $75^{\circ}\text{C}$ 'de 6 saatte gerçekleştirilmiştir. Soxhlet balonundaki petrol eteri geri soğutmalı

rotary evaporatörü yardımıyla uzaklaştırılmış ve yağın toplandığı Soxhlet balonu etüvde 105 °C’de 1 saat bekletilerek balonda kalan petrol eteri uzaklaştırılmıştır. Yağın ağırlığı başlangıçtaki örnek miktarının ağırlığına oranlanarak ham yağ içerikleri hesaplanmıştır.

#### **2.2.4 Protein Tayini**

Protein tayini AOAC (1990)’a göre mikro-Kjeldahl metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kjeldahl balonlarına örneklerden yaklaşık 1 g tartılmış ve üzerlerine Kjeldahl tableti ve 10 mL sülfürik asit konularak örneklere Kjeldahl cihazında 420°C’de örnekler parlak yeşil renge dönüşene kadar yakma işlemi uygulanmıştır. Yakma işlemi sonrası örnekler distilasyon cihazında %40’lık NaOH varlığında distile edilmiştir. %4’lik borik asit çözeltilisine tutunan azotlu bileşikler 0.1N HCl ile titre edilerek örneklerin azot miktarı tespit edilmiştir. Bulunan değerler 5.7 faktörü ile çarpılarak ve örnek miktarına oranlanarak örneklerin ham protein içerikleri hesaplanmıştır.

#### **2.2.5 Suda Çözünür, Çözünmeyen ve Toplam Diyet Lifi Tayini**

Bisküvilerin toplam, çözünür ve çözünmeyen diyet lifi içerikleri, AOAC 991.43 (1995) ve AACC 32-07 (1995) metotlarına uygun olarak,  $\alpha$ -amilaz, proteaz ve amiloglikozidaz enzimlerini içeren Megazyme (Megazyme International Ireland Ltd, Wicklow, İrlanda) toplam diyet lifi analiz kiti kullanılarak belirlenmiştir. Analizin ileriki aşamalarında kül ve protein tayinleri yapılacağı göz önünde bulundurularak, örnek hazırlama işleminde her örnekten çift tartım (M1, M2) alınarak analize başlanmıştır.

Analizin ilk aşamasında tartılan 1 g örnek üzerine ısıya dirençli  $\alpha$ -amilaz enzimi ilave edilerek sindirilebilir nişasta 95-100°C’de hidrorize edilmiştir. Sonrasında, sindirilebilir proteinlerin hidrolizasyonu için sırasıyla proteaz ve amiloglikozidaz enzimleri ile 60°C’de enzimatik parçalama yapılmıştır. Elde edilen karışım Celite eklenmiş ve sabit tartıma getirilmiş gooch krozesinden (sinter cam filtreli, 30 ml, 1D POR:2) vakum pompası yardımıyla filtre edilip

filtrenin üzerinde biriken artık kısım 70 °C'de saf suyla yıkanmıştır. Filtrat uzaklaştırıldıktan sonra bu krozedeki kalıntı kısım etanol ve asetonla da yıkamıştır. Yıkama işlemleri tamamlanan bu artık kısım çözünmeyen diyet lifini, çözünmeyen tuzları ve sindirilemeyen proteinleri içermektedir.

Analizin ikinci kısmında toplanan filtrata, diyet lifinin suda çözünür fraksiyonunu çökeltebilmek için 60 °C'de %95'lik etanol ilave edilip karışım oda koşullarında 1 saat bekletilmiştir. Ardından çökelti gooch krozesinden vakum pompası yardımıyla filtre edilerek etanol ve asetonla yıkanmıştır. Bu çökelti de diyet lifinin çözünür fraksiyonunu, mineralleri ve sindirilemeyen proteinleri içermektedir.

Çözünür ve çözünmeyen diyet liflerini içeren gooch krozeleri etüvde 105±2°C'de bir gece kurutulduktan sonra tartılmıştır. Sonrasında krozelerdeki selit miktarları çıkartıldıktan sonra elde kalan kalıntılar protein ve inorganik madde miktarlarının tespit edilebilmesi için protein ve kül tayinlerine tabi tutulmuştur. Protein ve kül tayinlerinin sonuçları da hesaplandıktan sonra (P, A) veriler formülde uygun yerlere konularak suda çözünür, çözünmeyen ve toplam diyet lifi içerikleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Buna göre çözünür diyet lifi içeriği şu şekilde hesaplanmıştır;

$$\% \text{ Diyet Lifi} = \{ [ (R1+R2)/2 - P - A - B] / (M1 + M2)/2 \} \times 100$$

M1: Örneğin 1. paralelinin ağırlığı

M2: Örneğin 2. paralelinin ağırlığı

R1: M1 örneğinin gooch krozesinde kalan çözünür fraksiyonunun kalıntısı

R2: M2 örneğinin gooch krozesinde kalan çözünür fraksiyonunun kalıntısı

P: R1 kalıntısındaki protein miktarı

A: R2 kalıntısındaki kül miktarı

B: Kör

B (kör) aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$B = (BR1 + BR2)/ 2 - BP - BA$$

BR: K r kalıntı

BP: BR1'den elde edilen k r protein

BA: BR2'den elde edilen k r k l

 z nmeyen diyet lifi içerikleri aynı formülde R'ler yerine  z nmeyen fraksiyonun kalıntısını, P ve A yerine de  z nmeyen fraksiyonun kalıntısının (R) protein ve kül miktarlarını koyarak hesaplanmıştır.

Örneklerin toplam diyet lifi içeriği ise  z n r diyet lifi ile  z nmeyen diyet lifi içeriklerinin toplanmasıyla hesaplanmıştır.

### **2.2.6 Mineral Madde Tayini**

Hammaddenin ve bisküvi örneklerinin mineral madde tayininde "Inductively Coupled Plasma Optical Emission" pektrometresi (ICP-OES, Perkin Elmer, Optima 2100 DV, Massachusetts, ABD) kullanıldı. Kalibrasyon eğrisinin çizilebilmesi için gereken standart element  zelteleri, analitik saflıktaki 1000 mg/L konsantrasyonlarındaki atomik absorpsiyon spektrometresi standart  zeltelerinden ("Inorganic Ventures" veya "VHG Labs" tekli element standartları) hazırlandı. Standart  zeltelerin seyreltilmesinde ise % 2'lik nitrik asit  zeltisi kullanıldı.

Örnekler,  n hazırlık aşamasında, porselen krozelere tartıldı ve AOAC 985.35'e (1988) göre yakıldı ve 1N HNO<sub>3</sub>  zeltisinde  z nd r ld .

ICP-OES cihazının çalışma parametreleri; RF gücü 1.5 kW, plazma gaz (Ar) akış hızı 15 L/dakika, auksilary gaz (Ar) akış hızı 0.2 L/dakika, nebulizer akış hızı 0.6 L/dakika, örnek akış hızı 1.5 mL/dakika, gecikme zamanı 10 saniye, ortam sıcaklığı 24 C olacak şekilde ayarlandı. Analiz edilecek minerallerin tanımlanması için kullanılan dalga boyu değerleri, cihazı üreten firma tarafından hazırlanan kullanım kılavuzundan (Boss ve Fredeen, 2004) elde edildi. Mineral madde tayiniyle hammaddenin ve bisküvilerin kalsiyum (Ca), demir (Fe),  inko (Zn), mangan (Mn), fosfor (P), magnezyum (Mg), ve potasyum (K) içerikleri saptanmıştır.

### 2.2.7 Toplam Fenolik Madde Tayini

Hammaddelerde ve bisküvi örneklerinde toplam fenolik madde tayini ve antioksidan aktivite tayinlerinin gerçekleştirilmesi için öncelikle örneklerden ekstraktlar hazırlanmıştır.

Bu amaçla, 1 g örnek falkon tüplerine tartılıp üzerine 10 ml %70'lik metanol çözeltisi eklendikten sonra homojenizatörde 12.0 rpm'de 1 dk homojenize edilmiştir. Sonrasında örnekler erlenlere aktarılıp ultrasonik su banyosunda (Elma E 60 H, Almanya) 10 dk bekletilmiş ve orbital çalkalayıcıda (WiseShake SHO-1D, Almanya) 160 devirde 15 dakika çalkalanmıştır. Örnekler 4 °C'de 8500 rpm'de 20 dk santrifüjlendikten (Hettich, Universal 30 RF, Almanya) sonra serum kısmı balon jodelere alınmıştır. Çökelti kısmına tekrar 10 ml metanol çözeltisi eklenip aynı işlemler bir kez daha tekrarlanmıştır. İkinci kez serum kısmı balon jodeye alındıktan sonra balon jodeler %70'lik metanol ile 25 ml'ye tamamlanmıştır ve sonraki analizler için kahverengi şişelere aktarılıp -18°C'de depolanmıştır.

Toplam fenolik madde tayini Folin-Ciocalteu (FC) metoduna göre gerçekleştirilmiştir (Singleton ve ark. 1999). Kalibrasyon eğrisi, spektrofotometrede (PG Instruments Ltd, T80 UV/VIS Spektrofotometer, İngiltere) 5-100 mg/L konsantrasyon aralığındaki gallik asit çözeltileri yardımıyla oluşturulmuştur. Hammaddelerin ve örneklerin analizinde, test tüplerine sırasıyla 5 mL 1:10'luk (v/v) FC çözeltisi, 1 mL örnek ekstraktı ve 4 mL 75 g/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> eklenip vorteks ile karıştırılmıştır. Ön denemelerden elde edilen sonuçlara göre; kontrol ve %6 nar kabuğu ikameli bisküvilerde seyreltme yapılmazken %12 ve 18 nar kabuklu bisküviler 1/5 oranında, nar kabuğu hammaddesi ise 1/49 oranında seyreltilerek karanlıkta ve oda sıcaklığında 2 saat beklemeye alınmıştır. 2 saatin sonunda örneklerin absorbanları spektrofotometrede 760 nm'de okunmuştur. Örneklerin toplam fenolik madde sonuçları gallik asit eşdeğeri (GAE)/100g cinsinden hesaplanmıştır.



### 2.2.8 Antioksidan Aktivite Tayini

Antioksidan aktivite tayini 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kalibrasyon eğrisi, spektrofotometrede 10-50 µM konsantrasyon aralığındaki Trolox çözeltileri kullanılarak çizdirilmiştir. Antioksidan aktivite tayininin ön hazırlığı olarak 24 mg DPPH 100 mL'ye metanolle tamamlanarak stok çözeltisi hazırlanmıştır. DPPH çalışma çözeltisi ise, spektrofotometrede 515 nm dalga boyunda absorbansı 1.1 – 1.2 aralığında olacak şekilde stok çözeltinin yaklaşık 5 kat seyreltilmesiyle ayarlanmıştır. Hammaddelerin ve bisküvi örneklerinin analizi için test tüplerine 150 µL örnek ekstraktı ve 2850 µL çalışma çözeltisi eklenmiştir ve vorteks yardımıyla karıştırılmıştır. Kontrol ve %6 nar kabuğu içeren örneklerde seyreltme yapılmazken %12 ve %18 nar kabuğu ikameli bisküviler 1/2 oranında, nar kabuğu tozu hammaddesi ise 1/99 oranında seyreltilerek kullanılmıştır. 24 saat oda sıcaklığında karanlıkta bekletilen örneklerin absorbansları, spektrofotometrede 515 nm'de okunmuştur. Antioksidan aktivite sonuçları µmol Trolox eşdeğeri (TE)/100g cinsinden hesaplanmıştır.

### 2.2.9 Toplam Asitlik Tayini

Hammaddelerin ve bisküvi örneklerinin asitlik derecesi tayinleri Cemeroglu'na (2013) göre belirlendi. Ögütülmüş örneklerden 2 g alınıp üzerine 100 mL saf su eklenmiştir ve homojenizatör yardımıyla örnekler çözdürülmüştür. Çözeltinin üzerine 2-3 damla fenolftalein indikatörü eklenmiş ve sabit pembe renk oluşuncaya dek ayarlı 0.1 N NaOH ile titre edilmiştir. NaOH sarfiyatları nar kabuğundaki hâkim asit olan susuz sitrik asit cinsinden hesaplanmak üzere 0,006404 ile çarpılarak sonuçlar hesaplanmıştır.

### 2.2.10 pH Tayini

Hammaddelerin ve bisküvilerin pH tayinlerinin gerçekleştirilmesi için, 2 g örneğin üzerine 20 mL saf su eklenerek homojenizatör yardımıyla çözelti

hazırlanmıştır (Cemeroğlu 2013). pH değerleri, dijital pH metrenin probunun (Hanna Instruments HI 8314, ABD) çözelti içine daldırılmasıyla okunmuştur.

### 2.2.11 p-Anisidin Değeri Tayini

Bisküvi örneklerinin p-anisidin değeri analizi (p-AV) IUPAC (1987) ve AOCS (1990) metotlarına göre gerçekleştirilmiştir. Analizin ön hazırlığı olarak bisküvilerin yağları petrol eteri solventi eşliğinde Soxhlet cihazında ekstrakte edilmiştir. p-anisidin çözeltisinin hazırlanması için öncelikle ağartma işlemi uygulanmıştır. Bunun için 20 g p-anisidin 75°C'deki 1 litre saf suda çözündürülmüştür. Sonrasında çözeltinin içine 2 g sodyum sülfid ve 20 g aktif karbon eklenmiştir ve 5 dakika mekanik çalkalayıcıda karıştırılmıştır. Çözelti 2 katlı adi filtre kağıdıyla süzdürüldükten sonra berrak süzüntü +4°C'de 1 gece bekletilmiştir. Beklemenin sonunda çözeltinin içinde oluşan kristaller süzülüş ve neminden uzaklaştırılmak üzere desikatöre alınmıştır, neminden arınan p-anisidin kristalleri ileriki analizlerde kullanılmak üzere kahverengi şişelere konarak +4°C'de saklanmıştır. p-anisidin çözeltisi, kristallerin glasiyel asetik asit içinde %0.5 (w/v) olacak şekilde çözündürülmesiyle analize hazır hale getirilmiştir.

Bisküvilerin p-anisidin değeri tayini için ekstrakte edilen yağdan 1 g alınarak 25 mL'lik balon jojeye konmuştur ve n-hekzan ile 25 mL'ye tamamlanarak yağ çözündürülmüştür. Çözeltinin absorbansı ( $A_1$ ), n-hekzan kör olarak kullanılarak spektrofotometrede 350 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Yağ çözeltisinden 5 mL alınarak üzerine 1 mL p-anisidin çözeltisinden ilave edilmiş ve 10 dk karanlıkta bekletilmiştir. Aynı işlem kör olarak kullanılacak olan 5 mL n-hekzan+ 1 mL p-anisidin çözeltisine de uygulanmıştır. Beklemenin ardından n-hekzan+ p-anisidin karışımı kör olarak kullanılarak 350 nm'de yağ çözeltisinin absorbansı ( $A_2$ ) okunmuştur. Bisküvi örneklerinin p-anisidin değerleri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$p-AV = 25 \times (1,2 \times A_2 - A_1) / M$$

M= Örnek miktarı (g)

$A_1$ = n-hekzanda çözündürülmüş yağın absorbansı

$A_2$ = p-anisidin ilave edilmiş yağ-n-hekzan çözeltisinin absorbansı

### 2.2.12 Peroksit Sayısı Tayini

Bisküvilerin peroksit sayıları analizi Chaijan ve ark. (2006)'a göre gerçekleştirilmiştir. Soxhlet cihazında petrol eteri ile ekstrakte edilen yağlardan erlenlere yaklaşık 1 g tartılmış ve üzerine 10 mL kloroform eklenerek yağlar çözümlenmiştir. Yağ çözeltilerinin üzerine 15 mL glasiyel asetik asit ve 1 mL doymuş KI çözeltisi ilave edilmiştir. Erlenlerin ağzı kapatılarak mekanik çalkalayıcıda 1 dk boyunca karıştırılmıştır ve çözeltiler 10 dk karanlık ortamda bekletilmiştir. Beklemenin ardından çözeltilerin üzerine 75 ml saf su ve 1 mL nişasta çözeltisi (%1, w/v) ilave edilmiştir ve çözelti 0.01 N ayarlı sodyum tiyosülfat çözeltisiyle titre edilmiştir. Bisküvi örneklerinin peroksit sayıları aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$PV = (V \times N) / M \times 100$$

M= Örnek miktarı (g)

V= Sodyum tiyosülfat çözeltisi sarfiyatı (mL)

N= Sodyum tiyosülfat çözeltisinin normalitesi

### 2.3 Bisküvilerde Yapılan Fiziksel Analizler

Bisküvilerin fiziksel özelliklerini ortaya koymak amacıyla renk ve tekstür analizleri yapılmıştır. Depolama boyunca bisküvilerde gerçekleşen kalite değişimlerinin belirlenmesi için renk ve tekstür analizleri depolamanın 3., 6. ve 9. aylarında tekrarlanmıştır. Tekstür analizleri 2 paralelli şekilde gerçekleştirilmiştir.

#### 2.3.1 Renk Tayini

Bisküvilerin renk değerlerinin belirlenmesi için bisküviler öğütülerek toz hale getirildikten sonra örnekler cam petri kaplarına konmuş ve üzerine cam bir plaka konarak renk cihazının okumasına hazır hale getirilmiştir. Bisküvi örneklerinin renk değerleri (Hunter L [ 0-100= koyuluk-açıklık], a [a+ = kırmızı, a- = yeşil] ve b [b+ = sarı, b- = mavi] ), Hunter-Lab Mini Scan XE renk ölçüm cihazı (Reston, VA, ABD) ile belirlenmiştir (Anonim, 1995).

### **2.3.2 Sertlik Tayini**

Bisküvilerin tekstür özelliklerinin belirlenmesi için bisküvilere tekstür cihazında (Brookfield CT3-4500, ABD) 3-point bending test metodu kullanılarak sertlik tayini yapılmıştır. Analizler oda sıcaklığında gerçekleştirilmiş ve analiz için TA3/100 probu kullanılmıştır. Tekstür cihazının çalışma parametreleri; trigger kuvveti: 1.00 N, test hızı: 2.00 mm/s, uzaklık: 31.00 mm şeklinde ayarlanmış ve sonuçlar N cinsinden hesaplanmıştır.

### **2.4 Bisküvilerde Yapılan Duyusal Analizler**

Bisküvilerin 0. ay duyusal analizleri, bisküvi üretiminin yapıldığı gün gerçekleştirilmiştir. Duyusal analizler, bisküvilerin kalite değişimlerini tespit etmek amacıyla depolamanın 3., 6. ve 9. aylarında da tekrarlanmıştır. Depolamaya bağlı yapılan duyusal analizler, bisküvi ambalajlarının açıldığı gün gerçekleştirilmiştir. Duyusal analizlere, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi öğretim elemanları ve öğrencileri panelist olarak katılım sağlamıştır. Duyusal analizler 2'şer tekerrürlü yapılmış ve her tekerrürüne 24'er panelist katılmıştır. Duyusal paneller, 18 – 51 yaş aralığındaki %62'si kadın ve %38'i erkek panelistin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Panelistler, bisküvileri renk, koku, sertlik, lezzet, çiğnenebilirlik ve genel beğeni parametrelerine göre değerlendirmişler ve hedonik skalada 1 (aşırı kötü) ile 7 (mükemmel) puan arasında puanlamışlardır. Bisküvi örnekleri, rastgele seçilen 3 basamaklı sayılarla kodlanmıştır ve her tadım sonrasında ağız içinin nötrlenmesi için panelistlerden bir parça etimek yenmesi ve su içilmesi istenmiştir. Paneller, panelistlerin birbirinden ve ortamdan etkilenmeyecekleri şekilde paravanlarla bölünmüş masalarda yapılmıştır.

### **2.5 İstatistiksel Analizler**

Farklı oranlarda nar kabuğu tozu ikameli bisküvilerin birbirleri arasındaki farkları, depolamaya bağlı değişimleri ve modifiye atmosfer koşulları arasındaki farkları tespit etmek amacıyla yapılan kimyasal, fiziksel ve duyusal analizlerin

sonuçları “Minitab 16 Statistical Software” programı kullanılarak varyans analizlerine tabi tutulmuştur. Bisküvilerin depolama süresine bağlı değişimleri ve depolama koşullarına bağlı değişimleri tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile belirlenmiştir. Bisküvi çeşidi, depolama koşulu ve depolama süresinin her üçüne bağlı değişimler ise General Linear Model (ANOVA) testi ile belirlenmiştir. Gruplara ait veriler arasındaki farklar Tukey testi ile karşılaştırılmış, veriler  $\alpha=0.05$  güven aralığında test edilmiştir. Anlamli derecede bulunan değişimler ve benzerlikler tablolar üzerinde gösterilmiştir.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1 Kimyasal Analiz Sonuçları

##### 3.1.1 Hammadde ve Bisküvilerin Temel Kimyasal Kompozisyonları

Bisküviler Bölüm 2.1.2’de belirtildiği şekilde üretilmiştir. Bisküvilerde nar kabuğu ikamesinin bisküvinin kimyasal kompozisyonunda neden olduğu değişiklikleri saptamak amacıyla bisküvilerde depolamanın başlangıcında protein, yağ, kül, toplam asitlik, pH, suda çözünür ve suda çözünmeyen diyet lifi ve toplam diyet lifi analizleri yapılmıştır. Bu analizler, bisküvilerde değişikliklerin nedeninin anlaşılması için buğday unu ve nar kabuğu tozu hammaddelerinde de gerçekleştirilmiştir. Hammaddelerin bazı kimyasal analiz sonuçları Tablo 3.1’de verilmiştir.

**Tablo 3.1:** Hammaddelerin bazı kimyasal özellikleri

Hammadde	Protein (%)*	Yağ (%)*	Kül (%)*	Toplam asitlik (%)*	pH	Diyet lifi (%)*		
						Çözünür diyet lifi	Çözünmez diyet lifi	Toplam diyet lifi
Un	11.93	1.66	0.50	0.19	6.08	1.39	1.50	2.89
Nar kabuğu tozu	2.63	3.48	4.12	7.55	3.77	8.15	35.34	43.49

\*: Kuru madde esasına göre

Nar kabuğunun yüzde yağ, kül, toplam asitlik ve diyet lifi içeriğinin buğday ununa göre yüksek olduğu görülmektedir, pH değerlerinin ise toplam asitlikle ters orantılı olarak düşük olduğu gözlenmiştir.

Buğday ununun protein içeriği buğdayın tür ve çeşidi ve unun elde edilme prosesine bağlı olarak %6.00 - %20.00 arasında değişmektedir (He ve Hosney 1992). Buğday unundaki glutenin ve gliadin proteinleri, hamurun yoğrulması sırasında hidrate olarak ve kimyasal bağlarla birleşerek, hamura elastikiyet sağlayan özü (gluten) meydana getirirler (Dizlek 2011). Bisküvi üretimi için

yüksek gluten oranına sahip buğday ununa ihtiyaç duyulmamaktadır (Beğen 2012). Bu sebeple kullanılan buğday unu (%11.93) bisküvi üretimi için uygundur.

Literatürde nar kabuğunun kimyasal kompozisyonunun incelendiği çalışmalarda protein içeriğinin %0.70 ile %8.72 arasında, kül içeriğinin %0.50 ile %8.00 arasında, yağ içeriğinin %0.40 ile %9.40 arasında, diyet lifinin ise %12.61 ile %62.09 arasında değiştiği belirlenmiştir (Aguilar ve ark. 2008; Ullah ve ark. 2012; Al-Rahawi 2013; Kushwaha 2013; Hasnaoui 2014; Ismail ve ark. 2014; Srivastava ve ark. 2014; Romelle ve ark. 2016). Bu çalışmada nar kabuğunun kompozisyonuna ilişkin bulunan veriler de literatürdeki verileri desteklemektedir.

Bitkinin cinsi, yetiştiği toprak, hasat zamanı, iklim koşulları, kullanılan pestisitler, nar kabuğunun kurutma metodu ve süresi gibi etkenlerin, nar kabuğu tozunun kimyasal kompozisyonunda farklılıklara neden olabileceği literatürde bildirilmiştir (He ve Hosney 1992; Prakash ve Prakash 2011; Fawole ve Opara 2013; Hasnaoui 2014; Galaz ve ark. 2017).

Bisküvilerin bazı kimyasal özellikleri Tablo 3.2 ve 3.3'te verilmiştir. Nar kabuğu ikamesi bisküvilerin protein, yağ, kül ve çözünür diyet lifi içeriklerinde önemli bir değişikliğe neden olmamıştır ( $p>0.05$ ). Nar kabuğu ikame oranı arttıkça bisküvilerin toplam asitlik değerleri artarken pH değerleri ise önemli ( $p<0.05$ ) şekilde azalmıştır. Bisküvilerin toplam asitlik ve pH değerlerindeki bu değişimin, nar kabuğu ve buğday unu hammaddelerinin toplam asitlik ve pH değerlerindeki farklılıktan ileri geldiği düşünülmektedir (Tablo 3.1). Formülasyondaki nar kabuğu oranı arttıkça bisküvilerin suda çözünmez diyet lifi içerikleri, buna bağlı olarak da toplam diyet lifi içerikleri önemli ( $p>0.05$ ) düzeyde artmıştır. Bisküvilerin çözünmez diyet lifi ve toplam diyet lifi içeriğindeki bu artışın, nar kabuğunun diyet lifi içeriğinin buğday ununa kıyasla çok daha yüksek (Tablo 3.1) olmasından kaynaklandığı görülmektedir.

**Tablo 3.2:** Bisküvilerin bazı kimyasal özellikleri

Bisküvi Çeşidi	Rutubet (%)	Protein (%)*	Yağ (%)*	Kül (%)*	Diyet lifi (%)*		
					Çözünür diyet lifi	Çözünmez diyet lifi	Toplam diyet lifi
K	1.12±0.40a	6.66±1.02a	17.90±0.80a	1.98±0.14a	0.59±0.14a	1.35±0.32b	1.93±0.26c
NK6	0.52±0.08a	6.46±0.44a	18.22±1.20a	2.02±0.08a	1.17±0.24a	5.77±0.59a	6.93±0.52b
NK12	0.70±0.11a	6.11±0.52a	18.94±0.32a	2.09±0.18a	1.69±0.16a	6.63±0.43a	8.83±0.40ab
NK18	0.49±0.23a	5.76±0.89a	19.23±1.20a	2.16±0.10a	2.19±0.17a	7.13±0.18a	9.31±0.33a

**Tablo 3.3:** Bisküvilerin asitlik özellikleri

Bisküvi Çeşidi	Toplam asitlik (%)*	pH
K	0.26±0.03d	6.26±0.02a
NK6	0.67±0.13c	5.03±0.01b
NK12	0.99±0.03b	4.62±0.04c
NK18	1.35±0.03a	4.39±0.02d

K: Nar kabuğu tozu ilave edilmemiş bisküvi grubu

NK6: %6 nar kabuğu tozu ikame edilmiş bisküvi grubu

NK12: %12 nar kabuğu tozu ikame edilmiş bisküvi grubu

NK18: %18 nar kabuğu tozu ikame edilmiş bisküvi grubu

Aynı sütunda farkı harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05).

\*: Kuru madde esasına göre

TS 2383 Bisküvi Standardı piyasadaki bisküvilerin sahip olmaları gereken genel kimyasal, mikrobiyolojik ve fiziksel özelliklerin belirlendiği Türk Standardı'dır. TS 2383'e göre bisküviler, en çok %6 (m/m) rutubet, kuru maddede en çok %1.5 (m/m) toplam asitlik ve %6 (m/m) kül içerebilmektedir. Bu çalışmada üretilen kontrol ve nar kabuğu tozu ilaveli bisküvilerin; %0.49 - 1.12 arasında rutubet, %0.26 - %1.35 arasında toplam asitlik ve %1.98 – 2.16 arasında kül içeriğine sahip olduğu bulunmuştur. Üretilen tüm bisküvilerde TS 2383 Bisküvi Standardı'na uygun sonuçlar elde edilmiştir.

Diyet lifi, bitkilerin hücre duvarında bulunan, insanların ince bağırsağında sindirime dirençli olan ve kalın bağırsakta fermentasyona uğrayan fonksiyonel bir gıda bileşenidir. Diyet lifleri selüloz, hemiselüloz, lignin, gum ve pektin gibi polisakkaritlerden oluşmaktadır. İnsan sindirim sisteminde diyet liflerini glikoza parçalayan sindirim enzimleri bulunmadığından bu bileşenler tamamen sindirilememektedir, dolayısıyla diyet liflerinin besin değeri yoktur. Ancak kalın



bağırsakta fermentasyona uğrayan lifler bir miktar ( $\leq 1$  kcal/g) enerji vermektedir (Chizzolini ve ark. 1999; Harris ve Ferguson 1999; Dülger ve Şahan 2011).

Diyet lifleri fekal hacmin artmasını sağlayarak bağırsak transit süresini kısaltarak boşaltım sisteminin düzenlenmesine yardımcı olmaktadır. Diyet liflerinin bağırsak florasındaki 500'den fazla bakteri çeşidini etkilediği, sinerjik ve antogonist etkileşimlerle boşaltım sistemini kontrol ettiği belirtilmiştir (Ekici ve Ercoşkun 2007).

Literatürde diyet liflerinin boşaltım sisteminin düzenlenmesinin yanında çeşitli kanser türleri, kalp-damar hastalıkları, obezite, gastrointestinal hastalıklar gibi birçok rahatsızlığın önlenmesinde rol oynadığı bildirilmiştir. Diyet liflerinin, LDL kolesterolü düşürerek kalp krizi, hipertansiyon ve kolon kanseri riskini azalttığı vurgulanmıştır. Bunların yanında, hemoroid, apandisit, osteoporozis gibi birçok rahatsızlığın önlenmesinde diyet lifi tüketiminin yardımcı olduğu belirtilmiştir (Fernandes-Gines ve ark. 2004; Rehinan ve ark. 2004). Diyet lifinin, karbonhidrat metabolizmasının düzenlenmesinde rol alarak kandaki glukoz miktarını düşürdüğü bildirilmiştir. Günlük 1 g diyet lifi tüketiminin glisemik indeksi %0.25 oranında düşürdüğü rapor edilmiştir (Dror 2003).

Diyet liflerinin yukarıda bahsedilen sağlık problemlerini azaltan etkileri nedeniyle günlük diyetle alınması gereken lif miktarının artırılması önerilmektedir (Garcia ve ark. 2002). Dünya Sağlık Örgütü, günde alınması gereken diyet lifi miktarının 25-40 g olduğunu rapor etmiştir (Jalili ve ark. 2001). Günde alınması gereken lif miktarının 25 g olduğu varsayılarak bir porsiyon (30 g) (Anonim 2017) bisküvi tüketiminin bir kişinin günlük diyet lifi ihtiyacını karşılama oranları hesaplanmıştır.

Kontrol bisküviden günde bir porsiyon tüketen bir kişi günlük diyet lifi ihtiyacının %2.32'sini karşılarken bu oran NK6'da %8.32, NK12'de %9.96, NK18'de ise %11.16 olarak hesaplanmıştır. NK18'den bir porsiyon tüketen bir kişi, günlük diyet lifi ihtiyacının kontrol bisküvilerine göre yaklaşık 5 katını karşılamaktadır. Bu bulgunun ışığında bisküvilerin diyet lifi içeriğinin nar kabuğu tozu ilavesi ile zenginleştirildiği söylenebilir.

Ismail ve ark. (2014) yaptığı çalışmada kurabiyeleri %1.5, 3.0, 4.5, 6.0 ve 7.5 nar kabuğu tozu ile zenginleştirmiş ve kurabiyelerin bazı kimyasal özelliklerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar kurabiye formülasyonunda nar kabuğu tozu oranı arttıkça kurabiyelerin diyet lifinde önemli bir artışın olduğunu bildirmişlerdir. Kontrol kurabiyesinin diyet lifi içeriği %0.32 olarak belirlenirken en yüksek oran olan %7.5 nar kabuğu tozu içeren kurabiyelerin diyet lifi oranının %1.96'ya yükseldiği rapor edilmiştir.

Omar ve Mehder (2013), tava ekmeğini %1, 2 ve 5 nar kabuğu tozu ile hazırlayarak ekmeğin genel kimyasal kompozisyonundaki değişimleri belirlemişlerdir. Çalışmada kontrol ekmeğinin diyet lifi oranı %1.32 olurken %5 nar kabuğu tozu ile hazırlanan ekmeklerin %4.82 diyet lifi içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir.

Topkaya ve Işık (2019) muffin kek formülasyonundaki buğday ununa %5, 10 ve 15 nar kabuğu ikame etmişlerdir. Nar kabuğu ilavesi arttıkça muffin keklerin diyet lifi içeriğinde önemli bir artışın meydana geldiği ifade edilmiştir. Kontrol keklerinin toplam diyet lifi oranı 2.36 iken %15 nar kabuğu ikame edilmiş keklerin toplam diyet lifi oranı 6.48 olarak bulunmuştur.

Yapılan bazı çalışmalarda bisküvi üretiminde başka meyve kabuk ve posaları kullanılarak da bisküviler diyet lifince zenginleştirilmiştir. Bu çalışmaların sonuçları aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Naknaen ve ark. (2016), yaptıkları çalışmada bisküvilere %10, 20 ve 30 oranında kavun kabuğu tozu ilave etmişlerdir. Yüksek diyet lifi içeriğine sahip kavun kabuğu ilavesi bisküvilerin diyet lifi içeriğini arttırmıştır ve buna bağlı olarak glisemik indeksini düşürülmesini de sağlamışlardır.

Matias ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada bisküvi formülasyonuna %5, 10, 15 guava posası ekleyerek bisküvilerin diyet lifi içeriğinin arttırıldığını bildirmiştir.

Ajila ve ark. (2008), mango üretim atığı olan kabukları bisküvi formülasyonunda %5.0, 7.5, 10.0, 15.0 ve 20.0 oranında buğday ununa ikame etmişler ve mango kabuğu ikamesinin bisküvilerin diyet lifi içeriğini arttırdığını tespit etmişlerdir.

Carson ve ark. (1994), yulaflı bisküvilere %30, 40 ve 50 oranında, Wang ve Thomas (1989) ise %40 oranında elma posası ilave ederek bisküvilerin diyet lifi bakımından zenginleştirildiğini rapor etmişlerdir.

Larrea ve ark. 2005'te, Nassar ve ark. 2008'de, Kohajdova ve ark. 2011'de, Kohajdova ve ark. 2013'te, yaptıkları çalışmalarda bisküvilerin diyet lifi içeriğinin artırılması için %5 ile %25 arasında çeşitli meyve suyu üretim atığı olan turunçgil kabukları kullanmışlardır.

Mildner-Szkudlarz ve ark. (2013), bir çalışmalarında bisküvi üretim formülasyonuna %10, 20 ve 30 oranında ikame ettikleri üzüm posası ile bisküvilere diyet lifi katkısı yapıldığını rapor etmiştir.

Gorecka ve ark. (2010), bisküvi formülasyonunda una %25 ve 50 oranında ahududu posası ikame etmiştir. Sonuçlarda ahududu ikamesinin bisküvileri diyet lifi bakımından zenginleştirdiği ifade edilmiştir.

Özboy-Özbaş ve ark. (2010), bisküvileri %10, 20, 30, 40 ve 50 kayısı çekirdeği tozu kullanarak hazırlamışlardır. Kayısı çekirdeği tozu oranı arttıkça bisküvilerin diyet lifi içeriklerinin arttırıldığı bildirilmiştir.

### **3.1.2 Bisküvilerin Mineral Madde Kompozisyonu**

Bisküvilerin mineral madde kompozisyonu sonuçları Tablo 3.4'te verilmiştir. Nar kabuğu ilavesiyle birlikte bisküvilerin potasyum, kalsiyum ve bakır içeriklerinin önemli ( $p < 0.05$ ) derecede arttığı görülmektedir. Bisküvilerin magnezyum ve mangan içeriklerinde nar kabuğu ikamesi artışı ile önemli ( $p > 0.05$ ) bir değişim olmadığı belirlenmiştir. Literatürde nar kabuğunun mineral madde kompozisyonu hakkındaki bulgular dikkate alındığında (Tablo 1.3) bisküvilerdeki potasyum ve kalsiyum miktarı artışının, nar kabuğunun bu mineraller bakımından zengin olmasından kaynaklandığı görülmektedir.

**Tablo 3.4:** Bisküvilerin mineral madde kompozisyonları (mg/100 g)\*

Mineraller	K	NK6	NK12	NK18
P	131,13±3,76 ab	133,13±3,90 a	125,78±0,21 ab	122,24±0,82 b
K	125,22±2,09 d	176,01±4,24 c	224,51±2,61 b	269,60±7,73 a
Ca	62,39±1,56 d	72,32±3,54 c	86,40±0,39 b	100,91±0,29 a
Mg	26,04±0,74 a	27,41±1,95 a	28,71±0,13 a	29,99±0,28 a
Fe	4,76±0,09 a	4,73±0,14 a	4,26±0,13 b	4,04±0,05 b
Cu	0,18±0,00 b	0,18±0,00 b	0,19±0,00 ab	0,20±0,01 a
Zn	0,52±0,14 a	0,51±0,14 a	0,49±0,00 a	0,49±0,00 a
Mn	0,74±0,14 a	0,73±0,02 ab	0,70±0,00 ab	0,68±0,00 b

Aynı satırda farklı harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05).

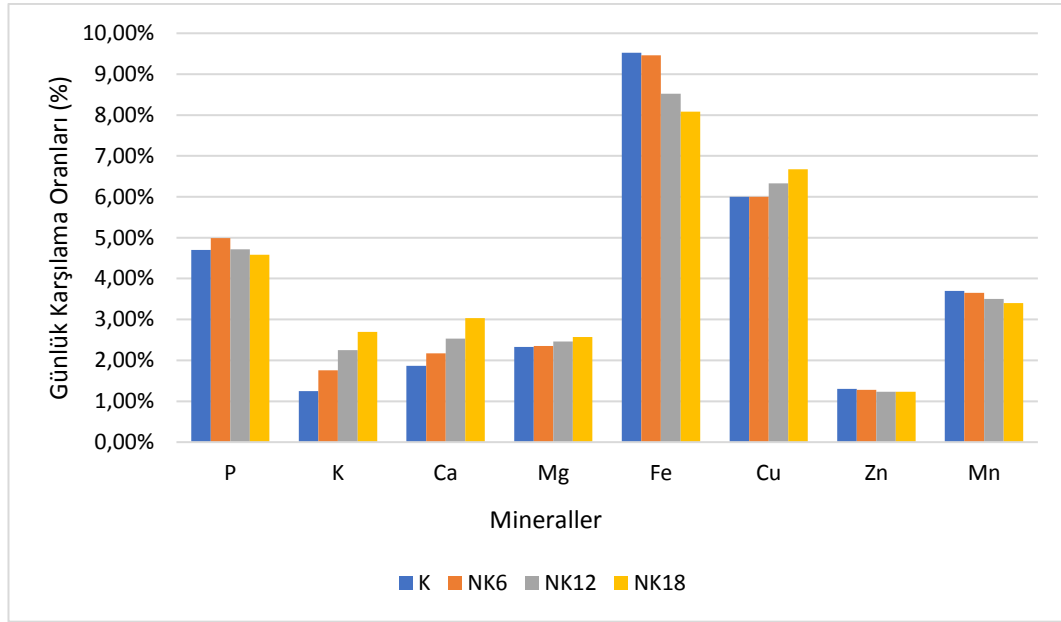
\*: Sonuçlar kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

Topkaya ve Işık (2019) %5, 10 ve 15 nar kabuğuyla hazırladıkları muffin keklerin mineral madde kompozisyonlarını incelemiştir. Çalışmada nar kabuğu tozu ikamesinin keklerin potasyum, kalsiyum, magnezyum ve fosfor içeriklerinde önemli oranda artışa neden olduğunu belirlemiştir. Bahsi geçen çalışmada aynı tür nar kullanılmasına rağmen keklerin magnezyum ve fosfor içeriğindeki artış çalışmamızla uyuşmamaktadır. Bitkisel ürünlerin mineral madde kompozisyonları toprağın bileşimi, mevsimler, su kaynağı, gübre ve pestisit kullanımına bağlı olarak değişmektedir (Demir ve ark. 2003). Elde edilen bulgular arasındaki farklılıkların, yukarıda bahsedilen değişkenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ismail ve ark. (2014) %1.5, 3.0, 4.5, 6.0 ve 7.5 oranında nar kabuğu ikame ettikleri kurabiyelerde mineral madde kompozisyonunun belirlenmesi için bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar bisküvi formülasyonundaki nar kabuğu ikame oranı arttıkça bisküvilerin potasyum, kalsiyum, çinko ve demir içeriklerinin arttığını belirlemiştir. Araştırmacıların çalışmasındaki çinko ve demir değerlerindeki değişim bizim çalışmamızla uyuşmamaktadır, bunun nedeninin kullanılan nar türünün farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mineraller, insan vücudunda kan, kemik, diş ve kas dokularının yapısında bulunan; dolaşım, sinir, kas ve iskelet sistemlerinin işlevlerinin düzenlenmesinde görev alan inorganik maddelerdir. Mineral maddelerin bu yapıya katılıcı ve düzenleyici işlevleri nedeniyle günlük olarak belirli miktarlarda alınması gerekmektedir (Samur 2012). Sağlıklı bir yetişkinin günlük olarak alması gereken minerallerin miktarları şu şekildedir; 3000 mg potasyum, 800 mg fosfor, 1000 mg kalsiyum, 350 mg magnezyum, 15 mg demir, 0.9 mg bakır, 12 mg çinko ve 6 mg mangandır (Baysal 2006; Samur 2012; Işık 2013). Şekil 3.1'de 30 g bisküvi

tüketilmesi halinde bazı minerallerin günlük ihtiyacının karşılanma oranları verilmiştir.



**Şekil 3.1:** 30 g bisküvi tüketilmesi halinde bazı minerallerin günlük ihtiyacının karşılanma oranları

Yukarıdaki şekil incelendiğinde 1 porsiyon (30 g) kontrol grubu bisküvi tüketen bir kişi, günlük fosfor ihtiyacının %4.70'ini, potasyumun %1.25'ini, kalsiyumun %1.87'sini, magnezyumun %2.23'ünü, demirin %9.52'sini, bakırın %6,00'sını, çinkonun %1.30'unu ve manganın %%3.70'ini karşıladığı görülmektedir. Bir porsiyon NK18 bisküvisinden tüketilmesi halinde ise günlük fosfor ihtiyacının %4.58'ini, potasyumun %2.70'ini, kalsiyumun %3.03'ünü, magnezyumun %2.57'sini, demirin %8.08'ini, bakırın %6.67'sini, çinkonun %1.23'ünü ve manganın %%3.40'ını karşılayabilmektedir.

### 3.1.3 Hammadde ve Bisküvilerin Antioksidan Aktivite Değerleri ve Toplam Fenolik Madde İçerikleri

Bisküvi üretiminde kullanılan buğday unu ve nar kabuğu tozunun antioksidan aktivite değerleri ve toplam fenolik madde içerikleri Tablo 3.5'te gösterilmiştir. Nar kabuğu hammaddesinin buğday ununa göre antioksidan

aktivitesinin ve toplam fenolik madde içeriğinin oldukça yüksek olduğu görülmüştür.

**Tablo 3.5:** Hammaddelerin antioksidan aktivite değerleri ve toplam fenolik madde içerikleri

<b>Hammadde</b>	<b>Antioksidan aktivite değeri* (<math>\mu\text{mol TE}/100\text{g}</math>)</b>	<b>Toplam fenolik madde içeriği* (<math>\text{mg GAE}/100\text{g}</math>)</b>
<b>Buğday unu</b>	2.40	116.28
<b>Nar kabuğu tozu</b>	4666.06	16364.63

\*: Sonuçlar kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

Canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürmesi için gereken enerji, glikoz ve yağ asitleri gibi moleküllerin oksidasyonu ile elde edilmektedir. Bu oksidasyon reaksiyonları, sonucunda reaktif oksijen türleri (ROS) denilen ve yapıları rında oksijen içeren serbest radikaller oluşturmaktadır. Serbest radikaller organizmanın yapı taşları olan doymamış yağ asitlerinin oksidasyonuna, nükleik asit ve protein yapılarının bozulmalarına neden olarak başta kanser türleri ve kardiyovasküler hastalıklar olmak üzere birçok rahatsızlığa yol açmaktadır (Murthy ve ark. 2002; Valko ve ark. 2007).

Hücrelerdeki protein, karbonhidrat, lipit, DNA gibi okside olabilen biyolojik moleküllerin oksidasyonunu önleyen veya geciktiren maddelere antioksidan maddeler denmektedir. Antioksidanlar, serbest radikallerle reaksiyona girerek radikalleri kararlı hale getirmekte ve otooksidasyon / peroksidasyonu önlemektedir. Bazı durumlarda vücudun kendi antioksidan savunma mekanizması yeterli gelmemekte ve dışarıdan ekzojen antioksidan maddeler alınması gerekmektedir (Kasapçopur Özel ve Birdane 2014; Karabulut ve Gülay 2016).

Fitokimyasallar bitkisel kaynaklı biyoaktif maddelerdir. Nar fitokimyasallarını çoğunlukla polifenoller oluşturmaktadır. Bu polifenoller başlıca; flavonoidler (flavonoidler, flavanoidler, antosiyaninler), kondanse tanenler (pro-antosiyanidinler) ve hidrolize olabilir (gallo tanenler ve elaji tanenler) tanenlerdir. Elaji tanenlerin içindeki en önemli grup punikalajindir. Bu tanenler enzimatik ve enzimatik olmayan hidrolize uğrayarak elajik asit, punikalik ve gallik asit yan ürünlerinin oluştururlar. Nar kabuğunda bu fitokimyasallara ek olarak organik asitler ve fenolik asitler, steroller, triterpenoidler ve alkaloidler

bulunmaktadır. Nar kabuğunda bulunan punikalajinin, toplam fenolikler içindeki payının %80 ile %85 (w/w) arasında olduğu, sonrasında %1.3 ile elajik asitin geldiği rapor edilmiştir. Nar kabuğunun antioksidan aktivitesinin %92'si de bu elaji tanenler tarafından sağlanmaktadır (Seeram ve ark. 2005; Fischer ve ark. 2011).

Literatürde nar kabuğu tozunun antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde içeriğine dair birçok çalışma bulunmaktadır. Çeşitli ekstraksiyon yöntemi ve antioksidan aktivite tayin metotları kullanılan çalışmalarda, nar kabuğunun antioksidan aktivite değerinin ve toplam fenolik madde içeriğinin çok yüksek olduğu görülmüştür.

Al-Zoreky (2009), metanol ile ekstrakte ettiği nar kabuklarının toplam fenolik madde içeriğini 26250 mg GAE/100g olarak belirlemiştir. Abid ve ark. (2017), farklı solventler kullanarak ekstrakte ettikleri farklı nar türlerinin kabuklarında toplam fenolik madde tayini yapmıştır. Nar kabuklarının fenolik madde içeriklerinin 30460 (aseton) ile 9918 (etanol) mg GAE/100g arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Orak ve ark. (2011) da hicaz narın bazı kimyasal özelliklerini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada, hicaz narın sulu ekstraktının fenolik madde içeriğinin 2489 mg GAE/100g olarak bulunduğunu bildirmişlerdir. Rongai ve ark. (2017) de nar kabuğundan elde edilen sulu ekstraktın toplam fenolik madde içeriğinin 54250 mg GAE/100g bulunduğunu rapor etmişlerdir. Galaz ve ark. (2017) kurutmanın nar kabuklarının kimyasal bileşimine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada nar kabuklarının antioksidan aktivite değerlerinin 880.8 ile 928.1 mmol TE/100g aralığında bulunduğunu ifade etmiştir.

Bisküvi örneklerinin modifiye atmosfer koşulları altında 9 aylık depolama sürecinde 0, 3, 6 ve 9. aylarda ölçülen antioksidan aktivite değerleri ve fenolik madde içerikleri sırasıyla Tablo 3.6 ve 3.8'de verilmiştir. Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin antioksidan aktivite değerlerine ait varyans analiz sonuçları ise Tablo 3.7'de gösterilmiştir.

Bisküvi formülasyonundaki nar kabuğu ikame oranı arttıkça antioksidan aktivite değeri ve toplam fenolik madde içerikleri de doğru orantılı olarak artmıştır. Antioksidan aktivitesindeki bu artışın, nar kabuğunun antioksidan aktivitesinin buğday ununa göre oldukça yüksek olmasından kaynaklandığı (Tablo

3.5) düşünülmektedir. Nar kabuğu ikame oranının antioksidan aktivite ve fenolik madde içerikleri üzerindeki olumlu değişim depolamanın başlangıcında önemli ( $p<0.05$ ) bulunmasına karşın depolamanın ileriki aşamalarında önemsiz ( $p>0.05$ ) hale gelmiştir.

**Tablo 3.6:** Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki antioksidan aktivite değerleri ( $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ )\*

Bisküvi Çeşidi	Atmosfer Koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay
<b>K</b>	ATM1	5.06±1.20 Ad	8.67±1.12 Ae	0.00±0.00 Ac	0.00±0.00 Af
	ATM2	5.06±1.20 Ad	11.62±0.64 Ae	0.00±0.00 Ac	0.00±0.00 Af
	ATM3	5.06±1.20 ABd	18.93±2.02 Ae	0.00±0.00 Bc	0.00±0.00 Bf
	ATM4	5.06±1.20 Bd	25.40±2.12 Ae	0.00±0.00 Bc	0.00±0.00 Bf
<b>NK6</b>	ATM1	85.94±0.61 Ac	88.53±2.24 Ad	73.36±3.10 Ab	25.36±4.18 Be
	ATM2	85.94±0.61 Abc	109.62±1.14 Ad	72.19±1.48 Bb	11.83±1.72 Cef
	ATM3	85.94 ±0.61 Ac	110.96±2.22 Ad	86.65±2.31 Ab	7.28±1.98 Bef
	ATM4	85.94±0.61 Ac	108.53±2.02 Ad	94.79±3.38 Ab	31.63±3.52 Be
<b>NK12</b>	ATM1	115.94±2.18 Cb	190.55±0.86 Bc	240.19±2.00 Aa	121.71±2.25 Cc
	ATM2	115.94±2.18 Cb	188.83±1.44 Bc	235.69±2.24 Aa	83.00±1.78 Dd
	ATM3	115.94±2.18 Cb	201.00±3.01 Bc	231.86±4.78 Aa	130.85±2.08 Cbc
	ATM4	115.94±2.18 Cb	206.78±0.66 Bc	236.02±0.26 Aa	179.76±7.10 Ba
<b>NK18</b>	ATM1	288.38±4.24 Ba	499.60±5.40 Aa	249.90±4.82 Ca	120.56±2.48 Dc
	ATM2	288.38±4.24 Ba	443.21±3.20 Ab	235.04±8.02 Ca	152.85±8.52 Db
	ATM3	288.38±4.24 Ba	429.76±6.11 Ab	249.40±2.08 Ca	142.34±5.24 Db
	ATM4	288.38±4.24 Ba	481.66±5.28 Aa	248.34±4.66 Ca	181.52±0.56 Da

Aynı satırda büyük harflerle (A, B, C,...) ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ). \*: Sonuçlar kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

Varyans analizi sonucunda; bisküvi formülasyonunun, atmosfer koşullarının, depolama süresinin, bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu interaksyonunun, bisküvi formülasyonu x depolama süresi interaksyonunun, atmosfer koşulu x depolama süresi interaksyonunun ve bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu x depolama süresi interaksyonunun, antioksidan aktivite değerleri üzerinde önemli ( $p<0.05$ ) farklılığa neden olduğu saptanmıştır (Tablo 3.7).

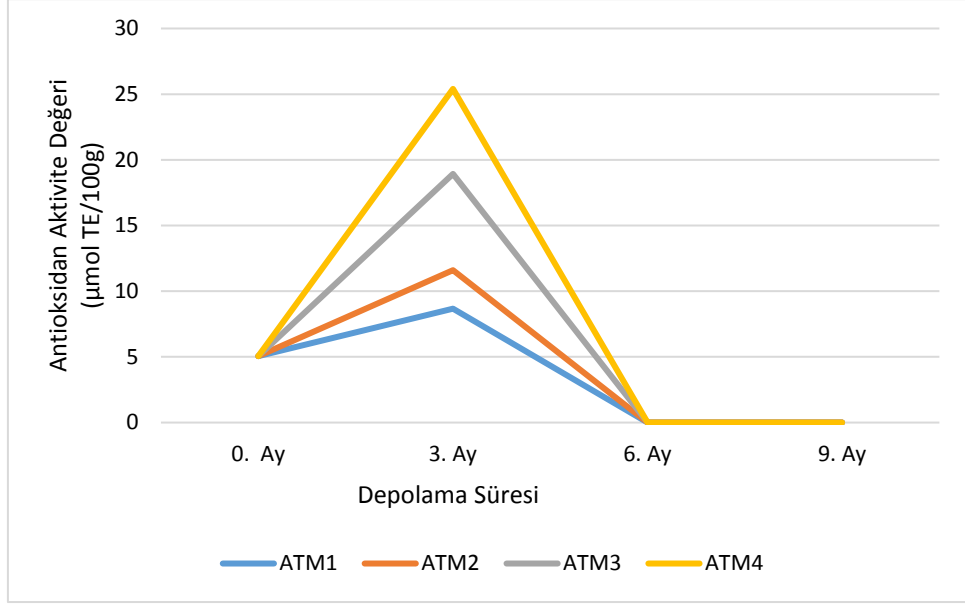


**Tablo 3.7:** Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin antioksidan aktivite değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Antioksidan Aktivite	
		Ortalama	F Değeri
Bisküvi Formülasyonu (A)	K	5.30	11285.81*
	NK6	72.78	
	NK12	169.37	
	NK18	287.42	
Atmosfer Koşulları (B)	ATM1	132.17	33.12*
	ATM2	127.45	
	ATM3	132.15	
	ATM4	143.11	
Depolama Süresi (C)	0. Ay	123.83	1849.39*
	3. Ay	195.23	
	6. Ay	140.90	
	9. Ay	72.92	
AxB			5.46*
AxC			741.87*
BxC			9.99*
AxBxC			11.09*

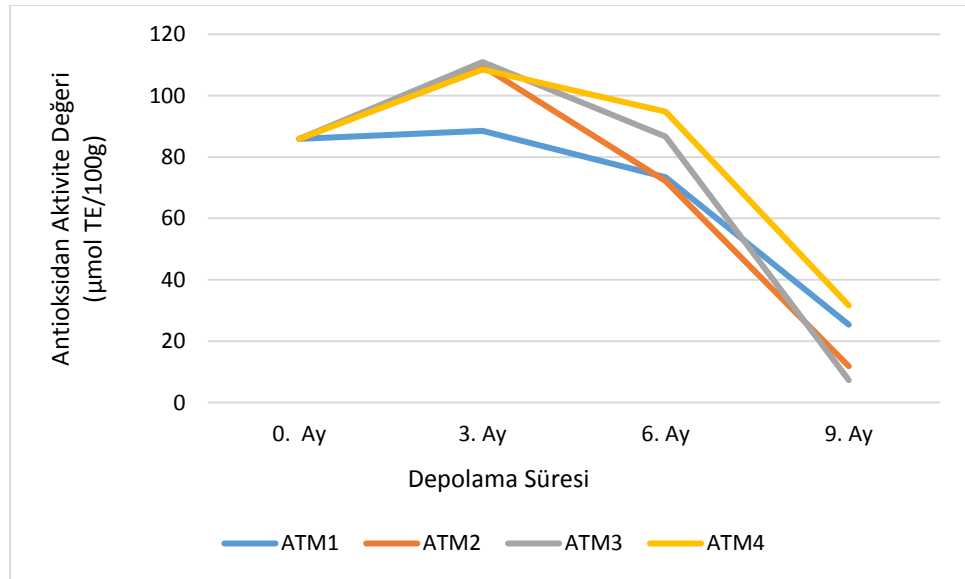
\*:  $p < 0.05$  düzeyinde önemli

Kontrol bisküvilerinin depolamaya bağlı antioksidan aktivitelerindeki değişimler Şekil 3.2’de verilmiştir. Kontrol grubu bisküvilerde ATM1 ile depolanmış ve ATM2 ile depolanmış bisküvilerin antioksidan aktivite değerlerinde depolama boyunca önemli bir değişiklik olmamıştır ( $p > 0.05$ ). ATM3 ve ATM4 ile depolanan kontrol grubu bisküvilerin en yüksek antioksidan aktivite değerleri depolamanın 3. ayında gözlenmiştir. Jensen ve ark. (2011) azot gazı kullanarak depoladıkları ekmeklerin antioksidan aktivite değerlerini belirlemek üzere bir çalışma yapmıştır. 5 haftalık depolamanın sonunda ekmeklerin antioksidan aktivite değerlerinin düştüğünü rapor etmişlerdir. Policegoudra ve Aradhya (2007) mango zencefil suyu ve püresinin depolanması boyunca gerçekleşen antioksidan aktivite değişimlerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, 80 gün boyunca oda koşullarında depolanan meyvenin suyu ve püresinin antioksidan aktivitelerinin sırasıyla %30 ve %33 azaldığını bildirmişlerdir.



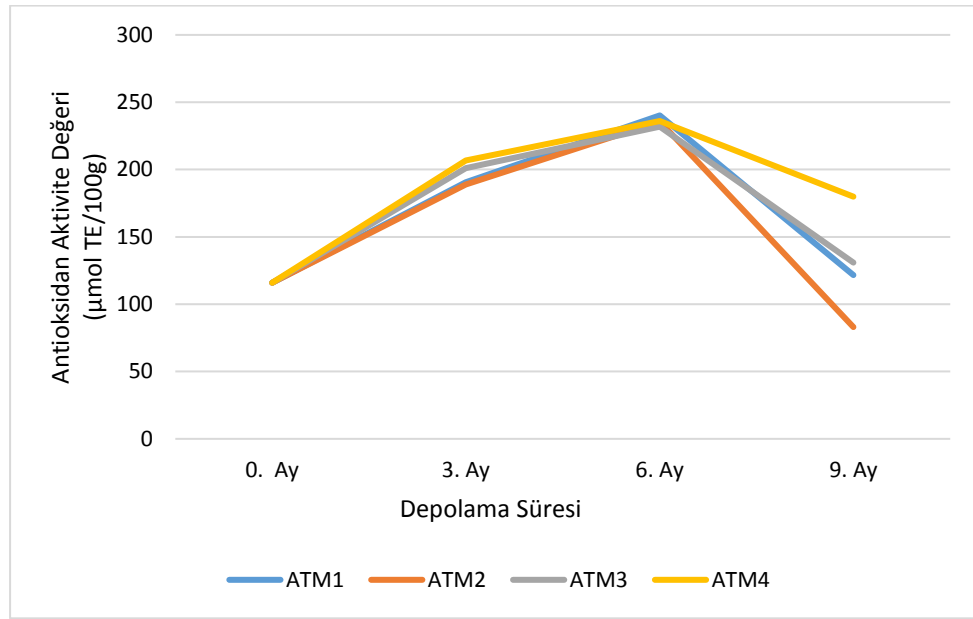
**Şekil 3.2:** Kontrol bisküvilerin antioksidan aktivite değerlerindeki değişimler

NK6 bisküvilerinin depolamaya bağlı antioksidan aktivite değişimleri Şekil 3.3'te gösterilmiştir. %6 nar kabuğu ikame edilerek hazırlanmış bisküvilerde ATM1, ATM3 ve ATM4 ile depolanmış bisküvilerin antioksidan aktivite değerlerinin depolamanın ilk 6 ayında önemli bir değişikliğe uğramadığı, 9. aya gelindiğinde ise önemli şekilde ( $p<0.05$ ) azaldığı görülmüştür. Kompozisyonunda hiç  $CO_2$  bulunmayan ATM2 ile depolanan NK6 bisküvilerin ise antioksidan aktivite değerlerinin depolamanın 6. ayından itibaren anlamlı ( $p<0.05$ ) derecede düşmeye başladığı belirlenmiştir.



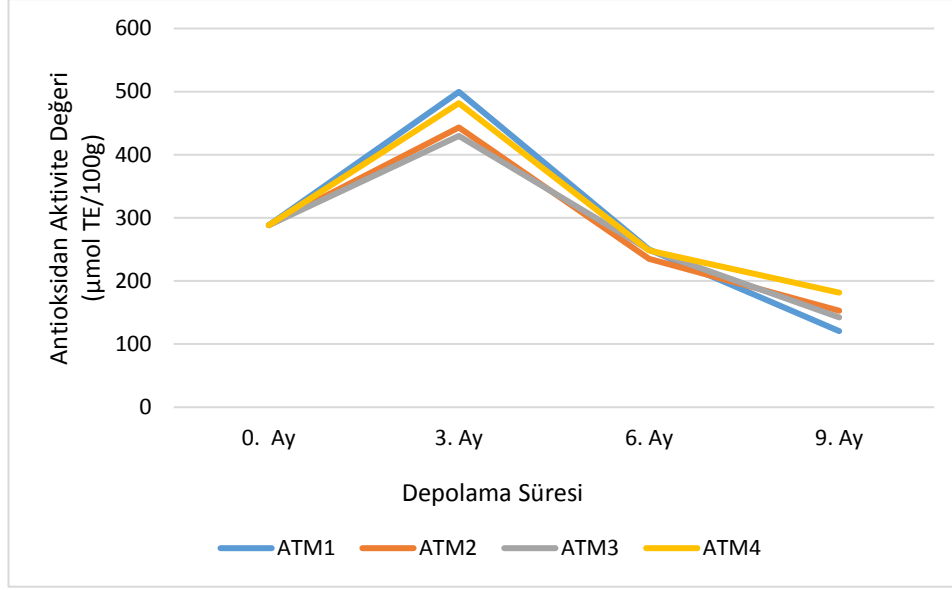
**Şekil 3.3:** NK6 bisküvilerin antioksidan aktivite değerlerindeki değişimler

NK12 grubu bisküvilerin depolamaya bağlı antioksidan aktivitelerindeki değişimler Şekil 3.4'te gösterilmiştir. NK12 bisküviler, tüm atmosfer koşullarında en iyi antioksidan aktivite değerini depolamanın 6. ayında göstermişlerdir. Yalnızca ATM2 koşulunda depolanan NK12 bisküvilerin antioksidan aktivitelerinin, depolamanın 9. ayında depolamanın başlangıcına göre anlamlı derecede ( $p<0.05$ ) düştüğü gözlenmiştir. 9 aylık depolamanın sonunda, ATM2 koşulunda depolanan bisküvilerin en düşük antioksidan aktivite değerine sahip olduğu belirlenmiştir.



**Şekil 3.4:** NK12 bisküvilerin antioksidan aktivite değerlerindeki değişimler

NK18 bisküvilerinin 9 aylık depolama süresi boyunca antioksidan aktivitelerinde oluşan değişim Şekil 3.5'te verilmiştir. Tüm modifiye atmosfer koşullarında NK18 grubu bisküvilerde en yüksek antioksidan aktivite değerlerinin depolamanın 3. ayında görüldüğü belirlenmiştir. Depolamanın 6. ayından itibaren tüm atmosfer koşullarında depolanan NK18 bisküvilerinin antioksidan aktivite değerlerinin anlamlı derecede ( $p<0.05$ ) düştüğü gözlenmiştir. Depolamanın 9. ayında en yüksek antioksidan aktiviteyi ATM1 koşulunda depolanan bisküvilerin sahip olduğu görülmüştür.



**Şekil 3.5:** NK18 bisküvilerin antioksidan aktivite değerlerindeki değişimler

Depolamanın başlangıcında nar kabuğu ikamesinin artışı bisküvilerin antioksidan aktivitelerinin de artışı sağlamıştır, ancak depolamanın ileriki aylarında kullanılan modifiye atmosfer koşullarına bağlı olarak farklı sonuçlar elde edilmiştir. Depolamanın 3. ayında da başlangıç trendine uygun şekilde en yüksek antioksidan aktivite değerleri NK18’de gözlenmiştir. Özellikle ATM4 koşullarında depolanan bisküviler, diğer bisküvilere ve diğer atmosfer koşullarına göre daha yüksek antioksidan aktivite değerlerine sahip olmuşlardır. Depolamanın 6. ayında NK12 ve NK18 bisküvilerinin antioksidan aktiviteleri arasında önemli bir fark oluşmadığı ( $p>0.05$ ) ve bu iki grup bisküvilerin diğer bisküvilere göre daha yüksek antioksidan aktivite değerine sahip olduğu görülmüştür. Depolamanın 9. ayına gelindiğinde ise en yüksek antioksidan aktiviteleri ATM4’te depolanan NK12 ve NK18 bisküviler göstermiştir. Tüm atmosfer koşullarında ve depolamanın her ayında en düşük antioksidan aktiviteye, beklendiği üzere kontrol grubu bisküvilerin sahip olduğu görülmüştür.

Literatürde modifiye atmosferde depolanmış fırın ürünlerinin antioksidan aktivite değişimlerinin araştırıldığı çalışmalara rastlanmamıştır, ancak depolamaya bağlı antioksidan aktivite değişimleri ve modifiye atmosferde depolanmış bitkilerin antioksidan aktivitelerindeki değişimler ayrı ayrı çalışmalarda incelenmiştir.

Caleja ve ark. (2017) yaptıkları bir çalışmada bisküvi örneklerine ilave edilen doğal ve sentetik antioksidanların depolamaya bağlı değişimlerini belirlemişlerdir. Rezene ve papatya ekstraktları kullanılarak yapılan çalışmada, ekstraktların 60 günlük depolama sürecinde sentetik antioksidanlar kadar başarı sağladığı ve depolamanın 60. gününde antioksidan aktivitede hafif bir düşme olduğunu gözlemlemişlerdir. Bisküvilerdeki doğal ekstrakt oranı arttıkça antioksidan aktivite performansının da arttığını gözlemlemişlerdir.

Alasalvar ve ark. (2005) dilimlenmiş mor havuç ve portakal örneklerini modifiye atmosfer altında paketlemişler ve dondurucuda depolamışlardır. Hava, %95 O<sub>2</sub> - %5 CO<sub>2</sub> ve %90 N<sub>2</sub> - %5 O<sub>2</sub> - %5 CO<sub>2</sub> atmosferleri altında depolanan örneklerin antioksidan aktivite değerlerindeki değişim 14 gün boyunca takip edilmiştir. Depolama sonucunda düşük O<sub>2</sub> konsantrasyonunda depolanan örneklerin antioksidan aktivitelerinin diğer örneklere göre daha yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır.

Reddy ve ark. (2005) bisküvi örneklerine doğal ve sentetik antioksidanlar eklemişler ve 6 hafta boyunca depolayarak antioksidan aktivitelerindeki değişimleri incelemişlerdir. Bu amaçla bisküvilere BHA, amla bitkisi, kuru üzüm ve hinthıyari bitkilerinin ekstraktlarını ilave etmişlerdir. Depolama sonucunda antioksidan aktivitenin genel olarak düştüğü, ancak doğal bazı antioksidanların sentetik antioksidan olan BHA'ya göre daha iyi performans gösterdiğini bildirmişlerdir.

Selçuk ve Erkan (2014) hicrannar türü narları 3 farklı modifiye atmosfer koşulu altında (%0.0 CO<sub>2</sub>, %3.9 CO<sub>2</sub>, %2.5 CO<sub>2</sub>) paketlemiş ve narların antioksidan aktivitelerindeki değişimleri gözlemlemişlerdir. %3.9 CO<sub>2</sub> içeren paketlerde 20°C'de 80 gün depolanan narların antioksidan değerlerinde önemli bir değişiklik olmazken kontrol atmosferinde depolanan narların antioksidan aktiviteleri önemli ölçüde düşmüştür. Depolamanın 120. gününde antioksidan aktivite değerlerinde dalgalanmalar görülse de MAP uygulamasının kontrol atmosferine göre daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu rapor etmişlerdir.

Aguayo ve ark. (2010) modifiye atmosfer altında paketlenmiş ve kalsiyum askorbat eklenmiş dilimlenmiş elma örneklerinin depolamaya bağlı antioksidan

aktivitelerindeki değişimleri incelemişlerdir. 28 günlük depolamanın sonucunda, kalsiyum askorbatın elmalara sağladığı antioksidan aktivitenin, yüksek CO<sub>2</sub> içeriğine sahip modifiye atmosfer altında paketlenmiş örneklerde hava atmosferine kıyasla daha yüksek oranda muhafaza edildiğini gözlemişlerdir.

Saxena ve ark. (2009) sentetik antioksidanlar (kalsiyum klorür, askorbik asit ve sodyum benzoat) ilave edilmiş ve edilmemiş jak meyvesin farklı modifiye atmosfer koşulları altında depolanmasının, meyvenin antioksidan aktivitesi üzerindeki değişimleri araştırmışlardır. 35 günlük depolamanın sonunda hem sentetik antioksidanlar eklenmiş hem de eklenmemiş meyvelerde, düşük O<sub>2</sub> ve yüksek CO<sub>2</sub> konsantrasyonlu modifiye atmosferde depolanan meyvelerin antioksidan aktivitelerinin diğer atmosfer koşullarında depolananlara göre daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir.

Khorshidi ve ark. (2011) modifiye atmosferde depolanmış vişnelerin depolama süresince antioksidan aktivitelerindeki değişimlerini belirlemek üzere bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar bazı vişne türlerinin depolamanın başlangıcından itibaren antioksidan aktivitede bir artış olduğunu, depolamanın 2. ayından itibaren antioksidan aktivitelerin düştüğünü bulmuşlardır. 60 günlük depolamanın sonucunda modifiye atmosfer (%10 O<sub>2</sub>, %15 CO<sub>2</sub>, %75 N<sub>2</sub>) altında paketlenen vişnelerin antioksidan maddelerin, hava koşullarında depolanan vişnelere göre daha iyi korunduğunu ve daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduklarını rapor etmişlerdir.

Manurakchinakorn ve ark. (2004) mangostan meyvesinin, Niranjana (2009) mangonun, Awad ve De Jager (2000) elmaların, Kim ve ark. (2005) vişnelerin düşük O<sub>2</sub> konsantrasyonlu ve yüksek CO<sub>2</sub> konsantrasyonlu modifiye atmosferlerde depolanmasının, meyvelerin antioksidan aktivitelerindeki düşüşünü yavaşlattığına çalışmalarında ortaya koymuşlardır.

Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki toplam fenolik madde içerikleri Tablo 3.8.'de verilmiştir. Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin toplam fenolik madde içeriklerine ait varyans analiz sonuçları ise Tablo 3.9'da gösterilmiştir. Depolamanın tüm aşamalarında, kabuğu ikame oranı arttıkça bisküvilerin toplam fenolik madde içerikleri de önemli derecede ( $p < 0.05$ ) artmıştır. Tüm bisküvilerin fenolik madde içerikleri depolamaya bağlı olarak

azalsa da 9 aylık depolamanın sonunda hiçbir bisküvi örneğinin fenolik madde içeriği 0'a düşmemiştir.

**Tablo 3.8:** Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki toplam fenolik madde içerikleri (mg GAE/100g)\*

Bisküvi Çeşidi	Atmosfer koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay
<b>Kontrol</b>	ATM1	56.49±2.23 Ad	76.83±1.18 Ah	52.49±1.13 Ag	10.68±2.07 Be
	ATM2	56.49±2.23 Ad	75.32±0.63 Ah	55.76±1.50 Ag	24.32±0.17 Be
	ATM3	56.49±2.23 Bd	79.84±2.08 Abh	92.52±4.04 Af	21.02±2.14 Ce
	ATM4	56.49±2.23 Bd	83.33±2.78 Abh	102.55±2.11 Af	13.07±4.23 Ce
<b>NK6</b>	ATM1	336.44±4.56 Ac	242.23±4.67 Bg	144.86±3.08 Ce	109.91±3.53 Dd
	ATM2	336.44±4.56 Ac	255.00±1.79 Bfg	157.31±2.71 Ce	105.50±1.44 Dd
	ATM3	336.44±4.56 Ac	285.05±2.11 Be	199.25±0.87 Cd	113.85±0.51 Dd
	ATM4	336.44±4.56 Ac	277.23±2.45 Bef	201.75±4.33 Cd	114.55±1.86 Dd
<b>NK12</b>	ATM1	741.28±3.02 Ab	676.13±3.76 Bd	474.31±1.53 Cc	337.35±2.41 Dc
	ATM2	741.28±3.02 Ab	679.03±3.13 Bd	478.55±2.45 Cc	338.70±0.17 Dc
	ATM3	741.28±3.02 Ab	764.23±2.12 Ac	484.35±4.10 Bc	343.70±1.74 Cc
	ATM4	741.28±3.02 Bb	799.35±0.42 Ab	492.65±4.08 Cc	351.89±4.08 Dc
<b>NK18</b>	ATM1	1108.35±2.41 Aa	897.25±0.61 Ba	652.35±1.22 Cab	413.33±3.48 Db
	ATM2	1108.35±2.41 Aa	880.03±4.22 Ba	646.84±3.56 Cb	407.25±4.46 Db
	ATM3	1108.35±2.41 Aa	892.33±0.86 Ba	677.91±1.77 Ca	464.23±2.50 Da
	ATM4	1108.35±2.41 Aa	901.68±2.95 Ba	675.00±2.08 Ca	469.03±4.21 Da

Aynı satırda büyük harflerle (A, B, C,...) ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05). \*: Sonuçlar kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

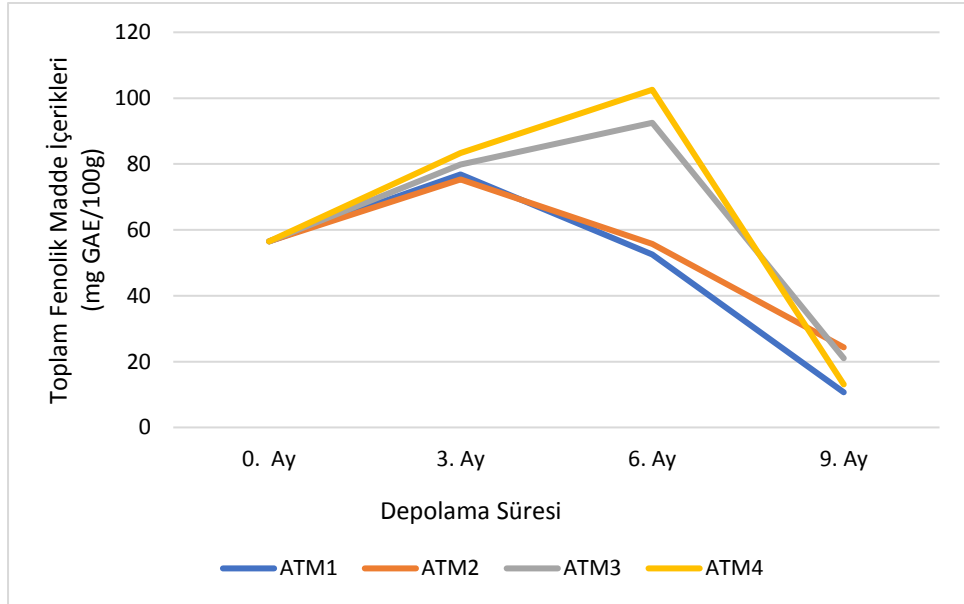
**Tablo 3. 9:** Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin toplam fenolik madde içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Toplam Fenolik Madde	F Değeri
		Ortalama	
<b>Bisküvi Formülasyonu (A)</b>	K	57.10	68624.89*
	NK6	222.08	
	NK12	577.21	
	NK18	775.73	
<b>Atmosfer Koşulları (B)</b>	ATM1	398.35	92.73*
	ATM2	396.70	
	ATM3	416.30	
	ATM4	420.35	
<b>Depolama Süresi (C)</b>	0. Ay	560.64	13921.06*
	3. Ay	491.62	
	6. Ay	349.34	
	9. Ay	230.52	
<b>AxB</b>			4.48*
<b>AxC</b>			2312.07*
<b>BxC</b>			18.43*
<b>AxBxC</b>			16.41*

\*: p<0.05 düzeyinde önemli

Varyans analizi sonucunda bisküvi formülasyonunun, atmosfer koşullarının, depolama süresinin, bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu etkileşiminin, bisküvi formülasyonu x depolama süresi etkileşiminin, atmosfer koşulu x depolama süresi etkileşiminin ve bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu x depolama süresi etkileşiminin, bisküvilerin toplam fenolik madde içerikleri üzerinde önemli ( $p<0.05$ ) farklılığa neden olduğu saptanmıştır (Tablo 3.9).

Kontrol grubu bisküvilerin fenolik madde içerikleri Şekil 3.6'da gösterilmiştir. ATM1 ve ATM2 koşullarında depolanan bisküvilerin toplam fenolik madde içeriklerinin depolamanın 3. ayına kadar arttığı, sonrasında düzenli olarak azaldığı görülmüştür. Yüksek CO<sub>2</sub> konsantrasyonuna sahip ATM3 ve ATM4 ile depolanan kontrol grubu bisküvilerin toplam fenolik madde içeriklerinin depolamanın 6. ayına kadar arttığı, sonrasında ise önemli ölçüde ( $p<0.05$ ) düştüğü belirlenmiştir. Tüm atmosfer koşullarında depolanan kontrol bisküvilerinin toplam fenolik madde içerikleri, bileşenlerin oksidasyonu sonucunda depolamanın 9. ayında, başlangıç değerlerinin de altına düşmüştür.

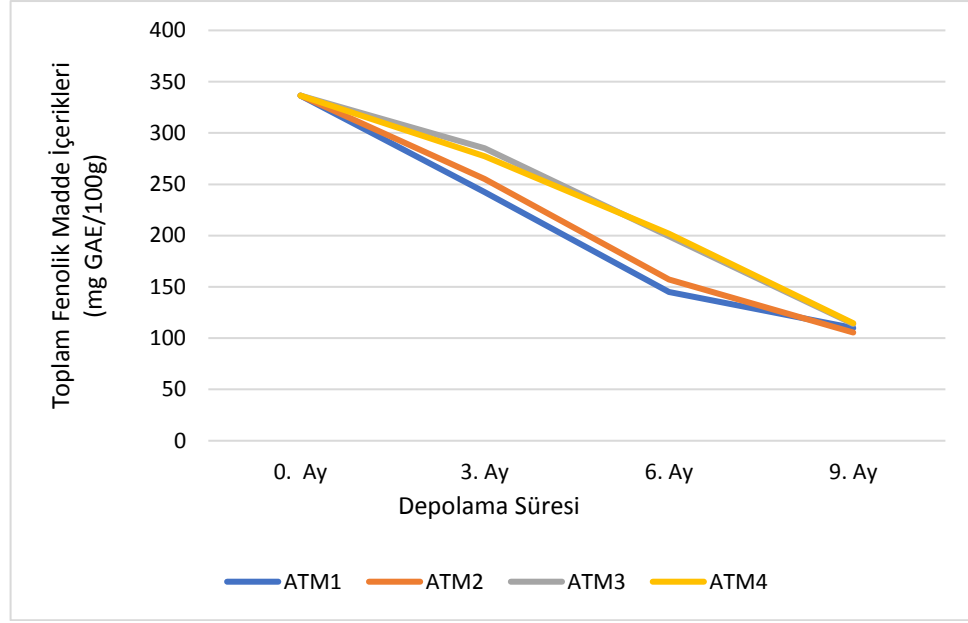


**Şekil 3.6:** Kontrol bisküvilerin toplam fenolik madde içeriklerindeki değişimler

NK6 bisküvilerine ait fenolik madde içeriği değişimleri Şekil 3.7'de verilmiştir. NK6 grubu bisküvilerin fenolik madde içerikleri tüm atmosfer koşullarında depolamanın başlangıcından itibaren anlamlı ölçüde ( $p<0.05$ )

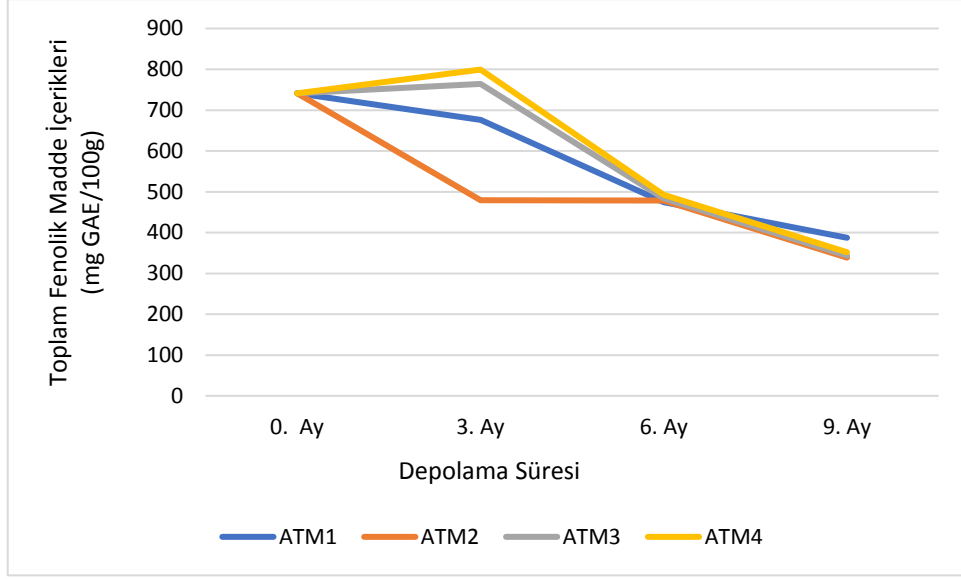


azalmıştır. Depolamanın 3. ve 6. ayında ATM3 ve ATM4 koşullarında depolanan bisküvilerin toplam fenolik madde içerikleri, ATM1 ve ATM2 koşullarında depolanan bisküvilere göre önemli ( $p<0.05$ ) derecede yüksek bulunmuştur. Bisküviler arasındaki anlamlı fark, depolamanın 9. ayına gelindiğinde önemsiz ( $p>0.05$ ) hale gelmiştir ve örnekler arasında istatistiki bir fark bulunamamıştır.



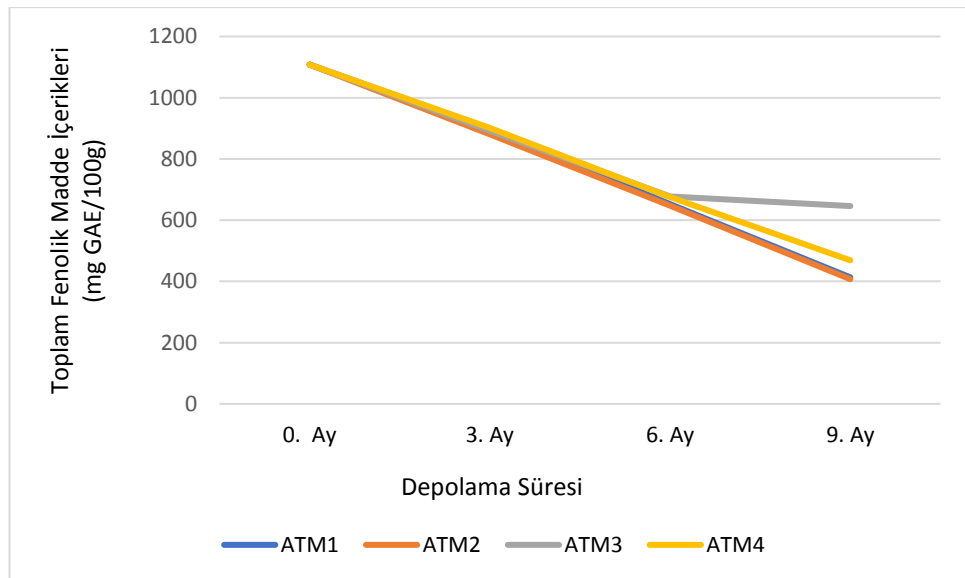
**Şekil 3.7:** NK6 bisküvilerin toplam fenolik madde içeriklerindeki değişimler

NK12 bisküvilerinin toplam fenolik madde içerikleri Şekil 3.8’de verilmiştir. ATM1 ve ATM2 koşullarında depolanan bisküvilerin fenolik madde içerikleri depolama boyunca önemli ölçüde ( $p<0.05$ ) düşmüştür. ATM3 koşullarında depolanan NK12 bisküvilerinin fenolik madde içeriklerinde depolamanın ilk 3 ayında önemli ( $p>0.05$ ) bir değişim olmazken, depolamanın 6. ayına gelindiğinde fenolik madde içeriği önemli ( $p<0.05$ ) ölçüde düşmüştür. ATM4 koşullarında depolanan örnekler en yüksek fenolik madde içeriği performansını depolamanın 3. ayında göstermiş ve depolamanın ileriki aşamalarında örneklerin fenolik madde içeriği düşmüştür.



**Şekil 3.8:** NK12 bisküvilerin toplam fenolik madde içeriklerindeki değişimler

NK18 bisküvilerinin fenolik madde içerikleri incelendiğinde (Şekil 3.9), depolama boyunca tüm atmosfer koşullarında fenolik madde içeriklerinin önemli ölçüde ( $p < 0.05$ ) düştüğü görülmüştür. Depolamanın 3. ayında NK18 bisküvilerinin toplam fenolik madde içerikleri arasında önemli ( $p > 0.05$ ) bir fark görülmezken, depolamanın 6. ve 9. aylarında yüksek CO<sub>2</sub> içeren ATM3 ve ATM4 koşullarında depolanan bisküvilerin ATM1 ve ATM2 koşullarında depolanan bisküvilere göre toplam fenolik madde içeriklerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.



**Şekil 3.9:** NK18 bisküvilerin toplam fenolik madde içeriklerindeki değişimler

Bisküvi formülasyonuna eklenen nar kabuğu tozu ikame oranı arttıkça bisküvilerin toplam fenolik madde içerikleri de artmıştır. Bu durumun nar kabuğunun fenolik madde içeriğinin buğday ununa göre oldukça yüksek olmasından kaynaklandığı (Tablo 3.5) düşünülmektedir. Bu başlangıç trendi depolamanın ileriki aşamalarında da aynı şekilde kalarak NK18 grubu bisküviler depolamanın tüm aylarında en yüksek fenolik madde içeriğine sahip olmuşlardır. Genel olarak depolamanın her aşamasında yüksek CO<sub>2</sub> kompozisyonuna sahip ATM3 ve ATM4 koşullarında depolanan bisküvilerin diğer koşullarda depolanan bisküvilere göre daha yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip oldukları görülmüştür.

Antioksidan aktivitedeki en önemli düşüşlerin, antioksidan özellik gösteren fenolik bileşenlerin kimyasal değişimlerinden kaynaklandığı rapor edilmiştir (Pokorny ve Schmidt 2001).

Ayhan ve Eştürk (2009) farklı atmosfer koşullarında depolanan nar tanelerinin toplam fenolik maddelerindeki değişimleri incelemiştir. Diğerlerine oranla daha yüksek CO<sub>2</sub> konsantrasyonuna sahip koşullarda 18 gün deplanan narlarda, toplam fenolik madde kayıplarının önemli ( $p<0.05$ ) şekilde daha düşük olduğu ortaya koyulmuştur.

Saxena ve ark. (2009) modifiye atmosfer koşullarında depolamanın, jak meyvesi soğanının depolama boyunca toplam fenolik madde içeriğindeki değişimleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışma sonucu, CO<sub>2</sub> içeriği artırılmış atmosfer (%5.29) uygulamasının hava koşullarında depolamaya göre fenolik maddelerin oksidasyonunu yavaşlattığını ve 35 günlük depolama sonucunda fenolik bileşenlerin daha iyi korunduğunu ortaya koymuştur.

Khorshidi ve ark. (2011) farklı modifiye atmosfer koşulları (ATM1: hava, ATM2: %10 O<sub>2</sub>, %15 CO<sub>2</sub>, %75 N<sub>2</sub>) altında depoladıkları kirazların 2 ay boyunca toplam fenolik madde içeriklerindeki değişimleri incelemiştir. Araştırmacılar yüksek CO<sub>2</sub> ihtiva eden modifiye atmosfer koşullarında depolanan kirazların, hava atmosferinde depolananlara oranla önemli ( $p<0.05$ ) ölçüde korunduğunu rapor etmişlerdir.

Diğer çalışmaların aksine Aguayo ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada, dilimlenmiş elmaların modifiye atmosferde depolanmasının toplam fenolik madde içeriğinin değişimine etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda elmaları 28

gün modifiye atmosferde paketlemenin, hava atmosferinde depolamaya göre toplam fenolik madde içeriğinde bir avantaj sağlamadığını bildirmişlerdir.

Odrizola-Serrano ve ark. (2008) dilimlenmiş domatesleri modifiye atmosfer altında (5 kPa O<sub>2</sub> + 5 kPa CO<sub>2</sub>) ve farklı sıcaklık derecelerinde 15 gün boyunca depolamışlardır. Bu çalışmada, diğer çalışmalardan farklı olarak domateslerin fenolik madde içeriği düzenli olarak artmıştır. Araştırmacılar bu durumun nedeninin yüksek CO<sub>2</sub> uygulamalarının fenolik madde sentezinden sorumlu fenilalanin amonyum liyaz (PAL) enzimi aktivitesini arttırmasından kaynaklandığını ortaya koymuşlardır. Başka bir çalışmada, Diaz-Mula ve ark. (2011) sarı ve mor eriklerin modifiye atmosferde depolanmasının (6.5 kPa CO<sub>2</sub>, 13 kPa O<sub>2</sub>) meyvelerin toplam fenolik madde birikimini yavaşlattığını bildirmişlerdir. Çalışmada düşük O<sub>2</sub> - yüksek CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun hasat sonrası olgunlaşmayı ve etilen üretimini yavaşlattığı, aynı zamanda PAL, kalkon sentaz ve antosiyanin sentaz enzimlerinin aktivitelerini geciktirdiğini bu nedenle de fenolik madde üretiminin geciktirildiğini söylemişlerdir.

Bu çalışmada, nar kabuğu eklenmiş bisküviler 200 °C'de pişirilmiştir. Fenilalanin amonyum liyaz enziminin fırında pişirme sıcaklığında inhibe olmasından dolayı çalışmamızda yukarıda örnekleri verilen çalışmaların aksine PAL enzimi aktivitesine bağlı olarak bir fenolik madde artışı olmadığı düşünülmektedir.

#### **3.1.4 Bisküvilerde Yağ Oksidasyonunun Belirlenmesi**

Lipitlerin oksidasyonu gıdaların depolanmasında görülen en yaygın değişimdir. Gıdaların yapısı, işlenmeleri sırasında değişir ve bunun sonucu olarak lipitler oksijene daha fazla maruz kalabilir (Bialek 2016). Lipitlerin oksidasyonu, gıdalarda lezzet kayıpları ve ransit tat oluşmasına neden olabilir, bu durumlar da gıdaların raf ömrünü kısaltan bir durumdur (Frankel 1996). Aynı zamanda lipitlerin oksidasyonu sonucu oluşan birincil ve ikincil oksidasyon ürünleri, gıdaların besin değerinin düşmesine ve tüketimi halinde insan sağlığında olumsuz bazı etkilere (kanser türleri, kardiyovasküler rahatsızlıklar, bağışıklık sistemini rahatsızlıkları) neden olabilmektedir (Marquez-Ruiz 2008).

Gıdaların içeriğindeki doymamış yağ asitlerinin, atmosferdeki katalitik oksijenle yükseltgenmesiyle peroksit ve hidroperoksitlerin (RO<sub>2</sub>H) oluşmasına otooksidasyon denir. Ancak kararsız yapıda olan bu hidroperoksitler hızla C-C bağlarının kopmasıyla alkoller, aldehitler ve hidrokarbonlar gibi ikincil oksidasyonu ürünlerinin oluşmasına neden olurlar (Işık 2013). Oksidasyonun ilk basamağında oluşan peroksitler, oksidasyonun sonraki aşamalarında azalmaya başlarlar ve bu aşamada yağ bozulmuş olarak kabul edilir.

Gıdalarda birincil oksidasyonu ürünleri olan hidroperoksitler, peroksit sayısı tayini ile belirlenir. İkincil oksidasyon ürünleri olan aldehitlerin miktarı ise p-anisidin değeri tayini ile tespit edilmektedir.

### 3.1.5 Bisküvilerin Peroksit Sayısı Değerleri

Bisküvi örneklerinin depolama boyunca oksidasyon derecesinin belirlenmesi amacıyla depolamanın 0., 3., 6., ve 9. aylarında bisküvilerde peroksit sayısı tayini yapılmıştır. Farklı atmosfer koşullarında depolanan bisküvi örneklerinin peroksit sayısı değerleri Tablo 3.10'da verilmiştir. Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin peroksit sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları ise Tablo 3.11'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.10:** Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki peroksit sayısı değerleri (meq O<sub>2</sub>/kg)\*

Bisküvi Çeşidi	Atmosfer koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay
K	ATM1	37.60±1.42 Ba	82.42±6.22 Aa	69.72±3.33 Aab	65.32±1.07 ABa
	ATM2	37.60±1.42 Ba	68.45±4.25 Aab	45.95±4.52 Abd	51.15±2.50 Abc
	ATM3	37.60±1.42 ABa	59.29±4.71 Aab	20.85±1.64 Bh	35.64±1.71 ABe
	ATM4	37.60±1.42 Aa	45.68±1.79 Ab	37.55±1.94 Ae	45.09±5.01 Acd
NK6	ATM1	40.27±3.02 Aa	60.37±2.99 Aab	60.10±3.50 Ac	62.32±4.26 Aab
	ATM2	40.27±3.02 Aa	58.13±5.12 Aab	63.18±3.61 Ab	49.85±1.54 Acd
	ATM3	40.27±3.02 Aa	47.67±2.52 Ab	20.73±5.71 Ah	30.57±2.19 Af
	ATM4	40.27±3.02 Aa	44.47±3.63 Ab	28.77±3.44 Ah	44.47±3.08 Acd
NK12	ATM1	40.36±4.29 Aa	49.26±4.20 Ab	61.95±2.49 Abc	60.76±5.14 Aab
	ATM2	40.36±4.29 Aa	54.29±5.84 Aab	38.28±3.69 Ae	46.63±2.51 Acd
	ATM3	40.36±4.29 Aa	47.29±1.52 Ab	24.93±1.32 Ah	30.21±3.07 Af
	ATM4	40.36±4.29 Aa	43.48±2.43 Ab	45.23±2.92 Ad	40.12±3.95 Acd
NK18	ATM1	51.38±3.71 ABa	48.44±1.89 ABb	75.40±5.20 Aa	36.96±1.31 Be
	ATM2	51.38±3.71 Aa	48.42±5.91 Ab	37.70±1.21 Ae	46.31±4.61 Acd
	ATM3	51.38±3.71 Aa	42.70±1.24 Ab	32.91±3.96 Ag	22.68±4.53 Ag
	ATM4	51.38±3.71 Aa	42.37±3.31 Ab	34.72±4.02 Af	39.37±1.73 Acd

Aynı satırda büyük harflerle (A, B, C,...) ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05).

\*: Sonuçlar kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

**Tablo 3.11:** Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin peroksit sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Peroksit Sayısı	
		Ortalama	F Değeri
Bisküvi Formülasyonu (A)	K	48.59	2.67
	NK6	45.73	
	NK12	43.99	
	NK18	44.59	
Atmosfer Koşulları (B)	ATM1	56.41	48.21*
	ATM2	48.62	
	ATM3	36.57	
	ATM4	41.31	
Depolama Süresi (C)	0. Ay	42.40	14.07*
	3. Ay	52.67	
	6. Ay	43.62	
	9. Ay	44.22	
AxB			1.48
AxC			6.34*
BxC			10.37*
AxBxC			1.48

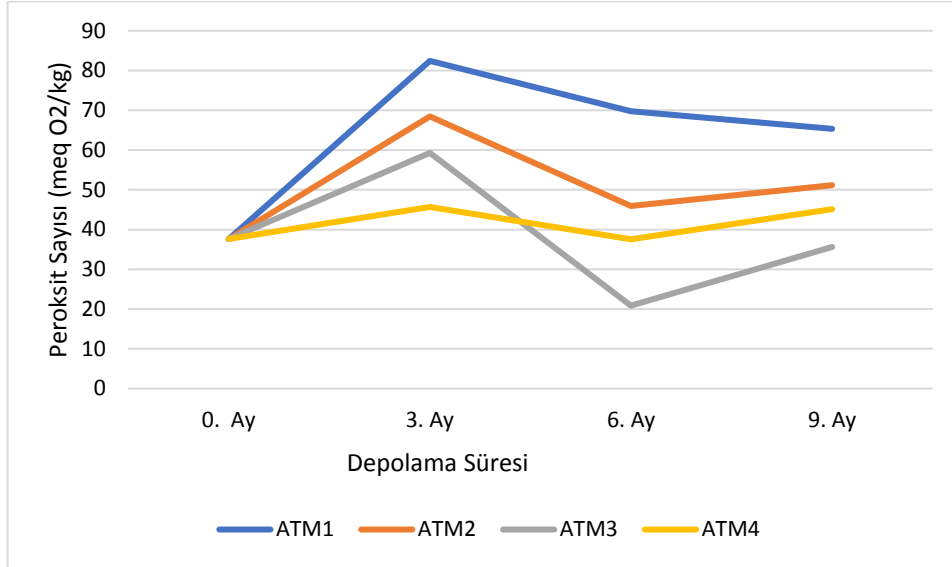
\*:  $p < 0.05$  düzeyinde önemli

Bisküvilere yapılan varyans analizi sonucunda bisküvi formülasyonunun, formülasyonu x atmosfer koşulu interaksyonunun, bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu x depolama süresi interaksyonunun peroksit sayısı değerleri üzerinde önemli ( $p > 0.05$ ) bir farklılığa neden olmadığı; atmosfer koşullarının, depolama süresinin, bisküvi bisküvi formülasyonu x depolama süresi interaksyonunun, atmosfer koşulu x depolama süresi interaksyonunun ve peroksit sayısı değerleri üzerinde önemli ( $p < 0.05$ ) farklılığa neden olduğu saptanmıştır (Tablo 3.11).

Bisküvilerin peroksit sayıları incelendiğinde, depolamanın başlangıcında bisküvilerin peroksit sayısı değerleri arasında önemli ( $p > 0.05$ ) bir fark olmadığı görülmektedir, ancak depolamanın ileriki aylarında nar kabuğunun ve modifiye atmosfer koşullarının da etkisiyle bisküvi örnekler arasında önemli ( $p < 0.05$ ) farklar olduğu belirlenmiştir.

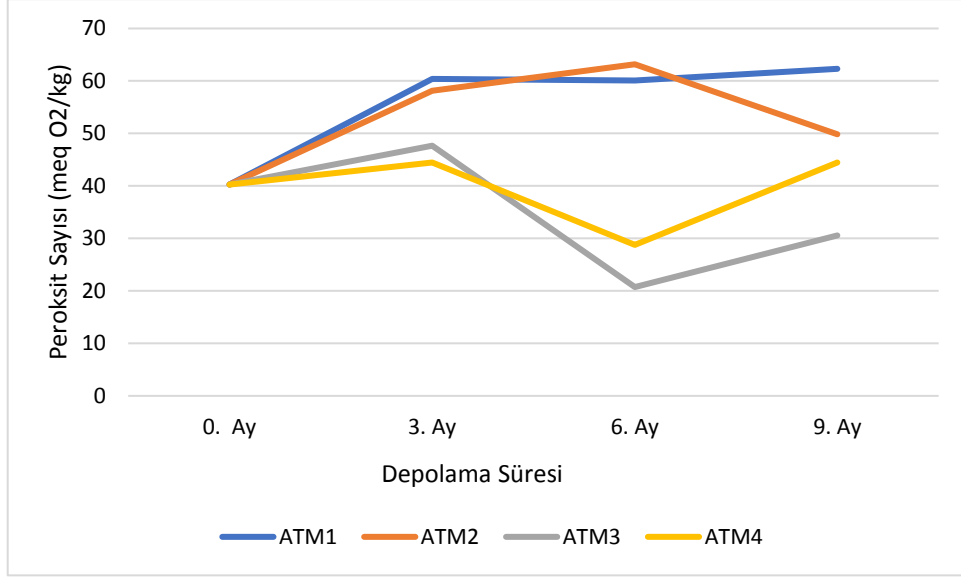
Kontrol grubu bisküvilerin aylara bağlı peroksit sayısı değerlerindeki değişimler Şekil 3.10'da gösterilmiştir. Depolamanın 3. ayında tüm atmosfer koşullarında depolanan bisküvilerin peroksit sayısı değerlerinde önemli ( $p < 0.05$ )

veya önemsiz ( $p>0.05$ ) düzeylerde artış olduğu görülmektedir. Depolamanın ileriki aşamalarında ATM1, ATM2 ve ATM3 ile depolanan bisküvilerin peroksit sayılarında düşüş gözlenmiştir, 3. aydan sonra bu bisküvilerde hidroperoksitlerin ikincil oksidasyon ürünlerine dönüştüğü düşünülmektedir. Depolamanın ileriki aşamalarında bisküvilerin peroksit sayısı değerlerinde düşüşler gözlenmiştir ve bu düşüşün bisküvilerdeki, birincil oksidasyon reaksiyonlarının sonucunda oluşan, hidroperoksitlerin ikincil oksidasyon ürünlerine dönüşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. En yüksek CO<sub>2</sub> konsantrasyonunu ihtiva eden ATM4 koşullarında depolanan bisküvilerin peroksit sayılarında depolama süresince önemsiz ( $p>0.05$ ) değişimler olmuştur. Bu sonuçtan hareketle, paket içerisindeki yüksek CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun, bisküvilerin oksidasyonunu yavaşlattığı ve geciktirdiği düşünülmektedir.



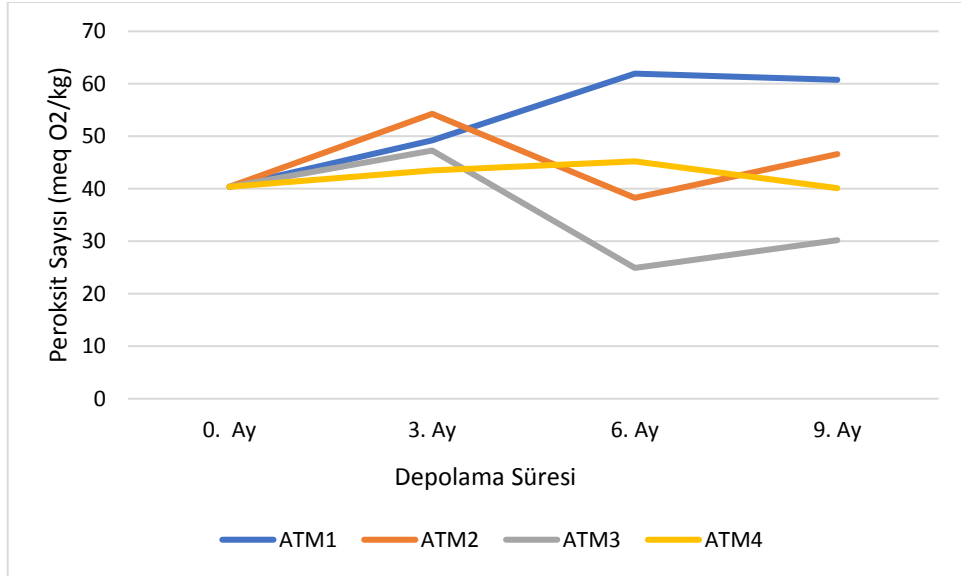
**Şekil 3.10:** Kontrol bisküvilerin peroksit sayılarındaki değişimler

NK6 bisküvilerine ait peroksit sayısı değerlerinin değişim grafiği Şekil 3.11'de verilmiştir. 9 aylık depolama boyunca bisküvilerin peroksit sayılarında gerçekleşen değişimler istatistiksel olarak önemsiz ( $p>0.05$ ) bulunmuştur. Ancak depolamanın 6 ve 9. aylarında; ATM3 ve ATM4 koşullarında depolanan bisküvilerin peroksit sayılarının, ATM1 ve ATM2 koşullarında depolananlara göre, bazen önemli ( $p<0.05$ ) bazen de önemsiz ( $p>0.05$ ) düzeyde düşük olduğu dikkati çekmektedir.



**Şekil 3.11:** NK6 bisküvilerin peroksit sayılarındaki değişimler

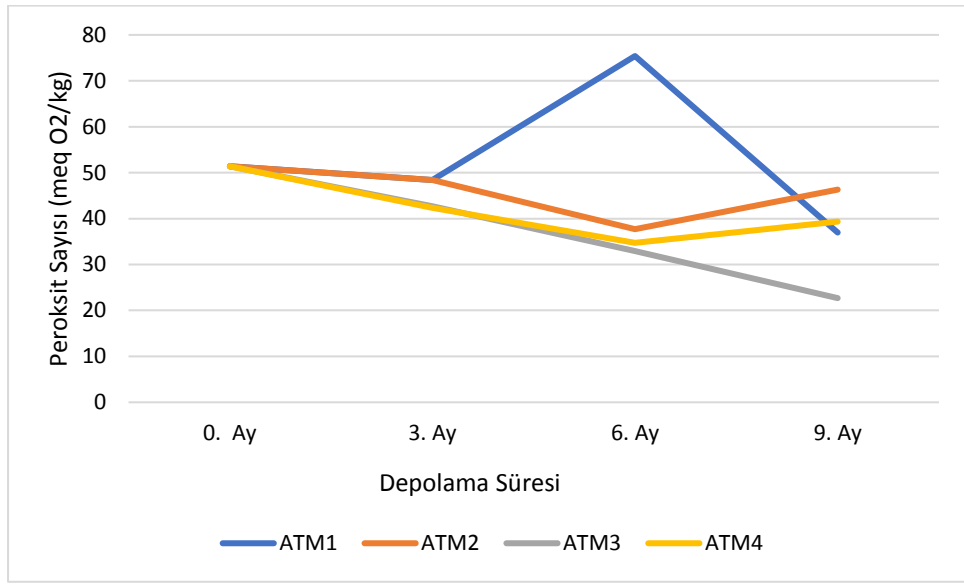
NK12 bisküvilerinin peroksit sayısı değerlerindeki değişim (Şekil 3.12) incelendiğinde depolama boyunca bisküvilerin peroksit sayılarında önemli bir değişim görülmemiştir ( $p>0.05$ ). Depolamanın 6. ve 9. aylarında kontrol hava koşullarında depolanan bisküvilerin modifiye atmosfer koşullarında depolanan bisküvilerden farklı ( $p>0.05$ ) ve daha yüksek peroksit sayısına sahip olduğu belirlenmiştir.



**Şekil 3.12:** NK12 bisküvilerin peroksit sayılarındaki değişimler



NK18 bisküvilerin depolamaya bağlı peroksit sayısı değişimleri Şekil 3.13'te gösterilmiştir. ATM2, ATM3 ve ATM4 koşullarında depolanan bisküvilerin peroksit sayılarında depolama boyunca önemli bir değişim gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ). ATM1 koşulunda depolanan bisküvilerin peroksit sayısı değerinin depolamanın 6. ayında önemsiz de ( $p>0.05$ ) olsa arttığı, 9. aya gelindiğinde ise önemli düzeyde ( $p<0.05$ ) düştüğü görülmüştür. ATM1 koşulunda depolanan bisküvilerin 9. ayda peroksit sayılarının düşmesinin nedeninin, oksidasyonun bir sonraki basamağa geçmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



**Şekil 3.13:** NK18 bisküvilerin peroksit sayılarındaki değişimler

Literatürde modifiye atmosferde depolanmış fırın ürünlerinin oksidasyonunun belirlenmesine yönelik sınırlı sayıda çalışma olduğu tarafımızca görülmüştür. Ancak bu çalışmadaki bisküvilerin yağ oranının (Tablo 3.2) yüksek (%17.90 ile %19.23) olmasından dolayı peroksit sayısının takip edilmesi gereken parametre olduğu düşünülmektedir.

Alamprese ve ark. (2017) farklı koşullarda depolanan grissinilerin depolama boyunca değişimlerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Grissiniler kontrol ve %0.17 biberiye ekstraktı eklenmiş olarak iki grup halinde üretilmiştir. Araştırmacılar grissinileri 20°C, 27°C, 35°C ve 48°C'de, hava atmosferinde ve azot atmosferinde 200 gün depolamışlardır. Grissinilerin peroksit değerleri çalışmanın başlangıcında 2.16 meq O<sub>2</sub>/kg<sub>yağ</sub> olarak belirlenirken 200 günlük depolamanın sonunda hava atmosferinde depolanan kontrol grubu

grissinilerde bu değer 44.08 meq O<sub>2</sub>/kg<sub>yağ</sub> olarak belirlenmiştir. Biberiye ekstraktı eklenmiş ve azot atmosferinde depolanan grissinilerde peroksit değerinin 12.60 meq O<sub>2</sub>/kg<sub>yağ</sub> olduğu grlmştir. 25°C’de biberiye ekstraktı ve kontrollü atmosferi kullanmanın, grissinilerin raf ömrünü %83 oranında uzattığını ortaya koymuşlardır.

Bialek ve ark. (2016) 100 mg/kg, 250 mg/kg ve 1000 mg/kg aronya meyvesi ekstraktı ile zenginleştirilmiş ve margarin ve tereyağı kullanılarak ayrı ayrı üretilmiş bisküvilerin, depolama boyunca oksidasyon derecesini belirlemek amacıyla bisküvilerde peroksit sayısı tayini yapmışlardır. Depolamanın 9. ayında 1000 mg/kg aronya ekstraktı içeren bisküvilerin peroksit sayısı değerlerinin, kontrol bisküvilere göre (sırasıyla 0.39 meq O<sub>2</sub>/kg<sub>yağ</sub> – 5.90 meq O<sub>2</sub>/kg<sub>yağ</sub>) nemli ölçüde düşük olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar bu farkın, aronya ekstraktındaki antioksidan özellik gösteren fenolik maddelerin oksidasyonu yavaşlatmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

### **3.1.5.1 Bisküvilerin p-Anisidin Sayısı Değerleri**

Bisküvilerin depolamaya bağlı olarak oksidasyon derecesinin ve ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşumunun belirlenmesi amacıyla depolamanın 0., 3., 6., ve 9. aylarında bisküvilerde p-anisidin sayısı tayini yapılmıştır. 4 farklı atmosfer koşulunda depolanan bisküvilerin p-anisidin sayılarındaki değişimler Tablo 3.12’de verilmiştir. Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin p-anisidin sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları ise Tablo 3.13’de gösterilmiştir.

**Tablo 3.12:** Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki p-anisidin değerleri\*

Bisküvi Çeşidi	Atmosfer koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay
<b>Kontrol</b>	ATM1	4.79±0.23 Da	15.27±1.02 Ca	18.16±1.21 Ba	33.93±0.72 Aa
	ATM2	4.79±0.23 Da	14.73±0.51 Ca	16.46±0.70 Bb	31.08±1.01 Ab
	ATM3	4.79±0.23 Da	8.70±0.78 Ce	16.07±1.25 Bb	16.88±0.42 Ae
	ATM4	4.79±0.23 Da	7.03±0.53 Cfg	12.40±0.26 Bde	16.10±0.47 Aef
<b>NK6</b>	ATM1	5.09±0.71 Da	11.90±0.82 Cb	14.32±0.31 Bc	20.87±0.50 Ac
	ATM2	5.09±0.71 Da	10.69±0.52 Cc	14.12±0.44 Bc	19.90±0.61 Acd
	ATM3	5.09±0.71 Da	6.71±0.29 Cgh	13.37±0.79 Bcd	15.42±0.38 Afg
	ATM4	5.09±0.71 Da	6.16±0.55 Ch	12.93±0.60 Bd	14.07±0.39 Ah
<b>NK12</b>	ATM1	5.37±0.42 Da	9.51±0.20 Cd	12.98±0.43 Bd	19.26±1.04 Ad
	ATM2	5.37±0.42 Da	9.95±0.04 Ccd	12.59±0.24 Bde	17.07±0.34 Ae
	ATM3	5.37±0.42 Da	6.69±0.39 Cgh	10.12±0.07 Bg	15.08±0.51 Af
	ATM4	5.37±0.42 Da	6.16±0.71 Ch	11.57±0.13 Bef	14.68±0.41 Agh
<b>NK18</b>	ATM1	5.07±0.14 Da	7.77±0.13 Cf	11.78±0.24 Be	16.86±0.11 Ae
	ATM2	5.07±0.14 Da	7.07±0.35 Cfg	10.57±0.59 Bfg	14.97±0.06 Agh
	ATM3	5.07±0.14 Da	6.17±0.22 Dh	10.64±0.18 Bfg	12.05±0.17 Ai
	ATM4	5.07±0.14 Da	5.02±0.41 Di	7.66±0.33 Bh	12.04±0.30 Ai

Aynı satırda büyük harflerle (A, B, C,...) ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05).

\*: Sonuçlar kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

**Tablo 3. 13:** Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin p-anisidin sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	p-Anisidin	F Değeri
<b>Bisküvi Formülasyonu (A)</b>	K	14.12	466.21*
	NK6	11.43	
	NK12	10.44	
	NK18	8.92	
<b>Atmosfer Koşulları (B)</b>	ATM1	13.34	389.75*
	ATM2	12.49	
	ATM3	9.92	
	ATM4	9.17	
<b>Depolama Süresi (C)</b>	0. Ay	5.21	3014.60*
	3. Ay	8.72	
	6. Ay	12.86	
	9. Ay	18.13	
<b>AxB</b>			40.59*
<b>AxC</b>			92.48*
<b>BxC</b>			81.68*
<b>AxBxC</b>			17.21*

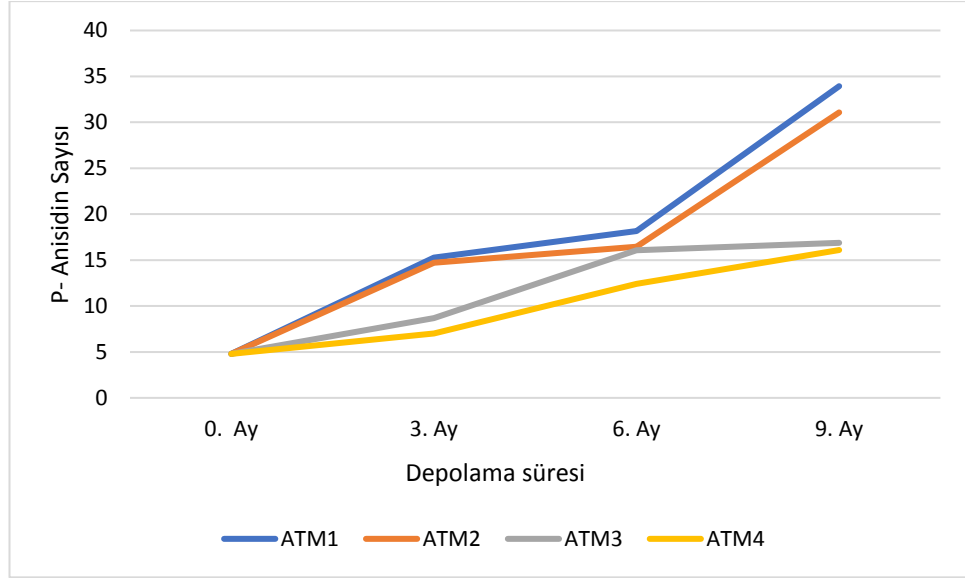
\*: p<0.05 düzeyinde önemli

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde bisküvi formülasyonunun, atmosfer koşullarının, depolama süresinin, bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu interaksiyonunun, bisküvi formülasyonu x depolama süresi

interaksiyonunun, atmosfer koşulu x depolama süresi interaksiyonunun ve bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu x depolama süresi interaksiyonunun, p-anisidin değerleri üzerinde önemli ( $p<0.05$ ) farklılığa neden olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.13).

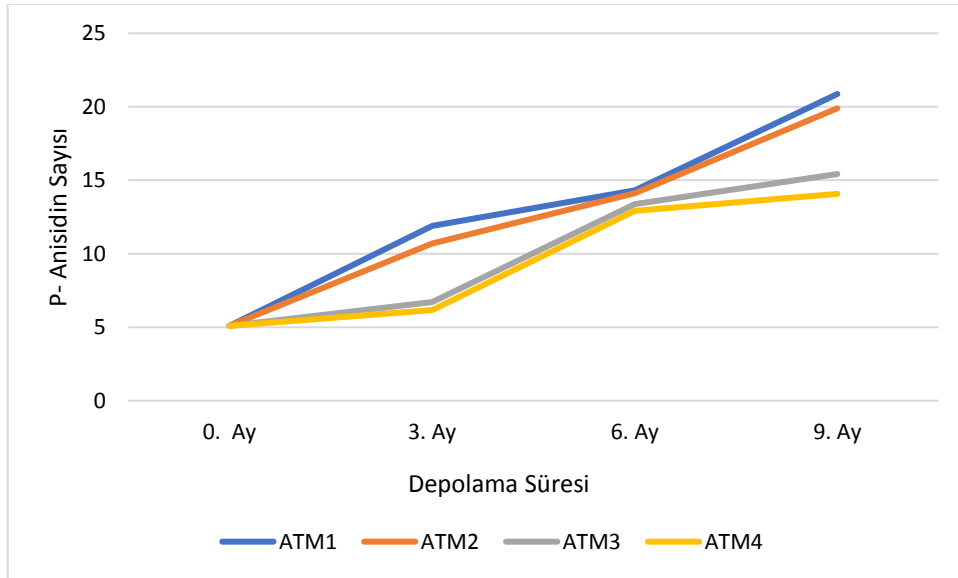
Bisküvi örneklerinin p-anisidin sayıları arasında depolamanın başlangıcında önemli ( $p>0.05$ ) bir fark görülmezken depolamanın ileriki aşamalarında nar kabuğu ikame oranı ve modifiye atmosfer koşullarının etkisiyle önemli ( $p<0.05$ ) farklar oluşmuştur. Depolamanın 3., 6. ve 9. aylarında özellikle ATM1 ve ATM2 atmosferinde depolanan kontrol grubu bisküvilerin p-anisidin sayıları diğer örneklerle göre oldukça yüksek ( $p<0.05$ ) bulunmuştur. Nar kabuğu ikame oranının yüksek olduğu ve paket içinde yüksek CO<sub>2</sub> konsantrasyonu ihtiva eden koşullarda depolanan bisküvilerin p-anisidin değerlerinin genel olarak diğer bisküvilere göre daha düşük olduğu görülmüştür. Bisküvilerin depolanmasının ilerleyen aşamalarında oksidasyonunun ilerlemesi ve oluşan hidroperoksitlerin ikincil oksidasyon ürünlerine dönüşmesinden dolayı bisküvilerin peroksit sayılarında düşüş yaşanırken p-anisidin sayısı değerlerinin arttığı düşünülmüştür.

Kontrol bisküvilere ait zamana bağlı p-anisidin değerlerindeki değişimler Şekil 3.13'te verilmiştir. ATM1 ve ATM2 koşulunda depolanan bisküvilerin p-anisidin değerleri özellikle depolamanın 3. ve 9. aylarında diğer bisküvilere göre anlamlı ( $p<0.05$ ) derecede yüksek bulunmuştur. Kontrol grubu bisküvilerin peroksit sayıları depolamanın 3. ayından itibaren azalmaya başlarken (Şekil 3.10) p-anisidin sayıları sürekli artmıştır. Bu durum depolamanın 3. ayından itibaren hidroperoksitlerin ikincil oksidasyon ürünlerine dönüşmeye başladığına işaret etmektedir. ATM3 ve ATM4 koşullarında depolanan bisküvilerin p-anisidin sayılarının diğer atmosferlere göre düşük olması, yüksek CO<sub>2</sub> uygulamasının oksidasyonu yavaşlattığını düşündürmektedir (Darko ve ark. 2010).



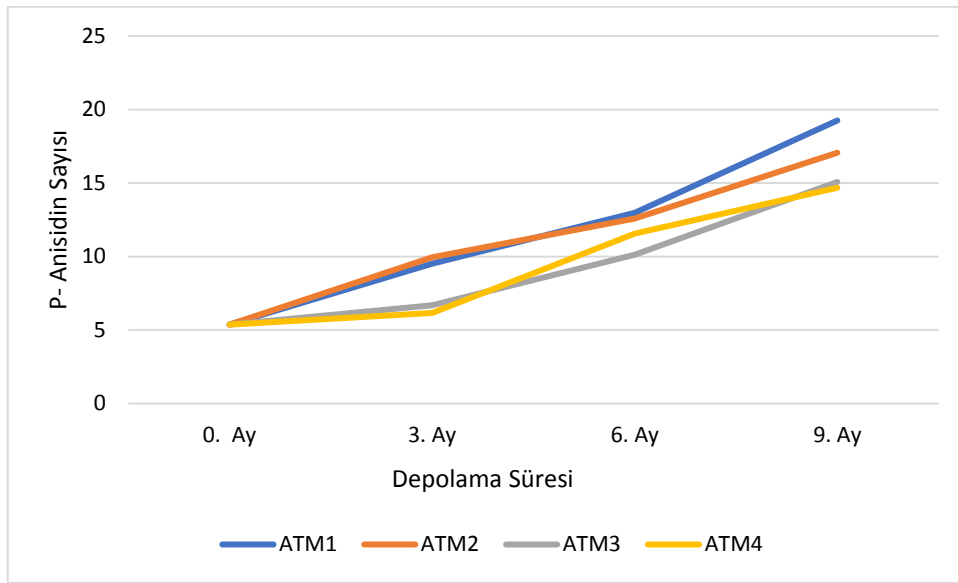
**Şekil 3.14:** Kontrol bisküvilerin p-anisidin sayılarındaki değişimler

NK6 bisküvilerine ilişkin p-anisidin sayısı değişimleri Şekil 3.15'te gösterilmiştir. ATM1 ve ATM2 atmosfer koşullarında depolanan bisküvilerin p-anisidin değerleri, yüksek CO<sub>2</sub> içeren ATM3 ve ATM4 koşullarına göre depolama boyunca istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0.05$ ) şekilde daha yüksek bulunmuştur. ATM3 ve ATM4 koşullarında paket içerisindeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonu, 9 aylık depolama boyunca bisküvilerin oksidasyonunu önemli ( $p < 0.05$ ) derecede geciktirmiştir.



**Şekil 3.15:** NK6 bisküvilerin p-anisidin sayılarındaki değişimler

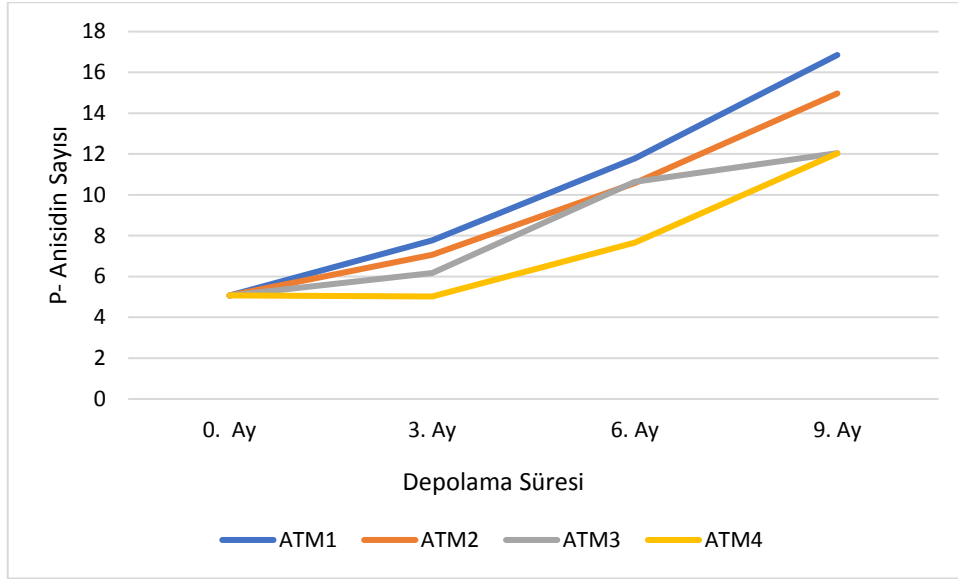
NK12 bisküvilerinin p-anisidin değerlerindeki değişim (Şekil 3.16) incelendiğinde diğer bisküvilerde olduğu gibi ATM1 ve ATM2 koşullarında saklanan bisküvilerin p-anisidin sayılarının ATM3 ve ATM4 atmosferi ile paketlenenlere göre depolamanın her aşamasında daha yüksek olduğu görülmüştür. Bisküvilerin peroksit sayılarında zamanla azalma görülürken (Şekil 3.12) p-anisidin sayısında artış gözlenmiştir. En yüksek (19.26) oksidasyon derecesi O<sub>2</sub> içeren ATM1 koşulunda gözlenirken en düşük (15.68) oksidasyon derecesi ise yüksek CO<sub>2</sub> ihtiva eden ATM4 atmosfer koşulunda depolanan bisküvilerde gözlenmiştir.



**Şekil 3.16:** NK12 bisküvilerin p-anisidin sayılarındaki değişimler

NK18 bisküvilerinin depolamaya bağlı p-anisidin sayılarındaki değişim Şekil 3.17'de verilmiştir. Diğer bisküvilerde olduğu gibi ATM1 ve ATM2 atmosferinde depolanan bisküvilerin, ATM3 ve ATM4 koşullarında depolananlara göre daha yüksek ( $p < 0.05$ ) p-anisidin sayısına sahip olduğu görülmüştür. ATM1, ATM2 ve ATM3 bisküvilerinin p-anisidin sayıları depolamanın başlangıcından itibaren artarken ATM4 atmosferinde depolanan NK18 bisküvilerinin p-anisidin sayısı değerlerinde 0. ve 3. aylar arasında fark görülmemiştir. Bunun nedeninin NK18 bisküvilerindeki yüksek nar kabuğu içeriği ve ATM4'teki yüksek CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun oksidasyonu yavaşlatması olduğu düşünülmektedir. Genel olarak tüm NK18 bisküvilerinin, diğer bisküvilere göre daha düşük p-anisidin sayısı değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Analizlerimiz sonucunda paket içerisindeki yüksek CO<sub>2</sub> içeriğinin ve bisküvilere yüksek nar kabuğu ikamesinin

oksidasyonu yavaşlattığı, ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşmasını geciktirdiği söylenebilir.



**Şekil 3.17:** NK18 bisküvilerin p-anisidin sayılarındaki değişimler

Literatürde modifiye atmosferde depolanan fırın ürünlerinde p-anisidin sayısı tayini üzerine yapılmış bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ancak modifiye atmosferde depolanan veya antioksidan madde kullanılan başka bazı ürünlerde p-anisidin sayısı tayini deneyleri yapılmıştır. Bisküvilerin yağ içeriğinin yüksek olması (Tablo 3.2) ve pişmiş bir ürün olması, bisküvilerin lipid oksidasyonunu takip etmeyi gerekli kılmaktadır.

Azizkhani ve Zandi (2010) margarinlerin oksidatif stabilitesini arttırmak için çeşitli doğal antioksidan karışımlarının kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Araştırmada 11 farklı doğal antioksidan karışımında 100-500 ppm tokoferol, 100-200 ppm askorbil palmitat, 100-200 biberiye ekstraktı ve 1000 ppm lesitin farklı kombinasyonlar şeklinde kullanılmıştır. Ayrıca antioksidan içermeyen kontrol grubu margarin ve karşılaştırma yapma amacıyla 120 ppm TBHQ sentetik antioksidan içeren margarin de analiz edilmiştir. 60 °C'de 25 günlük depolamanın ardından kontrol grubu margarinin p-anisidin değeri 15.75 olarak bulunurken sentetik antioksidan ihtiva eden margarinlerin p-anisidin değeri 9.77 olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar içeriğinde 200 ppm biberiye ekstraktı + 200 ppm tokoferol + 1000 ppm lesitin bulunan margarinlerin p-anisidin değerinin diğer tüm margarinlerden düşük, 8.12 olarak bulunduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar

margarinlerin oksidatif stresini azaltmak ve raf ömrünü uzatmak için doğal antioksidanların kullanılabilceğini tavsiye etmişlerdir.

Darko ve ark. (2010) depolama koşullarının yerfıstıklarının raf ömrü ve kalite özelliklerine etkisi üzerinde çalışmışlardır. Fıstıkları polipropilen dokuma paketler, sızdırmaz paketler, içinde oksijen tutucu bulunan sızdırmaz paketler ve vakum paketler olmak üzere 4 farklı ambalajda 30 °C'de 14 hafta boyunca depolanmışlardır. Çalışmanın sonucunda içinde oksijen tutucuların bulunduğu paketlerde depolanan fıstıklarda p-anisidin değeri 3.85 bulunurken polipropilen dokuma paketlerde depolanan fıstıklarda p-anisidin değeri 5.30 olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar ortam oksijeninin uzaklaştırılmasının depolama sırasında fıstıklarda ransit tat ve koku oluşmasını geciktirdiğini ve fıstıkların raf ömrünü uzattığını bildirmişlerdir.

Baiano ve Del Nobile (2005) yaptıkları bir çalışmada badem ezmesinin raf ömrünün uzatılmasında ambalaj materyali ve ambalaj içi atmosferin etkisini araştırmışlardır. Çalışmada naylon-azot, naylon-oksijen tutucular, naylon-hava, EVOH-azot, EVOH-oksijen tutucular, EVOH-hava kombinasyonları ile paketlenmiş badem ezmesi örnekleri 37 °C'de 6 ay boyunca depolanmıştır. Örneklerin oksidasyon derecesini anlamak için badem ezmelerinde p-anisidin değeri analizi yapılmıştır. Araştırmacılar çalışmanın sonucunda paket içinde azot bulunan örneklerin, diğer badem ezmesi örneklerine göre önemli derecede ( $p<0.05$ ) düşük p-anisidin sayısı değerine sahip olduğu ve oksidasyonun daha yavaş gerçekleştiğini ifade etmişlerdir.



## 3.2 Fiziksel Analiz Sonuçları

### 3.2.1 Bisküvilerin Kırılma Kuvveti Değerleri

Bisküvi formülasyonuna nar kabuğu ikamesinin ve çeşitli modifiye atmosfer koşullarının bisküvilerin tekstürel özelliklerine etkisinin anlaşılması için bisküvilere sertlik (hardness) analizi uygulanmıştır. Bisküvilerin sertlik değerleri, depolamanın 0., 3., 6. ve 9. aylarında 3-nokta-kırılma (3-point-bending) testi ile belirlenmiştir. Tablo 3.14’de bisküvilere ait sertlik değerleri verilmiştir. Bisküvilerin formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları ise Tablo 3.15’de gösterilmiştir.

**Tablo 3.14:**Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki sertlik değerleri (N)

Bisküvi Çeşidi	Atmosfer koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay
Kontrol	ATM1	9.62±1.52 Ba	15.81±2.24 Aa	17.17±0.75 Aa	20.38±2.14 Aa
	ATM2	9.62±1.52 Ba	11.70±1.49 Bab	15.04±1.03 ABab	19.39±0.97 Aa
	ATM3	9.62±1.52 Ba	11.43±1.26 ABb	13.07±0.97 ABb	15.55±1.01 Aab
	ATM4	9.62±1.52 Ba	9.26±1.08 Bc	12.89±1.20 ABbc	15.74±0.89 Aab
NK6	ATM1	6.11±1.08 Bab	9.94±1.12 ABc	10.30±0.98 ABd	13.55±0.99 Ac
	ATM2	6.11±1.08 Aab	7.25±1.01 Ac	8.51±1.07 Ae	9.01±1.20 Ad
	ATM3	6.11±1.08 Aab	7.54±1.30 Ac	7.17±0.88 Ag	8.38±1.08 Ad
	ATM4	6.11±1.08 Aab	7.63±1.34 Ac	7.38±1.31 Af	7.77±0.91 Ae
NK12	ATM1	5.56±1.14 Aab	8.44±0.99 Ac	8.67±1.24 Ae	9.67±1.05 Ad
	ATM2	5.56±1.14 Aab	6.90±1.07 Ac	7.74±0.95 Ae	8.56±0.95 Ad
	ATM3	5.56±1.14 Aab	7.30±0.95 Ac	7.54±0.98 Ae	9.00±1.06 Ad
	ATM4	5.56±1.14 Aab	6.90±1.16 Ac	7.30±1.01 Ag	6.51±1.32 Ae
NK18	ATM1	4.12±0.98 Bb	7.22±0.94 ABc	7.69±1.20 ABe	9.55±0.86 Ad
	ATM2	4.12±0.98 Ab	6.49±1.07 Ac	7.10±0.99 Ag	8.44±1.10 Ad
	ATM3	4.12±0.98 Ab	5.82±0.81 Ad	6.43±0.86 Ag	8.24±0.87 Ad
	ATM4	4.12±0.98 Ab	5.94±1.10 Ad	6.40±1.04 Ag	7.17±1.31 Ae

Aynı satırda büyük harflerle (A, B, C,...) ve aynı sütunda farkı küçük harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05).

Bisküvilere yapılan varyans analizi sonuçları incelendiğinde bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu interaksyonunun ve bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu x depolama süresi interaksyonunun bisküvilerin sertlik değerleri üzerinde önemli farklılığa sebep olmadığı görülürken (p>0.05); bisküvi formülasyonunun, atmosfer koşullarının, depolama süresinin, bisküvi formülasyonu x depolama süresi interaksyonunun, atmosfer koşulu x depolama süresi interaksyonunun sertlik değerleri üzerinde önemli (p<0.05) farklılığa neden olduğu saptanmıştır (Tablo 3.15).

**Tablo 3. 15:** Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

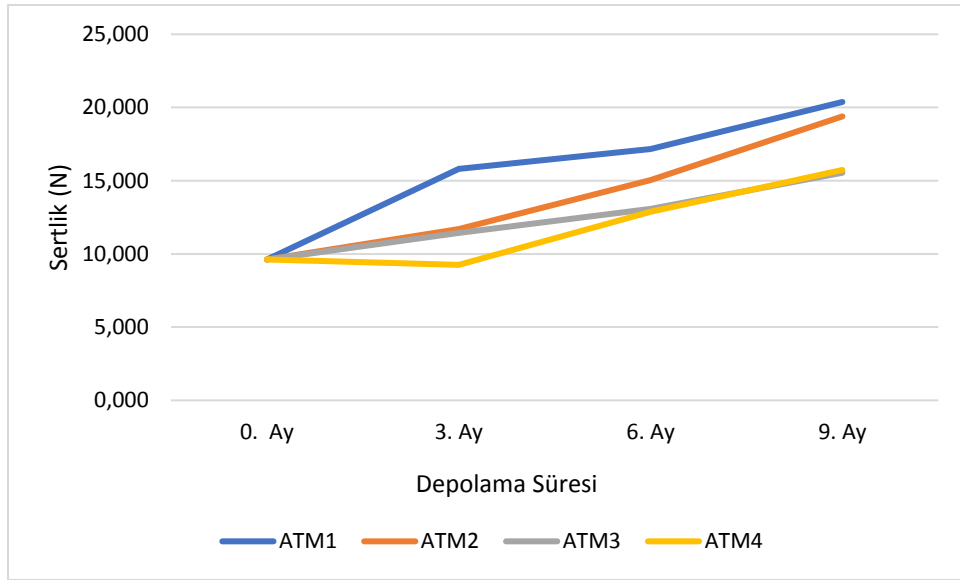
Varyans Kaynağı	Faktör	Sertlik	
		Ortalama	F Değeri
<b>Bisküvi Formülasyonu (A)</b>	K	13.49	175.49*
	NK6	8.02	
	NK12	7.23	
	NK18	6.44	
<b>Atmosfer Koşulları (B)</b>	ATM1	10.21	17.54*
	ATM2	8.85	
	ATM3	8.30	
	ATM4	7.89	
<b>Depolama Süresi (C)</b>	0. Ay	6.35	66.27*
	3. Ay	8.47	
	6. Ay	9.37	
	9. Ay	11.06	
<b>AxB</b>			1.68
<b>AxC</b>			5.11*
<b>BxC</b>			2.48*
<b>AxBxC</b>			0.52

\*:  $p < 0.05$  düzeyinde önemli

Bisküvi örneklerinin sertlik değerleri incelendiğinde, nar kabuğu ikamesinin depolamanın başlangıcında bisküvilerin sertliğinde önemli ( $p < 0.05$ ) azalmaya neden olduğu görülmüştür. Bu durumun, un yerine nar kabuğu tozu kullanılmasıyla formülasyondaki gluten miktarının azaltılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Işık ve Topkaya 2007). Depolamanın 3. ayında özellikle ATM1, ATM2 ve ATM3 koşulunda depolanan kontrol bisküvilerinin sertlik değerlerinin, diğer bisküvilere oranla anlamlı ( $p < 0.05$ ) derecede yüksek bulunduğu görülmüştür. Benzer trendin depolamanın ileriki aşamalarında da görüldüğü ve kontrol grubu bisküvilerin nar kabuğu tozu ihtiva eden bisküvilere göre sertlik değerlerinin önemli ( $p < 0.05$ ) derecede yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum, kontrol grubu bisküvilerin nar kabuğu ihtiva eden bisküvilere göre daha hızlı şekilde kuruduğu ve fiziksel raf ömrünün daha kısa olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

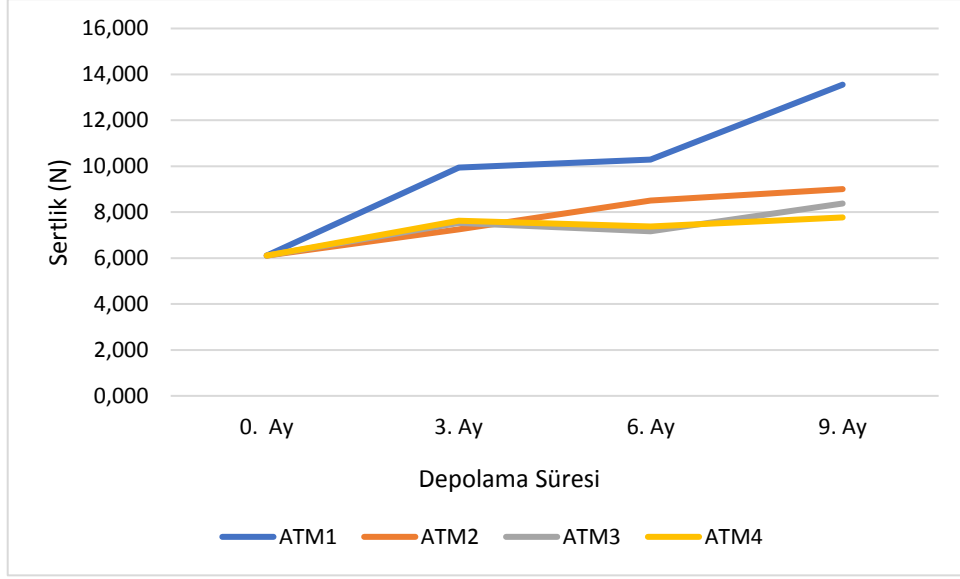
Kontrol grubu bisküvilerin sertlik değerleri Şekil 3.18’de verilmiştir. Tüm atmosfer koşullarında, kontrol grubu bisküvilerin sertlik değerleri depolamanın 9. ayında başlangıç ayına göre önemli ( $p < 0.05$ ) düzeyde artmıştır. ATM1 ve ATM3

atmosferlerinde depolanan bisküvilerin sertlikleri depolamanın 3. ayından itibaren önemli şekilde artmıştır. ATM2 ve ATM4 atmosfer koşullarında depolanan kontrol grubu bisküvilerin sertlik değerleri depolamanın 6. ayından itibaren istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.05$ ) şekilde artmıştır. Depolamanın 9. ayına gelindiğinde ATM1 ve ATM2 koşullarında depolanan kontrol grubu bisküvilerin sertliklerinin, ATM3 ve ATM4 koşullarında depolananlara göre önemli ( $p<0.05$ ) derecede yüksek olduğu görülmüştür. Depolama atmosferi olarak yüksek CO<sub>2</sub> konsantrasyonu kullanmanın, bisküvilerin sertleşmesini geciktirerek bayatlamasını geciktirdiği ve bu sayede bisküvilerin raf ömrünün arttırılmasını sağladığı düşünülmektedir.



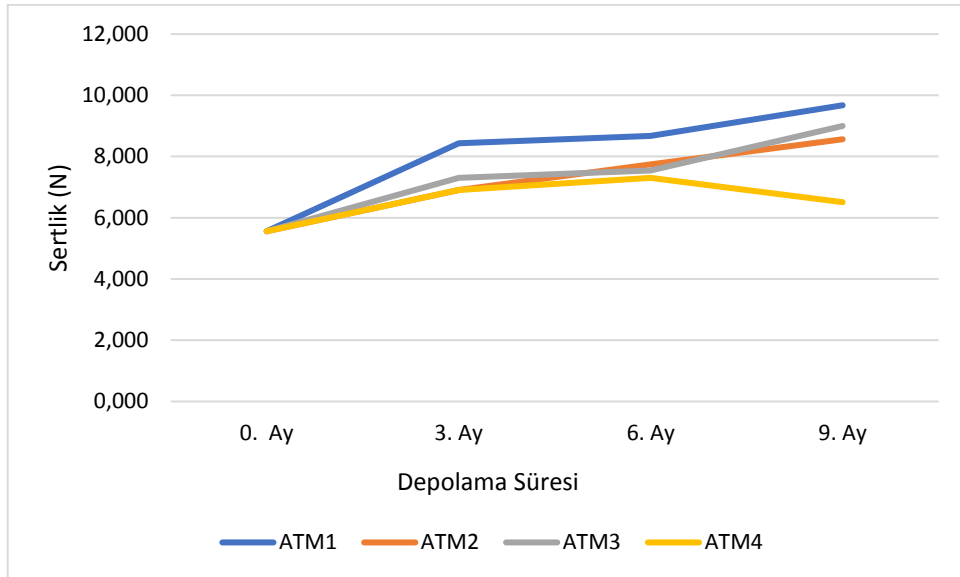
**Şekil 3.18:** Kontrol bisküvilerin sertlik değerlerindeki değişimler

NK6 bisküvilere ilişkin sertlik değerleri Şekil 3.19’da verilmiştir. ATM1 atmosferinde depolanan NK6 bisküvilerinin sertlik değerleri depolamanın 6. ayından itibaren önemli ( $p<0.05$ ) şekilde artarken diğer atmosfer koşullarında depolanan bisküvilerin sertlik değerlerinde depolama boyunca istatistiksel olarak önemli ( $p>0.05$ ) bir değişim gözlenmemiştir. Depolamanın 9. ayında en yüksek sertlik derecesine ATM1 atmosferinde depolanan NK6 bisküvileri sahip olurken (13.55 N), en düşük sertlik derecesini ATM4 koşullarında depolanan bisküviler (7.77 N) göstermiştir.



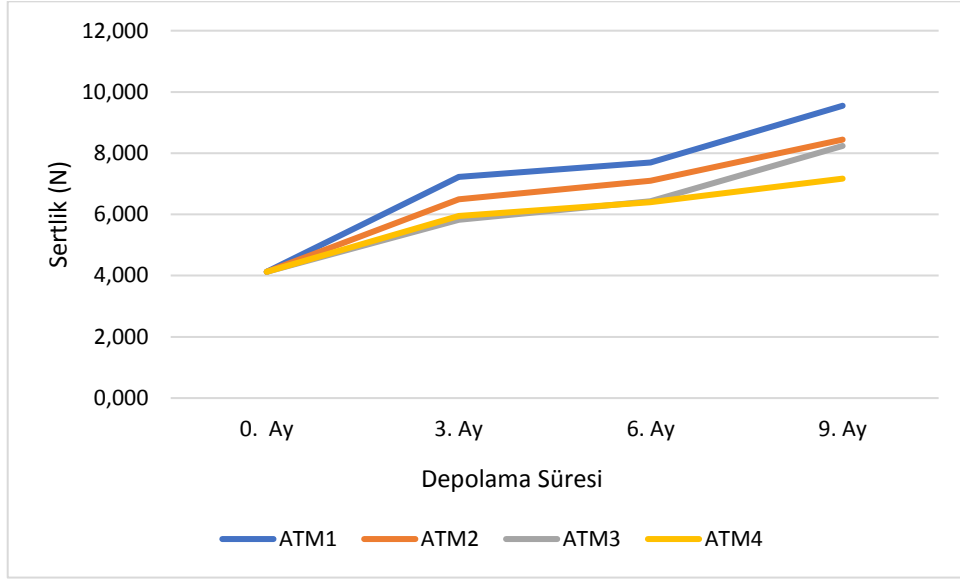
**Şekil 3.19:** NK6 bisküvilerin sertlik değerlerindeki değişimler

NK12 bisküvilerinin sertlik değerleri Şekil 3.20’de gösterilmiştir. Depolama boyunca NK12 bisküvilerinin sertlik değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı ( $p>0.05$ ) bir değişiklik görülmemiştir. Depolamanın 9. ayına gelindiğinde ATM1 atmosferinde depolanan NK6 bisküvileri en yüksek (9.67 N) sertlik değerine sahip olurken ATM4 koşulunda depolanan bisküvilerin en düşük (6.51 N) sertlik değerine sahip olduğu belirlenmiştir.



**Şekil 3.20:** NK12 bisküvilerin sertlik değerlerindeki değişimler

NK18 bisküvilerinin sertlik değerleri incelendiğinde (Şekil 3.21) ATM1 koşulunda depolanan örneklerin sertliklerinin depolama boyunca önemli ( $p<0.05$ ) derecede arttığı görülmüştür. Depolamanın 9. ayında yapılan sertlik sonuçlarına bakıldığında NK18 bisküvilerinde de NK6 ve NK12 bisküvilerinde olduğu gibi en yüksek sertlik değeri (9.55 N) kontrol atmosferi olan ATM1 koşulunda depolanan bisküvilerde görülürken en az sertlik değeri (7.17 N) yüksek CO<sub>2</sub> konsantrasyonu ihtiva eden ATM4 koşulunda depolanan bisküvilerde saptanmıştır.



**Şekil 3.21:** NK18 bisküvilerin sertlik değerlerindeki değişimler

Muiznice-Brasava ve ark. (2012) farklı atmosfer koşullarında depolamanın, dilimlenmiş ekmeğin raf ömrüne etkisini belirlemek üzere bir çalışma yapmışlardır. Bu amaçla depolama atmosferi olarak hava, %60 CO<sub>2</sub> + %40 N<sub>2</sub>, %60 CO<sub>2</sub> + %40 N<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> tutucular kullanılırken ambalaj materyali olarak da PP, multibariyer 60 ve OPP poşetleri kullanılmıştır. Ekmeklerin fiziksel raf ömürlerini belirlemek için ekmeklere tekstür cihazında sertlik testi yapmışlardır. Hava atmosferinde PP poşetlerde depolanan kontrol ekmeklerinin sertlik değerleri 7 günlük depolama sonucunda 15.09 N olarak belirlenirken, multibariyer 60 ambalajında 60 CO<sub>2</sub> - %40 N<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> tutucu varlığında depolanan ekmekler 15.52 N sertlik değerine 28 günün sonunda ulaşmıştır. Multibariyer ambalajında %60 CO<sub>2</sub> - %40 N<sub>2</sub> depolanan ekmeklerin sertlik değerinin ise 28 günün sonunda 18.39 N olarak belirlendiği ifade edilmiştir. Araştırmacılar CO<sub>2</sub>

varlığında depolamanın ve ambalaj içindeki O<sub>2</sub>'in uzaklaştırılmasının ekmeklerin raf ömrünü uzattığını bildirmişlerdir.

Jha ve ark (2015) bir Hindistan fırın ürünü olan “lal peda”nın modifiye atmosfer altında depolanmasının, ürünlerin raf ömrü üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla lal pedaları hava (kontrol), %70 N<sub>2</sub> + %30 CO<sub>2</sub> ve %98 N<sub>2</sub> koşullarında 60 gün boyunca depolamışlardır ve her 10 günde bir tekstür cihazında sertlik analizi yapmışlardır. Kontrol atmosferinde depolanan ürünler, 5906.72 g sertlik değerine sahip olmuşlar ve aynı zamanda mikrobiyal bozulma gerçekleşmiştir. Çalışmada 60 günlük depolamanın sonucunda %98 N<sub>2</sub> atmosferinde depolanan lal pedaların sertlik değerinin 5865.23 g olduğu ifade edilirken %70 N<sub>2</sub> + %30 CO<sub>2</sub> atmosfer koşullarında depolanan örneklerin sertlik değeri 5678.40 g ile en düşük değeri vermiştir. Araştırmacılar depolama sırasında CO<sub>2</sub> uygulamasının lal pedalarda sertleşmeyi geciktirerek raf ömrünü uzattığını rapor etmişlerdir.

Singh ve ark. (2011) yaptıkları bir çalışmada pişmiş pizzaların modifiye atmosfer altında depolanmasının, pizzanın bazı kimyasal ve fiziksel değişimleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Pizzalar hava (kontrol), %100 CO<sub>2</sub>, %100 N<sub>2</sub> ve %50 CO<sub>2</sub> + %50 N<sub>2</sub> olmak üzere dört farklı atmosfer koşulunda 30 gün boyunca 7 °C’de depolanmış ve fiziksel raf ömürleri belirlenmek üzere pizzalarda tekstür profili analizi yapılarak sertlik değerleri belirlenmiştir. Pizzaların sertlik değeri depolamanın başlangıcında 6621.87 g iken depolamanın sonunda hava atmosferinde depolanan pizzalarda 16602.78 g, %100 CO<sub>2</sub> atmosferinde depolananlarda 8606.27 g, %100 N<sub>2</sub> atmosferinde depolananlarda 13744.69 g ve %50 CO<sub>2</sub> + %50 N<sub>2</sub> atmosferinde depolanan pizzalarda 12859.69 g olarak tespit edilmiştir. Araştırmacılar paket içerisindeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonu arttıkça pizzalardaki sertlik artışının yavaşlatıldığını bildirmişlerdir.

### **3.2.2 Bisküvilerin Renk Değerleri**

Bisküvilerde nar kabuğu ikamesinin ve depolama koşullarının bisküvilerin rengi üzerine etkisini belirlemek amacıyla depolamanın 0., 3., 6. ve 9. aylarında

renk analizleri yapılmıştır. Bisküvilere ait renk analizi sonuçları Tablo 3.16, Tablo 3.18 ve Tablo 3.20’de verilmiştir.

Hammaddelere yapılan renk analizleri sonucunda buğday ununun *L*, *a*, *b* değerleri sırasıyla 89.00, -0.84, 7.48 olarak bulunurken nar kabuğunun *L*, *a*, *b* değerleri ise sırasıyla 53.08, 9.78, 17.38 olarak belirlenmiştir. Hammaddelere ait bu renk değerlerinin, son ürün olan bisküvilerin de rengine etki etmesi de kaçınılmazdır. Bisküvilere ait görseller Şekil 3.22’de verilmiştir.



Şekil 3. 22: K, NK6, NK12 ve NK18 kodlu bisküvilerin görüntüleri

Tablo 3.16: Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki Hunter L değerleri

Bisküvi Çeşidi	Atmosfer koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay
Kontrol	ATM1	77.21±1.20 Aa	77.29±0.48 Aa	78.37±0.84 Aa	77.51±0.71 Aa
	ATM2	77.21±1.20 Aa	77.08±0.77 Aa	77.61±0.57 Aa	77.67±1.03 Aa
	ATM3	77.21±1.20 Aa	77.30±0.96 Aa	77.58±0.70 Aa	76.22±1.40 Aa
	ATM4	77.21±1.20 Aa	79.91±1.55 Aa	79.42±1.02 Aa	79.03±1.66 Aa
NK6	ATM1	57.10±1.04 Ab	56.38±0.88 Ab	57.51±0.97 Ab	57.42±0.46 Ab
	ATM2	57.10±1.04 Ab	56.40±1.00 Ab	56.58±1.33 Abc	57.04±0.40 Ab
	ATM3	57.10±1.04 Ab	55.15±0.87 Ab	56.10±1.05 Abc	55.19±1.52 Ab
	ATM4	57.10±1.04 Ab	55.69±0.84 Ab	56.75±0.90 Ab	56.63±1.37 Ab
NK12	ATM1	49.83±0.87 Ac	49.45±0.66 Ac	48.10±0.66 Ad	48.78±0.59 Ac
	ATM2	49.83±0.87 Ac	49.55±0.90 Ac	50.94±1.41 Acd	49.14±0.36 Ac
	ATM3	49.83±0.87 Ac	48.16±1.31 Ac	49.02±0.54 Ad	48.78±1.34 Ac
	ATM4	49.83±0.87 Ac	48.48±1.06 Ac	48.24±0.94 Ad	48.30±1.06 Ac
NK18	ATM1	39.31±0.98 Ad	40.14±0.80 Ad	39.71±0.82 Ae	39.89±0.48 Ad
	ATM2	39.31±0.98 Ad	40.62±0.97 Ad	40.56±1.04 Ae	40.41±1.01 Ad
	ATM3	39.31±0.98 Ad	40.12±0.91 Ad	39.58±0.81 Ae	40.68±1.35 Ad
	ATM4	39.31±0.98 Ad	39.49±0.92 Ad	40.40±1.09 Ae	40.23±1.30 Ad

Aynı satırda büyük harflerle (A, B, C,...) ve aynı sütunda farkı küçük harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).

Bisküvilere ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.17’de gösterilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde; bisküvi formülasyonunun Hunter *L* değerleri üzerinde önemli ( $p<0.05$ ) farklılığa neden olduğu belirlenirken; atmosfer koşullarının, depolama süresinin, bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu interaksyonunun, bisküvi formülasyonu x depolama süresi interaksyonunun, atmosfer koşulu x

depolama süresi interaksyonunun ve bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu x depolama süresi interaksyonunun bisküvilerin *L* değeri üzerinde istatistiki olarak önemli bir farklılığa neden olmadığı ( $p>0.05$ ) belirlenmiştir.

**Tablo 3. 17:** Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin Hunter *L* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	<i>L</i>	F Değeri
<b>Bisküvi Formülasyonu (A)</b>	K	75.65	173.10*
	NK6	56.58	
	NK12	49.14	
	NK18	39.97	
<b>Atmosfer Koşulları (B)</b>	ATM1	55.88	1.31
	ATM2	56.07	
	ATM3	53.36	
	ATM4	56.03	
<b>Depolama Süresi (C)</b>	0. Ay	55.86	1.08
	3. Ay	53.54	
	6. Ay	56.03	
	9. Ay	55.90	
<b>AxB</b>			0.97
<b>AxC</b>			0.88
<b>BxC</b>			0.99
<b>AxBxC</b>			0.92

\*:  $p<0.05$  düzeyinde önemli

Hunter *L* değeri (0-100) rengin koyuluk-açıklığını ifade etmektedir. Nar kabuğu ikamesi arttıkça *L* değerinin önemli ( $p<0.05$ ) şekilde düştüğü yani koyuluğun arttığı görülmektedir. Modifiye atmosfer koşullarında depolamanın, bisküvilerin *L* değerleri üzerinde istatistiki açıdan önemli bir değişime neden olmadığı ( $p>0.05$ ) görülmüştür. Depolamanın her aşamasında ve her modifiye atmosfer koşulunda %18 nar kabuğu ihtiva eden bisküviler en düşük *L* değerine sahip olurken kontrol bisküviler en yüksek *L* değerine sahip olmuşlardır.

Bisküvilere ait Hunter *a* renk sonuçları Tablo 3.18'de gösterilmiştir. Bisküvilerin formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin Hunter *a* değerlerine ait varyans analiz sonuçları ise Tablo 3.19'da verilmiştir.



**Tablo 3.18:** Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki Hunter a değerleri

Bisküvi Çeşidi	Atmosfer koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay
<b>Kontrol</b>	ATM1	2.41±0.98 Ab	1.75±0.43 Ae	2.39±0.79 Ad	2.64±0.66 Af
	ATM2	2.41±0.98 Ab	3.12±0.77 Ac	3.74±1.13 Ab	3.64±0.59 Abc
	ATM3	2.41±0.98 Ab	2.18±1.01 Ad	3.17±0.98 Ac	3.11±0.94 Ae
	ATM4	2.41±0.98 Ab	3.50±0.91 Abc	2.51±0.86 Ad	3.26±0.91 Ad
<b>NK6</b>	ATM1	5.30±0.79 Aab	5.03±0.87 Abc	5.00±0.99 Ab	4.22±1.18 Abc
	ATM2	5.30±0.79 Aab	5.57±0.84 Abc	5.35±1.02 Ab	5.48±0.91 Abc
	ATM3	5.30±0.79 Aab	5.30±1.14 Abc	5.23±0.66 Ab	5.72±0.98 Abc
	ATM4	5.30±0.79 Aab	5.50±1.03 Abc	5.20±1.11 Ab	5.69±1.20 Abc
<b>NK12</b>	ATM1	8.87±1.20 Aa	7.44±1.22 Ab	7.21±1.20 Ab	6.49±1.30 Abc
	ATM2	8.87±1.20 Aa	8.08±0.69 Aab	7.13±0.91 Ab	8.54±0.79 Ab
	ATM3	8.87±1.20 Aa	8.70±0.99 Aab	7.83±1.06 Ab	7.35±1.08 Abc
	ATM4	8.87±1.20 Aa	8.85±1.04 Aa	8.86±1.13 Aa	8.97±0.84 Aa
<b>NK18</b>	ATM1	9.59±1.04 Aa	8.40±1.00 Aab	8.82±0.97 Aab	8.90±0.77 Aab
	ATM2	9.59±1.04 Aa	8.19±0.97 Aab	8.18±1.08 Aab	8.30±1.03 Abc
	ATM3	9.59±1.04 Aa	8.12±1.03 Aab	8.02±1.16 Ab	8.47±1.22 Ab
	ATM4	9.59±1.04 Aa	8.49±1.05 Aab	8.53±0.88 Aab	8.96±0.95 Aa

Aynı satırda büyük harflerle (A, B, C,...) ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).

**Tablo 3.19:** Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin Hunter a değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	<i>a</i>	F Değeri
<b>Bisküvi Formülasyonu (A)</b>	K	2.79	121.67*
	NK6	5.28	
	NK12	8.18	
	NK18	8.73	
<b>Atmosfer Koşulları (B)</b>	ATM1	5.90	1.11
	ATM2	6.34	
	ATM3	6.21	
	ATM4	6.53	
<b>Depolama Süresi (C)</b>	0. Ay	6.54	0.69
	3. Ay	6.14	
	6. Ay	6.07	
	9. Ay	6.23	
<b>AxB</b>			0.41
<b>AxC</b>			0.74
<b>BxC</b>			0.20
<b>AxBxC</b>			0.16

\*:  $p<0.05$  düzeyinde önemli

Bisküvilere ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde bisküvi formülasyonunun Hunter *a* değerleri üzerinde önemli ( $p<0.05$ ) farklılığa neden olduğu belirlenirken; atmosfer koşullarının, depolama süresinin, bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu etkileşiminin, bisküvi formülasyonu x

depolama süresi interaksyonunun, atmosfer koşulu x depolama süresi interaksyonunun ve bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu x depolama süresi interaksyonunun bisküvilerin *a* değeri üzerinde istatistiki olarak önemli ( $p>0.05$ ) bir farklılığa neden olmadığı belirlenmiştir.

Hunter *a* değeri gıdaların kırmızılık (a+) ve yeşillik (a-) değerlerini ifade etmektedir. Beklendiği üzere nar kabuğu ikamesi arttıkça bisküvilerin kırmızılık değerlerinin önemli ( $p<0.05$ ) seviyede arttığı görülmüştür. Nar kabuğunun içeriğinde bulunan ve kabağa kırmızı, pembe tonlarda renk veren antosiyaninler, bisküvilerde de kırmızı rengin artmasını sağlamıştır (Nizamoğlu ve Nas 2010). Depolama atmosferinin bisküvilerin *a* değerleri üzerinde önemli ( $p>0.05$ ) bir farka neden olmadığı belirlenmiştir.

Bisküvilere ait Hunter *b* renk sonuçları Tablo 3.20’de gösterilmiştir. Bisküvilerin formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin Hunter *b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları ise Tablo 3.21’de verilmiştir.

**Tablo 3.20:** Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki Hunter b değerleri

Bisküvi Çeşidi	Atmosfer koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay
<b>Kontrol</b>	ATM1	21.04±1.20 Aa	20.48±0.84 Aa	20.21±0.78 Aab	19.98±1.13 Ab
	ATM2	21.04±1.20 Aa	20.94±1.14 Aa	19.80±1.01 Aab	21.10±0.95 Aa
	ATM3	21.04±1.20 Aa	20.39±1.30 Aa	19.66±0.95 Aab	20.83±0.94 Aab
	ATM4	21.04±1.20 Aa	20.17±0.91 Aa	20.81±0.86 Aa	20.00±1.04 Ab
<b>NK6</b>	ATM1	19.06±0.84 Aab	18.10±0.88 Aa	18.02±0.61 Aab	19.12±0.47 Ab
	ATM2	19.06±0.84 Aab	18.54±1.00 Aa	18.28±0.95 Aab	18.49±0.88 Ab
	ATM3	19.06±0.84 Aab	18.85±1.13 Aa	18.64±0.98 Aab	17.81±1.17 Ab
	ATM4	19.06±0.84 Aab	18.26±0.98 Aa	18.05±1.00 Aab	18.39±0.80 Ab
<b>NK12</b>	ATM1	17.69±0.99 Aab	17.00±1.12 Aa	16.92±1.04 Aab	17.25±0.81 Ab
	ATM2	17.69±0.99 Aab	16.48±1.03 Aa	16.74±1.21 Aab	17.47±0.79 Ab
	ATM3	17.69±0.99 Aab	16.82±0.94 Aa	17.67±0.73 Aab	16.25±1.01 Ab
	ATM4	17.69±0.99 Aab	16.22±0.87 Aa	16.95±0.49 Aab	16.87±1.30 Ab
<b>NK18</b>	ATM1	14.58±0.90 Ab	15.62±1.14 Aa	14.81±0.94 Ab	14.75±0.52 Ad
	ATM2	14.58±0.90 Ab	15.78±0.87 Aa	15.22±1.26 Aab	15.03±0.99 Ad
	ATM3	14.58±0.90 Ab	15.38±1.02 Aa	15.52±1.10 Aab	15.69±0.74 Ab
	ATM4	14.58±0.90 Ab	15.62±1.25 Aa	15.67±0.92 Aab	15.40±1.02 Ac

Aynı satırda büyük harflerle (A, B, C,...) ve aynı sütunda farkı küçük harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).

**Tablo 3. 21:** Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin Hunter *b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	<i>b</i>	F Değeri
<b>Bisküvi Formülasyonu (A)</b>	K	20.53	82.87*
	NK6	18.55	
	NK12	17.09	
	NK18	15.17	
<b>Atmosfer Koşulları (B)</b>	ATM1	17.79	0.04
	ATM2	17.89	
	ATM3	17.86	
	ATM4	17.80	
<b>Depolama Süresi (C)</b>	0. Ay	18.09	0.52
	3. Ay	17.79	
	6. Ay	17.68	
	9. Ay	17.78	
<b>AxB</b>			0.07
<b>AxC</b>			0.69
<b>BxC</b>			0.12
<b>AxBxC</b>			0.16

\*:  $p < 0.05$  düzeyinde önemli

Varyans analizi sonuçlarında bisküvi formülasyonunun Hunter *b* değerleri üzerinde önemli ( $p < 0.05$ ) farklılığa neden olduğu belirlenirken; atmosfer koşullarının, depolama süresinin, bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu etkileşiminin, bisküvi formülasyonu x depolama süresi etkileşiminin, atmosfer koşulu x depolama süresi etkileşiminin ve bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu x depolama süresi etkileşiminin bisküvilerin *b* değeri üzerinde istatistiksel olarak önemli ( $p > 0.05$ ) bir farklılığa neden olmadığı saptanmıştır.

Hunter *b* değeri gıdalardaki sarılık (*b*+) ve maviliği (*b*-) belirtmek için kullanılır. Bisküvilerdeki nar kabuğu ikame oranı arttıkça bisküvilerin *b* değerlerinde önemli ( $p < 0.05$ ) bir azalma olduğu görülmüştür. Nar kabuğu ikamesi ile oluşan bu fark, tarafımızca duyuşsal olarak da gözlemlenmiştir. Kontrol bisküvileri parlak sarı renkte iken NK18 bisküvilerinin koyu kırmızı-kahve renk tonlarında olduğu görülmüştür. Farklı sıcaklık ve pH'larda antosiyaninlerin farklı renkleri oluşturduğu bilinmektedir, nar kabuğu ilaveli bisküvilerin sarılık değerlerindeki farklılıkların bu nedenden kaynaklandığı düşünülmektedir (Nizamoğlu ve Nas 2010; Türksoy ve Özkaya 2011). Bisküvilerin farklı atmosfer

koşullarında depolanması ile bisküvilerin  $b$  değerlerinde istatistiksel olarak önemli ( $p>0.05$ ) bir fark oluşmadığı görülmüştür.

Topkaya ve Işık (2019) %5, 10 ve 15 nar kabuğu tozu ikame ettikleri muffin keklerde, nar kabuğu ikamesinin keklerin iç ve dış renkleri üzerine etkisini belirlemek üzere Hunter  $L,a,b$  cihazıyla renk tayini yapmışlardır. Araştırmacılar nar kabuğu ikame oranı arttıkça keklerin iç renklerinde  $L$  ve  $b$  değerlerinde düşüş olduğunu,  $a$  değerinde ise artış olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacıların bu sonuçları bizim çalışmamızla paralellik göstermektedir. Ancak keklerin dış renklerini incelediklerinde  $L$ ,  $a$  ve  $b$  değerlerin tümünde düşme olduğunu gözlemlemişlerdir. Keklerin dış renginin  $a$  değeri sonuçları ise bizim sonuçlarımızla ters düşmektedir. Araştırmacılar, keklerin pişmesi sırasında oluşan maillard reaksiyonları nedeniyle keklerin kırmızılığının maskelendiğini bildirmişlerdir. Keklerin  $a$  değerinde oluşan bu değişimin bisküvilerde görülmemesinin nedeninin, kek formülasyonunun ve pişme süresinin bisküvilerden farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

### 3.3 Duyusal Analiz Sonuçları

Bisküvilerin duyusal analizleri, depolamanın 0., 3., 6., ve 9. aylarında gerçekleştirilmiştir. Her tekrürde 24 panelist tarafından gerçekleştirilen duyusal analiz sonuçları Tablo 3.22, Tablo 3.24, Tablo 3.26, Tablo 3.28 ve Tablo 3.30, Tablo 3.32’de verilmiştir. Bisküvilerin formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin bisküvilerin duyusal analiz puanlarına ait varyans analiz sonuçları ise Tablo 3.23, 3.25, 3.27, 3.29, 3.31 ve 3.33’te verilmiştir.

**Tablo 3.22:** Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki duyuşal renk sonuçları

Bisküvi Çeşidi	Atmosfer koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay
<b>Kontrol</b>	ATM1	4.71±0.39 Aa	4.35±0.53 Aa	3.80±0.42 Aa	3.75±0.51 Aa
	ATM2	4.71±0.39 Aa	4.85±0.53 Aa	4.70±0.40 Aa	4.90±0.56 Aa
	ATM3	4.71±0.39 Aa	4.80±0.41 Aa	5.00±0.52 Aa	4.85±0.57 Aa
	ATM4	4.71±0.39 Aa	4.85±0.39 Aa	3.80±0.57 Aa	4.25±0.40 Aa
<b>NK6</b>	ATM1	4.85±0.51 Aa	5.05±0.56 Aa	4.70±0.39 Aa	4.75±0.48 Aa
	ATM2	4.85±0.51 Aa	4.40±0.54 Aa	4.30±0.56 Aa	4.45±0.40 Aa
	ATM3	4.85±0.51 Aa	4.55±0.56 Aa	5.00±0.40 Aa	4.80±0.51 Aa
	ATM4	4.85±0.51 Aa	4.30±0.39 Aa	4.95±0.38 Aa	4.85±0.35 Aa
<b>NK12</b>	ATM1	4.40±0.38 Aa	4.85±0.47 Aa	4.90±0.56 Aa	4.90±0.56 Aa
	ATM2	4.40±0.38 Aa	4.35±0.41 Aa	4.50±0.59 Aa	4.80±0.53 Aa
	ATM3	4.40±0.38 Aa	4.35±0.48 Aa	5.00±0.51 Aa	4.50±0.51 Aa
	ATM4	4.40±0.38 Aa	4.95±0.50 Aa	4.70±0.42 Aa	4.35±0.42 Aa
<b>NK18</b>	ATM1	3.88±0.50 Aa	5.05±0.39 Aa	4.30±0.48 Aa	4.05±0.49 Aa
	ATM2	3.88±0.50 Aa	4.80±0.56 Aa	4.20±0.48 Aa	4.20±0.48 Aa
	ATM3	3.88±0.50 Aa	3.95±0.47 Aa	4.00±0.39 Aa	4.30±0.52 Aa
	ATM4	3.88±0.50 Aa	4.75±0.42 Aa	4.60±0.38 Aa	4.70±0.47 Aa

Aynı satırda büyük harflerle (A, B, C,...) ve aynı sütunda farkı küçük harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05).

**Tablo 3.23:** Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin duyuşal renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Duyuşal Renk	F Değeri
		Ortalama	
<b>Bisküvi Formülasyonu (A)</b>	K	4.55	3.49*
	NK6	4.84	
	NK12	4.63	
	NK18	4.28	
<b>Atmosfer Koşulları (B)</b>	ATM1	4.42	0.09
	ATM2	4.58	
	ATM3	4.62	
	ATM4	4.57	
<b>Depolama Süresi (C)</b>	0. Ay	4.46	1.04
	3. Ay	4.76	
	6. Ay	4.53	
	9. Ay	4.54	
<b>AxB</b>			0.89
<b>AxC</b>			0.64
<b>BxC</b>			0.21
<b>AxBxC</b>			0.38

\*: p<0.05 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonuçları incelendiğinde bisküvi formülasyonunun duyuşal renk değerleri üzerinde önemli (p<0.05) farklılığa neden olduğu belirlenirken; atmosfer koşullarının, depolama süresinin, bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu interaksyonunun, bisküvi formülasyonu x depolama süresi interaksyonunun, atmosfer koşulu x depolama süresi interaksyonunun ve bisküvi

formülasyonu x atmosfer koşulu x depolama süresi interaksyonunun bisküvilerin duyuşsal renk değerleri üzerinde istatistiki olarak önemli ( $p>0.05$ ) bir farklılığa neden olmadığı görölmüştür (Tablo 3.23).

Bisküvilere nar kabuğu tozu ikame edilmesinin, panelistlerin bisküvilere verdiği renk skorlarını önemli derecede değiştirmediği ( $p>0.05$ ) görölmüştür. Farklı atmosfer koşullarında depolanan bisküvilerin renk değerlerinde de istatistiksel olarak önemli bir fark oluşmadığı ( $p>0.05$ ) gözlenmiştir. Tüm bisküvilerin renk skorları tüm atmosfer koşullarında nadiren hedonik skalada orta nokta olan 4.00'ün aőaęısında kalmıştır.

**Tablo 3.24:** Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki koku sonuçları

Bisküvi Çeşidi	Atmosfer koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay
Kontrol	ATM1	5.21±0.40 Aa	4.60±0.52 Aa	4.50±0.51 Aa	4.40±0.57 Aa
	ATM2	5.21±0.40 Aa	4.90±0.43 Aa	4.60±0.48 Aa	4.50±0.46 Aa
	ATM3	5.21±0.40 Aa	4.90±0.55 Aa	4.70±0.47 Aa	4.65±0.52 Aa
	ATM4	5.21±0.40 Aa	4.75±0.44 Aa	4.70±0.43 Aa	4.40±0.45 Aa
NK6	ATM1	5.10±0.55 Aa	4.95±0.33 Aa	4.60±0.39 Aa	4.70±0.36 Aa
	ATM2	5.10±0.55 Aa	4.70±0.56 Aa	4.50±0.39 Aa	4.60±0.52 Aa
	ATM3	5.10±0.55 Aa	4.70±0.29 Aa	4.60±0.45 Aa	4.70±0.45 Aa
	ATM4	5.10±0.55 Aa	4.60±0.36 Aa	4.70±0.44 Aa	4.80±0.58 Aa
NK12	ATM1	4.40±0.63 Aa	4.85±0.43 Aa	4.60±0.41 Aa	4.75±0.61 Aa
	ATM2	4.40±0.63 Aa	4.70±0.49 Aa	4.60±0.37 Aa	4.70±0.42 Aa
	ATM3	4.40±0.63 Aa	4.80±0.52 Aa	4.50±0.40 Aa	4.55±0.45 Aa
	ATM4	4.40±0.63 Aa	5.15±0.48 Aa	4.90±0.50 Aa	4.85±0.56 Aa
NK18	ATM1	3.98±0.42 Aa	4.95±0.38 Aa	4.60±0.44 Aa	4.50±0.54 Aa
	ATM2	3.98±0.42 Aa	4.75±0.53 Aa	4.40±0.43 Aa	4.55±0.55 Aa
	ATM3	3.98±0.42 Aa	4.70±0.38 Aa	4.70±0.39 Aa	4.65±0.48 Aa
	ATM4	3.98±0.42 Aa	4.85±0.52 Aa	4.40±0.38 Aa	4.65±0.49 Aa

Aynı satırda büyük harflerle (A, B, C,...) ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).

Varyans analizi sonuçlarında bisküvi formülasyonunun, atmosfer koşullarının, depolama süresinin, bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu interaksyonunun, bisküvi formülasyonu x depolama süresi interaksyonunun, atmosfer koşulu x depolama süresi interaksyonunun ve bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu x depolama süresi interaksyonunun bisküvilerin koku değeri üzerinde istatistiki olarak önemli bir farklılığa neden olmadığı ( $p>0.05$ ) saptanmıştır (Tablo 3.25).

**Tablo 3. 25:** Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin koku değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Koku	
		Ortalama	F Değeri
<b>Bisküvi Formülasyonu (A)</b>	K	4.75	1.27
	NK6	4.78	
	NK12	4.63	
	NK18	4.47	
<b>Atmosfer Koşulları (B)</b>	ATM1	4.67	0.02
	ATM2	4.64	
	ATM3	4.68	
	ATM4	4.65	
<b>Depolama Süresi (C)</b>	0. Ay	4.67	0.71
	3. Ay	4.80	
	6. Ay	4.57	
	9. Ay	4.59	
<b>AxB</b>			0.09
<b>AxC</b>			1.51
<b>BxC</b>			0.02
<b>AxBxC</b>			0.08

Panelistlerin Kontrol, NK6, NK12 ve NK12 bisküvilere, depolamanın her aşamasında istatistiksel olarak benzer ( $p>0.05$ ) koku skorları verdikleri görülmüştür. NK18'in 0. ayı hariç tüm bisküvi örneklerinin tüm koşullarda 4.00'ten yüksek koku skoru elde ettiği belirlenmiştir.

**Tablo 3.26:** Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki duyuşal sertlik sonuçları

Bisküvi Çeşidi	Atmosfer koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay
<b>Kontrol</b>	ATM1	4.96±0.55 Aa	3.60±0.52 Aa	3.40±0.43 Aa	3.60±0.52 Aa
	ATM2	4.96±0.55 Aa	4.85±0.40 Aa	4.80±0.57 Aa	4.75±0.40 Aa
	ATM3	4.96±0.55 Aa	4.30±0.39 Aa	4.60±0.50 Aa	4.65±0.42 Aa
	ATM4	4.96±0.55 Aa	5.05±0.48 Aa	4.20±0.47 Aa	4.75±0.53 Aa
<b>NK6</b>	ATM1	5.04±0.40 Aa	4.80±0.41 Aa	4.80±0.63 Aa	4.25±0.47 Aa
	ATM2	5.04±0.40 Aa	4.85±0.48 Aa	5.30±0.42 Aa	5.25±0.40 Aa
	ATM3	5.04±0.40 Aa	5.15±0.52 Aa	5.30±0.59 Aa	5.50±0.38 Aa
	ATM4	5.04±0.40 Aa	5.20±0.58 Aa	4.60±0.62 Aa	5.00±0.47 Aa
<b>NK12</b>	ATM1	4.98±0.42 Aa	4.75±0.52 Aa	4.60±0.49 Aa	4.40±0.52 Aa
	ATM2	4.98±0.42 Aa	5.45±0.41 Aa	5.10±0.43 Aa	5.20±0.51 Aa
	ATM3	4.98±0.42 Aa	5.10±0.57 Aa	4.90±0.50 Aa	4.95±0.43 Aa
	ATM4	4.98±0.42 Aa	5.50±0.40 Aa	5.30±0.49 Aa	4.90±0.49 Aa
<b>NK18</b>	ATM1	4.92±0.53 Aa	4.95±0.37 Aa	4.60±0.46 Aa	4.15±0.53 Aa
	ATM2	4.92±0.53 Aa	5.25±0.58 Aa	4.90±0.60 Aa	4.85±0.50 Aa
	ATM3	4.92±0.53 Aa	4.85±0.56 Aa	4.80±0.41 Aa	4.90±0.41 Aa
	ATM4	4.92±0.53 Aa	5.15±0.43 Aa	4.70±0.48 Aa	5.00±0.39 Aa

Aynı satırda büyük harflerle (A, B, C,...) ve aynı sütunda farkı küçük harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).

**Tablo 3. 27:** Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin duyusal sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Sertlik	F Değeri
<b>Bisküvi Formülasyonu (A)</b>	K	4.53	3.28*
	NK6	5.01	
	NK12	5.00	
	NK18	4.96	
<b>Atmosfer Koşulları (B)</b>	ATM1	4.49	4.19*
	ATM2	5.03	
	ATM3	5.03	
	ATM4	4.96	
<b>Depolama Süresi (C)</b>	0. Ay	4.98	0.62
	3. Ay	4.93	
	6. Ay	4.74	
	9. Ay	4.86	
<b>AxB</b>			0.42
<b>AxC</b>			0.49
<b>BxC</b>			1.04
<b>AxBxC</b>			0.28

\*:  $p < 0.05$  düzeyinde önemli

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde bisküvi formülasyonu ve atmosfer koşullarının duyusal sertlik değerleri üzerinde önemli ( $p < 0.05$ ) farklılığa neden olduğu saptanırken; depolama süresinin, bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu interaksyonunun, bisküvi formülasyonu x depolama süresi interaksyonunun, atmosfer koşulu x depolama süresi interaksyonunun ve bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu x depolama süresi interaksyonunun bisküvilerin duyusal sertlik değerleri üzerinde istatistiki olarak önemli ( $p > 0.05$ ) bir farklılığa neden olmadığı görülmüştür.

Panelistlerin bisküvilerin sertlik özelliklerine verdiği skorlarda da koku ve renk sonuçlarında olduğu gibi istatistiki olarak anlamlı ( $p > 0.05$ ) bir fark görülmemiştir. Kontrol bisküvinin ATM1 koşullarında depolananlarının 3.,6. ve 9. Ay sonuçları hariç tüm bisküviler 4.0'ten yüksek puan almıştır.



**Tablo 3.28:** Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki lezzet sonuçları

Bisküvi Çeşidi	Atmosfer koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay
Kontrol	ATM1	5.49±0.42 Aa	4.75±0.36 Aa	4.00±0.53 Aa	4.20±0.51 Aa
	ATM2	5.49±0.42 Aa	5.35±0.63 Aa	4.90±0.44 Aa	5.00±0.40 Aa
	ATM3	5.49±0.42 Aa	5.10±0.40 Aa	5.10±0.46 Aa	5.15±0.48 Aa
	ATM4	5.49±0.42 Aa	4.75±0.37 Aa	4.30±0.47 Aa	4.75±0.38 Aa
NK6	ATM1	5.17±0.67 Aa	4.95±0.60 Aa	4.90±0.53 Aa	4.55±0.39 Aa
	ATM2	5.17±0.67 Aa	4.70±0.51 Aa	5.20±0.41 Aa	5.05±0.50 Aa
	ATM3	5.17±0.67 Aa	4.65±0.52 Aa	4.60±0.39 Aa	4.95±0.53 Aa
	ATM4	5.17±0.67 Aa	4.60±0.41 Aa	4.30±0.49 Aa	4.65±0.47 Aa
NK12	ATM1	4.71±0.41 Aab	4.55±0.64 Aa	4.20±0.43 Aa	4.20±0.45 Aa
	ATM2	4.71±0.41 Aab	4.55±0.39 Aa	4.70±0.47 Aa	4.75±0.43 Aa
	ATM3	4.71±0.41 Aab	4.70±0.50 Aa	4.80±0.38 Aa	4.55±0.52 Aa
	ATM4	4.71±0.41 Aab	5.00±0.57 Aa	4.60±0.48 Aa	4.30±0.48 Aa
NK18	ATM1	4.02±0.49 Ab	4.70±0.53 Aa	4.00±0.45 Aa	3.65±0.50 Aa
	ATM2	4.02±0.49 Ab	4.45±0.38 Aa	4.10±0.49 Aa	3.95±0.47 Aa
	ATM3	4.02±0.49 Ab	4.45±0.41 Aa	3.90±0.47 Aa	4.05±0.52 Aa
	ATM4	4.02±0.49 Ab	4.90±0.43 Aa	4.20±0.42 Aa	4.30±0.50 Aa

Aynı satırda büyük harflerle (A, B, C,...) ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05).

**Tablo 3. 29:** Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin lezzet değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Lezzet	F Değeri
Bisküvi Formülasyonu (A)	K	Ortalama 4.96	7.90*
	NK6	4.86	
	NK12	4.61	
	NK18	4.17	
Atmosfer Koşulları (B)	ATM1	4.50	0.79
	ATM2	4.76	
	ATM3	4.71	
	ATM4	4.63	
Depolama Süresi (C)	0. Ay	4.85	2.08
	3. Ay	4.76	
	6. Ay	4.49	
	9. Ay	4.51	
AxB			0.46
AxC			0.93
BxC			0.31
AxBxC			0.12

\*: p<0.05 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonuçları incelendiğinde bisküvi formülasyonunun lezzet değerleri üzerinde önemli (p<0.05) farklılığa neden olduğu belirlenirken; atmosfer koşullarının, depolama süresinin, bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu interaksyonunun, bisküvi formülasyonu x depolama süresi

interaksiyonunun, atmosfer koşulu x depolama süresi interaksiyonunun ve bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu x depolama süresi interaksiyonunun bisküvilerin lezzet değerleri üzerinde istatistiki olarak önemli ( $p>0.05$ ) bir farklılığa neden olmadığı görülmüştür (Tablo 3.29).

Bisküvilerin en önemli duyuşsal parametrelerinden lezzet puanları incelendiğinde nar kabuğu ikame oranı ya da depolama koşullarının bisküvilerin lezzet değerleri üzerinde de önemli bir değişime neden olmadığı ( $p>0.05$ ) görülmektedir. Ancak 0. ay sonuçları incelendiğinde örnekler arasında istatistiksel açıdan önemli farklılık bulunmamasına rağmen nar kabuğu ilave oranı arttıkça bisküvilerin lezzet puanlarının düştüğü görülmektedir. Bu düşüşün nar kabuğunda bulunan fenolik maddelerin neden olduğu kekremsi tattan kaynaklandığı düşünölmektedir. Nitekim panelistler de özellikle NK18 numunelerinde acılık hissettiklerini belirtmişlerdir.

**Tablo 3.30:** Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki çığnenebilirlik sonuçları

Bisküvi Çeşidi	Atmosfer koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay
Kontrol	ATM1	5.19±0.47 Aa	4.05±0.27 ABb	3.80±0.43 Bd	3.65±0.42 Bd
	ATM2	5.19±0.47 Aa	4.90±0.63 Aab	4.70±0.39 Ab	4.85±0.39 Aab
	ATM3	5.19±0.47 Aa	4.40±0.51 Aab	5.00±0.61 Aa	5.00±0.51 Aab
	ATM4	5.19±0.47 Aa	5.30±0.50 Aa	3.90±0.52 Bc	4.65±0.47 ABb
NK6	ATM1	5.31±0.53 Aa	4.95±0.64 Aab	5.00±0.48 Aab	4.35±0.43 Ac
	ATM2	5.31±0.53 Aa	4.70±0.49 Aab	5.30±0.46 Aa	5.10±0.42 Aab
	ATM3	5.31±0.53 Aa	4.65±0.42 Aab	5.40±0.50 Aa	5.50±0.53 Aa
	ATM4	5.31±0.53 Aa	4.60±0.63 Aab	4.90±0.46 Ab	5.00±0.47 Aab
NK12	ATM1	5.21±0.40 Aa	4.65±0.67 Aab	4.40±0.53 Ab	4.15±0.50 Ac
	ATM2	5.21±0.40 Aa	5.40±0.39 Aa	5.00±0.45 Aab	4.95±0.42 Aab
	ATM3	5.21±0.40 Aa	4.95±0.52 Aab	4.90±0.51 Ab	4.95±0.39 Aab
	ATM4	5.21±0.40 Aa	5.35±0.57 Aa	5.10±0.42 Aa	4.90±0.53 Aab
NK18	ATM1	4.92±0.51 ABa	5.30±0.43 Aa	4.70±0.61 Ab	4.05±0.61 Bc
	ATM2	4.92±0.51 ABa	5.20±0.59 Aab	4.80±0.50 Ab	4.75±0.50 Ab
	ATM3	4.92±0.51 ABa	5.10±0.45 Aab	5.10±0.53 Aa	5.05±0.46 Aab
	ATM4	4.92±0.51 ABa	5.35±0.46 Aa	4.90±0.46 Ab	5.00±0.41 Aab

Aynı satırda büyük harflerle (A, B, C,...) ve aynı sütunda farkı küçük harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).

Bisküvilerin çığnenebilirlik sonuçları incelendiğinde nar kabuğu ikamesinin bisküvilerin çığnenebilirlik değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir değişime neden olmadığı görülmüştür ( $p>0.05$ ). Depolamanın 9. ayına gelindiğinde ise hava atmosferinde depolanan kontrol bisküvilerinin en düşük çığnenebilirlik skorunu aldığı belirlenmiştir. Söz konusu düşüşün bu bisküvilerdeki artan sertlik değeriyle ilişkili olduğu düşünölmektedir. Bazı kontrol grubu bisküviler hariç tüm bisküvilerin ortanın üzerinde çığnenebilirlik skoru elde ettiği belirlenmiştir.

**Tablo 3.31:** Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin çığnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Çığnenebilirlik	
		Ortalama	F Değeri
<b>Bisküvi Formülasyonu (A)</b>	K	4.71	8.21*
	NK6	5.04	
	NK12	4.98	
	NK18	4.94	
<b>Atmosfer Koşulları (B)</b>	ATM1	4.61	17.56*
	ATM2	5.02	
	ATM3	5.07	
	ATM4	4.97	
<b>Depolama Süresi (C)</b>	0. Ay	5.16	12.49*
	3. Ay	4.93	
	6. Ay	4.83	
	9. Ay	4.74	
<b>AxB</b>			2.12*
<b>AxC</b>			4.64*
<b>BxC</b>			5.99*
<b>AxBxC</b>			1.25

\*:  $p < 0.05$  düzeyinde önemli

Varyans analizi sonucunda bisküvi formülasyonunun, atmosfer koşullarının, depolama süresinin, bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu interaksyonunun, bisküvi formülasyonu x depolama süresi interaksyonunun, atmosfer koşulu x depolama süresi interaksyonunun ve bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu x depolama süresi interaksyonunun, bisküvilerin çığnenebilirlik skorları üzerinde önemli ( $p < 0.05$ ) farklılığa neden olduğu saptanmıştır.

**Tablo 3.32:** Bisküvilerin 0., 3., 6. ve 9. aylardaki genel beğeni sonuçları

Bisküvi Çeşidi	Atmosfer koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay
Kontrol	ATM1	5.17±0.50 Aa	4.35±0.52 Aba	3.60±0.44 Bb	3.85±0.42 Bab
	ATM2	5.17±0.50 Aa	4.95±0.37 Aa	4.90±0.51 Aa	4.90±0.40 Aab
	ATM3	5.17±0.50 Aa	4.65±0.50 Aa	4.90±0.43 Aa	4.95±0.47 Aa
	ATM4	5.17±0.50 Aa	5.05±0.43 Aa	4.30±0.39 Aab	4.75±0.55 Aab
NK6	ATM1	5.21±0.42 Aa	4.90±0.49 Aa	4.90±0.54 Aa	4.50±0.47 Aab
	ATM2	5.21±0.42 Aa	4.75±0.51 Aa	5.10±0.47 Aa	4.90±0.38 Aab
	ATM3	5.21±0.42 Aa	4.85±0.42 Aa	4.90±0.46 Aa	4.95±0.50 Aa
	ATM4	5.21±0.42 Aa	4.70±0.47 Aa	4.40±0.55 Aab	4.70±0.44 Aab
NK12	ATM1	4.83±0.63 Aab	4.50±0.41 Aa	4.40±0.41 Aab	4.30±0.41 Aab
	ATM2	4.83±0.63 Aab	4.60±0.40 Aa	4.90±0.50 Aa	4.85±0.49 Aab
	ATM3	4.83±0.63 Aab	4.55±0.53 Aa	4.90±0.56 Aa	4.65±0.54 Aab
	ATM4	4.83±0.63 Aab	5.10±0.57 Aa	4.80±0.44 Aa	4.45±0.56 Aab
NK18	ATM1	4.02±0.51 Ab	4.80±0.54 Aa	4.30±0.39 Aab	3.80±0.54 Ab
	ATM2	4.02±0.51 Ab	4.50±0.40 Aa	4.50±0.57 Aab	4.35±0.57 Aab
	ATM3	4.02±0.51 Ab	4.25±0.39 Aa	4.30±0.41 Aab	4.35±0.44 Aab
	ATM4	4.02±0.51 Ab	4.50±0.55 Aa	4.50±0.43 Aab	4.65±0.53 Aab

Aynı satırda büyük harflerle (A, B, C,...) ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05).

**Tablo 3.33:** Bisküvi formülasyonu, atmosfer koşulları ve depolama süresinin genel beğeni değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Genel Beğeni	F Değeri
		Ortalama	
Bisküvi Formülasyonu (A)	K	4.74	25.02*
	NK6	4.90	
	NK12	4.71	
	NK18	4.31	
Atmosfer Koşulları (B)	ATM1	4.46	7.72*
	ATM2	4.78	
	ATM3	4.72	
	ATM4	4.70	
Depolama Süresi (C)	0. Ay	4.81	5.23*
	3. Ay	4.68	
	6. Ay	4.60	
	9. Ay	4.56	
AxB			2.73*
AxC			4.83*
BxC			2.96*
AxBxC			0.84

\*: p<0.05 düzeyinde önemli

Bisküvilerin genel beğeni sonuçlarına bakıldığında, NK18 örneklerinin 0. ay puanlarının kontrol ve NK6 bisküvilerinin puanlarından önemli derecede (p<0.05) düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun NK18 örneklerinin lezzetinde hissedilen acılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Depolamanın ilerleyen

sürecinde Kontrol örneklerinin hava koşullarında ambalajlananının haricindeki bisküvilerin genel beğeni puanlarında önemli bir değişim gerçekleşmemiştir ( $p>0.05$ ). Kontrol örneğinin hava koşullarında ambalajlananının genel beğeni puanında ise 6. aydan itibaren önemli düşüş gerçekleşmiştir.

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde bisküvi formülasyonunun, atmosfer koşullarının, depolama süresinin, bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu interaksyonunun, bisküvi formülasyonu x depolama süresi interaksyonunun, atmosfer koşulu x depolama süresi interaksyonunun ve bisküvi formülasyonu x atmosfer koşulu x depolama süresi interaksyonunun, bisküvilerin genel beğeni skorları üzerinde önemli ( $p<0.05$ ) farklılığa neden olduğu saptanmıştır.

#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada ilk olarak besleyiciliği yüksek olan ve yenilebilir olmasına rağmen atık olarak görülen nar kabuğunun yaygın tüketilen unlu mamullerden olan bisküviye ilave edilmesiyle elde edilecek olan bisküvilerin bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşal özelliklerini ortaya koymak ve nar kabuğuna katma değeri sağlamak amaçlanmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında ise bisküvilerin farklı atmosfer koşulları altında paketlenmesi ile depolama boyunca oluşacak bisküvilerin bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşal özelliklerindeki değerişimlerin belirlenmesi de amaçlanmıştır. Modifiye atmosfer koşullarında depolama ile, bisküvilerde depolama süresince oluşacak olan oksidasyon ürünlerinin ve tekstürel değerişimlerin azaltılması ile duyuşal kabul edilebilirliğinin uzatılması hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda bisküvilere kontrol (%0), %6, %12 ve %18 olmak üzere 4 farklı oranda nar kabuğu tozu ikame edilerek bisküvi formülasyonu hazırlanmıştır. Hazırlanan bisküviler kontrol (hava), %100 N<sub>2</sub>, %40 CO<sub>2</sub> - %60 N<sub>2</sub> ve %50 CO<sub>2</sub> - %50 N<sub>2</sub> olmak üzere 4 farklı atmosfer koşulunda depolanmıştır. Bisküvilerin bazı kimyasal, fiziksel, tekstürel ve duyuşal özelliklerindeki değerişimler, depolamanın 0., 3., 6. ve 9. aylarında incelenmiştir.

Nar kabuğu ikamesi bisküvilerin protein, yağ, kül ve çözüner diyet lifi içeriklerinde önemli bir değerişikliğe neden olmamıştır ( $p>0.05$ ). Nar kabuğu ikame oranı arttıkça bisküvilerin toplam asitlik değeri artarken pH değeri ise önemli ( $p<0.05$ ) şekilde azalmıştır. Formülasyondaki nar kabuğu oranı arttıkça bisküvilerin suda çözüner diyet lifi içerikleri, buna bağılı olarak da toplam diyet lifi içerikleri önemli düzeyde artmıştır ( $p>0.05$ ). Bisküvilerin çözüner diyet lifi ve toplam diyet lifi içeriklerindeki bu artışın, nar kabuğunun diyet lifi içeriğinin buğday ununa kıyasla çok daha yüksek olmasından kaynaklandığı görülmektedir. Bisküvi formülasyonundaki nar kabuğu ikame oranı arttıkça antioksidan aktivite değeri ve toplam fenolik madde içerikleri de doğru orantılı olarak artmıştır. Antioksidan aktivitesindeki bu artışın, nar kabuğunun antioksidan aktivitesinin buğday ununa göre oldukça yüksek olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Kimyasal açıdan nar kabuğu ikamesi ile bisküvilere fonksiyonellik kazandırma amacımızda olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Bisküvilerin oksidasyon analizleri sonuçlarına bakıldığında ise formülasyonda nar kabuğu tozu kullanılmasının ve bisküvilerin CO<sub>2</sub> varlığında paketlenmesinin, bisküvilerin peroksit ve p-anisidin değerlerinde azalmaya neden olduğu, yani oksidasyonun yavaşlatıldığı belirlenmiştir.

Bisküvilerin sertlik analizi sonuçları incelendiğinde nar kabuğu ikamesinin depolamanın başlangıcında önemli bir değişikliğe neden olmadığı görülmüştür. Depolamanın ileriki aşamalarında kontrol grubu bisküvilerin nar kabuğu tozu ihtiva eden bisküvilere göre sertlik değerlerinin önemli ( $p < 0.05$ ) şekilde arttığı belirlenmiştir. Ayrıca N<sub>2</sub> ve hava koşullarında depolanan bisküviler de CO<sub>2</sub> varlığında depolanan bisküvilerde göre daha yüksek sertlik değerleri görülmüştür. Bu durum, kontrol grubu bisküvilerin nar kabuğu ihtiva eden bisküvilere göre ve CO<sub>2</sub> ile paketlenmeyen bisküvilerin paket içerisinde CO<sub>2</sub> içerenlere göre daha hızlı şekilde bayatladığı ve fiziksel raf ömrünün daha kısa olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Bisküvilerin renk değerlerine bakıldığında ise nar kabuğu ikamesi arttıkça  $L$  ve  $b$  değerlerinin önemli ( $p < 0.05$ ) şekilde düştüğü görülmektedir. Bisküvilerin kırmızılık ( $a$ ) değerlerinin ise nar kabuğu ikame oranının artışıyla arttığı belirlenmiştir. Modifiye atmosfer koşullarında depolamanın, bisküvilerin  $L$ ,  $a$  ve  $b$  değerleri üzerinde istatistiki açıdan önemli ( $p > 0.05$ ) bir değişime neden olmadığı görülmüştür.

Yapılan duyusal analiz sonucunda, çiğnenebilirlik ve genel beğeni parametreleri dışında bisküvilerde nar kabuğu ikamesinin veya modifiye atmosfer koşullarının bisküvilerin duyusal özellikleri üzerinde fark yaratmadığı belirlenmiştir. Duyusal değerlendirmede tüm bisküvi örnekleri hedonik skalada orta değer olan 4'ten yüksek skor elde etmiştir. Tüm bu sonuçlar değerlendirildiğinde söz konusu çalışmada bisküvilere nar kabuğu ikamesiyle fonksiyonellik kazandırılmış gıda elde etmenin mümkün olduğu görülmüştür. Gıdaların paketlenmesinde CO<sub>2</sub> içeren atmosferler kullanmanın da gıdaların oksidasyonunun geciktirilerek raf ömrünün arttırılmasında faydalı olduğu belirlenmiştir.

## 5. KAYNAKLAR

AACC, Determination of Soluble, Insoluble and Total Dietary Fiber in Foods and Food Products (Method 32-07), Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 9th ed. American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN, (1995).

Abdurrauf, Y. ve Aksakal, M., “Ratların Karaciğer ve Testis Dokusundaki Antioksidan Aktivite Üzerine Nar Suyunun Etkisi”, *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 21(6), 253-256, (2007).

Abid, M., Yaich, H., Cheikhroubou, S., Khemakhem, I., Bouaziz, M., Attila, H., Ayadi, M.A., “Antioxidant Properties and Phenolic Profile Characterization by LC-MS/MS of Selected Tunisian Pomegranate Peels”, *J. Food Sci. Technol*, 54(9), 2890-2901, (2017).

Aguayo, E., Requejo-Jackman, C., Stanley, R., Woolf, A., “Effects of Calcium Ascorbate Treatments and Storage Atmosphere on Antioxidants Activity and Quality of Fresh-Cut Apple Slices”, *Postharvest Biology and Technology*, 57, 52-60, (2010).

Aguilar, C.N., Aguilera-Carbo, A., Robledo, A., Ventura, J., Belmares, R., Martinez, D., Rodriguez-Herrera, R., “Production of Antioxidant Nutraceuticals by Solid-State Cultures of Pomegranate (*Punica granatum*) Peel and Creosote Bush (*Larrea tridentata*) Leaves”, *Food Technol. Biotechnol.*, 46(2), 218-222, (2008).

Aizawa, K. and Inakuma, T., “Quantitation of Carotenoids in Commonly Consumed Vegetables in Japan”, *Food Science and Technology Research*, 13 (3), 247-252, (2007).

Ajila, C.M., Leelavathi, K., Prasada Rao, U.J.S., “Improvement of Dietary Fiber Content and Antioxidant Properties in Soft Dough Biscuits with the Incorporation of Mango Peel Powder”, *J. Cereal Sci.*, 48, 319–326, (2008).



Akbulut, G., Yıldız, A., Yalınca, R., “Nar: Bileşimi ve Potansiyel Sağlık Etkileri”, *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(2), 53-64, (2010).

Alamprese, C., Cappa, C., Ratti, S., Limbo, S., Signorelli, M., Fessas, D., Lucisano, M., “Shelf Life Extension of Whole-Wheat Breadsticks: Formulation and Packaging Strategies”, *Food Chemistry*, 230, 532-539, (2017).

Alasalvar, C., Al-Farsi, M., Quantick, P.C., Shahidi, F., Wiktorowicz, R., “Effect of Chill Storage and Modified Atmosphere Packaging (MAP) on Antioxidant Activity, Anthocyanins, Carotenoids, Phenolics and Sensory Quality of Ready-to-Eat Shredded Orange and Purple Carrots”, *Food Chemistry*, 89, 69-76, (2005).

Al-Rawahi, A.S., Rahman, M.S., Guizani, N., Essa, M.M., “Chemical Composition, Water Sorption Isotherm, and Phenolic Contents in Fresh and Dried Pomegranate Peels”, *Drying Technology*, 31, 257-263, (2013).

Al-Sayed, H.M.A. ve Ahmed, A.R., “Utilization of Watermelon Rinds and Sharlyn Melon Peels as a Natural Source of Dietary Fiber and Antioxidants in Cake”, *Annals of Agricultural Science*, 58(1), 83-95, (2013).

Al-Zoreky, N.S., “Antimicrobial Activity of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Fruit Peels”, *International Journal of Food Microbiology*, 134, 244-248, (2009).

Anonim, “Türk Gıda Kodeksi Gıda Etiketleme ve Tüketicileri Bilgilendirme Yönetmeliği”, 29960 sayılı Resmi Gazete, (2017).

Anonim, “The Manual of Hunter-Lab Mini Scan XE Colorimeter”, Virginia: HunterLab Cooperation, ABD, (1995).

AOAC, “Official Methods of Analysis”, (Method 985.35). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, (1988).

AOAC, “Official Methods of Analysis”, (15th ed.), Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC., (1990).

AOAC, “Total, Insoluble and Soluble Dietary Fiber in Food Enzymatic Gravimetric Method (Method 991.43) MES-TRIS Buffer”, Official Methods of Analysis, (16th ed.), AOAC International, Gaithersburg, MD, (1995).

AOCS, “In: Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists’ Society” (Method Cd 8-53 and Method Cd 1890) (4th ed.). Champaign: American Oil Chemists’ Society (1990).

Apaydın, E., “Nar Suyu Konsantresi Üretim ve Depolama Sürecinde Antioksidan Aktivitedeki Değişimler”, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2008).

Ashoush, I.S. ve Gadallah, M.E.G., “Utilization of Mango Peels and Seed Kernels Powder as Sources of Phytochemicals in Biscuits”, *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 6(1), 35-42, (2011).

Awad, M.A. ve De Jager, A., “Flavonoid and Chlorogenic Acid Concentrations in Skin of ‘Jonagold’ and ‘Elstar’ Apples During and After Regular Ultra Low Oxygen Storage”, *Postharvest Biology and Technology*, 20(1), 15-24, (2000).

Ayadi, M.A., Abdelmaksoud, W., Ennouri, M., Attia, H., “Cladodes from *Opuntia ficus indica* as a Source of Dietary Fiber: Effect on Dough Characteristics and Cake Making”, *Industrial Crops and Products*, 30(1), 40-47, (2009).

Ayhan, Z. ve Eştürk, O., “Overall Quality and Shelf Life of Minimally Processed and Modified Atmosphere Packaged ‘Ready-to-Eat’ Pomegranate Arils”, *Journal of Food Science*, 74(5), 399-405, (2009).

Azizkhani, M. ve Zandi, P., “Effect of Natural Antioxidant Mixtures on Margarine Stability”, *J. Agri. Sci.*, 47(2), 140-146, (2010).

Baiano, A. ve Del Nobile, M.A., “Shelf Life Extention of Almond Paste Pastries”, *Journal of Food Engineering*, 66, 487-495, (2005).

Baysal, A., *Beslenme*, Ankara: Hatipoğlu Yayınları 93, 532, (2006).

Beğen, F., “Yüksek Lif İçerikli Bisküvi Üretiminde Lüpen (*Lupinus albus* L.) Kepeği Kullanımı Üzerine Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, (2012).

Berenzon, S., Saguy, I.S., "Oxygen Absorbers for Extension Ckackers Shelf-Life", *LWT - Food Science and Technology*, 31(1), 1-5, (1998).

Bialek, M., Rutkowska, J., Bialek, A., Adamska, A., “Oxidative Stability of Lipid Fraction of Cookies Enriched with Chokeberry Polyphenols Extract”, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 66(2), 77-84, (2016).

Boss, C.B. and Fredeen, K.J., *Concepts, Instrumentation and Techniques in Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry*, Third Edition, Inc., ABD: Perkin Elmer, (2004).

Caleja, C., Barros, L., Antonio, A.L., Oliveria, M.B.P.P., Ferreira, I.C.F.R., “A Comparative Study Between Natural and Synthetic Antioxidants: Evaluation of their Performance after Incorporation into Biscuits”, *Food Chemistry*, 216, 342-346, (2017).

Carson, K.J., Collins, J.L., Penfield, M.P., “Unrefined, Dried Apple Pomace as a Potential Food Ingredient”, *J. Food Sci.*, 59, 1213–1215, (1994).

Cemeroğlu, B.S., *Meyve Sebze İşleme Teknolojisi 1*, Ankara: Bizim Grup Basımevi, 24-44, (2013).

Chaijan, M., Benjakul, S., Visessanguan, W., Faustman, C., “Changes in lipids in sardine (*Sardinella gibbosa*) muscle during iced storage”, *Food Chemistry*, 99, 83-91, (2006).

- Chang, R.C., Li, C.Y., Shiau, S.Y., “Physico-chemical and Sensory Properties of Bread Enriched with Lemon Pomace Fiber”, *Czech J. Food Sci.*, 33(2), 180–185, (2015).
- Chen, H., Rubenthaler, G.L., Leung, H., Baranowski, J.D., "Chemical, Physical and Baking Properties of Apple Fiber Compared With Wheat and Oat Bran", *Cereal Chem.*, 65, 244–247, (1988).
- Chizzolini, R., Zanardi, E., Dorigoni, V., Ghidini, S., “Calorific Value and Cholesterol Content of Normal and Low-Fat Meat and Meat Products”, *Trends in Food Science & Technology*, 10, 119-128, (1999).
- Çam, M., İçyer, N. C. ve Erdoğan, F., “Pomegranate Peel Phenolics: Microencapsulation, Storage Stability and Potential Ingredient for Functional Food Development”, *Food Science and Technology*, 55, 117-123, (2014).
- Çaylak, E., “Hayvan ve Bitkilerde Oksidatif Stres ile Antioksidanlar”, *Tıp Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 73-83, (2011).
- Darko, C., Mallikarjunan, P.K., Kaya-Çeliker, H., Frimpong, E.A., Dizisi, K., “Effect of Packaging and Pre-Storage Treatments on Aflatoxin Production in Peanut Storage under Controlled Conditions”, *J. Food Sci. Technol*, 55(4), 1366-1375, (2018).
- Demir, H., Topuz, A., Gölükcü, M., Polat, E., Özdemir, F., Şahin, H., “Ekolojik Üretimde Farklı Organik Gübre Uygulamalarının Domatesin Mineral Madde İçeriği Üzerine Etkisi”, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1), 19-25, (2003).
- Demirel, H. ve Demir, M.K., “Farklı Turunçgillerden Elde Edilen Albedoların Bisküvi Üretiminde Kullanımı”, *The Journal of Food*, 43(3), 501-511, (2018).
- Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., Patil, R.T., "Dietary Fibre in Foods: A Review", *J. Food. Sci. Technol.*, 49(3), 255–266, (2012).

- Dizlek, H., “Gluten oluşumu ve Bunu Sınırlayan-Engelleyen Etmenler”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(3), 14-22, (2011).
- Dror, Y., “Dietary Fiber Intake for the Elderly” *Nutrition*, 19(4), 388-389, (2003).
- Dülger, D. ve Şahan, Y., “Diyet Lifin Özellikleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri”, *U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2), 147-157, (2011).
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., *Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Ders Kitapları Serisi*, Erzurum: Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları Ofset Tesisi No:718, (1995).
- Elmastaş, M. and Gerçekçioğlu, R., “Antioxidant Activity of Some Soft Fruits Species”, *II. National Soft Fruits Symposium*, Tokat, 295-298, (2006).
- FAO, I, WFP, “The State of Food Insecurity in The World 2013”, (2013).
- Fawole, O.A. and Opara, U.L., “Seasonal Variation in Chemical Composition, Aroma Volatiles and Antioxidant Capacity of Pomegranate During Fruit Development”, *African Journal of Biotechnology*, 12(25), 4006-4019, (2013).
- Fernandez-Gines, J. M., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., Sendra, E., Perez-Alvarez, J.A., “Lemon Albedo as a New Source of Dietary Fiber: Application to Bologna Sausages”, *Meat Science*, 67, 7-13, (2004).
- Fischer U., Carle R., Kammerer D., “Identification and Quantification of Phenolic Compounds from Pomegranate (*Punica granatum* L.) Peel, Mesocarp, Aril and Differently Produced Juices by HPLC-DAD-ESI/MSn”, *Food Chem.*, 127, 807–821, (2011).
- Frankel E.N., “Antioxidants in Lipid Foods and Their Impact on Food Quality”, *Food Chem.*, 57, 51–55, (1996).

Galaz, P., Valdenegro, M., Ramirez, C., Nunez, H., Almonacid, S., Simpson, R., “Effect of Drum Drying Temperature on Drying Kinetic and Polyphenol Contents in Pomegranate Peel”, *Journal of Food Engineering*, 208, 19-27, (2017).

Galic, K., Curic, D., Gabric, D., "Shelf Life of Packaged Bakery Goods – A Review", *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49(5), 405-426, (2009).

Garcia, M.L., Dominguez, R., Galvez, M.D., Casas, C., Selgas, M.D., “Utilization of Cereal and Fruit Fibres in Low Fat Dry Fermented Sausages”, *Meat Science*, 60, 227-236, (2002).

Gedik, S.K., “Mercimek Diyet Liflerinin İzolasyonu, Karakterizasyonu ve Fonksiyonel Özelliklerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2016).

Goñi, I., Hervert-Hernández, D., "By-Products from Plant Foods are Sources of Dietary Fibre and Antioxidants", *Phytochemicals – Bioactivities and Impact on Health*, 95-116, (2011).

Górecka, D., Pacholek, B., Dziedzic, K., Górecka, M., “Raspberry Pomace as a Potential Fiber Source for Cookies Enrichment”, *ACTA Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 9, 451–461, (2010).

Gölükcü, M., Tokgöz, H., Çelikyurt, M.A., “Nar Çekirdeğinin Bazı Özellikleri ve Nar Çekirdeği Yağının Yağ Asiti Bileşimi”, *Derim*, 2, 33-40, (2005).

Grigelmo-Miguel, N., Carreras-Boladeras, E., Martin-Belloso, O., “Development of High-Fruit-Dietary-Fibre Muffins”, *European Food Research and Technology*, 210(2), 123-128, (1999).

Gullon, B., Pintado, M.E., Fernandez-Lopez, J., Perez-Alvarez, J.A., Viuda-Martos, M., “In Vitro Gastrointestinal Digestion of Pomegranate Peel (*Punica granatum*) Flour Obtained From Co-Products: Changes in the Antioxidant Potential and Bioactive Compounds Stability”, *Journal of Functional Foods*, 19, 617-628, (2015).

Guo, C., Yang, J., Wei, J., Yunfeng, L., Xu, J. and Jiang, Y., "Antioxidant Activities of Peel, Pulp and Seed Fractions of Common Fruits As Determined by FRAP Assay", *Nutrition Research*, 23, 1719-1726, (2003).

Guynot, M.E., Marin, S., Sanchis, V., Ramos, A.J., "An Attempt to Minimize Potassium Sorbate Concentration in Sponge Cakes by Modified Atmosphere Packaging Combination to Prevent Fungal Spoilage", *Food Microbiology*, 21, 449-457, (2004).

Gündoğdu, M., Yılmaz, H., Canan, İ., "Nar (*Punica granatum* L.) Çeşit ve Genotiplerin Fizikokimyasal Karakterizasyonu", *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 1(2), 57-65, (2015).

Gündoğdu, H., 1997, "Bisküvi Sanayisinde Kullanılan Unun Özellikleri ve Temin Edilmesinde Yaşanan Problemler 2" *Un-Bulgur ve Bisküvi Sempozyumu*, Karaman, 195-196, (1997).

Harris, P.J., Ferguson, L.R., "Dietary Fibres may Protect or Enhance Carcinogenesis", *Nutrition Research*, 443, 95-110, (1992).

Hasnaoui, N., Wathélet, B., Jimenez-Araujo, A., "Valorization of Pomegranate Peel from 12 Cultivars: Dietary Fibre Composition, Antioxidant Capacity and Functional Properties", *Food Chemistry*, 160, 196-203, (2014).

He, H. and Hosney, R.C., "Effect of the Quantity of Wheat Flour Protein on Bread Loaf Volume", *Cereal Chem.* 69(1), 17-19, (1992).

Ismail T., Akhtar, S., Riaz, M., Ismail, A., "Effect of Pomegranate Peel Supplementation on Nutritional, Organoleptic and Stability Properties of Cookies" *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 65(6), 661-666, (2014).

Ismail, T., Sestili, P. and Akhtar, S., "Pomegranate Peel and Fruit Extracts: A Review of Potential Anti-Inflammatory and Anti-Infective Effects", *Journal of Ethnopharmacology*, 143, 397-405, (2012).

Işık, F. ve Topkaya, C., “Domates ekirdeği İlave Edilerek Üretilen Krakerlerin Bazı Kimyasal, Fiziksel ve Duyusal Özellikleri”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(7), 926-932, (2017).

Işık, F., “Salça Üretim Atıklarının Tarhana Üretiminde Kullanımı”, Doktora Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, s.159, (2013).

IUPAC, “Standard Methods for the Analysis of Oils”, (7th ed.), International Union of Pure and Applied Chemistry Fats and Derivatives, Blackwell Scientific, Palo Alto, CA (1987).

Jalili, T., Wildman, R.E.C., Medeiros, D.M., “Dietary Fiber and Coronary Heart Disease in ‘Nutraceuticals and Functional Foods’”, Ed. by R.E.C. Wildman, CRC press, ABD, (2001).

Jensen, S., Oestdal, H., Clausen, M.R., Andersen, M.L., Skibsted, L.H., “Oxidative Stability of Whole Wheat Bread During Storage”, *LWT-Food Science and Technology*, 44(3), 637-642, (2011).

Jha, A., Kumar, A., Jain, P., Gautam, A.K., Rasane, P., “Effect of Modified Atmosphere on the Shelf life of Lal Peda”, *J. Food Sci. Tehnol.*, 55(2), 1068-1074, (2015).

Karabulut, H. ve Gülay, M.ř., “Antioksidanlar”, *MAE Vet Fak Derg.*, 1(1), 65-76, (2016).

Karakaya, S. ve El, S.N., “Total Phenols and Antioxidant Activities of Some Herbal Teas and In Vitro Bioavailability of Black Tea Polyphenols”, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23 (1), 1-8, (2006).

Kasapçopur Özel, G.S. ve Birdane, Y.O., “Antioksidanlar”, *Kocatepe Vet. J.*, 7(2), 41-52, (2014).



Khorshidi, S., Davarynejad, G., Tehranifar, A., Fallahi, E., "Effect of Modified Atmosphere Packaging on Chemical Composition, Antioxidant Activity, Anthocyanin, and Total Phenolic Content of Cherry Fruits", *Hort. Environ. Biotechnol.*, 52(5), 471-481, (2011).

Khoshakhlagh, K., Hamdami, N., Shahedi, M., Le-Bail, A., "Quality and Microbial Characteristics of Part-Baked Sangak Bread Packaged in Modified Atmosphere During Storage", *Journal of Cereal Science*, 60, 42-47, (2014).

Kim, D.O., Heo, H.J., Kim, Y.J., Yang, H.S., Lee, C.Y., "Sweet and Sour Cherry Phenolics and Their Protective Effects on Neuronal Cells", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(26), 9921-9927, (2005).

Kohajdová, Z., Karovičacut, Ová, J., Jurasová, M., Kukurová, K., "Application of Citrus Dietary Fibre Preparations in Biscuit Production", *J. Food Nutr. Res.*, 50, 182–190, (2011).

Kohajdová, Z., Karovičová, J., Jurasová, M., "Influence of Grapefruit Dietary Fibre Rich Powder on the Rheological Characteristics of Wheat Flour Dough and on Biscuit Quality", *Acta Alimentaria*, 42, 91–101, (2013).

Kohajdová, Z., Karovičová, J., Magala, M.; Kuchtová, V., "Effect of Apple Pomace Powder Addition on Farinographic Properties of Wheat Dough and Biscuits Quality", *Chem. Pap.*, 68, 1059–1065, (2014).

Kotsianis, I.S., Giannou, V., Tzia, C., "Production and Packaging of Bakery Products Using MAP Technology", *Trends in Food Science & Technology*, 13(9-10), 319-324, (2002).

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

Kushwaha, S.C., Bera, M.B., Kumar, P., "Nutritional Composition of Detanninated and Fresh Pomegranate Peel Powder", *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 7(1), 38-42, (2013).

Larrea, M.A., Chang, Y.K., Martínez Bustos, F., “Effect of Some Operational Extrusion Parameters on the Constituents of Orange Pulp”, *Food Chem*, 89, 301–308, (2005).

Lee, D.S., Paik, H.D., Im, G.H., Yeo, I.H., “Shelf Life Extension of Korean Fresh Pasta by Modified Atmosphere Packaging”, *Journal of Food Science and Nutrition*, 6(4), 240-243, (2001).

Lee, K.A., Kim K.T., Paik, H.D., "Physicochemical, Microbial, and Sensory Evaluation of Cook-Chilled Korean Traditional Rice Cake (Backseolgi) During Storage via Various Packaging Methods", *Food Sci. Biotechnol.*, 20(4), 1069-1074, (2011).

Levent, H., “Farklı Kaynaklardan Elde Edilen Besinsel Liflerin Bisküvi Kalitesi Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, (2005).

Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J. and Cheng, S., “Evaluation of Antioxidant Properties of Pomegranate Peel Extract in Comparison with Pomegranate Pulp Extract”, *Food Chemistry*, 96, 254-260, (2006).

López-Marcos, M.C., Bailina, C., Viuda-Martos, M., Pérez-Alvarez, J.A., Fernández-López, J., "Properties of Dietary Fibers from Agroindustrial Coproducts as Source for Fiber-Enriched Foods", *Food Bioprocess Technol.*, 8, 2400–2408, (2015).

Magda, R.A., Awad, A.M., Selim, K.A., “Evaluation of Mandarin and Navel Orange Peels as Natural Sources of Antioxidant in Biscuits”, *5th Alex. Conference of Food & Dairy Science and Technology*, Alex, Egypt, (2008).

Manurakchinakorn, S., Intavong, P., Yuennan, P., Tonwattana, S., Pankong, A., “Changes in Ascorbic Acid Content, Antioxidant Capacity and Sensory Quality of Fresh-Cut Mangosteens During Storage”, *Walailak Journal of Science and Technology*, 1, 87-95, (2004).

Marquez-Ruiz, G., Garcia-Martinez, M.C., Holgado, F., “Changes and Effects of Dietary Oxidized Lipids in the Gastrointestinal Tract”, *Lipids Insights*, 2, 11–19, (2008).

Matias, M.D.F.O., De Oliveira, E.L., Gertrudes, E., Dos Anjos Magalhães, M.M., “Use of Fibres Obtained from the Cashew (*Anacardium occidentale* L.) and Guava (*Psidium guayava*) fruits for Enrichment of Food Products” *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 48, 143–150, (2005).

McKee, L.H., Latner, T.A., "Underutilized Sources of Dietary Fiber: A Review", *Plant Foods for Human Nutrition*, 55, 285–304, (2000).

Meral, R., Doğan, İ.S., Kanberoğlu, G.S., “Fonksiyonel Gıda Bileşeni Olarak Antioksidanlar”, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 45-50, (2012).

Mildner-Szkudlarz, S., Bajerska, J., Zawirska-Wojtasiak, R., Górecka, D., “White Grape Pomace as a Source of Dietary Fibre and Polyphenols and its Effect on Physical and Nutraceutical Characteristics of Wheat Wiscuits”, *J. Sci. Food Agric*, 93, 389–395, (2013).

Muizniece-Brasava, S., Dukalska, L., Murniece, I., Dabina-Bicka, I., Kozlinkis, E., Sarvi, S., Santars, R., Silvjane, An., “Active Packaging Influence on Shelf Life Extension of Sliced White Bread”, *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 6(7), 480-486, (2012).

Murthy, K.N.C., Jayaprakasha, G.K., Singh, R.P., “Studies on Antioxidant Activity of Pomegranate (*Punica granatum*) Peel Extract Using in Vivo Models”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 4791-4795, (2002).

Mutlu, B.M., “Yağı Alınmış, Öğütülmüş Üzüm Çekirdeği ile Diğer Bazı Ticari Lif Kaynaklarının Fiziko Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması” Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2002).

Naknaen, P., Itthisoponkul, T., Sondee, A., Angsombat, N., “Utilization of Watermelon Rind Waste as a Potential Source of Dietary Fiber to Improve Health Promoting Properties and Reduce Glycemic Index for Cookie Making”, *Food Sci. Biotechnol.* 25(2): 415-424 (2016).

Nassar, A., AbdEl-Hamied, A., El-Naggar, E., “Effect of Citrus By-products Flour Incorporation on Chemical, Rheological and Organolepic Characteristics of Biscuits”, *World J. Agric. Sci.*, 4, 612–616, (2008).

Niranjana, P., Gopalakrishna, R.K., Sudhakar, R.D., Madhusudhan., B., “Effect of Controlled Atmosphere Storage (CAS) on Antioxidant Enzymes and DPPH- Radical Scavenging Activity of Mango (*Mangifera angifera Indica* L.) cv. Alphonso”, *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 9, 779-792, (2009).

Nizamlıoğlu, N. M. ve Nas, S., “Meyve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler; Yapıları ve Önemleri”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5 (1), 20-35, (2010).

Nogay, O., “Farklı Yöntemlerle Elde Edilen Nar Çekirdek Tozunun Muffin Kek Kalite Özelliklerine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2014).

Odriozola-Serrano, I., Soliva-Fornuty, R., Martin-Belloso, O., “Antioxidant Properties and Shelf-Life Extension of Fresh-Cut Tomatoes Stored at Different Temperatures”, *Journal of Science of Food and Agriculture*, 88, 2606-2614, (2008).

Omar, A. and Mehder, A., “Pomegranate Peels Effectiveness in Improving the Nutritional, Physical and Characteristics of Pan Bread”, *Current Science International*, 2(2), 8-14, (2013).

Orak, H.H., Demirci, A.Ş., Gümüş, T., “Antibacterial and Antifungal Activity of Pomegranate (*Punica granatum* L.CV.) Peel”, *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 10(3), 1958-1969, (2011).

- Özboy-Özbaş, O., Seker, I.T., Gökbulut, I., “Effects of Resistant Starch, Apricot Kernel Flour, and Fiber-rich Fruit Powders on Low-fat Cookie Quality”, *Food Sci. Biotechnol.*, 19, 979–986, (2010).
- Özkan, G. ve Göktürk Baydar, N., “A Direct RP-HPLC Determination of Phenolic Compounds in Turkish Red Wines”, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (2), 229-234, (2006).
- Öztan, T., “Mor Havuç, Konsantresi, Şalgam Suyu, Nar Suyu ve Nar Ekşisi Ürünlerinde Antioksidan Aktivitesi Tayini ve Fenolik Madde Profilinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2006).
- Öztop, A., Keçeci, M., Kıvradım, M., “Antalya İlinde Nar Zararlıları Üzerine Araştırmalar”, *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 27(1), 12-17, (2010).
- Öztürk, N., Ulusoy, M.R., Bayhan, E., “Doğu Akdeniz Bölgesi Nar Alanlarında Saptanan Zararlılar ve Doğal Düşman Türleri”, *Türk Entomoloji Dergisi*, 29(3), 225-235, (2005).
- Pokorny, J. ve Schmidt, S., “Natural Antioxidant Functionality During Food Processing”, *Antioxidants in Foods*, In J. Pokorny, N., Yanishlieva, M. Gordon (Eds.), Boca Raton, FL: CRC Press LLC, 331-354, (2001).
- Policegoudra, R.S. ve Aradhya, S.M., “Biochemical Changes and Antioxidant Activity of Mango Ginger (*Curcuma amada* Roxb.) Rhizomes During Postharvest Storage at Different Temperatures”, *Postharvest Biology and Technology*, 46, 189-194, (2007).
- Prakash, C.V.S., and Prakash, I., “Bioactive Chemical Constituents from Pomegranate (*Punica granatum*) Juice, Seed and Peel-A Review”, *International Journal of Research in Chemistry and Environment*, 1(1), 1-18, (2011).

Prithwa, P. ve Sauryya, B., “Antioxidant Profile and Sensory Evaluation of Cookies Fortified with Juice and Peel Powder of Fresh Pomegranate (*Punica granatum*)”, *International Journal of Agricultural and Food Science*, 5(3), 85-91, (2015).

Reddy, V., Urooj, A., Kumar, A., “Evaluation of Antioxidant Activity of Some Plant Extracts and their Application in Biscuits”, *Food Chemistry*, 90, 317-321, (2005).

Rehinan, Z., Rashid, M., Shah, W.H., “Insoluble Dietary Fibre Components of Food Legumes as Affected by Soaking and Cooking Processes”, *Food Chemistry*, 85, 245-249, (2004).

Romelle, F.D., Rani P., A., Manohar, R.S., “Chemical Composition of Some Selected Fruit Peels”, *European Journal of Food Science and Technology*, 4(2), 12-21, (2016).

Rongai, D., Pulcini, P., Pesce, B., Milano, F., “Antifungal Activity of Pomegranate Peel Extract Against *Fusarium Wild* of Tomato”, *Eur. Plant Pathol.*, 147, 229-238, (2017).

Samur, G.E., “*Vitaminler, Mineraller ve Sağlığımız*”, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü Ders Notları, (2012).

Saxena, A., Bawa, A.S., Raju, P.S., “Phytochemical Changes in Fresh-Cut Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) Bulbs During Modified Atmosphere Storage”, *Food Chemistry*, 115, 1443-1449, (2009).

Seeram N., Lee R., Hardy M, Heber D., “Rapid Large Scale Purification of Ellagitannins From Pomegranate Husk, a By-product of the Commercial Juice Industry”, *Sep Purif. Technol.*, 41, 49–55, (2005).

Selcuk, N. ve Erkan, M., “Changes in Antioxidant Activity and Postharvest Quality of Sweet Pomegranates cv. Hicrannar under Modified Atmosphere Packaging”, *Postharvest Biology and Technology*, 92, 29-36, (2014).

Sharma, S.K., Bansal, S., Mangal, M., Dixit, A.K., Gupta, R.K., Mangal, A.K., "Utilization of Food Processing By-products as Dietary, Functional, and Novel Fiber: A Review", *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56, 1647–1661, (2016).

Sikora, E., Cieslik, E. and Topolska, K., "The Sources of Natural Antioxidants", *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 7(1), 5-17, (2008).

Singh, P., Wani, A.A., Goyal, G.K., "Prolonging the Shelf Life of Ready-to-Serve Pizza through Modified Atmosphere Packaging: Effect on Textural and Sensory Quality", *Food and Nutrition Sciences*, 2, 785-792, (2011).

Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M., "Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent", *Methods of Enzymology*, 299, 152-178, (1999).

Smith, J.P., Daifas, D.P., El-Khoury, W., Koukoutsis, J., El-Khoury, A., "Shelf Life and Safety Concerns of Bakery Products – A Review", *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(1), 19-55, (2010).

Srivastava, P., Indrani, D., Singh, R.P., "Effect of Dried Pomegranate (*Punica granatum*) Peel Powder (DPPP) on Textural, Organoleptic and Nutritional Characteristics of Biscuits", *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 65(7), 827-833, (2014).

Sudha, M.L., Srivastava, A.K., Vetrmani, R., Leelevathi, K., "Fat Replacement in Soft Dough Biscuits: Its Implications on Dough Rheology and Biscuits Quality", *Journal of Food Engineering*, 80, 922-930, (2007).

Taş, E., "Bisküvi Üretiminde Bazı Kabartıcı Kombinasyonların Bisküvinin Kalitatif Özelliklerine Etkisi Üzerine Bir Araştırma", Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, (2011).

Tejada-Ortigoza, V., Garcia-Amezquita, L.E., Serna-Saldivar, S.O., Welti-Chanes, J., "Advances in the Functional Characterization and Extraction Processes of Dietary Fiber", *Food Eng. Rev.*, 8, 251–271, (2016).

Topkaya, C. ve Işık, F., "Effects of Pomegranate Peel Supplementation on Chemical, Physical and Nutritional Properties of Muffin Cakes", *Journal of Food Processing and Preservation*, doi: 10.1111/jfpp.13868, (2019).

Turan, F., Özgören, E., Işık, F., "Domates Posası İlavesinin Bisküvinin Bazı Özelliklerine Etkisi", *Türkiye 12. Gıda Kongresi*, 467, Edirne, (2016).

Turgut, D.Y. ve Seydim, A.C., "Akdeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Bazı Nar (*Punica granatum* L.) Çeşit ve Genotiplerinin Fenolik Bileşenleri ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi", *Akademik Gıda*, 11(2), 51-59, (2013).

TÜİK, "Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri", (12 Şubat 2019), [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001), (2019).

Türksoy, S ve Özkaya, B., "Pumpkin and Carrot Pomace Powders as a Source of Dietary Fiber and Their Effects on the Mixing Properties of Wheat Flour Dough and Cookie Quality", *Food Science Technology*, 17 (6), 545-553, (2011).

Ullah, N., Ali, J., Khan F.A., Khurram, M., Hussain, A., Rahman, I., Rahman, Z., Shafqatullah, "Proximate Composition, Minerals Content, Antibacterial and Antifungal Activity Evaluation of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Peels Powder", *Middle East Journal of Scientific Research*, 11(3), 396-401, (2012).

Üçüncü, M., *Gıda Ambalajlama Teknolojisi*, İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, 733-786, ( 2007).



Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M.T., Mazur, M., Telser, J., “Free Radicals and Antioxidants in Normal Physiological Functions and Human Disease”, *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology.*, 39, 44-84, (2007).

Viuda-Martos, M., Perez-Alvarez, J.A., Sendra, E., Fernandez-Lopez, F., “In Vitro Antioxidant Properties of Pomegranate (*Punica granatum*) Peel Powder Extract Obtained as Coproduct in the Juice Extraction Process”, *Journal of Food Processing and Preservation*, 37, 772-776, (2013).

Wang, H.J., Thomas, R.L., “Direct Use of Apple Pomace in Bakery Products”, *J. Food Sci.*, 54, 618–620, (1989).

## 6. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : ÜNKAN URGANCI

Doğum Yeri ve Tarihi : DENİZLİ 20.09.1992

Lisans Üniversite : PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ

Elektronik posta : unkanurganci@hotmail.com

İletişim Adresi : Kuşpınar Mah. 1285/1 Sok. 10/4  
Pamukkale /DENİZLİ

**Yayın Listesi :**

Urgancı, Ü., Işık, F., Turan, F., Topkaya, C., “Determination the Antioxidant Activities of Various Dried Goji Berries Provided from Denizli Markets”, *4th International Conference on New Trends in Chemistry*, St. Petersburg, Rusya, (2018).

Turan, F., Işık, F., Urgancı, Ü., Topkaya, C., “Determination the Color Values of Red Cabbage Extracts Having Different pH Values”, *4th International Conference on New Trends in Chemistry*, St. Petersburg, Rusya, (2018).

Topkaya, C., Urgancı, Ü., Işık, F., Turan, F., “Anthocyanins and Different Methods of Extraction from Some Fruits and Vegetables”, *4th International Conference on New Trends in Chemistry*, St. Petersburg, Rusya, (2018).

Işık, F., Urgancı, Ü., Turan, F., Topkaya, C., “Extraction of Phenolics in Carrot with Methanol Solvents Having Different pH Values”, *4th International Conference on New Trends in Chemistry*, St. Petersburg, Rusya, (2018).

Urgancı, Ü., Ayrancı, U.G., Özgören, E., Işık, F., “Effect of Infusion Time and Temperature on the Antioxidant Activity, Total Phenolic Content and Color Properties of Roselle (*Hibiscus Sabdariffa* L.) Tea”, *4th International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus*, Girne, KKTC, (2018).

Kaplan, H.B., Urgancı, Ü., Işık, F., Nas, S., “Some Physical Changes of Traditional Biscuit Dough After Modified Atmosphere Packaging and Short-Term Storage”, *4th International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus*, Girne, KKTC, (2018).

Urgancı, Ü. ve Işık, F., “Modified Atmosphere Packaging Applications in Bakery Products”, *International Conference on Raw Material to Processed Foods (RPFODS)*, Antalya, (2018).

Urgancı, Ü., Kaplan, H.B., Nas, S., Işık, F., “A Comparative Study On Antioxidant Activity And Phenolic Compounds Of Methanolic, Ethanolic and Aqueous Extracts of *Urtica dioica* Leaves”, *IV. International Multidisciplinary Congress of Euroasia*, Roma, İtalya, (2017).

Urgancı, Ü. ve Işık, F., “Effects Of Using Various Methanolic Solvents Of *Thymbra spicata* On Antioxidant Activity And Phenolic Compounds”, *The 8th International Symposium Euroaliment*, Galati, Romanya, (2017).

Özdemir, A., Urgancı, Ü., Yapar, A., “Utilization of Microalgae as Food Supplement”, *The 8th International Symposium Euroaliment*, Galati, Romanya, (2017).

Işık, F., Urgancı, Ü., Turan, F., “Yaban Mersini İlaveli Muffin Keklerin Bazı Kimyasal, Fiziksel ve Duyusal Özellikleri”, *Akademik Gıda Dergisi*, 15(2), 130-138, (2017).

Urgancı, Ü., Topkaya, C., Işık, F., “Physical and Sensory Properties of Cakes Produced with Different Brands of Sunflower Oils”, *International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (ICAFOF)*, Kapadokya, (2017).

Turan, F., Urgancı, Ü., Işık, F., “The Use of Blueberries in Muffin Cakes”, *International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (ICAFOF)*, Kapadokya, (2017).

Göncü, A., Urgancı, Ü., Çelik, İ., Işık, F., “Utilization of Buckwheat (*Fagopyrum*) in Cereal Technolgy”, *1st International Congress on Medicinal and Aromatic Plants*, Konya, (2017).

Göncü, A., Urgancı, Ü., Çelik, İ., Işık, F., “Determination of Some Physical, Textural and Sensory Properties of Crackers Produced by Addition of Zahter (*Thymbra spicata*)”, *1st International Congress on Medicinal and Aromatic Plants*, Konya, (2017).

Urgancı, Ü., Göncü, A., Işık, F., Çelik, İ., “Determination of Some Quality Characteristics of Muffin Prepared with Ripened Hemp Seed (*Cannabis sativa* L.)”, *1st International Congress on Medicinal and Aromatic Plants*, Konya, (2017).

Urgancı, Ü., Göncü, A., Işık, F., Çelik, İ., “Some Chemical and Sensory Properties of Grissini Prepared with Garden Cress (*Lepidium sativum* L.) Seed Powder”, *1st International Congress on Medicinal and Aromatic Plants*, Konya, (2017).

Urgancı, Ü. ve Işık, F., “Effect of Tomato Seed Supplementation on Some Properties of Instant Ezogelin Soup”, *The 6th International Congress on Food Technology*, Atina, Yunanistan, (2017).

Urgancı, Ü. ve Işık, F., “Et Ürünlerinde Biyoaktif Peptitler ve Özellikleri”, *Gıda, Metabolizma & Sağlık, Biyoaktif Bileşenler ve Doğal Katkılar Kongresi*, İstanbul, (2016).

Urgancı, Ü. ve Kaplan, H.B., “Halva: a Traditional Dessert from Birth to Death”, *Traditional Foods from Adriatic to Caucasus*, Saraybosna, Bosna Hersek, (2015).

Urgancı, Ü., Kaplan, H.B., Işık, F., “Gülleç: the Rose of the Ramadan”, *Traditional Foods from Adriatic to Caucasus*, Saraybosna, Bosna Hersek, (2015).