

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



ŞEKER İLAVESİZ YÜKSEK LİFLİ MEYVE BARI ÜRETİMİ
VE DEPOLAMA STABİLİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAŞAK IŞIK

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. HANDE SELEN ERGE

BOLU, ARALIK - 2023

KABUL VE ONAY SAYFASI

Başak IŞIK tarafından hazırlanan “**ŞEKER İLAVESİZ YÜKSEK LİFLİ MEYVE BARI ÜRETİMİ VE DEPOLAMA STABİLİTESİ**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği kabul edilmiştir.

27/12/2023

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Hande Selen ERGE
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Omca DEMİRKOL
Sakarya Üniversitesi

.....

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Derya ATALAY
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir,

aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %30'u geçmemektedir.

.....

BAŞAK IŞIK

ÖZET

**ŞEKER İLAVESİZ YÜKSEK LİFLİ MEYVE BARI ÜRETİMİ VE
DEPOLAMA STABİLİTESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAŞAK IŞIK
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. HANDE SELEN ERGE)**

**BOLU, ARALIK - 2023
XIII + 76**

Bu çalışmada; şeker ilavesiz meyve içerikli atıştırılmalık bar üretimi ve depolama stabilitesi araştırılmıştır. Farklı meyve püreleri (Trabzon hurması, balkabağı, yaban mersini, muz) içeren barların fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri belirlenmiştir. Meyve barları, bileşimsel, fizikokimyasal, antioksidan, mikrobiyoloji, duyusal ve dokusal özelliğini değerlendirmek için 6 ay boyunca oda sıcaklığında (21 °C) depolanmıştır. Depolama süresince, su aktivitesi, titrasyon asitliği, pH, toplam çözünür kuru madde (TÇKM), renk, toplam fenolik, antioksidan kapasite, toplam C vitamini, tekstür ve duyusal özellikler izlenmiştir. Analizler, su aktivitesi, pH, renk, TÇKM, antioksidan aktivite ve toplam fenolik içeriklerinde önemli değişimler olduğunu göstermiştir ($p<0.05$). Meyve barlarının başlangıç pH, titrasyon asitliği, su aktivitesi ve TÇKM değerleri sırasıyla 5.24, %0.34, 0.63 ve %82.83 kaydedilmiştir. Depolama sonunda bu parametreler sırasıyla 4.98, %0.299, 0.473, ve %85.36 belirlenmiştir. Başlangıç toplam fenolik ve antioksidan aktivite değerleri, 67.3 mg/100 g ve 4.96 µM Troloks/100 g belirlenmiştir. Bu değerler, depolama sonunda 73.0 mg/100 g ve 7.90 µM Troloks/100 g hesaplanmıştır. Bu parametrelerdeki artış, önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Diğer taraftan, toplam C vitamini 83.3 mg/100 g'dan 52.5 mg/100 g'a önemli düzeyde düşmüştür ($p<0.05$). Depolama süresince meyve barlarının genel beğenisi orta derecede bulunmuştur. Tekstür profili analizine göre, örneklerin sertlik değeri depolama süresine bağlı olarak artmıştır. Trabzon hurması, balkabağı, yaban mersini, muzun yanında pektin, yulaf, peynir altı suyu tozu, yumurta akı tozu kullanılarak hazırlanan meyve barları mikrobiyolojik olarak güvenli bulunmuştur.

ANAHTAR KELİMELE: Meyve barları, Trabzon hurması, Balkabağı, Toplam Fenolik Madde, Antioksidan Aktivite, Duyusal Değerlendirme, Tekstür Analizi

ABSTRACT

PRODUCTION AND STORAGE STABILITY OF NO SUGAR ADDED FRUIT BAR WITH HIGH FIBER

MSC THESIS

BAŞAK IŞIK

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR: PROF. DR. HANDE SELEN ERGE)

BOLU, DECEMBER 2023

XIII + 76

In this study; it was investigated production and storage stability of fruit-based snack bars with no added sugar. The physical, chemical, and sensory characteristics of bars consist of different fruit purees (persimmon, pumpkin, blueberry, banana) were determined. Bars were stored at room temperature (21 °C) for 6 months to evaluate their compositional, physicochemical, antioxidant, microbial, sensory and textural properties. Throughout the storage period, changes in water activity, pH, total soluble solids (TSS), color, total phenolics compound, antioxidant activity, total vitamin C, texture and sensory properties were monitored. The analyses revealed that there were significant changes in water activity, pH, color, TSS, antioxidant activity and total phenolics contents ($p<0.05$). The initial pH, titratable acidity, water activity, and TSS values of the fruit bar at the commencement of the storage were recorded as 5.24, 0.34%, 0.626, and 82.83%, respectively. At the end of the storage, these parameters were determined 4.98, 0.299%, 0.473, and 85.36%, respectively. Initial total phenolics content and antioxidant activity were determined as 67.3 mg/100 g and 4.96 µM Trolox/100 g, respectively. These values were calculated as 73.0 mg/100 g and 7.90 µM Trolox/100 g, at the end of the storage. The increase in these parameters was determined significantly ($p<0.05$). On the other hand, total vitamin C significantly decreased from 83.3 mg/100 g to 52.5 mg/100 g ($p<0.05$). During storage, overall acceptability of fruit bars was found moderately. The hardness of samples increased by increasing storage time according to texture profile analyse. The fruit bars prepared by using pectin, oat, whey powder, egg white powder in addition to persimmon, pumpkin, blueberry, banana were microbiologically safe.

KEYWORDS: Fruit bars, Persimmon, Pumpkin, Total Phenolics Compound, Antioxidant Activity, Sensory Evaluation, Texture Analysis

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
ETİK BEYAN.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
TABLO LİSTESİ	x
FOTOĞRAF LİSTESİ	xi
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xii
TEŞEKKÜR	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1 MEYVE PESTİLİ.....	4
2.2 MEYVE BARI.....	5
2.3 ATIŞTIRMALIK BAR ÜRETİMİ	6
2.4 ATIŞTIRMALIK BAR ÇEŞİTLERİ.....	7
2.4.1 Meyve İçerikli Atıştırmalık Bar	7
2.4.2 Buğday ve Soya İçerikli Atıştırmalık Bar	12
2.4.3 Meyve ve Sebze İçerikli Atıştırmalık Bar	12
2.4.4 Tahıl İçerikli Atıştırmalık Bar	12
2.5 ATIŞTIRMALIK BAR ÜRÜNLERİNDE KULLANILAN BİLEŞİKLER ve FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ	13
2.5.1 Proteinler	13
2.5.2 Yağ ve Yağ Asitleri	14
2.5.3 Mineraller	15
2.5.4 Vitaminler	17
2.5.5 Besinsel Lif	18
2.6 ATIŞTIRMALIK BAR ÜRETİMİNDE KULLANILAN KURUTMA YÖNTEMLERİ.....	21
2.6.1 Konveksiyonel Kurutma Yöntemi	21
2.6.2 Güneş Enerjisi ile Kurutma Yöntemi	22
2.6.3 Kızılötesi (IR) Kurutma Yöntemi	23
2.6.4 Dondurarak Kurutma Yöntemi	23
2.6.5 Mikrodalga ile Kurutma Yöntemi	24
2.7 KURUTMANIN KALİTEYE ETKİLERİ	24
3. MATERYAL VE YÖNTEM	26

3.1	Materyal.....	26
3.2	Kapsam	26
3.3	Yöntem	30
3.3.1	Su Aktivitesi (a_w) Tayini	30
3.3.2	Toplam Çözünür Kuru Madde Tayini	30
3.3.3	Renk Değerleri Tayini	30
3.3.4	Mikrobiyolojik Analiz	30
3.3.5	pH Tayini.....	31
3.3.6	Titrasyon Asitliği Tayini	31
3.3.7	Toplam Protein Miktarı Tayini.....	31
3.3.8	Ham Yağ Miktarı Tayini	32
3.3.9	Kül Miktarı Tayini.....	32
3.3.10	Besinsel Lif Miktarı Tayini.....	32
3.3.11	Tekstür Profili Analizi.....	33
3.3.12	Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Tayini için Ekstraksiyon	33
3.3.13	Toplam Fenolik Madde Tayini.....	33
3.3.14	Antioksidan Aktivite Tayini.....	34
3.3.15	Askorbik Asit Ekstraksiyonu	35
3.3.16	Toplam C Vitamini Tayini	35
3.3.17	Reaksiyon Kinetiği Hesaplama	37
3.3.18	Enerji Değeri Hesaplama	37
3.3.19	Duyusal Analiz.....	37
3.3.20	İstatistiksel Analizler.....	39
4.	BULGULAR ve TARTIŞMA	40
4.1	Meyve Barının Kimyasal Bileşimi ve Enerji İçeriği	40
4.2	Depolama Süresince Meyve Barının pH, Kuru Madde, Su Aktivitesi ve Titrasyon Asitliğindeki Değişimi.....	41
4.3	Depolama Süresince Meyve Barının Renk Değerlerinin Değişimi.....	43
4.4	Depolama Süresince Meyve Barının Toplam Fenolik Madde Miktarının Değişimi.....	48
4.5	Depolama Süresince Meyve Barının Antioksidan Aktivitedeki Değişimi.....	50
4.6	Depolama Süresince Meyve Barının Toplam C Vitamini Miktarındaki Değişimi.....	53
4.7	Depolama Süresince Meyve Barındaki Mikrobiyolojik Değişim	55
4.8	Depolama Süresince Meyve Barının Duyusal Değerlendirme Sonuçları.....	55
4.9	Depolama Süresince Meyve Barının Tekstür Profil Analizindeki Değişim.....	58
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	61
6.	KAYNAKLAR.....	64
7.	EKLER.....	76

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Atıştırmalık Bar Üretimi Akış Şeması (I ve II, Kurutularak Elde Edilen Bar Üretimi, III, Kurutulmadan Elde Edilen Bar Üretimi)	7
Şekil 2.2. β -glukanın Yapısı	20
Şekil 3.1. Meyve Barı Üretimi Akış Şeması.....	29
Şekil 3.2. Gallik Asit Standart Eğrisi.....	34
Şekil 3.3. Troloks Eğrisi	35
Şekil 3.4. Standart C vitamini Kurvesi	36
Şekil 3.5. Depolama Başlangıcına İlişkin Örnek Kromatogram.....	36
Şekil 3.6. Duyusal Değerlendirme Örnek Formu	38
Şekil 4.1. Meyve Barının Depolama Süresince a^* Değerinin Sıfıncı Derece Reaksiyon Kinetiğine Göre Değişimi	45
Şekil 4.2. Meyve Barının Depolama Süresince b^* Değerinin Sıfıncı Derece Reaksiyon Kinetine Göre Değişimi.....	46
Şekil 4.3. Depolama Süresince Meyve Barının Toplam Fenolik Madde Miktarının Değişimi	48
Şekil 4.4. Depolama Süresince Meyve Barının Toplam Fenolik Madde Miktarının Sıfıncı Derece Reaksiyon Kinetiğine Göre Değişimi	49
Şekil 4.5. Depolama Süresince Meyve Barının Antioksidan Aktivite Miktarındaki Değişimi	51
Şekil 4.6. Depolama Süresince Meyve Barının Toplam Antioksidan Aktivite Miktarının Sıfıncı Derece Reaksiyon Kinetiğine Göre Değişimi	51
Şekil 4.7. Depolama Süresince Meyve Barının Toplam C Vitamini Miktarındaki Değişimi	54

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1. Meyve barının (100 g*) kimyasal bileşimi ve enerji değeri.	40
Tablo 4.2. Depolama süresince meyve barının (100 g*) pH, titrasyon asitliği (T.A.), su aktivitesi (a_w) ve kuru madde miktarlarındaki değişimi.	43
Tablo 4.3. Depolama süresince meyve barının renk değerlerinin değişimi.	44
Tablo 4.4. Depolama süresince meyve barının duyuşal değerdendirme sonuçları.	56
Tablo 4.5. Depolama süresince meyve barının tekstür profil analizindeki değışimi.	59

FOTOĞRAF LİSTESİ

Sayfa

Fotoğraf 3.1. Meyve barı üretimine ait görseller (a: Toz ürünlerin karışımı, b: Trabzon hurması ve balkabağı ilavesi, c: Yaban mersini ilavesi, d: Tencerede pişirilmesi, e: bitkisel sıvı ekstrakt ilavesi, f: Şekil verilerek tepsilere yerleştirilmesi, g: Konveksiyonel kurutucuda kurutulması, h: Meyve barının ambalajlanması).....	28
Fotoğraf 4.1. Meyve barı örneğinin tekstür profil analizi.....	58

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

µL	: Mikrolitre
µM	: Mikromolar
AA	: Araşidonik asit
ABTS	: 2,2'- azonobis (3-etilbenzothiazoline-6-sulfonat)
ALA	: α-linoleik asit
ATP	: Adenozin trifosfat
a_w	: Su aktivitesi
DF	: Diyet lifi
DHA	: Dokosaheksaenoik asit
Dk	: Dakika
DNA	: Deoksiriboz Nükleik Asit
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
Fe	: Demir
FTS	: Fizyolojik Tuzlu Su
g	: Gram
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
IDF	: Çözünmeyen Diyet Lifi
IR	: Kızılötesi Işın
kJ	: KiloJoule
LA	: Linoleik asit
LDL	: Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
Mg	: Magnezyum
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
N	: Newton
PUFA	: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri
RS	: Dirençli Nişasta
SDF	: Çözünür Diyet Lifi
TEAC	: Troloks Eşdeğer Antioksidan Kapasite
TPC	: Toplam Fenolik Madde
YGC	: Yeast Extract Glucose Chloramphenicol Agar

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca desteğini hiç esirgemeyen, bilgisi ve deneyimleriyle yoluma ışık tutan, birlikte çalışma fırsatım olduğu için çok şanslı hissettiğim, çok kıymetli danışmanım Sayın Prof. Dr. Hande Selen ERGE'ye,

Çalışmam boyunca her daim katkı ve desteğini gördüğüm, kendisiyle çalıştığım için çok şanslı hissettiğim değerli hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Derya ATALAY'a,

Akademik hayata girmeme büyük katkısı olan, bu yolda birlikte yürüme hayalleri kurduğum, her daim desteğini hissettiğim sevgili arkadaşım Arş. Gör. Çiğdem YÜKSEL DEMİRCİ'ye,

Tez çalışmam boyunca hep yanımda olduklarını hissettiğim, yaptığım analizlerde bilgilerini ve yardımlarını benden esirgemeyen, yüksek lisansım boyunca birlikte yaşadığım güzel anıların sahipleri sevgili arkadaşlarım, Gıda Yük. Müh. Aslı YILDIRIM, Gıda Yük. Müh. Ayşenur ARSLAN ve Gıda Yük. Müh. Şeyma Betül ENCU' ye,

Hayatım boyunca her zaman yanımda olan, bana desteklerini, ilgilerini ve sevgilerini hiç esirgemeyen, onların kızı olduğum için gurur duyduğum değerli annem ve babama, her koşulda yanımda olan canım kardeşime,

Lisans ve yüksek lisans hayatımda maddi manevi desteğini hiç esirgemeyen, her düştüğümde kaldıran, bana yol gösteren ve değerli hissettiren, hayatta ne olursa olsun her zaman yanımda olacağını bildiğim erkek arkadaşım, Gıda Müh. Sezer YÜKSELEN'e çok teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Meyveler; karbonhidrat içerikleri, mineral, vitamin ve lif içeriği bakımından zengin olmaları nedeniyle hem bir doğal enerji kaynağı hem de sağlık için yararlı ürünler olarak değerlendirilmektedir. Bileşiminde %10 ile %25 arasında karbonhidrat, %1'den az protein ve %0.05'in altında yağ bulunmaktadır. Aynı zamanda önemli ölçüde kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, fosfor, klor ve demir, bakır, kobalt, manganez, çinko, iyot gibi mineraller içermektedir (Orrego ve ark., 2014). Meyve ve sebzelerin mineral, vitamin, diyet lifi ve antioksidan içeriği sağlığı koruyucu faydalar sağlamaktadır. Örneğin; serbest radikallerin proteinlere, DNA'ya ve lipitlere zarar vermesini önleyebilmektedir (Scalbert ve ark., 2005; Isabelle ve ark., 2010). Üzüm, çilek, nar gibi meyvelerin kardiyovasküler sorunların azaltılmasına yardımcı; narenciye ve elma gibi meyvelerin kan basıncı ve kan lipid seviyesini azaltmada orta düzeyde etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (Habauzit ve ark., 2012).

Meyveler renk, tat, aroma ve lezzet açısından organoleptik katkıda bulunan biyoaktif özellikte çok sayıda fenolik bileşik bulundurmaktadır. Fenolik bileşikler, bitkilerde çok çeşitli yapı ve işlevlere sahip ikincil metabolitlerdir (Risipail ve ark., 2005). Fenolik bileşikler, bir veya daha fazla hidroksil grubu taşıyan aromatik bir halkaya sahiptir. Basit bir halka yapısından karmaşık yüksek moleküler kütleli bir polimerin yapısına kadar değişebilmektedir (Balasundram ve ark., 2006). Suda çözünür bileşikler (fenolik asitler, fenilpropanoidler, flavonoidler ve kinonlar) ve suda çözünmeyen bileşikler (yoğun tanenler, ligninler ve hücre duvarına bağlı hidroksisünamik asitler) olarak sınıflandırılmaktadırlar (Risipail ve ark., 2005). Antioksidan aktiviteye sahip bu bileşikler, serbest radikale elektron vererek onu zararsız bir moleküle dönüştürmektedir (Kaur ve Kapoor, 2001). Çalışmalar, fenolik bileşiklerden zengin bir diyetin, hücre metabolizmasından serbest radikalleri temizleyerek yaşlanmaya ve buna bağlı hastalıklara yol açan oksidatif stres hasarını önleyebileceğini ileri sürmektedir (Kurosumi ve ark., 2007). Oksidatif stres; insanlarda kanser, multipl skleroz, otoimmün hastalık ve

Parkinson hastalığı gibi bir dizi dejeneratif hastalığa neden olabilmektedir (Theriault ve ark., 2006).

Biyolojik etkileri (antioksidan, antiviral, antimikrobiyal, anti-tümör ve antibakteriyel aktiviteler) ile ilgili olarak, polifenollerin reaktif oksijen türlerinin zararlı etkilerine karşı da koruyucu olduğu bildirilmektedir (Luo ve ark., 2011). Meyvelerdeki fenolik bileşiklerin miktarı; meyvenin olgunluk derecesine, meyve çeşidine, iklime, toprak bileşimine, coğrafi konuma ve depolama koşullarına göre değişkenlik göstermektedir (Belitz ve ark., 1999). Sağlıklı beslenme, tüketiciler arasında gıda seçiminde en önemli faktörlerden biri haline gelmiştir. Bu nedenle daha sık meyve ve sebze tüketiminin diyetin bir parçası olması gerektiği düşünülmektedir (Margetts ve ark., 1997). Tüketici, taze meyve ve sebzeyi yıl boyunca temin etmeyi tercih ettiğinden uzun raf ömürlü ürünlere ihtiyaç duyulmaktadır (Jesionowska ve ark., 2008). Sağlıklı ve doğal gıdalara yönelik artan tüketici talebi nedeniyle, özellikle meyve içerikli atıştırılabilir barlar popüler bir gıda haline gelmekte ve bu nedenle meyveler sağlık yararlarından faydalanan ideal bir gıda olmaktadır (Sun-Waterhouse ve ark., 2010). Meyve barları; enerji değeri, mineral, lif içeriği ve antioksidan bakımından konsantre bir ürün olduğundan taze meyvelere kıyasla çok daha fazla besin değerine sahiptir (Orrego ve ark., 2014). Meyve barı üretiminde çeşitli formülasyonlar bulunmaktadır. Meyve barları genellikle; pulp, taze veya kuru meyve, şeker (sakkaroz, maltodekstin, meyve suyu konsantresi), pektin gibi bağlayıcı bir madde ve düşük miktarlarda renklendirici, aroma verici ve asitlendirici bileşen karışımından oluşmaktadır. Şeker; meyve barı üretiminde olduğu gibi birçok gıda ürünüde tat vermek amacı ile kullanılan en önemli bileşenlerdendir. Ancak, fazla şeker tüketimi ile tip-2-diyabet, kardiyovasküler rahatsızlıklar, obezite, insülin direnci ve çeşitli kanser türleri arasında korelasyon olduğu da bilinmektedir. Günümüzde; tüketiciler, sofraya şekeri yerine üzüm, bal, hurma şurubu gibi doğal şeker kaynaklarını içeren ürünlere yönelmektedir (Cyuwińska-Antonik ve ark., 2023). Bu nedenle, bu çalışmada; meyve barı üretiminde meyvenin içeriğindeki şeker dışında şeker katkısı yapılmamıştır. Literatürde çok çeşitli meyvelerden bar üretimleri görülmekle birlikte bu çalışmada planlanan formülasyonda herhangi bir bar üretimine ilişkin araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada; Trabzon hurması, balkabağı, yaban mersini ve muzun kullanıldığı bir meyve karışımından

yararlanarak atıştırılmalık meyve barı üretimi amaçlanmıştır. Meyve barı bileşiminde besinsel lif içeriğini artırmak için yulaf ve pektin; protein içeriğini zenginleştirmek için de peynir altı suyu tozu ve yumurta akı tozu kullanılmıştır. Bu şekilde; şeker içeriği düşük besinsel lif ve protein bakımından dikkat çeken, sağlığa yararlı atıştırılmalık meyve barı üretimi hedeflenmiştir. Elde edilen bu ürünün oda sıcaklığında 6 ay depolanarak stabilitesi gözlenmiştir. Bu amaçla; su aktivitesi, pH, toplam kuru madde, renk, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, duyuşal ve tekstürel özellikler değerdendirilmiştir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1 MEYVE PESTİLİ

Meyveler; su oranları yüksek, genellikle asidik hammaddelerdir. Gıdalara çeşitli aroma, lezzet, doku ve renk kazandırmaktadır. Taze olarak tüketilen meyveler, çoğunlukla işlenmektedir. İşlenmiş meyve ürünleri çok fazla ihracat potansiyeline sahiptir. İşlemenin başlıca amaçları; kolay bozulabilen meyvelerin depolama ömrünü uzatmak, lezzet, renk, doku ve besin içeriğini korumaktır (Droby, 2005).

Meyvelerin raf ömrünün kısa olması ekonomik değeri üzerinde olumsuz etki göstermektedir. Hasat edilen meyvelerin %20-25'i, mikroorganizmaların aktivitesi nedeniyle kayıpla sonuçlanmaktadır (Droby, 2005). Meyveler genellikle toz, toprak, su ile temas ettiğinde hasat ve hasat sonrası işleme sürecinde mikroorganizmalar tarafından kontaminasyona maruz kalmaktadır. Bu, insan ve bitki patojenlerini içeren çok çeşitli mikroorganizmaların barındırılmasıyla sonuçlanmaktadır (Eni ve ark., 2010). Meyvelerin muhafazasında etkili olan yöntemlerden birisi onları pestil haline getirmektir. Meyve pestili üretiminin Pers İmparatorluğu'na dayandığı ileri sürülmektedir. Türkiye'de 'Pestil', Ermenistan'da 'Bastegh', Suriye'de ve Arap ülkelerinde 'Kama ve Aldeen' olarak adlandırılırken, Amerika'da 'Meyveli rulo veya Meyveli deri' olarak isimlendirilmektedir. Meyve pestili ilk olarak ABD'deki farklı üniversiteler tarafından gündeme getirilmiş (1976) ve bu konudaki bilimsel çalışmalara ilk olarak 1978 yılında başlanmıştır. Daha sonra pestil, araştırma alanlarında ilgi görmüştür. Meyve pestilleri; meyve suları veya meyve posası kullanılarak diğer bileşenler ile bir araya getirildikten sonra kurutulularak elde edilen meyve ürünleridir. Posadan yapılan meyve pestilleri, yüksek miktarda karbonhidrat, lif, vitamin, antioksidan ve mineral içerdiğinden tüketiciler tarafından daha çok tercih edilmektedir. Meyve pestilleri; çiğnenebilir özellikte, lezzetli ve kurutulmuş meyve ürünüdür. Bu ürünler, meyve püresinin paslanmaz veya alüminyum tepsilere yayıldıktan sonra nem içeriğinin %15-20'ye düşürüleceği belirli bir sıcaklıkta kurutulmasıyla elde edilmektedir.

Kurutma işlemi; güneşte kurutma, sıcak hava ile kurutma, mikrodalga fırında kurutma, vakumlu kurutma, dondurarak kurutma gibi farklı yöntemlerle gerçekleştirilebilmektedir. Pestil, kurutulduktan sonra tepsilerden alınmakta ve paketlenmektedir. Çocuklar ve yetişkinler başta olmak üzere her yaş grubundan talep görmesi nedeniyle meyvelerin bu şekilde işlenmesi son yıllarda giderek artmakta ve tercih edilmektedir (Bandaru ve Bakshi, 2020).

2.2 MEYVE BARI

Meyve barı; meyve posasının uygun miktarda şeker, pektin, asit ile karıştırıldıktan sonra kurutulmasıyla hazırlanan bir ürün olarak tanımlanabilmektedir (Narayana ve ark., 2007). Diğer taraftan; geleneksel olarak dikdörtgen şeklinde üç boyutlu, tek porsiyonluk değişken içerikli bir meyve karışımını ifade etmektedir (Gujral ve Brar, 2003). Meyve barları; mevsim dışı meyve tüketimini sağlamakla birlikte genellikle kurutulmuş meyvelerden üretildiği için besin içeriği zengin ürünler olarak değerlendirilmektedir (Eyiz, 2019). Guava, muz (Arinzechukwu ve Nkama, 2019), papaya, mango, elma, domates (Ahmed ve ark., 2005), jackfruit gibi çok çeşitli meyvelerden hazırlanabilmektedir (Mathur ve ark., 1972). Ayrıca meyve barlarında kullanılan elma (Sun-Waterhouse ve ark., 2010) ve olgun balkabağı (Dhiman ve ark., 2020) gibi çeşitli meyveler, meyve barlarının doku özelliği ve kabul edilebilirliğini etkileyen önemli bileşenler olarak kabul edilmektedir. Meyve barlarında sadece meyve değil aynı zamanda fizikokimyasal ve organoleptik özellikleri geliştirmek için farklı bileşenler de kullanılmaktadır. Meyve posası, taze veya kuru meyveler, şekerler (sakkaroz, maltodekstrin, glukoz şurubu ve meyve suyu konsantreleri), bağlayıcılar (pektin, gliserol, çeşitli karbonhidratlar) ve çeşitli minör bileşenler (renklendiriciler, aromalar ve asitler) meyve barı üretiminde kullanılabilmektedir (Eyiz, 2019). Meyve barları bazı Asya ülkelerinde eski çağlardan beri tüketilen ürünlerdir. Hindistan'da en iyi bilinenleri, bambu üzerinde yayılan mango posası ve şeker kamışı suyu karışımının güneşte kurutulması ile üretilen mango pestilleridir (Gujral ve Brar, 2003).

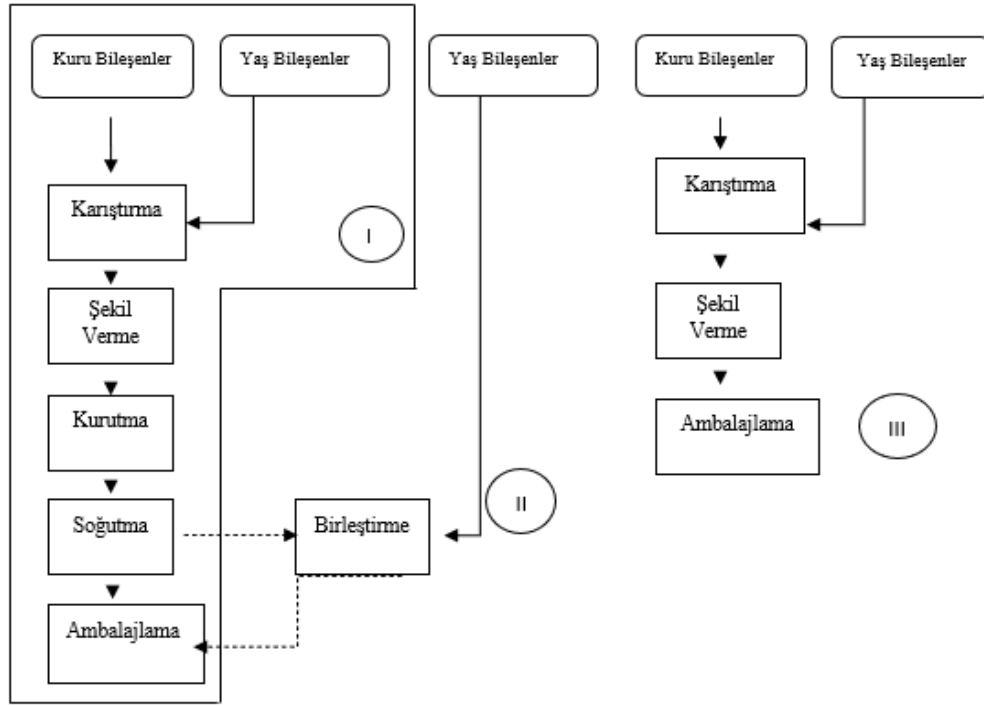
ABD'deki atıştırılabilir yiyecek tüketimine ilişkin rapora göre, atıştırılabilir tahıl gevreği veya beslenme barlarının üç başlıca kategoride sınıflandırılabilirliği

bildirilmiştir. Buna göre; bar ürünleri, sağlıklı yaşam atıştırmalıkları, organik atıştırmalıklar ve enerji veren atıştırmalıklar şeklinde ayrılabilir. Bu fonksiyonel özellikteki atıştırmalık barların; ana öğün yerine tüketilebileceği, öğünün bir parçası olabileceği veya ara öğün olarak değerlendirilebileceği ya da tatlı yerine tüketilebileceği belirtilmektedir (Constantin ve ark., 2018).

2.3 ATIŞTIRMALIK BAR ÜRETİMİ

Piştirilen bar ürünleri için kuru ve yaş hammaddeler karıştırılıp porsiyonlandıktan sonra pişirmeye tabi tutulmaktadır. Pişirme parametreleri (zaman ve sıcaklık) bitmiş ürünün spesifik özelliklerine göre farklılık göstermektedir. Soğuk şekillendirilen bar üretiminde ise bileşenler karıştırılmakta ve elde edilen karışım pişirme aşaması olmadan istenen kalıba yerleştirilmektedir. Her iki üretim aşamasında dolgu maddesi ile doldurma veya çeşitli kaplama materyalleriyle kaplama, gibi ek işlemler olabilmektedir. Kurutma işleminden sonra bar üretiminin son basamağı ise ambalajlamadır (Constantin ve ark., 2018).

Atıştırmalık bar ürünleri; genellikle yulaf, pirinç, mısır gibi tahılların çeşitli protein kaynakları (süt, süt proteinleri, soya veya peynir altı suyu) ile karıştırılmasıyla yapılmakta ve vitamin, mineral gibi diğer bileşenler veya enerji açısından zengin bileşenlerle takviye edilmektedir (Gonzalez ve ark., 2003; Aramouni ve ark., 2011). Atıştırmalık bar üretimlerinin basitleştirilmiş akış şemaları Şekil 2.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Atıştırmalık Bar Üretimi Akış Şeması (I ve II, Kurutularak Elde Edilen Bar Üretimi, III, Kurutulmadan Elde Edilen Bar Üretimi)

Atıştırmalık barlar içerdikleri hammaddelere göre farklı adlandırılmaktadır. Aşağıda buna ilişkin tanımlamalar yapılmıştır.

2.4 ATIŞTIRMALIK BAR ÇEŞİTLERİ

2.4.1 Meyve İçerikli Atıştırmalık Bar

Meyve içerikli atıştırmalık barlar; vitamin, mineral ve lif içeriği bakımından sağlıklı besin tüketimi ile ilgilenen tüketiciler tarafından tercih edilmektedir (Lin ve ark., 2010). Bu ürünlerde; besinsel lif açısından zenginleştirmek için pirinç gevreği, yulaf ezmesi, elma diyet lifi veya inülin; tatlandırmak için glukoz şurubu, bal; yapıyı düzenlemek için bitkisel yağ, gliserol; protein değerini artırmak amacıyla peynir altı suyu protein konsantresi kullanılmaktadır. Yapıyı bağlamak amacıyla da pektin, sitrik asit ve şeker kullanılmaktadır (Sun-Waterhouse ve ark., 2010).

Meyve içerikli atıştırmaık barlarda çok çeşitli meyvelerden yararlanılmaktadır. Bu çalışmada meyve barı retiminde Trabzon hurması, balkabağı, yaban mersini ve muz kullanılmıştır. Aşağı bu meyvelerin bileşimi ve sağlık yönünden faydalarına ilişkin açıklamalar bulunmaktadır.

Trabzon hurması

Trabzon hurması; *Diospyros cinsi Ebenaceae* familyasına ait olup 350'den fazla bilinen türü bulunmaktadır. Japon veya doğu hurması olarak da bilinen *Diospyros kaki* (hurma), Doğu Asya kökenli, yaprak döken bir meyvedir (Guo ve ark., 2011). Büyümesi için en uygun iklimler; nispeten ılıman yazları ve ılıman kışları olan bölgelerdir. Trabzon hurması üretimi yıllık %5.76 oranında artmakta ve bu da onu yıllık 3.63 milyon ton retimiyile dünyanın en hızlı gelişen 5. meyvesi yapmaktadır (Li ve ark., 2009). Trabzon hurması meyveleri klimakteriktir ve etilen olgunlaşma sürecini düzenler. Bu nedenle, etilen biyosentezini veya etkisini engelleyerek olgunlaşma sürecini yavaşlatarak, hurma meyvelerinin raf ömrü artırılabilmekte, dolayısıyla depolama ömürleri uzatılabilmektedir (Luo, 2007; Oz, 2011). Trabzon hurması taze veya kurutulmuş meyve olarak tüketilebilmektedir. Kurutma sırasında hurma kabuğu çıkarılmaktadır, aksi halde burukluğundan dolayı acı bir tat vermektedir. Trabzon hurmasından meyve suyu, şerbet veya püre hazırlanmaktadır. Ayrıca; hurma sirkesi ve şarap üretimi için de kullanılabilmektedir (Akter ve ark., 2010).

Trabzon hurması %79 su, %0.7 pektin, %0.4 protein ve ham lif içermektedir (Yaqub ve ark., 2016). Elmaya kıyasla A vitamini açısından zengindir. C vitamini içeriği, çeşide bağlı olarak 100 g meyve eti başına 7.5-70 mg arasında değişmektedir. Bazı eşitler C vitamini içeriği açısından satsuma mandalina ve ilek kadar zengindir (Nakagawa ve ark., 2008). Aynı zamanda sağlık için değerli vitaminler (A, B kompleksi, C, E ve K) ve mineraller (inko, bakır, demir, magnezyum, kalsiyum ve fosfor) gibi çeşitli biyoaktif maddeler içermektedir (Yaqub ve ark., 2016).

Trabzon hurması; antioksidan özellikteki tanenler ve flavonoidler gibi biyolojik olarak aktif çok sayıda polifenol bileşik içermektedir. Bu polifenoller oksidatif strese kaynaklanan diyabeti önlemektedir (Hosny ve ark., 2002). Fenolikler, antioksidanlar, steroller ve flavonoidler gibi bazı bileşenler, çeşitli

rahatsızlıkları önleme veya kontrol altına alma nedeniyle sağlık üzerinde faydalı bir etkiye sahiptir. Bu biyoaktif bileşenler damar sertliğinin azaltılmasında ve düşük yoğunluklu lipoproteinlerin (LDL) oksidasyonunun önlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Suzuki ve ark., 2010). Ayrıca antimutajenik etkilere sahiptir ve bağışıklık sistemini düzenlemektedir. Böylece metabolizmanın normal işlemesine yardımcı olmaktadır. Trabzon hurması, idrar söktürücü etkisi, kan basıncını düşürücü özelliği ve öksürük tedavisi, viral ve bakteriyel bulaşıcı hastalıklar ve diş çürükleri gibi tedavi edici özellikleri nedeniyle çeşitli tıbbi amaçlar için kullanılmıştır (Yaqub ve ark., 2016). Trabzon hurması, polifenoller dışında, terpenoidler, steroidler, flavonoidler, karotenoidler, mineraller ve diyet lifi dahil olmak üzere birçok biyoaktif bileşik de içermektedir (Suzuki ve ark., 2010).

Balkabağı

Balkabağı, tropikal ve subtropikal ülkelerde yetişen *Cucurbita* cinsine ve *Cucurbitaceae* familyasına ait bir meyvedir. Dünyada *Cucurbita maxima*, *Cucurbita moschata* ve *Cucurbita pepo* olmak üzere en yaygın üç balkabağı çeşidi bulunmaktadır (Lee ve ark., 2003). Balkabağı, çeşide ve iklime bağlı olarak birçok şekil, boyut ve renkte olabilmektedir. Meyve etinde besleyici ve sağlığı koruyucu polisakkaritlerin, tohumlarında ise protein ve yağın bulunması nedeniyle gıda işleme, tarım, ilaç ve yem endüstrisi tarafından balkabağı ve balkabağı içerikli ürünlere olan ilgi artmaktadır (Sojak ve Glowacki, 2010).

Balkabağı yaprakları, çiçekleri, tohumları ve posası, yüksek antioksidan bileşenleri içermektedir. Bu antioksidan maddeler serbest radikalleri ve reaktif oksijen türlerini inhibe ederek sağlığı olumlu yönde etkilemekte , böylece kanser, kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalık riskini azaltmaktadır (Kulczyński ve ark., 2020). Balkabağı kabuğu, eti ve tohumları iyi bir toplam fenolik, toplam flavonoid , toplam karotenoid ve mineral kaynağıdır (Hussain ve ark., 2021). Balkabağında sağlığa faydalı birçok fitokimyasal ve temel besin maddesi bulunmaktadır (Jun ve ark., 2006). Balkabağında önemli miktarda karotenoid, yağ asitleri, mineraller ve E vitamini bulunmaktadır (Ching ve Mohamed, 2001). İyi bir mineral kaynağı olan balkabağı, içerdiği kalsiyum, potasyum ve sodyum nedeniyle sağlığın önemli bir parçasıdır. Balkabağı,

osteoporozu ve hipertansiyonu önlemektedir. Balkabağının krom içeriğinin zengin olduğu düşünülmektedir (Ahmad ve Khan, 2019). Balkabakları kalsiyum, demir, potasyum, magnezyum, fosfor, bakır ve manganez minerallerinin iyi bir kaynağıdır (Nwofia ve ark., 2012). Vitaminler arasında yüksek düzeyde C vitamini, E vitamini, B₆, B₁ ve B₃ vitaminini içermektedir. Balkabağında baskın olan yağ asitleri arasında ise oleik asit ve linoleik asit gelmektedir. (Younis ve ark., 2000). Balkabağı meyvesinin besin değeri yüksektir ancak yetiştirildiği bölgelere göre farklılık göstermektedir. 100 g balkabağı 2-10 mg karotenoid; 9-10 mg C vitamini; 1.03-1.06 mg E vitamini içermektedir (Nawirska ve ark., 2009).

Balkabağı önemli bir diyet lifi kaynağıdır (Evageliou ve ark., 2005). Yeterli miktarda nişasta, diyet lifi ve pektin varlığı nedeniyle diyabet gibi diyetle ilişkili hastalıkları yavaşlattığı bulunmuştur (Bai ve ark., 2020). Balkabağı posasından elde edilen diyet lifinin, düşük enerji değeri nedeniyle kan şekeri düzeyinin düşürülmesinde oldukça faydalı olduğu saptanmıştır (Jun ve ark., 2006). Balkabağında bulunan vitamin ve minerallerini COVID 19 salgını sırasında ve sonrasında bağışıklığın güçlendirilmesindeki rolü önemli bulunmuştur (Dhok ve ark., 2020).

Yaban mersini

Yaban mersini *Ericaceae* familyasına, *Vacciniaceae* alt familyasına, *Vaccinium* cinsine ve *Cyanococcus* alt cinsine aittir (Yang ve ark., 2022). Yaban mersini meyveleri; diyet lifi, mineraller, vitaminler, hidroksisinamik asit gibi çeşitli fenolik bileşikler ve antosiyanin (Kalt ve ark., 2020 ; Silva ve ark., 2020 ; Wu ve ark., 2022) gibi önemli flavonoid bileşikler içermektedir (Borges ve ark., 2010). Yaban mersininin antosiyanin içeriği çok yüksektir ve 100 g taze ağırlıkta ortalama 61.8-299.6 mg'a ulaşmaktadır (Michalska ve Lysiak, 2015). Genellikle taze yaban mersini; su (%84), karbonhidrat (%9.7), protein (%0.6) ve yağdan (%0.4) oluşmaktadır. 100 gramlık taze yaban mersini porsiyonunun ortalama enerji değerinin 192 kJ olduğu tahmin edilmektedir. Yaban mersini aynı zamanda meyve ağırlığının %3-3.5'ini oluşturan iyi bir diyet lifi kaynağıdır. Tadının yanı sıra, bu meyveye olan ilgi orta derecede C vitamini içeriğinden kaynaklanmaktadır; 100 g yaban mersini ortalama olarak 10 mg

askorbik asit sağlar, bu da günlük önerilen alımın 1/3'üne eşittir (Michalska ve Lysiak, 2015).

‘Süper meyve’ olarak tanınan yaban mersini, sağlığı teşvik eden bir gıda olarak bilinmektedir. Bu durum, yaban mersininin çeşitli sağlık yararları ile ilişkilendirildiği literatür tarafından da desteklenmektedir. Oksidatif stresi azaltmakta, antimikrobiyal ve tümör oluşumunu engelleyici etki göstermektedir (Silva ve ark., 2020). Yaban mersininin içindeki antosiyaninler çeşitlilik açısından zengin; içerik bakımından yüksektir ve antioksidan etkiye sahiptir. Görmeyi iyileştirmekte, kan basıncını düşürmekte, serbest radikalleri gidermekte, antiinflamatuvar etkilere neden olmakta ve kardiyovasküler hastalıkları önlemektedir (Routray ve Orsat, 2011; Wu ve ark., 2018; Kalt ve ark., 2020; Yang ve ark., 2022).

Muz

Muz, *Musaceae* familyasından *Musa* cinsine ait, yaprak dökmeyen, çenekli çok yıllık bir bitkinin meyvesi olup (Sing ve ark., 2016), 130’dan fazla ülkede yetiştirilmektedir. Çoğunlukla tropikal ve subtropikal bölgelerde bulunmaktadır ve menşei Güneydoğu Asya’dır. Dünya ticareti açısından kahve, tahıl, şeker ve kakaodan sonra beşinci tarımsal gıda ürünüdür (Aurore ve ark., 2009). Muz; vitaminler ve fenolik bileşikler içermektedir (Lim ve ark., 2007; Wall, 2006). Ayrıca fosfor, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, bakır, çinko ve manganez gibi mineraller bakımından da zengindir (Forster ve ark., 2003). Muzun 100 g’ında 74.0 g su, 1.1 g protein, 0.3 g toplam lipit, 21.8 g karbonhidrat, 2.0 g lif bulunmaktadır (Aurore ve ark., 2009).

Muzun birçok gıda ürününün tarifine dahil edilmesi, toplam diyet lifi, dirençli nişasta, toplam nişasta ve mineraller açısından zengin olmasından kaynaklıdır. Muz, birçok ülkede temel gıda maddesidir ve yüksek besin değeri nedeniyle sağlık üzerinde olumlu etkiye sahiptir (Davey ve ark., 2007; Someya ve ark., 2002). Muz karakteristik bir biyoaktif bileşik dizisine sahiptir. Ham ve olgunlaşmış muzda özellikle fenolikler, karetonoidler ve flavonoidler dikkat çekmektedir. Bu biyoaktif bileşikler nedeniyle muzun antioksidan kapasitesi birçok meyve ve sebzeye kıyasla daha yüksektir ve bu kapasite meyve olgunluğu sırasında artmaktadır (Sing ve ark., 2016).

Muz posası ve kabuğu; gallik asit, kateşin, epikateşin, tanenler ve antosiyaninler gibi çeşitli fenolik bileşikler içermektedir (Mattila ve ark., 2006). Muz püresinde serbest fenolik bileşikler 11.8-90.4 mg GAE/100 g arasında değişmektedir (Balasundram ve ark., 2006). Cüce Brezilya muzlarının ortalama C vitamini içeriğinin (12.7 mg/100 g), armut meyvesinin C vitamini içeriğine (4.5 mg/100 g) kıyasla üç kat daha fazla olduğu ayrıca bir yetişkinin tükettiği toplam K vitamini ve lif miktarının yaklaşık %2.7'sine katkıda bulunduğu bildirilmektedir (Wall, 2006). Muzda; kateşin, kuersetin, ferulik asit, α ve β karoten, serotonin, dopamin gibi fitokimyasallar bulunmaktadır. Bu fitokimyasallar; LDL'nin oksidasyona direncini, plazmadaki antioksidan aktiviteyi artırmakta; yağ oksidasyonunu önlemekte ve kan akışını teşvik ederek kardiyovasküler sağlığı desteklemektedir. Ayrıca antioksidan, antimikrobiyal, antiinflamatuvar etki göstermesine, A vitamininin öncüsü olmasına, kanser riskini azaltmasına, mutluluk hormonu salgılanmasına ve oksidatif stresi azaltmasına katkı sağlamaktadır (Sing ve ark., 2016).

2.4.2 Buğday ve Soya İçerikli Atıştırmalık Bar

Buğday ve soya içerikli atıştırmalık barlar, enerji gereksinimi yüksek olan bireyler için beslenme barları olarak tasarlanmıştır. Buğday, buğday tohumu, su, mısır şurubu, gliserin, esmer şeker, Arap sakızı, emülgatör, soya, soya proteini, soya lifi, vanilya özü kullanılmaktadır (Aramouni ve ark., 2011).

2.4.3 Meyve ve Sebze İçerikli Atıştırmalık Bar

Bu tür atıştırmalık barlarda; meyve ve sebze tozu, pirinç unu, yulaf gevreği, keten tohumu, sukroz şurubu, esmer şeker, kakao tozu, yumurta akı, zeytinyağı gibi çeşitli bileşenler kullanılmaktadır (Ferreira ve ark., 2015).

2.4.4 Tahıl İçerikli Atıştırmalık Bar

Tahıl barları, hedef popülasyon grubuna bağlı olarak çeşitli bileşenlerle karıştırılmış, işlenmiş tahıllardan yapılmaktadır (Bower ve ark., 2000). Nişastalı bisküvi, süt tozu, pirinç gevreği, yulaf gevreği, mısır şurubu kullanılmaktadır (Silva ve ark., 2016).

2.5 ATIŞTIRMALIK BAR ÜRÜNLERİNDE KULLANILAN BİLEŞİKLER ve FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ

2.5.1 Proteinler

Beslenmede protein miktarının azalması; enerji metabolizmasının yavaşlamasına, biyosentez reaksiyonlarının inhibisyonuna, bağışıklığın ve vücut direncinin azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle; protein, beslenmede büyük önem taşımaktadır. Proteinler büyümeyi, doku onarımını ve korumayı desteklemek için gereklidir (Shang ve ark., 2018). Geleneksel protein kaynakları et, süt, peynir altı suyu, balık, soya vb. (Dullius ve ark., 2018) bitkisel ve hayvansal ürünlerdir. Genel olarak protein içerikli atıştırmalık barlar, soya veya süt proteinlerini (%20-40), karbonhidratları (%10-50) ve yağları (%10-15) içermektedir. Protein barları, tatlandırıcı ve stabilizatörleri de içerebilmektedir (McMahon ve ark., 2009).

Protein, en doyurucu makro besindir. Protein açısından zengin diyetlerin vücut kompozisyonu ve metabolizma üzerinde faydalı etkileri olduğu bilinmektedir (Bertenshaw ve ark., 2008; Chou ve ark., 2012). Yapılan çalışmalar doğrultusunda, mevcut kaynakların kıt ve pahalı olmasından ötürü diyetteki protein fraksiyonunun yetersiz olduğu bildirilmektedir. Başka bir çalışmada, protein eksikliğinin özellikle gelişmekte olan ülkelerde en önemli halk sağlığı sorunlarından biri olduğu doğrulanmaktadır (Gomes ve ark., 2009). Bu nedenle, ek diyet proteini kaynaklarının araştırılması büyük önem taşımaktadır. Tahıl kepeği (Pavlovich-Abril ve ark., 2012), soya küspesi (Katayama ve Wilson, 2008), meyve posası (Bhushan ve ark. 2008), deniz ürünü atıkları (Ben Rebah ve Miled, 2012) ve peynir altı suyu (Sousa ve ark., 2012), protein açısından yoğun gıda bileşenleri olarak popülaritesini artırmaktadır.

Peynir altı suyu proteini

Peynir altı suyu, peynir üretiminin bir yan ürünüdür ve peynir altı suyu proteini adı verilen bir protein içermektedir (Jiang ve ark., 2018). Peynir altı suyu proteini; α -laktalbümin, β -laktoglobulin, laktoferrin, serum albümin ve immünoglobülin dahil olmak üzere süt proteininin %20 'sini oluşturmaktadır.

Peynir altı suyunun %19'u ve %52'si sırasıyla α -laktalbümin ve β -laktoglobulinden oluşmaktadır (Smithers ve ark., 1996). Peynir altı suyu tozu (PAST); obezite, diyabet, hipertansiyon ve kardiyovasküler komplikasyonlar gibi çeşitli metabolik hastalıklarla savaşmaya yardımcı olan antioksidanlar, immünoglobulinler ve fonksiyonel peptidler içermektedir. PAST; sistein, izolösin ve lösin gibi çeşitli esansiyel amino asitler bakımından zengindir. Ayrıca, uyku kalitesini ve bağışıklığı artırabilen yüksek bir besin değerine sahiptir. Kas hacminin artışı için en yaygın kullanılan takviyelerden biri olan PAST, spor yapan tüketiciler arasında popüler hale gelmektedir (Layman ve ark., 2018; Patel, 2015).

Yumurta akı tozu

Yumurta akı tozu, doğal emülsifikasyon ve köpürme özelliklerinden dolayı popüler bir gıda bileşenidir. Yumurta akı tozu, çoğunlukla salata sosları, hamur işleri ve dondurma gibi tüketime hazır gıdalarda kullanılmaktadır (Thammasena ve ark., 2020). Yumurta akı, besin içeriğinden dolayı fonksiyonel özellik sağladığından birçok gıda ürünüde kullanılmaktadır. Yumurta akı proteinlerindeki esansiyel amino asitlerin ve bu proteinlerin biyoyararlılığının yüksek olması beslenme açısından fayda sağlamaktadır (Lechevalier ve ark., 2017). Yumurta akı tozu biyoaktif peptit içeriği bakımından zengindir. Yumurta akı tozu tüketiminin; kan basıncını düzenleme, antioksidan etki, nöroprotektif ve anti-diyabetik özellikler, anti-inflamatuar etkiler ve kemik gelişimini teşvik etme aktivitesi gibi çok sayıda sağlık faydası olduğu bilinmektedir (Grootaert ve ark., 2019; Quan ve Benjakul, 2019).

2.5.2 Yağ ve Yağ Asitleri

Lipitler; yüksek kalori kaynağı, biyomembran yapıtaşı veya yağda çözünen vitaminlerin taşıyıcısı olma rollerine ek olarak, çoklu doymamış yağ asitleri, fosfatitler ve prostaglandin gibi fizyolojik olarak aktif maddelerdeki alımları nedeniyle önemlidir (Hansen, 1994). Omega-3 ve omega-6 çoklu doymamış yağ asitleri insan sağlığı için gereklidir ve beslenme yoluyla alınmaktadır (Rubio-Rodriguez ve ark., 2010). Son yıllarda omega-3 yağ asidi ile takviye edilmiş fonksiyonel gıdaların elde edilmesine önem verilmektedir. Unlu mamüller, süt ürünleri, meyve suları ve alkolsüz içecekler, et ürünleri vb. gibi omega-3 ile

zenginleştirilmiş çok çeşitli gıda ürünleri bulunmaktadır (Kolanowski ve ark., 2006). Genellikle omega-3 yağ asitlerinin doğal kaynakları tohum ve balık yağlarıdır (Rubio-Rodriguez ve ark., 2010; Jimenez-Colmenero, F. 2007). Esansiyel yağ asitleri içeriği yüksek olan atıştırmalık barlar arasında genellikle ekin tohumları ve bitkisel yağlar (kanola, soya fasulyesi, mısır ve ayçiçek yağları) sayılmaktadır. Bu gıdalar başlıca linoleik asit kaynaklarıdır (LA, C18:2) ancak düşük oranda da α -linolenik (ALA, C18:3) asit içermektedirler (Saini ve ark., 2018). A-linolenik asit için bilinen kaynaklar çia ve keten tohumudur (Saini ve ark., 2018; Goyal ve ark., 2014). Keten tohumları, yüksek antioksidan potansiyele ve omega-3 ile α -linolenik asit içeriğine sahiptir (Aliani ve ark., 2011; Martinchik ve ark., 2012). Atıştırmalık bar ürünlerine öğütülmüş keten tohumu eklenmesi; vasküler fonksiyon iyileştirme (Dupasquier ve ark., 2006), antiaritmik, anti-aterojenik ve anti-inflamatuar özellikler gibi önleyici ve fonksiyonel etkiler kazandırmaktadır (Dupasquier ve ark., 2006; Dupasquier ve ark., 2007).

Beyin hücre zarlarında en fazla bulunan omega-3 yağ asidi olan dokosaheksaenoik asit (DHA) insan vücudu tarafından yeterli düzeyde sentezlenemez; bu nedenle, kişinin diyetinden karşılanmalıdır. Balık ve kabuklu deniz hayvanlarının tüketimini içeren bir diyet, yüksek bir DHA içeriğine sahiptir. Son birkaç yılda, Batı ülkelerinde omega-3 PUFA'ların alımında bir düşüş ve doymuş yağ, linoleik ve trans yağ asitlerinin tüketiminde önemli bir artış olmuştur. Bu eğilim sağlık etkilerine yol açmış ve ruhsal bozuklukların yaygınlığını etkilemiştir. Omega-3 PUFA'lar gebelik, bebeklik ve çocukluk döneminde merkezi sinir sisteminin büyümesi ve gelişmesi için gereklidir. Omega-3 yağ asitleri yetişkin beyninin optimal işleyişinin korunmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, normal beyin gelişimi için bu bileşiklerin yeterli bir beslenme kaynağı olarak tüketilmesi önemli bulunmaktadır (Lange, 2020).

2.5.3 Mineraller

Mineraller, vücudun tüm hayati sürecine katıldıkları için biyolojik olarak kilit bir role sahiptir. Mineral maddeler, vitamin ve enzim işlevselliğinde spesifik olarak aktive edici (kalsiyum, magnezyum vb.) olabilmektedir. Ticari

atıştırılmalık barlar genellikle farklı miktarlarda kalsiyum, demir, magnezyum, fosfor, potasyum, sodyum ve çinko minerallerini içermektedir (Hathcock, 1997).

Gıdaların mikrobesein takviyesi, mineral ve vitamin eksikliklerini tamamlayabilmektedir (Diaz ve ark., 2003; Saha ve Roy, 2020). Mineraller arasında özellikle demir, dünya nüfusunun dörtte birinin demir eksikliği anemisindein etkilenmesi nedeniyle ilgi çekmektedir (Moslehi ve ark., 2022). Bununla birlikte demir, ‘serbest’ demir iyonlarının yüksek reaktivitesi nedeniyle gıda ürünlerine dahil edilmesi zor bir mineraldir (Habeych ve ark., 2016). Demir bileşikleri, demirin bitki ve sebzelerde bol miktarda bulunan fenoliklerle kompleksleşmesi ve oksidasyonu nedeniyle gıda ürünleri ile oldukça reaktif bir mineraldir (Ashwin ve ark., 2021; Bijlsma ve ark., 2022; Bolade ve ark., 2020).

Diğer önemli bir mineral olan kalsiyum; kanın pıhtılaşması, kas kasılması, iskelet yapısı ve hücre zarı işlevinin sürdürülmesi gibi çeşitli fizyolojik faaliyetlere katılan önemli bir elementtir (Cormick ve ark., 2021; Kim ve ark., 2012). Süt ürünleri, kalsiyumunun başlıca kaynaklarıdır. Son yıllarda süt ürünleri tüketimleri azaldıkça, kalsiyum alımında kademeli bir düşüş olmuştur (Loria Kohen, 2009). Araştırma verileri vücuttaki kalsiyumun %99’ unun kemiklerde ve dişlerde bulunduğunu, yetersiz kalsiyum alımının kemik oluşumu için ham madde eksikliğine neden olabileceğini göstermektedir (North American Menopause Society, 2001; Yelshanskaya ve ark., 2021). Hem kalsiyum hem de D vitamini yeterince tüketilmediğinde vücutta negatif bir kalsiyum dengesi olan Ca^{2+} , kemik dokusundan kana salınarak kemik kütlesinde azalmaya, kemiğin ve kemik plakasının incelmesine yol açmaktadır (Kumar ve ark., 2017). Düşük kalsiyum alımı, özellikle çocuk ve yaşlı olmak üzere tüm gruplarda yaygındır. Son yıllarda insanlar sağlıklı bir yaşam sürmenin bilinciyle kalsiyum takviyesi sorununa giderek daha fazla önem vermektedirler (Li ve ark., 2018). Bununla birlikte, yapılan çalışmalar yeterli kalsiyum alımının kemik sağlığının dışında sağlık yararlarının da olduğu göstermiştir. Uygun kalsiyum alımı özellikle genç yaşdaki bireyler arasında, kan basıncının düşmesi, gebelikte karşılaşılan hipertansif bozuklukların önlenmesi, düşük yoğunluklu lipoprotein düzeyinin düşürülmesi ile ilişkilendirilmiştir (Cormick ve ark., 2021).

Fosfor, doğal olarak bulunan ve birçok gıdaya eklenen temel bir besin maddesidir ve insan vücudunda en çok bulunan ikinci mineraldir. Başlıca işlevleri arasında kemik oluşumu, gen transkripsiyonunun düzenlenmesi, enzim aktivasyonu, enerji üretimi ve depolanması (ATP), hücre dışı sıvılarda kanın pıhtılaşması ve hücrel sinyal iletimi yer almaktadır (García, 2023).

2.5.4 Vitaminler

Değişken ve karmaşık yapıya sahip vitaminler, biyolojik olarak aktif bileşiklerdir. Sindirim, büyüme ve doku restorasyonu dahil olmak üzere birçok metabolik süreç için vitaminlere, düşük konsantrasyonlarda bulunmalarına rağmen ihtiyaç duyulmaktadır. Genellikle piyasada olan atıştırmalık barlar; B₁ vitamini (tiamin), B₂ vitamini (riboflavin), B₅ vitamini (pantotenik asit), B₃ vitamini (niasin), B₆ vitamini (piridoksin, piridoksal, piridoksamin), folik asit (pteroylglutamik asit, B₉ vitamini), B₁₂, C vitamini, A vitamini ve E vitamini (α -tokoferol) gibi vitaminler açısından zengindir.

B₁ vitamini; tahılların, kuruyemişlerin, kepekli tahılların bira mayasının vb. dış katmanlarında ve tohumlarında bulunmaktadır. B₁ vitamini, iştahı ve normal sindirimi sürdürmek, büyüme, doğurganlık, emzirme ve sinir dokusunun normal çalışmasını sağlamak gibi vücut için gerekli çeşitli işlevler göstermektedir (Gould, 2013).

B₂ vitamini; gıda ürünlerinde yaygın olarak bulunmaktadır. B₂ vitamini açısından zengin kaynaklar bira ve unlu mamuller, et, yumurta, balık ve süt ürünleridir. Fosfor esterler biyolojik oksidasyon-redüksiyon reaksiyonlarında yer alan flavin enzim yapısının bir parçası olduğundan ve piridoksin ile birlikte triptofanın nikotinik aside dönüştürülmesinde yer aldığından, vücutta B₂ vitamini belirli metabolik işlevleri yerine getirmektedir.

Koenzim A formundaki B₅ vitamini lipidlerin, karbonhidratların ve nitrojen içeren bileşiklerin metabolizmasında öneme sahiptir (Combs ve ark., 2016). Atıştırmalık bar bileşiminde kullanılan B₅ vitamini açısından zengin kaynaklar arasında buğday tohumu, mantar, brokoli, karnabahar, yulaf, bezelye kurusu ve soya fasulyesi yer almaktadır.

B₆ vitamini; bira ve unlu mamul mayası ve tahıllarda yüksek miktarda bulunmaktadır. Meyve sebzeler daha düşük B₆ vitamini içeriğine sahiptir. Pridoksal fosfat ve pridoksamin fosfat, transaminasyon, dekarboksilasyon, deaminasyon vb. ile ilgili koenzimlerdir (Saghiri ve ark., 2017).

Bir koenzim olarak folik asit, vücutta bir karbonun bir metabolitten diğerine kabul edilmesinde ve aktarılmasında rol oynamakta (Stover, 2009), nükleik asit oluşumu için gerekli pürin ve pirimidinlerin sentezine müdahale etmektedir (Mahmood, L. 2014). Folik asit esas olarak yeşil yapraklarda, kepekli tahıllarda, soya fasulyesinde, buğday tohumunda, portakalda, avokado vb. ürünlerde bulunmaktadır (Mahmood, 2014; Abularrage ve ark., 2007).

E vitaminleri; vücutta Krebs döngüsünü düzenleyicisi, nükleik asit metabolizmasını, porfirin ve heme biyosentezini, protein ve amino asit metabolizmasını düzenleme vb. gibi çeşitli işlevleri yerine getirmektedir. Beslenme açısından esas işlevi ise oksitlenebilir vitaminler ve lipitler için biyolojik bir antioksidan olmasıdır (Combs ve ark., 2016). E vitamini hemen hemen tüm gıdalarda bulunmaktadır. Genellikle bar üretimi için kullanılan en zengin kaynaklar bitkisel yağlar (mısır tohumu yağı, buğday tohumu yağı), tahıl ürünleri ve yumurtadır.

C vitamini; biyokimyasal antioksidan ve enzim ko-substratı olarak görev yapmaktadır (Combs ve ark., 2016). Stromal proteinlerin (kollajen, elastin) oluşumu, kılcal bütünlüğün korunması vb. dahil olmak üzere çok sayıda metabolik işleve dahil olmaktadır. C vitamini açısından zengin kaynaklar; kuşburnu, turunçgiller, domates, domates suyu, lahana, maydanoz, ısırgan otu, ıspanak, karnabahar, kırmızı-yeşil biber, kırmızı lahana, patlıcan, brokoli, çilek vb. sayılabilir (Saghiri ve ark., 2017; Sinha ve ark., 1993). Sung ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada C, B₂, B₃ ve B₉ vitaminleri bakımından zengin ve yüksek protein içeriğine sahip yeşil soğan ekstraktı içeren bir tahıl barı elde edilmiş ve bu çalışma barların obezite ve metabolik bozukluğun kontrolü için nutrasötik potansiyel göstermiştir (Sung ve ark., 2014).

2.5.5 Besinsel Lif

Diyet lif; 1965'ten önce kaba yem olarak adlandırılmakta ve ham lif olarak belirlenmekteydi. Günümüzde ise diyet lifi (DF) olarak

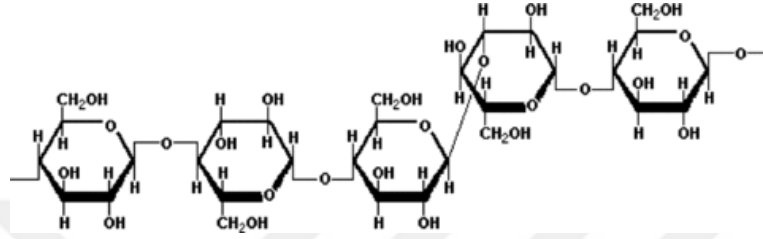
bilinmektedir. Fındık, tam tahıllı un, meyve ve sebze gibi çeşitli gıdalardan lif alımı ile düşük LDL'nin azalması, daha düşük insülin ihtiyacı, artan dışkı hacmi, dışkı içeriğinin yumuşaması ve geliştirilmiş müshil özellikleri ile (Gordon, 1989; Brown ve ark., 1999; Park ve ark., 2005); vücut ağırlığının dengelenmesi arasında ilişki olduğu belirlenmiştir (Howarth ve ark., 2001). Epidemiyolojik çalışmalar, yüksek DF tüketiminin; kardiyovasküler, kolon ve rektum kanseri gibi belirli hastalıklara yakalanma olasılığını düşürdüğünü göstermektedir. Diyabet, ateroskleroz (damar sertliği), meme kanseri, hemoroid gibi birçok hastalık; düşük lif alımına (Gutkoski ve ark., 2007) ve obezitenin varlığına (Van Itallie, 1978; Alfieri ve ark., 1995) bağlanmıştır. Lif artık Hindistan, Avustralya, Batı Avrupa ve Kuzey Amerika gibi ülkelerde süpermarketlerde en çok aranan 3. gıda haline gelmiştir (Mehta, 2005).

DF; selüloz, lignin, hemiselüloz, pektinler, zamklar ve bitkilerle ilişkili diğer polisakkaritler ve oligosakkaritleri içermektedir. “İnsan bağırsağında sindirime ve emilime dirençli bitkilerin yenilebilir kısımları veya benzer karbonhidratlar” olarak da tanımlanmaktadır (Mongeau, 2003). DF geleneksel olarak selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi çözünmeyen diyet lifi; pentozanlar, pektin ve müsilağ gibi çözünür diyet lifi olmak üzere 2 kategoride sınıflandırılmaktadır (Esposito ve ark., 2005).

Yulaf Lifi

β -glukanlar yulafta en fazla bulunan yapısal olarak β -(1-3) ve β -(1-4) bağlantılarından oluşan bir besinsel liftir (Şekil 2.2). Farklı yapısal ve fizikokimyasal özellikler sergilemektedir (Napolitano ve ark., 2006). β -glukan; yulaf, arpa, buğday, ekmek mayasının hücre duvarı, belirli mantar ve bakteri türlerinde bulunmaktadır. Ancak en yüksek değerler arpa ve yulaf içerikli ürünlerde görülmektedir (Plaami ve Kumpulainen, 1993). Buğday ve arpada β -glukanlar, toplam tane ağırlığının yaklaşık %3 ile %4.5'ini oluşturan endosperm hücre duvarında bulunan nişasta olmayan polisakkarit (NSP) bileşenini oluşturmaktadır. β -glukanlar, yaklaşık 250.000 glukoz birimine kadar içeren uzun silindirik moleküller oluştururlar. 2 tip bağlantının varlığı, β -glukan zincirlerinin katlanması önleyerek onları suda çözünür hale getirmektedir. Yulaftaki toplam diyet lifi (TDF), çeşide göre %7.1 ile %12.1 arasında

değişmektedir. Yulaftaki toplam diyet lifi (TDF), çözünmeyen diyet lifi (IDF) ve çözünür diyet lifi (SDF) miktarlarının sırasıyla %18.6, %10.6 ve %8 olduğu bilinmektedir (Kahlon ve Chow, 1997). Yulaf kepeği; laktasif özellikler (dışkıyı gevşetme ve bağırsak hareketini artırma), kolesterolü düşürme, başlıca minerallerini emilimini sağlama gibi birçok sağlık yararı sağlamaktadır (Chawla ve ark., 2010).



Şekil 2.2. β -glukanın Yapısı

Gıda endüstrisinde lif; obezite, diyabet ve kardiyovasküler hastalıkları önlemede önemli bir rol oynamaktadır (Spotti ve ark., 2017). Lif, hem besleyici hem de fonksiyonel özelliklerini yanı sıra yağ, şeker ve un için düşük maliyetli ve kalorisiz kısmi ikameler arasına dahil edilmektedir (Spotti ve ark., 2017; Elleuch ve ark., 2011). Tahıllar yulaf hariç yüksek miktarda çözünmeyen lif içerirken; meyveler, özellikle turuncgil ve elmalar önemli miktarda çözünür lif içermektedir (Ryland ve ark., 2010).

Son zamanlarda dirençli nişastanın (RS) ürünlerde potansiyel bir fonksiyonel bileşen olarak kullanılması üzerinde durulmaktadır. Dirençli nişasta, diyet lifi içeriğini artırabilmekte (Kendall ve ark., 2004) ve probiyotik bakteri aktivitesini teşvik edebilmektedir (Topping ve ark., 2003). Yapılan bir çalışmada, dirençli nişastanın sağlık açısından önemini ve ayrıca tüketici tarafından kabul edilebilirliğini belirlemek için granola ve tahıl barlarına dirençli nişasta eklenmesi incelenmiş ve çalışma sonunda dirençli nişasta eklenmesiyle diyet lifi alımının arttığı sonucuna varılmıştır (Aigster ve ark., 2011).

Pektin

Meyvelerin, sebzelerin ve kepekli tahılların yapısal bileşeni olan bitki hücre duvarları, beslenmedeki başlıca diyet lifi kaynağıdır. Meyvelerdeki bu diyet lifi,

polisakkarit yapısında olup özellikle hücre duvarları içindeki selüloz, hemiselüloz ve pektin olarak farklılık göstermektedir. Meyvelerdeki baskın çözüner polisakkarit, pektindir (Grant ve ark., 2019). Pektin, kimyasal olarak α -1,4- bağlı D-galakturonik asit ünitelerinin kovalent bağlanmasıyla oluşmaktadır. Pektinin yapısında düz bölge olarak adlandırılan galakturonik asit zinciri dışında genellikle nötröl şekerlerden oluşan dallı bölgesi de bulunmaktadır (Babbar ve ark., 2016). Pektin, birçok sebze ve meyvede bol miktarda bulunmakta ve hücre duvarına güç ve esneklik kazandırmaktadır (Kokkonen ve ark., 2007). Fonksiyonel açıdan bakıldığında pektin, suyu tutabilen ve düşük konsantrasyonda jel oluşturabilen bir hidrokolloiddir. Suda çözünebilme özelliği sayesinde pektin, yiyecek ve içecekler istenilen dokuyu kazandırmak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda sağlık üzerine olumlu etkileri bulunmaktadır. 2010 yılında Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi pektinin; yemek sonrası glisemik tepkileri azaltması, kan kolesterolünü dengede tutması ve tokluğu artırarak enerji alımını azaltmasından ötürü bir besin takviyesi olarak kullanılabileceğini belirtmiştir. Pektin, E440 kodlu güvenli bir katkı maddesi olarak gıdalarda kullanım için onaylanmıştır (Ciriminna ve ark., 2015).

2.6 ATIŞTIRMALIK BAR ÜRETİMİNDE KULLANILAN KURUTMA YÖNTEMLERİ

Kurutma ve dehidrasyon; gıdayı muhafaza etmenin en eski yöntemlerindendir. Bir gıdanın su aktivitesinin, suyun uzaklaştırılmasıyla düşürüldüğü eş zamanlı bir ısı ve kütle transferi olarak tanımlanmaktadır. Kurutma, hammaddeye ısı sağlanarak sıvının buharlaşmasıyla gerçekleşmektedir (Sakai ve Hanzawa, 1994). Isı, iletimle (temas ve dolaylı kurutucular), konveksiyonla (doğrudan kurutucular), radyasyonla ve hacimsel olarak yaşı bir hammaddeyi bir mikrodalga veya elektromanyetik alana yerleştirerek sağlanabilmektedir (Mujumdar, 2007).

2.6.1 Konveksiyonel Kurutma Yöntemi

Endüstriyel kurutucuların %85'inden fazlasında, kurutma ortamı olarak sıcak hava tercih edilmektedir (Mujumdar, 2007). Kurutma işlemi, ürünün nihai kalitesini etkileyebilecek fizikokimyasal özelliklerde değişikliklere neden

olabilmektedir. Bu değişiklikler, optik özelliklerde (renk ve görünüm), duyuşal özelliklerde (koku, tat, lezzet), yapısal özelliklerde (yoğunluk, gözeneklik ve özgül hacim), dokusal özelliklerde, rehidrasyon özelliklerinde (rehidrasyon hızı ve rehidrasyon kapasitesi) ve besleyici özelliklerinde olabilmektedir. Dehidrasyon, lezzet ve sindirilebilirlik gibi bazı kalite özelliklerini artırabilirken, vitamin ve aroma gibi bileşenleri azaltabilmektedir (Vadivambal ve Jayas, 2007).

Güneşte kurutmada çevresel kirlilikler, beklenmeyen yağmurlar, aşırı kurutma, yetersiz kurutma ve ultraviyole ile renk bozulması gibi kontrolsüz koşullar bulunduğundan uluslararası kalite standartlarını karşılamamaktadır. Bu nedenle; güneşte kurutmanın yerini geliştirilmiş güneş kurutucuları almıştır. Yüksek hava sıcaklığına ve uzun kurutma süresine sahip geleneksel kurutma; ürünün lezzet, renk, besin maddeleri gibi kalite özelliklerinde ve kurutulmuş ürünün kütle yoğunluğunda ve rehidrasyon kapasitesinde azalmaya neden olmaktadır (Vadivambal ve Jayas, 2007). Bu nedenle meyve barlarının üretimi için farklı dehidrasyon yöntemleri önerilmektedir. Bunlardan bazıları: konvektif kurutma, konvektif-güneşle kurutma (Maskan ve ark., 2002), kızılötesi radyasyon ile ısıtma (IR) (Nowak ve Lewicki, 2004; Timoumi ve ark., 2007), vakumlu kurutma (Jaya ve Das, 2003), vakum-mikrodalga (Vadivambal ve Jaya, 2007; Cui ve ark., 2008) ve dondurarak kurutma (Nussinovitch ve ark., 2004; Cui ve ark., 2008) yöntemleridir.

2.6.2 Güneş Enerjisi ile Kurutma Yöntemi

Güneşten gelen ısı, rüzgarla birleştiiğinde meyveleri ve ekinleri kurutmak ve muhafaza etmek için eski çağlardan beri uygulanmaktadır. Güneş enerjisi kurutucularının doğrudan, dolaylı ve özel güneş enerjisi olmak üzere üç temel tasarımı bulunmaktadır. Solar kurutucularda ürün direkt güneş ile ısıtılmakta ve kurutulacak malzeme üzeri şeffaf bir örtü ile bir kap içerisine yerleştirilmektedir. Özel kurutucular, ürünün güneşe ve ısıtılmış hava akışına aynı anda maruz kaldığı kurutucuları veya diğer enerji biçimlerinin de kullanıldığı hibrit sistemleri içerebilmektedir (Sharma ve ark., 2009). Sharma ve arkadaşları (1993), meyve ve sebzeler için farklı güneş kurutucuları üzerinde çalışmış ve bazı mahsullerin güvenli bir şekilde kurutulması ve depolanması için ilk ve son nem içeriği için izin verilen maksimum sıcaklıklar ve tipik aralıklar önermiştir.

Türkiye’de pestilin, sıcak hava ile kurutulması için de benzer bir çalışma yapılmıştır (Maskan ve ark., 2002). Yapılan bir çalışmada özellikle sebze ve meyveleri kurutmak için tasarlanmış, iki bölmeli bir tür güneş kurutucusu geliştirilmiş ve test edilmiştir. Bölmelerden biri güneş radyasyonunu toplayıp termal enerji üretirken diğeri kurutulacak ürün için güneş ışınlarını yaymaktadır (Sreekumar ve ark., 2008).

2.6.3 Kızılötesi (IR) Kurutma Yöntemi

Kurutma süresini kısaltmanın yöntemlerinden biri IR ile ısı sağlamaktır. IR’nin konvektif ısıtmaya göre ısı transfer katsayısının yüksek olması, işlem süresinin kısa olması ve enerji maliyetinin daha düşük olması gibi bazı avantajları bulunmaktadır (Sakai ve Hanzawa, 1994; Nowak ve Lewicki, 2004).

Konvensiyonel konvektif kurutmaya ilave olarak IR kullanıldığında, yüzeydeki yüksek ısı ve kütle transfer hızları, gıdanın hızlı ısınmasına, aşırı ısınmasına veya aşırı kurumasına neden olmakta ve bazı kalite sorunlarına yol açmaktadır. Bu olumsuzlukların; proses parametrelerinin kontrol edilebildiği kompakt ve otomatik ekipmanlarla engellenebileceği bildirilmektedir (Sakai ve Hanzawa, 1994; Nowak ve Lewicki, 2004). Bu ısıtma yönteminin; özellikle elma dilimlerinin kurutulmasında (Nowak ve Lewicki, 2004; Timoumi ve ark., 2007) ve meyve pestilleri (Jaturonglumlert ve Kiatsiriroat, 2010) üretiminde kullanıldığı bilinmektedir.

2.6.4 Dondurarak Kurutma Yöntemi

Kurutulmuş gıdaların üretiminde; dondurarak kurutma, taze meyvelerin besin değerini ve antioksidan içeriğini korumak için en uygun olan yöntemlerden biri olarak bilinmektedir (Orrego ve ark., 2009). Dondurarak kurutma, ısıya duyarlı gıdaların ve diğer biyolojik malzemelerin süblimasyon prensibine dayalı olarak uzun süreli korunması için kullanılan bir kurutma işlemidir. Ürün önce katı halde dondurulmakta, daha sonra kontrollü bir sıcaklık ve düşük basınç (<300 Pa) ortamına maruz bırakılmaktadır. Başarılı bir dondurarak kurutma işlemi, ilk hammadde özelliklerini şekil, boyut, görünüm, tat, renk, doku ve biyolojik aktivite gibi niteliklerin çoğunu korumaktadır. Ürün kuru haldeyken genellikle oldukça gözenekli, kırılgan, higroskopiktir ve yüksek rehidrasyon kapasitesine sahiptir (Orrego, 2008). Yoğurt gibi gıda ürünlerine

katılmak üzere meyve benzeri ürünlerinin üretiminde dondurarak kurutmanın kullanımı 1976'dan beri bildirilmektedir (Luh ve ark., 1976). Meyve konsantresi veya meyve püresinden oluşan jeller ile dondurularak kurutulmuş yapıda meyveler üretilmektedir (Nussinovitch ve ark., 2004).

2.6.5 Mikrodalga ile Kurutma Yöntemi

Mikrodalga ısıtma, mikrodalga enerjisinin hacimsel olarak dağılması ve ısı ve kütle taşınmasını teşvik etmesi nedeniyle kurutma süresini kısaltma imkanı sağlamaktadır. Bununla birlikte, farklı kombinasyonlar, farklı kurutma özelliklerine ve sonuçlarına yol açmaktadır. Elma cipslerinin dondurarak ve vakumlu mikrodalga ile kurutulması arasında bir karşılaştırma yapılmış ve mikrodalga ile kurutularak hazırlanan elma cipsleri, dondurularak kurutulmuş olanlara çok yakın rehidrasyon kapasitesi, renk ve doku göstermiş ancak daha fazla büzülmüştür (Cui ve ark., 2008).

2.7 KURUTMANIN KALİTEYE ETKİLERİ

Kalite açısından, optimize edilmiş bir gıda üretimi, ürünün kabul edilebilirliğini ve güvenliğini koruyarak besin değeri kayıplarını en aza indirmelidir. Bu durum, kurutulmuş ürün için orijinal besin değerinin çoğunu koruyarak uçucu madde ve tat kaybının azaltılması ve renk ve dokudaki değişikliklerin azaltılması anlamına gelmektedir. Kurutma prosedürünün meyve barlarının fizikokimyasal ve besinsel özellikleri üzerindeki sonuçları oldukça sınırlıdır. Tersine, dehidrasyonun kurutulmuş meyve ve sebzeler üzerindeki etkileri başka yerlerde derinlemesine tartışılmıştır (Nijhuis ve ark., 1998; Nicoli ve ark., 1999; Vadivambal ve Jayas, 2007). Bununla birlikte, meyve ve sebzelerin kurutulması için uygulanan genel sonuçların çoğu, uygun bir kurutma yönteminin ve meyve barlarının dehidrasyonunda kalite kaybını en aza indiren koşulların belirlenmesi için takip edilebilmektedir.

Kurutulmuş yiyeceklerin ve meyve barlarının üretimi genellikle konvektif kurutucularda yapılmaktadır. Meyve barının sertleşmesi ve büzülmesi başlıca problemlerdir. Son yıllarda, proses koşullarını ve/veya ön işlemleri değiştirerek kurutulmuş ürünler tarafından kalite korumanın iyileştirilmesi, konveksiyonla kurutmada önde gelen bir araştırma hedefi olmuştur (Nijhuis ve ark., 1998; Doymaz, 2004).

Kurutma teknikleri arasında dondurarak kurutma, taze meyvelerin besleyici ve antioksidan içeriğini korumak için en uygun olanıdır (Asami ve ark., 2003; Orrego ve ark., 2009). Vakumlu mikrodalga ile dondurarak kurutmada sıcak hava ile kurutulan kızılcıklara kıyasla antosiyaninlerin ve antioksidan aktivitenin daha fazla korunduğu belirlenmiştir (Leusink ve ark., 2010). Yapılan bir çalışmada, vakumlu mikrodalgada kurutulmuş, havayla kurutulmuş ve dondurularak kurutulmuş havuç dilimlerinin dokusal özellikleri incelenmiş ve vakumlu mikrodalgada kurutulmuş ve havayla kurutulmuş havuç dilimlerini kırmak için gereken delme kuvveti sırasıyla 11.0 ve 18.1 N olarak tespit edilmiştir. Bu durum; vakumlu mikrodalgada kurutulmuş havuç dilimlerinde daha az sertleşme meydana geldiğini göstermiştir. Ancak dondurarak kurutma, konvektif kurutmadan çok daha maliyetli bir yöntemdir ve az miktarda yüksek katma değerli meyve ürünlerinin üretimi için kullanılmaktadır (Lin ve ark., 1998).

Yongsawatdigul ve Gunasekaran (1996), mikrodalgada vakumla kurutulmuş kızılcıkların kalite özelliklerini renk analizi yaparak değerlendirmişler ve mikrodalgada vakumla kurutulmuş kızılcıkların sıcak havayla kurutulmuş ürüne kıyasla daha iyi renge sahip olduğu sonucuna varmışlardır. Funebo ve Ohlsson (1998) elmanın dehidrasyonunu incelemişler ve L^* , a^* ve b^* değerlerinin sıcak hava ve mikrodalgada kurutulmuş elmalar için benzer olduğunu saptamışlardır. Kivinin rehidrasyon özelliklerini inceleyen bir çalışmada mikrodalgada kurutulmuş kivi dilimlerinin, havayla kurutulmuş numunelere göre daha düşük rehidrasyon kapasitesi ve daha hızlı su absorblama oranına sahip olduğu belirlenmiştir (Maskan, 2001).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmada materyal olarak; Trabzon hurması, balkabağı, yaban mersini, muz, limon, yulaf ezmesi, peynir altı suyu proteini tozu ve yumurta akı tozu ve pektin kullanılmıştır. Kullanılan Trabzon hurması, muz ve yulaf ezmesi Bolu'da bulunan yerel marketten; balkabakları Düzce'de bulunan yerel marketten; yaban mersini Giresun Çamağzı Yaylası'ndan; peynir altı suyu proteini tozu Malkara Birlik Süt ve Süt Mamülleri A. Ş.'den, yumurta akı tozu ve pektin ise Gemici Gıda Ticaret Ltd. Şti'den temin edilmiştir. Bitkisel sıvı ekstrakt karışım (Kuzukulağı (*RumexAcetosella*), Civanperçem (*Archillea Milefolim*) ve Sinirliot/Damarotu (*Plantago lanceolata*) kurutulmuş yaprak ekstresi) Asatim San. Tic. Ltd. Şti.'den temin edilmiştir. Trabzon hurması, balkabağı ve muz, üretim yapılacağı güne kadar püre haline getirildikten sonra, yaban mersini ise püre yapılmadan -24 °C'de muhafaza edilmiştir.

3.2 Kapsam

Yıkayıp temizlenen Trabzon hurması (%40), blender (Waring Commercial Blender, ABD) ile püre haline getirilmiştir. Kabukları soyulmuş ve içi temizlenmiş balkabakları (%10) benmari yöntemi ile 20 dk haşlandıktan sonra blenderda ezilmiştir. Muz (%10), kabukları soyulduktan sonra püre haline getirilmiştir. Temizlenen yaban mersini (%3.5) de tüm örneklerle birlikte derin dondurucuda (-24 °C) depolanmıştır. Yaban mersini derin dondurucudan çıkarıldıktan sonra blender ile püre haline getirilmiştir. Yulaf ezmesi (%20) blender ile un haline getirildikten sonra, peynir altı suyu tozu (%10), yumurta akı tozu (%5), pektin (%1) ile karıştırılmış ve yaş örnekler ile hamur yoğurucuda (KitchenAid, ABD) homojen hale getirilmiştir. Karışım, daha sonra bir tencereye alınarak yaklaşık 40 dakika sürekli karıştırılarak pişirilmiştir. 15 dakika boyunca karıştırılarak soğutulan karışıma bitkisel sıvı ekstrakt (%0.02) (Asatim, Türkiye) eklenmiştir. 4 cm x 11 cm x 0.7 cm ebatlarında bir kalıp yardımıyla dikdörtgen şekli verilmiş karışım konveksiyonel kurutucuda (Eksis Tepsili Konveksiyonel Kurutucu, Türkiye) 55 °C' de 10 saat kurutulmuştur. Kurutulduktan sonra oda sıcaklığına getirilen bar örnekleri, ambalaj (Al. folyo-polietilen, Doypack Ambalaj - Unipak, Türkiye) ile paketlenildikten sonra oda

sıcaklığında (21 °C) 6 ay boyunca depolanmıştır. Depolama süresince her ay örnek alınarak aşağıdaki analizler gerçekleştirilmiştir. Tüm işlemler ve analizler iki tekerrürlü yürütülmüştür. Yapılan işlemler Fotoğraf 3.1’de görsel olarak verilmiştir. Meyve barı üretim akış şeması Şekil 3.1’de gösterilmektedir





Fotoğraf 3.1. Meyve barı üretimine ait görseller (a: Toz ürünlerin karışımı, b: Trabzon hurması ve balkabağı ilavesi, c: Yaban mersini ilavesi, d: Tencerede pişirilmesi, e: bitkisel sıvı ekstrakt ilavesi, f: Şekil verilerek tepsilere yerleştirilmesi, g: Konveksiyonel kurutucuda kurutulması, h: Meyve barının ambalajlanması).



Şekil 3.1. Meyve Barı Üretimi Akış Şeması

3.3 Yöntem

Meyve barı örneklerinde; su aktivitesi (a_w) tayini, kuru madde tayini, renk analizi, mikrobiyolojik analiz, pH tayini, titrasyon asitliği tayini, tekstür profili analizi, toplam fenolik madde tayini, antioksidan aktivite tayini, C vitamini tayini ve duyu analizi depolama süresince; protein tayini, besinsel lif analizi, ham yağ ve kül analizleri ise depolama öncesi ve sonrasında yapılmıştır.

3.3.1 Su Aktivitesi (a_w) Tayini

Bar örneklerinin su aktivitesi değerleri (a_w), su aktivitesi ölçüm cihazı (Labmaster, Novasina, İsviçre) kullanılarak belirlenmiştir. Ölçüm için bir miktar örnek alınıp cihazın haznesine yerleştirilmiştir. Cihaz 25 °C’de stabil hale geldikten sonra ölçüm işlemi gerçekleştirilmiştir.

3.3.2 Toplam Çözünür Kuru Madde Tayini

Bar örnekleri öğütüldükten sonra hassas terazide 3-5 g tartılıp 105 °C’de sabit ağırlığa gelene kadar etüvde (Mettler, Almanya) kurutulmuş ve kuru madde miktarları % olarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2013).

3.3.3 Renk Değerleri Tayini

Meyve barlarında renk tayini Minolta CR-400 renk tayin cihazı (Osaka, Japonya) ile yapılmıştır. Barlar öğütüldükten sonra L^* , a^* , b^* , C^* ve h° değerleri ölçülmüştür. Ölçümden önce cihaz, beyaz plaka ile kalibre edilmiştir. L^* : aydınlık değerini, a^* : + ise kırmızıyı, - ise yeşili, b^* : + ise sarıyı, - ise maviyi göstermektedir. C^* (chroma) renk yoğunluğunu, h° (hue) ise renk tonunu ifade etmektedir. Aydınlık değeri 0 - 100; a^* ve b^* değerleri ise (-60) - (+60) aralıklarında yer almaktadır (Bakker ve ark., 1986).

3.3.4 Mikrobiyolojik Analiz

Mikrobiyolojik analizde maya-küf sayımı yapılmıştır. Bu analiz için Yeast Extract Glucose Chloramphenical Agar (YGC) kullanılmıştır. 10 g meyve barı örneği steril poşetlere tartıldıktan sonra üzerine %0.85’lik fizyolojik su (FTS) eklenmiş ve stomacherda (Mayo HG400, İtalya) 3 dk süre ile parçalandıktan sonra dilüsyonlar hazırlanmıştır. Daha sonra yayma yöntemi ile ekim yapılarak 28 °C’de 72 saat inkübasyona (Mettler INB 400 İnkübatör, Almanya) bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda koloniler sayılmış ve sonuç log (kob/g) olarak verilmiştir.

3.3.5 pH Tayini

Bu amaçla meyve barı örneklerinden alınan 2.5 g örnek üzerine 10 mL saf su eklenip homojen hale getirildikten sonra örnekler filtre kağıdı ile süzölmüştür. Süzölen örneklerin pH değeri, süzöntüye daldırılan pH metre (Mettler Toledo, İsviçre) probu kullanılarak ölçölmüştür.

3.3.6 Titrasyon Asitliğı Tayini

pH'ları belirlenen meyve barı örnekleri, 0.1 N NaOH ile pH 8.1'e gelene kadar titre edilmiştir. Titrasyon asitliğı, harcanan miktar üzerinden aşğıdaki formöle göre % olarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Titrasyon Asitliğı} = \frac{(V) \times f \times E \times 100}{M}$$

V: Harcanan 0.1 N NaOH miktarı

f: Çözeltinin normalitesi 0.1 olduğundan= 1

E: 1 mL 0.1 N NaOH'ın eşdeğeri sitrik asit miktarı, g

M: Titre edilen örneğın gerçek miktarı, mL veya g.

3.3.7 Toplam Protein Miktarı Tayini

Meyve barında toplam protein miktarı, Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır. Bu yöntemle göre yaklaşık 1 g meyve barı örneğı cam tüplere tartılmış ve üzerine 25 mL %95 sülfirik asit çözeltisi, 2 tane Kjeldahl tableti eklenmiş ve yakma ünitesine yerleştirilmiştir. Yakma işlemi 4 kademeli olarak gerçekleştirilmiştir. Sırasıyla 10'ar dakika, 105-200-300 °C'de ve son olarak 420° C'de 120 dakika yakılmıştır. Yakma işlemi bittikten sonra distilasyon aşaması yapılan yanmış meyve barı örnekleri son aşamada 0.1 N HCl ile titre edilmiştir. Titrasyon aşamasında harcanan miktar 6.25 faktörü ile çarpılıp protein miktarı saptanmıştır (Cemeroğlu, 2013).

$$\text{Örnekteki Azot Miktarı, \%} = \frac{V(0.14)}{\text{örnek miktarı,g}}$$

V: Titrasyonda harcanmış 0.1 N HCl çözeltisi miktarı, mL

$$\text{Örnekteki protein, \%} = (\% \text{ Azot}) \times (6.25)$$

3.3.8 Ham Yağ Miktarı Tayini

Ham yağ miktarı tayini Soxhlet yöntemine göre; 3 g meyve barı örneği filtre kağıdına tartılıp soxhlet tüpüne koyulduktan sonra üzerine 180 mL hekzan eklenerek Soxhlet cihazında sürekli olarak ekstrakte edilerek yapılmıştır. Sonuçlar % ham yağ miktarı olarak kuru madde üzerinden hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2013).

3.3.9 Kül Miktarı Tayini

Kül miktarı tayininde yaklaşık 1 g meyve barı örneği porselen krozelere tartılıp kül fırınında (Protherm, Türkiye) 550 °C’de, karbon içermeyen beyaz bir kül oluşacak şekilde yakılmıştır. Yanma sonunda geride kalan kül tartılarak miktarı saptanmıştır (Cemeroğlu, 2013).

3.3.10 Besinsel Lif Miktarı Tayini

Meyve barı örneklerinin besinsel lif miktarı, analiz kiti kullanılarak belirlenmiştir (Megazyme Toplam Diyet Lif Analiz Kiti, Wicklow, İrlanda). Bu analizde Lee ve ark., (1992) ve Prosky ve ark., (1998) yöntemleri ve AACCI Approved Methods of Analysis Metot No: 32-05.01 yöntemleri dikkate alınmıştır. Buna göre 0.25 g örnek polipropilen tüplere tartılmıştır. Cam krozelere 0.6 g celite (selüloz filtre pudrası) tartılarak 135 °C’de 2 saat bekletildikten sonra darası alınıp analiz için hazır hale getirilmiştir. Örnekler sırasıyla α -amilaz (*B. licheniformis*), proteaz (*B. licheniformis*; Subtilisin A) ve amiloglukozidaz (*Aspergillus niger*) enzimleri ile hidrolize edilerek nişastanın ve proteinlerin parçalanması, dekstrinlerin glukoza ayrılması sağlanmıştır. Ardından %95’lik etil alkol ile besinsel lifler çöktürülmüştür. Çözelti önceden darası alınmış cam krozelerden vakumla süzölmüştür. Erlendeki kalıntı besinsel lifler sırasıyla %95’lik etil alkol, %78’lik etil alkol ve aseton ile yıkanıp süzöldükten sonra cam krozeler etüvde (Memmert, Almanya) bir gece 103 °C’de kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan örnekler daha sonra tartılarak ham besinsel lif miktarı belirlenmiştir. Daha sonra cam krozeler, kül doğrulamasının yapılması için kül fırınında 525 °C’de 3 saat tutulmuştur. Etüvde kurutma işleminden sonra bulunun ham lif miktarından, kül miktarı çıkarılarak % besinsel lif miktarı kuru madde üzerinden hesaplanmıştır (Arslan, 2019).

3.3.11 Tekstür Profili Analizi

Meyve barı örneklerinde tekstür ölçümleri, tekstür analiz cihazında (TA-HD Plus Micro Systems, İngiltere) gerçekleştirilmiştir. Yöntem, Eyiz (2019) tarafından önerilen metot modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla; her ay örnekler cihazın probuna uygun olarak hazırlanmış ve bir örnekte üç paralel şeklinde ölçüm alınmıştır. 250 kg'lık yük hücresi ve silindirik prob (P/36R), yardımıyla meyve barı örneklerinin sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, esneklik ve çiğnenebilirlik değerleri ölçülmüştür. Analiz koşulları test öncesi hız 1 mm/s, test hızı 3 mm/s, test sonrası hız 10 mm/s ve tetikleyici kuvvet 50 N şeklinde uygulanmıştır.

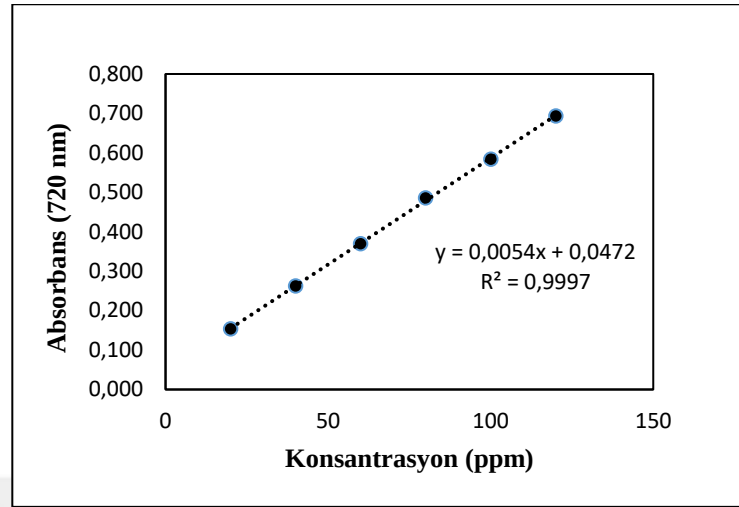
3.3.12 Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Tayini için Ekstraksiyon

Meyve barı örneklerinde depolama süresince toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite analizleri için ekstraksiyon Thaipong ve arkadaşlarının (2006) uyguladığı yöntemin modifiye edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Öğütülen meyve barından 3 g örnek alınarak 25 mL saf metanol eklenmiş ve 2 dakika boyunca Ultra-turrax homojenizatörde (Heidolph, Almanya) homojen hale getirilmiş, ardından +4 °C'de bir gece bekletilmiştir. Ertesi gün 10000 rpm'de 20 dakika santrifüj cihazında (Nüve NF 1200, Türkiye) santrifüj edilmiş ve süpernatant alınarak 25 mL'lik balon jode metanol ile tamamlanmış ve analiz yapılana kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

3.3.13 Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde tayini, Singleton ve Rossi (1965) tarafından önerilen Folin-Ciocalteu yöntemine göre yapılmıştır. Bu yöntemin ilkesi; fenolik bileşiklerin bazik ortamda Folin-Ciocalteu çözeltisini indirgemesine dayanmaktadır. Bu amaçla, 500 µL meyve barı ekstraktı üzerine 7 mL saf su ve 500 µL Folin-Ciocalteu eklenip karıştırılmış ve 3 dakika bekletildikten sonra üzerine 2 mL doymuş sodyum karbonat (%20) çözeltisi ilave edilmiş ve 25 °C inkübatörde 1 saat bekletilmiştir. Reaksiyon sonunda indirgenen Folin-Ciocalteu çözeltisinin oluşturduğu mavi renk, spektrofotometre cihazında (Shimadzu UV-1800, Japonya) 720 nm dalga boyunda havaya karşı okunmuştur. Örneklerin

toplam fenolik madde miktarı, mg gallik asit/g km olarak hesaplanmıştır. Gallik asit standart eğrisi Şekil 3.2.'de görülmektedir.

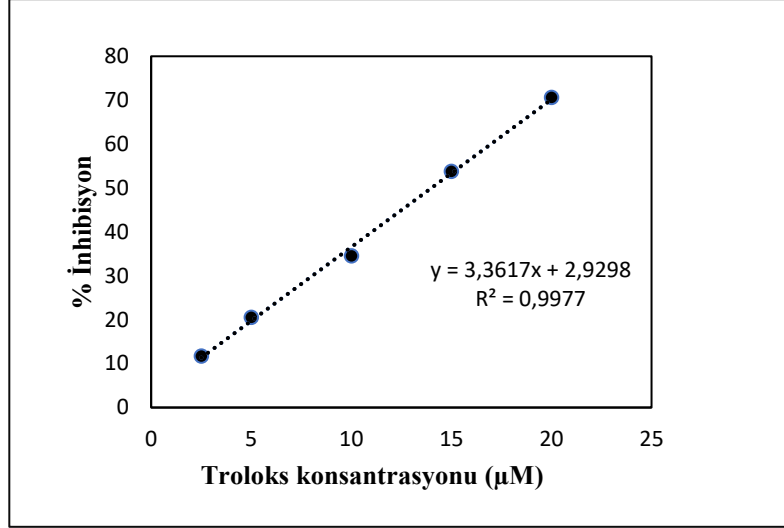


Şekil 3.2. Gallik Asit Standart Eğrisi

3.3.14 Antioksidan Aktivite Tayini

Meyve barı örneklerindeki antioksidan aktiviteyi belirlemek için TEAC (Troloks eşdeğeri antioksidan aktivite) yöntemi kullanılmıştır. Bu amaç doğrultusunda ABTS^{•+} (2,2'- azonobis (3-etilbenzothiazoline-6-sulfonat) radikal çözeltisinin absorbans değerindeki değişim spektrofotometre (Shimadzu UV-1800, Japonya) ile 734 nm dalga boyunda ölçülmüştür (Re ve ark., 1999). 1 mL ABTS^{•+} radikali 15 µL örnek ekstraktı ile karıştırıldıktan sonra 6 dakika boyunca radikalın absorbans değerindeki düşüş ölçülmüştür. Antioksidan aktivite troloksun (6-hidroksi 2,5,7,8,-tetrametilkroman-2-karboksilik asit) ABTS^{•+} radikalleri indirgeme miktarına göre % inhibisyon şeklinde hesaplanmıştır. % inhibisyon değeri aşağıdaki denklığe göre hesaplanmıştır. Troloks inhibisyon grafiği Şekil 3.3.'te görülmektedir.

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{\text{Başlangıç Absorbans Değeri} - \text{Son Absorbans Değeri}}{\text{Başlangıç Absorbans Değeri}} \times 100$$



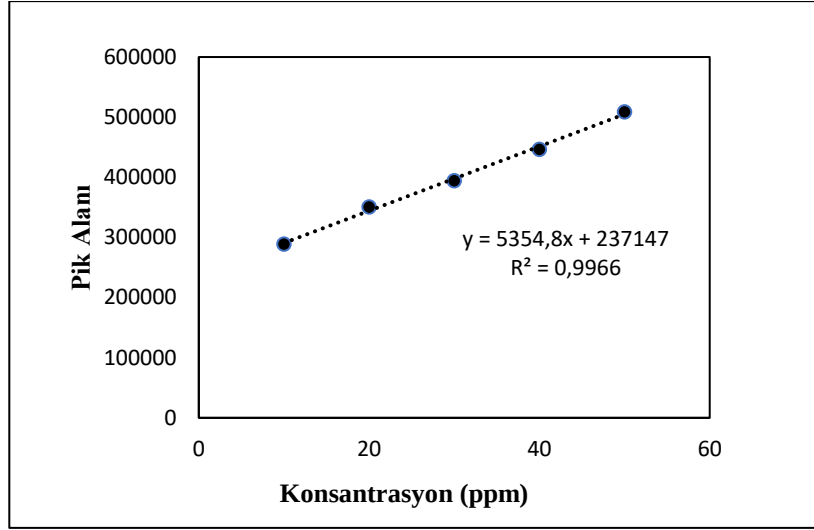
Şekil 3.3. Troloks Eğrisi

3.3.15 Askorbik Asit Ekstraksiyonu

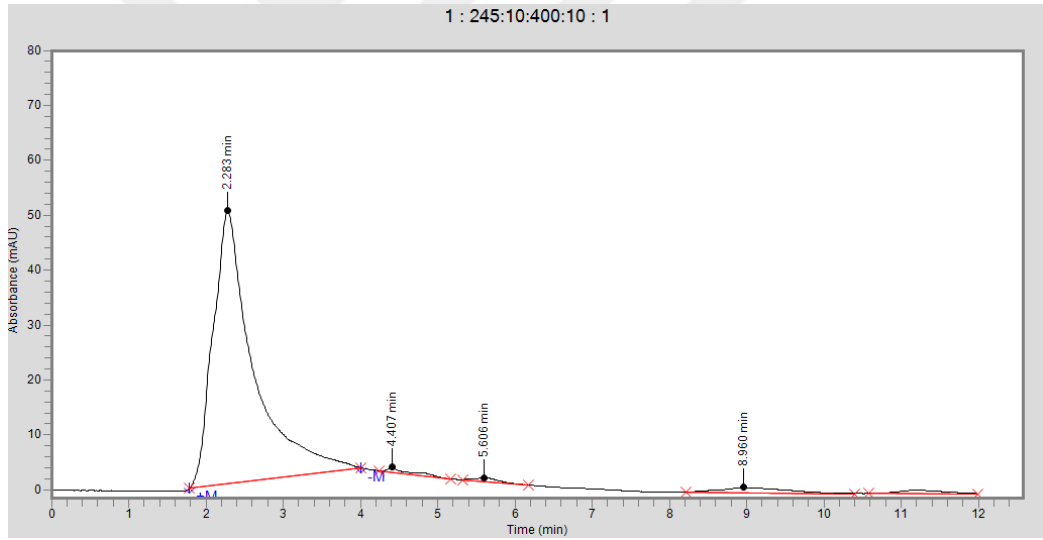
Meyve barı örneklerinde C vitamini analizi için ekstraksiyon uygulanmıştır. Bu amaçla; 1 g örnek tartılıp üzerine 24 mL metafosforik asit (MFA, %2.5) eklenmiş ve çalkalamalı su banyosunda (Nüve ST 402, Türkiye) 30 dakika karıştırılmıştır. Daha sonra soğutmalı santrifüj (Sigma 2-16K, Türkiye) cihazı kullanılarak 4 °C’de 10 dakika santrifüj edilmiş ve süpernatant 25 mL balon jojede MFA ile hacme tamamlanmıştır. Amber şişelere alınan ekstraktlar analiz yapılana kadar -20 °C’de muhafaza edilmiştir.

3.3.16 Toplam C Vitamini Tayini

Meyve barı ekstrakında toplam C vitamini tayini Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) (Perkin Elmer Flexar, ABD) kullanılarak, isokratik sistemde 245 nm dalga boyunda Perkin Elmer C 18 kolon (5µm, 250 x 4.6 mm i.d.) ile belirlenmiştir. Bu amaçla filtreli şırınga ile 2 mL’lik viallere süzülen ekstraktlar analiz için hazır hale getirilmiştir. Mobil faz olarak 1 mL/dk akış hızındaki 0.05 M potasyumdihidrojenfosfat (KH₂PO₄) kullanılmıştır. Sonuçlar standart C vitamini kurvesine göre belirlenmiştir (Şekil 3.4.) (Sanchez-Mata ve ark., 2000). Depolama başlangıcına ilişkin örnek kromatogram Şekil 3.5.’te görülmektedir



Şekil 3.4. Standart C vitamini Kurvesi



Şekil 3.5. Depolama Başlangıcına İlişkin Örnek Kromatogram

3.3.17 Reaksiyon Kinetiği Hesaplama

Bu çalışmada renk (a^* , b^* değerleri), toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitedeki değişim sıfırcı derece reaksiyon kinetiğine göre gerçekleşmiştir. Sıfırcı derece reaksiyon kinetiğini tanımlayan eşitlik aşağıda verilmiştir.

Sıfırcı derece reaksiyon kinetiğini tanımlayan eşitlik:

$$C = C_0 - k \times t$$

C_0 : İncelenen bileşiğin başlangıç konsantrasyonu

Toplam Fenolik için : $\text{mg } 100\text{g}^{-1} \text{ ay}^{-1}$

Antioksidan Aktivite için : $\mu\text{M } 100 \text{ g}^{-1} \text{ ay}^{-1}$

C : İncelenen bileşiğin t süre sonra konsantrasyonu ($\text{mg } 100\text{g}^{-1} \text{ ay}^{-1} / \mu\text{M } 100 \text{ g}^{-1} \text{ ay}^{-1}$)

k : Sıfırcı derece reaksiyon hız sabiti (a^*-b^* değerleri/konsantrasyon ay^{-1})

t : Süre (ay)

3.3.18 Enerji Değeri Hesaplama

Meyve barı örneklerinin enerji değeri depolama başlangıcında ve sonunda aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır (Parn ve ark., 2015).

Toplam karbonhidrat (%) = $100 - [\text{Nem (\%)} + \text{toplam protein (\%)} + \text{toplam yağ (\%)} + \text{lif (\%)} + \text{toplam kül (\%)}]$

Brüt enerji ($\text{kJ} / 100\text{g}$) = $(\text{protein} \times 16.7) + (\text{yağ} \times 37.7) + (\text{karbonhidrat} \times 16.7)$

1 $\text{kJ}=0.239 \text{ kcal}$

3.3.19 Duyusal Analiz

Meyve barı örneklerinin duyusal analizi depolama süresince 5 puanlı hedonik teste göre gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirmede; görünüş, tat, aroma, tekstür ve genel beğeni esas alınmıştır. Panelde Bolu Abant İzzet Baysal

Üniversitesi Gıda Mühendisliği öğretim üyeleri ve lisansüstü öğrencilerinden oluşan 8 kişi panelist olarak katılım sağlamıştır. Panelde duyusal değerlendirmede kullanılan formda 5 puanlı hedonik skaladan yararlanılmıştır. 1 puan en düşük; 5 puan ise en yüksek değeri göstermektedir. Duyusal değerlendirme örnek formu Şekil 3.6.'da görülmektedir.

Ad- Soyad:

Tarih:

Aşağıdaki form, 2 meyve barı örneğinin duyusal değerlendirmesi (beğeni testi) için hazırlanmıştır. Bu amaçla, örneklerin tadımını yaptıktan sonra 1-5 arasında puanlama yapmanız beklenmektedir. Puanların hangi ifadelere karşılık geldiği aşağıda görülmektedir.

1: Beğenmedim
2: Az beğendim
3: Orta derecede beğendim
4: Beğendim
5: Çok beğendim

Örnek	Görünüş	Tat	Aroma	Tekstür	Genel Beğeni
489					
581					

Şekil 3.6. Duyusal Değerlendirme Örnek Formu

3.3.20 İstatistiksel Analizler

Meyve barı örneklerinin depolama süresince yapılan analizleri SPSS (IBM SPSS Inc. Version 22) programı kullanılarak, %95 güven aralığında Duncan çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmiştir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Meyve Barının Kimyasal Bileşimi ve Enerji İçeriği

Meyve barı örneklerinde depolama başlangıcında ve sonunda gerçekleştirilen toplam kül, besinsel lif, yağ ve protein miktarlarındaki değişimler ve enerji değeri Tablo 4.1.'de görülmektedir.

Tablo 4.1. Meyve barının (100 g*) kimyasal bileşimi ve enerji değeri.

Meyve Barı	Protein (g)	Yağ (g)	Karbonhidrat (g)	Kül (g)	Besinsel Lif (g)	Enerji Değeri (kcal)
0.Ay	9.93 ^a	1.40 ^b	67.53 ^a	3.97 ^a	17.90 ^a	322.44 ^a
6. Ay	11.16 ^a	1.60 ^a	68.44 ^a	4.16 ^a	18.50 ^a	332.80 ^a

*Kuru madde üzerinden

Bu verilere göre; kül, besinsel lif, yağ ve protein değerlerinde ilk ve son ay karşılaştırıldığında bir artış gözlenmiş fakat bu artış sadece yağ değeri için istatistik açısından anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Protein miktarı depolama başında 9.93 g/100 g iken depolama sonunda 11.16 g/100 g; besinsel lif miktarı ise depolama başında 17.90 g/100 g iken depolama sonunda 18.50 g/100 g bulunmuştur. Bu değerlerin, literatürde çalışılan meyve barı örneklerindeki protein ve besinsel lif miktarlarına kıyasla yüksek olduğu görülmektedir. Nitekim protein bakımından zenginleştirilmiş mango barlarının farklı ambalaj materyalleri kullanılarak depolama stabilitesine bakıldığı bir çalışmada depolama başındaki protein değeri %5.60, depolama sonunda %5.46; besinsel lif değeri %4, depolama sonunda %3.80 olarak bulunmuştur (Shanti ve ark., 2020). Farklı oranlarda papaya ve guava meyveleri kullanılarak depolama stabilitesine bakılan diğer meyve barında her iki meyvenin (50:50) karışımı daha çok beğenilmiş ve bu formülasyon üzerinden yapılan analizler sonucunda meyve barının protein değeri %1 olarak bulunmuştur (Kumar ve ark., 2017). Başka bir çalışmada, elma katkılı meyve barı üretiminde lif %5.42; protein miktarı ise %2.01 olarak bulunmuştur (Sun-Waterhouse ve ark., 2010).

Literatürde yapılan bir çalışmada, iki farklı hurma ezmesi kullanılarak meyve barları üretilmiştir. Hurma içerikli meyve barının genel özelliklerini değerlendirmek için; toplam fenolik içeriği antioksidan aktivite, renk, tekstür profili ve duyusal analiz yapılmıştır. Sonuçlar hurma meyve barlarının protein, yağ ve karbonhidrat açısından zengin ve enerji değerinin yüksek olduğunu göstermiştir. Bu çalışmaya göre; protein içerikleri %2-4 aralığında farklılıklar göstermiştir. Hurma meyveli barda yüksek protein seviyeleri ilave edilen süt tozuna dayandırılmıştır. Ham yağ içeriği iki farklı hurmadan elde edilen sonuçlara göre %1.93-2.54 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada meyve barlarındaki yağ içeriğinin artması, hazırlama sürecinde margarin eklenmesine bağlanmaktadır. Lif miktarları, %4.5-5.59 olarak belirlenmiş ve kül miktarı %1.9 civarında bulunmuştur (Parn ve ark., 2015).

4.2 Depolama Süresince Meyve Barının pH, Kuru Madde, Su Aktivitesi ve Titrasyon Asitliğindeki Değişimi

Bu çalışmada; Trabzon hurması, balkabağı, yaban mersini, muz, yulaf, peynir altı suyu tozu, pektin, yumurta akı tozu ve limon suyundan hazırlanan atıştırmalık meyve barı, oda sıcaklığında 6 ay süresince depolanmıştır. Örnekteki pH, kuru madde, su aktivitesi ve tirasyon asitliğindeki değişimler Tablo 4.2.'de görülmektedir. Depolama boyunca pH değerinin azaldığı ve bu azalışın önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Bar örneklerinde meydana gelen asitlikteki bu artışın nem kaybına bağlı olarak kuru madde miktarındaki artışla ilişkili olabileceği düşünülmektedir (Shanti ve ark., 2020). Depolama süresince üründe serbest asitlerin oluşmasının ve pektinin hidrolize olmasının, pH değerindeki bu düşüş üzerine etkisi olabileceği ileri sürülmektedir (Kumar ve ark., 2017). Nitekim; Silva ve arkadaşları (2013), manyok unu kullanarak ürettiği ve depoladığı bar örneklerinde meydana gelen asitlikteki artışı kimyasal ve mikrobiyolojik reaksiyonlara dayandırmıştır. Titrasyon asitliği verilerine bakıldığında da depolama başlangıcındaki miktarın diğer tüm aylardaki miktarlarına kıyasla yüksek ve anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Titrasyon asitliği değerlerinin 3. aydan sonra sabit kaldığı gözlenmiştir ($p>0.05$).

Su aktivitesinin depolama başlangıcında 0.626 a_w olduğu ve depolama sonunda 0.473 a_w değerine kadar düştüğü gözlenmiştir. Su aktivitesinin depolama başlangıcına göre %24.4 azaldığı ve bu azalışın istatistik açıdan

önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Meyve barlarının çoğunun 0.6-0.9 su aktivitesine ve %20 ile %30 nem seviyelerine sahip olan orta nemli gıdalar kategorisine girdiği bilinmektedir (Maity ve ark., 2016). Meyve barının depolama başlangıcında %82.83 olarak belirlenen kuru madde miktarı ise depolama sonunda %85.36'ya artmıştır. Ancak, bu artış istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Bu değişim; depolama süresi arttıkça nem miktarının azalması şeklinde yorumlanmaktadır (Sreemathi ve ark., 2008). Ayrıca, kuru maddedeki bu artışın depolama süresince çözünmeyen bileşiklerin çözünür bileşenlere dönüşümünden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Kumar ve ark., 2017). Literatürde yapılan bir çalışmada, yabani kayısı meyvesi kullanılarak farklı oranlarda şeker ve pektin ilavesiyle çeşitli meyve barları üretilmiş ve altı ay boyunca depolanmıştır. Titre edilebilir asitliğin başlangıçta %2.5, depolama sonunda %2.4 olduğu bulunmuştur. Asitlikte gözlenen bu değişimin çok az olduğu ve istatistik açıdan anlamlı olmadığı bulunmuştur. Aynı zamanda ürünün başlangıçtaki kuru madde düzeyinin %81.1; depolama sonunda %78.1 olduğu gözlenmiştir. Kuru maddeki bu azalışın depolama esnasında ürünün çevresindeki atmosferden düşük miktarda nemi absorblanmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Sharma ve ark., 2013).

Maity ve arkadaşları (2016), hurma ve yulafla zenginleştirilmiş pancar içerikli bar üretmiş ve 6 aylık depolama boyunca fiziksel ve kimyasal stabilitesine bakmışlardır. Optimize edilmiş pancar içerikli bar %32'lik bir nem içeriğine ve 0.83 a_w değerine sahipken depolama sonunda nem içeriği %29 ve su aktivitesi değeri 0.82 ölçülmüştür ve bu azalışın önemli olduğunu belirtmişlerdir ($p<0.05$). Depolama sırasında nem içeriği azalmasının, nemin buharlaşmasından kaynaklandığı ileri sürülmektedir. Orta nemli gıdalar için nem değerinin %10-40; a_w değerinin ise 0.6-0.9 arasında değiştiğini ve pancar içerikli barın da bu değer ile uyumlu olduğunu saptamışlardır.

Tablo 4.2. Depolama süresince meyve barının (100 g*) pH, titrasyon asitliği (T.A.), su aktivitesi (a_w) ve kuru madde miktarlarındaki değişimi.

Süre (Ay)	pH	T.A. (%)	Su aktivitesi a_w	Kuru Madde (%)
0	5.240 ± 0,0 ^a	0.340 ± 0,00 ^a	0.626 ± 0,00 ^a	82.83 ± 0,09 ^b
1	5.196 ± 0,00 ^b	0.308 ± 0,00 ^b	0.556 ± 0,00 ^b	83.52 ± 0,19 ^b
2	5.164 ± 0,00 ^c	0.304 ± 0,00 ^b	0.540 ± 0,01 ^b	84.25 ± 0,10 ^{ab}
3	5.130 ± 0,00 ^d	0.300 ± 0,00 ^b	0.503 ± 0,00 ^c	84.68 ± 0,85 ^{ab}
4	5.100 ± 0,00 ^e	0.299 ± 0,00 ^b	0.448 ± 0,00 ^{de}	85.13 ± 0,42 ^{ab}
5	5.00 ± 0,01 ^f	0.299 ± 0,00 ^b	0.477 ± 0,00 ^{cd}	86.78 ± 1,74 ^a
6	4.98 ± 0,00 ^f	0.299 ± 0,00 ^b	0.473 ± 0,01 ^{cd}	85.36 ± 0,43 ^{ab}

*Kuru madde üzerinden

4.3 Depolama Süresince Meyve Barının Renk Değerlerinin Değişimi

Meyve barının altı ay boyunca oda sıcaklığında depolanması sırasında renk değerlerindeki değişim CIE L^* a^* b^* sistemine göre belirlenmiştir. Renk değerlerine ait değişim Tablo 4.3.'te görülmektedir.

L^* Değerindeki Değişim

Meyve barı örneklerinin L^* değeri depolama başlangıcında 44.85; depolama sonunda ise 40.52 olarak ölçülmüştür. Bu değişim istatistik açıdan anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Oda sıcaklığında depolanan meyve barlarının rengi, altı aylık depolama süresince koyulaşmıştır, bu durum L^* 'nin azalan değerinden açıkça anlaşılmaktadır. Hrivna ve arkadaşları (2021), bitter ve süt dolgulu çikolata barlarının farklı depolama sıcaklıkları ve sürelerinde meydana gelen doku, renk ve duyuşsal değişikliklerine bakmışlar ve 6, 12 ve 20 °C'de depoladıkları bitter dolgulu çikolata barlarında L^* değerinin depolama süresince düşüş sergilediğini gözlemişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada hurma ezmesi

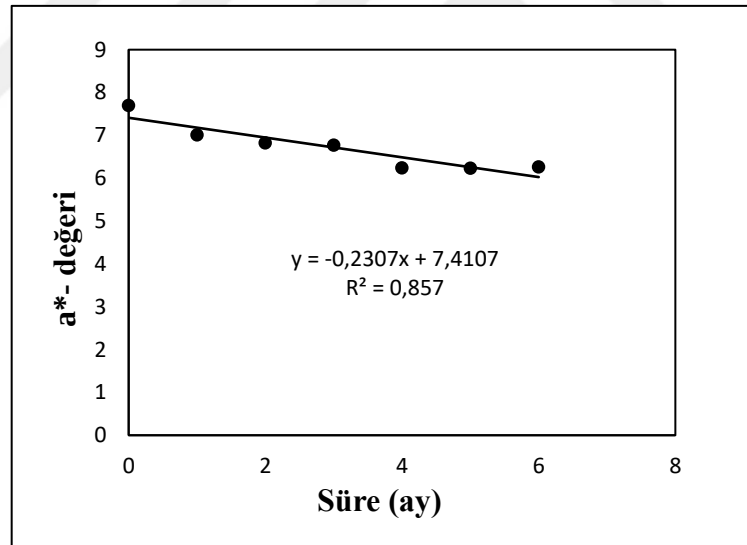
Tablo 4.3. Depolama süresince meyve barının renk değerlerinin değişimi.

Süre (Ay)	L^*	a^*	b^*	C^*	h°
0	44.85 ± 1.00^a	7.70 ± 0.01^a	15.76 ± 0.49^a	17.29 ± 0.13^a	64.33 ± 0.86^a
1	43.83 ± 0.58^a	7.01 ± 0.15^{ab}	14.79 ± 0.02^{ab}	16.42 ± 0.11^{ab}	64.95 ± 0.92^a
2	42.94 ± 1.14^a	6.82 ± 0.68^b	14.46 ± 0.37^{abc}	16.03 ± 0.27^{abc}	64.95 ± 1.57^a
3	41.63 ± 0.58^a	6.77 ± 0.29^b	14.15 ± 0.0^{bc}	15.82 ± 0.11^{abc}	65.97 ± 0.2^a
4	40.62 ± 1.58^a	6.24 ± 0.40^b	13.33 ± 0.99^{bc}	15.52 ± 0.74^{bc}	66.1 ± 1.35^a
5	40.25 ± 3.06^a	6.23 ± 0.28^b	13.29 ± 0.25^{bc}	15.14 ± 0.70^{bc}	66.7 ± 0.74^a
6	40.52 ± 0.03^a	6.26 ± 0.01^b	13.15 ± 0.01^c	14.67 ± 0.46^c	67.33 ± 0.45^a

barı geliştirilmiştir. Renk analizlerine bakıldığında L^* değerine ilişkin olarak elde edilen sonuçlar 40 ile 50 arasında değişmiştir (Parn ve ark., 2015). Yapılan başka bir çalışmada, guava meyvesi kullanarak meyve barı üretilmiş ve depolama stabilitesine bakılmıştır. Yapılan analizler neticesinde guava meyveli barın, 2 aylık depolama sonrasında renk parametrelerine bakıldığında L^* değerinin azalarak ürünün renginin koyulaştığı belirlenmiştir (Vijayanand ve ark., 2000).

a^* Değerindeki Değişim

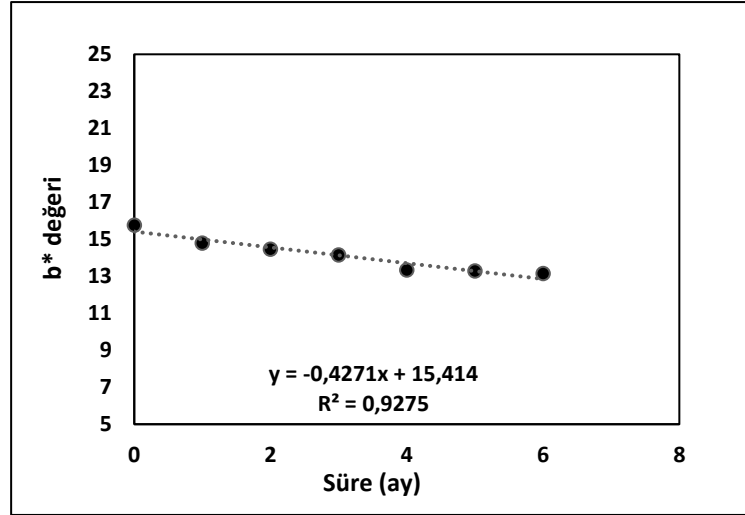
Meyve barı örneklerinin a^* değeri depolama başlangıcında 7.7 ölçülmüştür. Bu değer, depolama sonunda azalarak 6.26 olarak ölçülmüştür. Bu azalışın istatistik açıdan önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). a^* değerindeki bu değişim sıfırncı derece reaksiyon kinetiğine uymaktadır (Şekil 4.1.).



Şekil 4.1. Meyve Barının Depolama Süresince a^* Değerinin Sıfırncı Derece Reaksiyon Kinetiğine Göre Değişimi

b^* Değerindeki Değişim

Meyve barı örneklerinin depolama başlangıcında 15.76 olan b^* değeri, depolama sonunda 13.15 ölçülmüştür. Sıfırncı derece reaksiyon kinetiğine uyan bu azalışın (Şekil 4.2.), istatistik açıdan önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$).



Şekil 4.2. Meyve Barının Depolama Süresince b^* Değerinin Sıfırıncı Derece Reaksiyon Kinetine Göre Değişimi

Hurma meyveleri kullanarak yapılan bir çalışmada meyve barında renk parametrelerine bakıldığında b^* değerinin 28-34 değerleri arasında pozitif değişkenlik gösterdiği belirtilmiştir. Bu da meyve barlarının sarımsı renge daha çok yöneldiğini göstermiştir (Parn ve ark., 2015).

Yapılan başka bir çalışmada, kurutulmuş Trabzon hurması kullanarak 2 farklı meyve cipsi hazırlanmıştır. 2 mm kalınlığında meyve dilimleri 5 saat süreyle; 6 mm kalınlığında meyve dilimleri ise 10 saat boyunca kurutulmuştur. Daha sonra ambalajlanıp oda sıcaklığında 1 sene depolanmıştır. Cipslerinin depolama sırasında meydana gelen değişimler incelenmiş ve L^* a^* b^* renk değerlerinde azalma görülmüştür (Milczarek ve ark., 2020).

Literatürde Kinow çeşidi mandalınadan ekstrakte edilen mandalina suyunu kullanarak bar üretimi yapılmıştır. Formüle edilen barın kalitesini artırmak için farklı konsantrasyonlarda (%1-4) pektin ilave edilmiştir. Kinow barı örnekleri oda sıcaklığında ve buzdolabı sıcaklığında altı ay süreyle depolanmıştır ve depolamanın Kinow barlarının renk özellikleri üzerinde önemli bir etkiye neden olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Pektin ilavesi; renk ve besin özelliklerini etkilememiş, nem ve su aktivitesinin azalmasına yol açmış ve formüle edilen barların sertliğini artırmıştır. Üretilen meyve barının depolama süresince yapılan analizler neticesinde; L^* a^* b^* renk değerlerine bakılmış ve L^* değerinin düzenli bir şekilde azaldığı gözlenmiştir. Ayrıca L^* değerindeki değişimin oda

sıcaklığında depolanan barlarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Diğer renk parametreleri a^* ve b^* değerleri de depolama süresinin sonuna doğru önemli ölçüde azalmıştır ($p<0.05$). Bu durum, barlarda kahve renk tonunun geliştiğini göstermektedir. Renk değerlerindeki değişimin, oksidasyonun yanı sıra enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarından kaynaklandığı düşünülmüştür (Aggarwal ve ark., 2022).

Kurutma ve depolama süresinin mango pestillerinin fizikokimyasal özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, renk değerleri için L^* a^* b^* parametreleri ölçülmüştür. L^* ve b^* değeri depolama sonuna doğru azalmış fakat bu değişim anlamlı bulunmamıştır. a^* değeri de depolama süresince değişkenlik göstermekle birlikte depolama sonunda artmıştır. Bu artış da istatistik açıdan önemli bulunmamıştır (Azeredo ve ark., 2006).

Chroma* ve Hue° Değerindeki Değişim

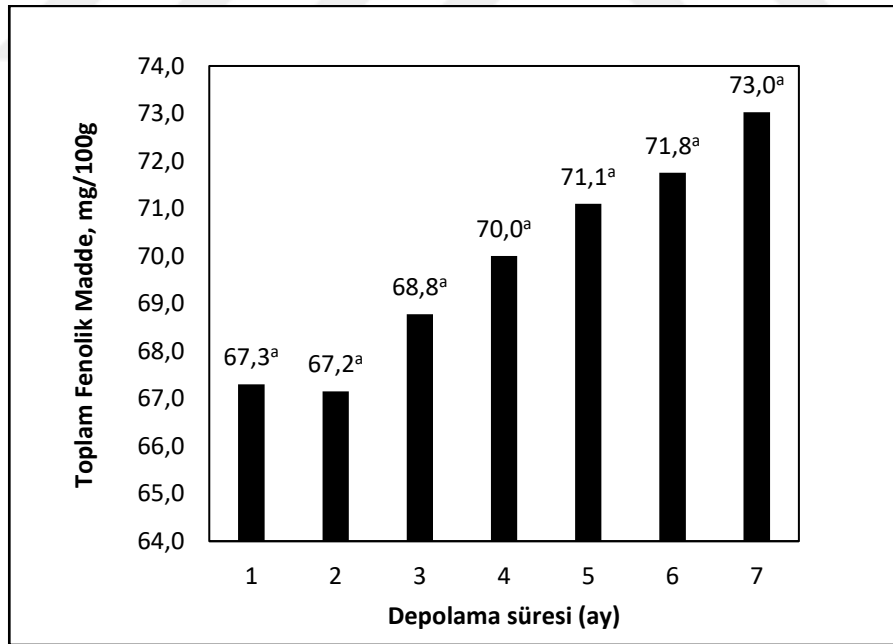
Meyve barı örneklerinin depolama başlangıcında C^* değeri 17.29 iken depolama sonunda azalarak 14.67 olmuştur. Bu değişim istatistik açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Meyve barı örneklerinin depolama başında 64.33 olan h° değeri ise depolama sonunda 67.33 olarak artmıştır. Bu artış istatistik açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Parn ve arkadaşlarının (2015) yaptığı çalışmada hurma meyvesi kullanarak yapılan meyve barının depolanması süresince hue değerinin değişimine bakılmış ve bu değerin 68-71 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Literatürde; yenilebilir kaplamaların meyve barlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; iki farklı sıcaklıkta (25 °C-kontrol; 37 °C -kaplanmış) sodyum aljinat, karboksimetil selüloz ve peynir altı suyu protein izolatu kullanılarak meyve barlarının kaplaması yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda 25 °C’de depolanan meyve barlarının depolama başlangıcındaki Chroma değerinin 17.53 iken depolama sonundaki değerin ise 14.63 olduğu belirlenmiştir. Hue değeri ise depolama başlangıcında 75.73 iken depolama sonunda 71.74 olarak ölçülmüştür. Yine 35 °C’de depolanan örneklerin Chroma değeri başlangıçta 17.53 iken depolama sonunda 15.55; hue değeri başlangıçta 75.64 iken depolama sonunda 66.62 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda, her iki sıcaklıkta depolanan meyve barı örneklerinde

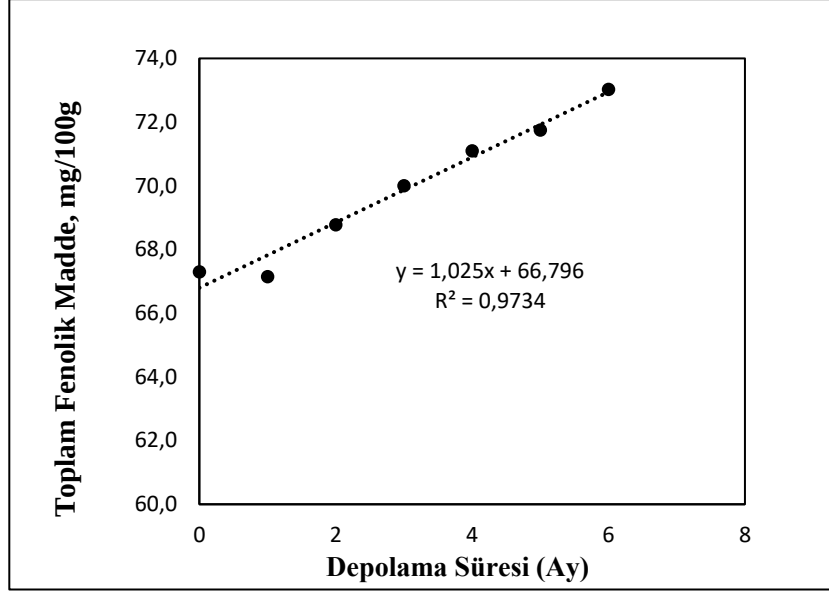
depolama boyunca hue değerinin azaldığı ve bu değişimin önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Her iki sıcaklıkta depolanan barların chroma değerlerinin azaldığı ve bu azalışın depolama sırasında kahverengileşme reaksiyonlarından kaynaklandığı ve önemli olduğu belirtilmiştir ($p<0.05$) (Eyiz ve ark., 2020).

4.4 Depolama Süresince Meyve Barının Toplam Fenolik Madde Miktarının Değişimi

Meyve barının oda sıcaklığında 6 ay depolanması süresince toplam fenolik madde miktarındaki değişim Şekil 4.3.'te görülmektedir. Toplam fenolik madde miktarının depolama süresince sıfırıncı derece reaksiyon kinetiğine göre artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.4.). Ancak, bu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Depolama başlangıcında 67.3 mg/100 g belirlenen fenolik miktarı, depolama sonunda 73.0 mg/100 g bulunmuştur. Bu artış, hücre duvarındaki bağlı fenoliklerin depolama boyunca serbest forma geçmesi şeklinde yorumlanmaktadır (Ziegler ve ark., 2018).



Şekil 4.3. Depolama Süresince Meyve Barının Toplam Fenolik Madde Miktarının Değişimi



Şekil 4.4. Depolama Süresince Meyve Barının Toplam Fenolik Madde Miktarının Sıfırıncı Derece Reaksiyon Kinetiğine Göre Değişimi

Literatürde çeşitli meyve barı formülasyonları ve depolanması ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Örneğin; Kinow çeşidi mandalin suyunun pektin ile karıştırılması ile elde edilen meyve barları 4 °C ve 25 °C sıcaklıklarda depolanmış ve bazı kimyasal bileşenleri araştırılmıştır. Toplam fenolik madde miktarının düşük sıcaklıkta depolanan örnekte %13,4; oda sıcaklığında depolanan örnekte ise %23 düzeyinde azaldığı bildirilmiştir (Aggarwal ve ark., 2022).

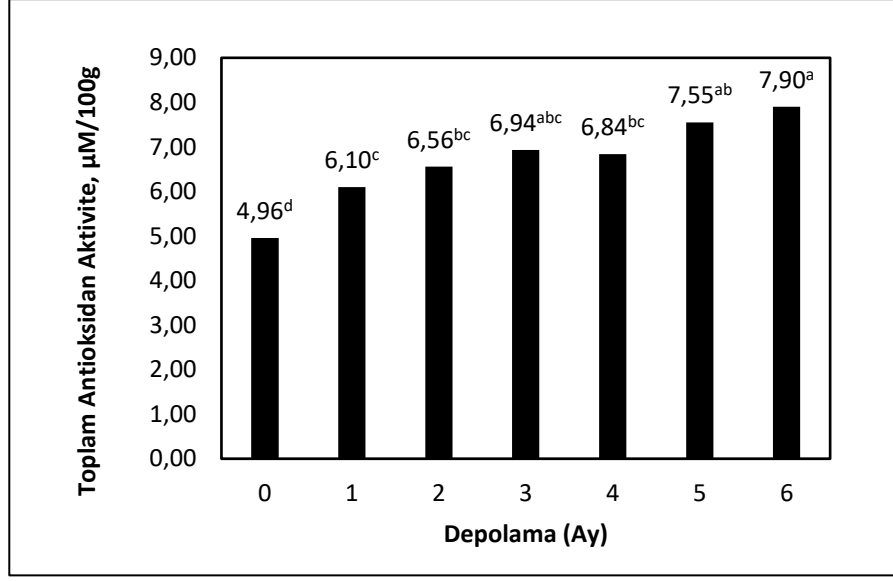
Diğer bir çalışmada; diyet lifi ve polifenol içeriği yüksek meyve bazlı, dolgulu atıştırmalık bar üretimi yapılmıştır. Meyve barı; lifsiz (kontrol barı) ve lifli (inülin ve elma diyet lifi eklenen bar); bar dolgusu ise elma polifenol özü içeren ve içermeyen şekilde formüle edilmiştir. Bu amaç doğrultusunda meyve barının besin değeri karşılaştırılmalı olarak araştırılmıştır. Sonuçlar; elma diyet lifi eklenen meyve barının diyet lifi eklenmeyene kıyasla daha fazla fenolik madde içerdiğini göstermektedir. Bu durum, atıştırmalık barların pişirme sırasında yüksek sıcaklığa maruz kalması ve diyet lifine bağlı fenoliklerin ve diğer gıda bileşenleri arasında oluşan bazı kompleksleri yok ederek fenolik maddede artışa neden olduğuna ayrıca fenoliklerin geri kazanımını, hamur hazırlama sırasında hidrojen bağı yoluyla buğday proteini ile etkileşiminin bir sonucu olabileceğini belirtmiştir (Sun-Waterhouse ve ark., 2010).

Dondurularak kurutulan portakallı atıştırmalıkta depolama sıcaklığının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, 4 ve 20 °C’de depolanan örneklerin depolama ilerledikçe toplam fenolik içeriğinde bir artış gözlenmiştir. Depolama sıcaklığından bağımsız olarak, özellikle ikinci ayda daha yüksek bir toplam fenolik içeri kaydedilmiştir. Toplam fenolik madde içeriğindeki bu artışın polifenolik aktiviteye sahip bileşiklerin sentezlenmesiyle ilişkili olabileceğini düşündürmüştür. Atıştırmalıklarda depolama süresince bazı organik asitlerde de azalma olduğu ve bu azalmanın fenolik bileşik sentezi için bir substrat olarak işlev görmeleri şeklinde açıklanabileceği ileri sürülmektedir (Silva-Espinoza ve ark., 2021).

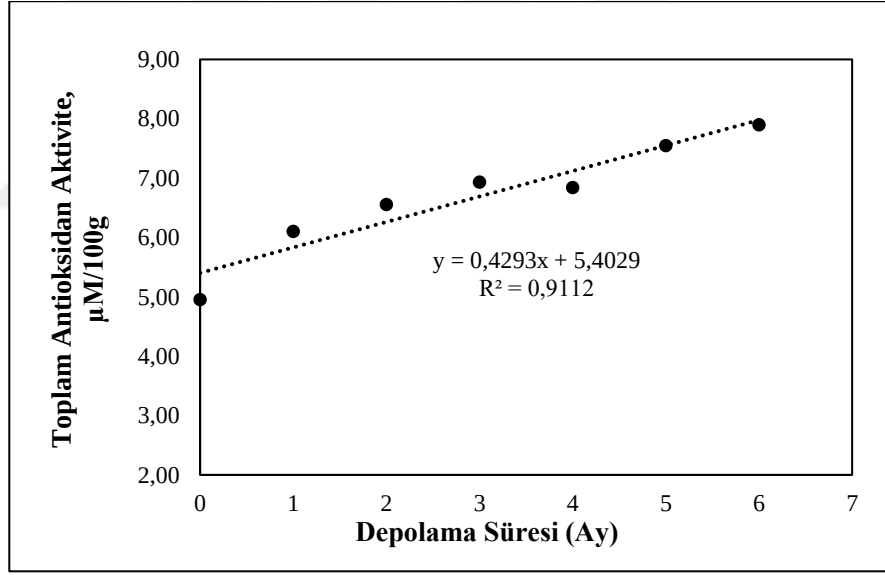
Sebzelerle zenginleştirilmiş mısır bazlı ekstrüde atıştırmalıkların fenolik içeriği araştırılmıştır. Brokoli ve zeytin ezmesi dondurularak kurutulmuş ve un haline getirilmiştir. Ardından brokoli ve zeytin unu belirli oranlarda mısır unu ile karıştırıldıktan sonra ekstrüzyon gerçekleştirilmiş ve atıştırmalıkların analizleri yapılmıştır. Fenolik madde miktarının, ekstrüzyon sıcaklığı ve brokoli unu ilavesiyle arttığı görülmüştür. Bu çalışmada ekstrüzyon sıcaklığı yapılan diğer çalışmalara göre ters etki gösterdiği bulunmuş ve ekstrüzyon sıcaklığının artması, ekstrüde edilmiş brokoli ile zenginleştirilmiş atıştırmalıkların fenolik içeriğini artırmıştır. Yine aynı şekilde zeytin ezmesi unu kullanılarak üretilen atıştırmalıkların da fenolik içeriğinde artış olduğu görülmüştür. Bu artış; kompleks polifenollerin düşük molekül ağırlıklı fenolik bileşiklere parçalanması şeklinde yorumlanmaktadır (Bisharat ve ark., 2015).

4.5 Depolama Süresince Meyve Barının Antioksidan Aktivitedeki Değişimi

Meyve barının oda sıcaklığında 6 ay depolanması süresince toplam antioksidan aktivitedeki değişim Şekil 4.5.’te görülmektedir. Toplam antioksidan aktivitenin depolama süresince sıfıncı derece reaksiyon kinetiğine göre artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.6.). Bu artışın istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).



Şekil 4.5. Depolama Süresince Meyve Barının Antioksidan Aktivite Miktarındaki Değişimi



Şekil 4.6. Depolama Süresince Meyve Barının Toplam Antioksidan Aktivite Miktarının Sıfırıncı Derece Reaksiyon Kinetiğine Göre Değişimi

Depolama başlangıcında 4.96 µM/100g belirlenen antioksidan aktivite, depolama sonunda 7.90 µM/100g bulunmuştur. Bu eğilimin, depolama süresince bar örneklerindeki fenolik madde miktarındaki artışla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Nitekim; toplam fenolik madde miktarları ile antioksidan aktivite arasında yüksek düzeyde bir korelasyon olduğu saptanmıştır ($r=0.927$, $p<0.05$). Antioksidan aktivitedeki artışın diğer bir sebebi olarak, uzun süreli

depolamanın sonucunda oluşabilen Maillard reaksiyonu ürünlerinden kaynaklanabileceği ileri sürülmektedir. Maillard reaksiyonu ürünlerinin genellikle güçlü antioksidan özellik sergilediği ve bundan ötürü antioksidan özelliklere sahip bileşiklerin oluşumuna neden olduğu, bu bileşiklerin ürünün genel antioksidan özelliklerini geliştirdiği bilinmektedir (Nicoli ve ark., 1999).

Gıda işleme ve depolama sırasında antioksidanların değişiminin incelendiği bir çalışmada; domates ve kahve çekirdekleri işlenerek bir ürüne dönüştürülmüştür. Bu çalışmaya göre; kahve çekirdeklerinden elde edilen içeceklerin antioksidan aktivitesi, kavurma süresine bağlı olarak artmıştır. Sonuç olarak ısıtılma işlemi Maillard reaksiyonuna bağlı olarak antioksidan aktivitesi yüksek yeni bileşiklerin oluştuğu belirlenmiştir (Nicoli ve ark., 1997).

Yüksek protein içeriğine sahip atıştırmalık barların depolama sırasında fizikokimyasal kalite parametreleri ve antioksidan aktivite değişikliğinin incelendiği bir diğer çalışmada, 3 farklı formülasyon kullanılarak barlar geliştirilmiştir. Bar 1: Balkabağı- hindistan cevizi, Bar 2: Balkabağı- erik ve Bar 3: Balkabağı-kayısı içermektedir. En yüksek radikal yakalama aktivitesi, sırayla %84.4 ve %84.9 değerleri ile B1 ve B3 barlarında görülmüştür. Ancak uygulanan sıcaklıktan bağımsız olarak her üç numunede 3 aylık depolamadan sonra DPPH aktivitesinde önemli bir artış kaydedilmiştir. Tüm numuneler için ABTS testi DPPH testinden daha yüksek antioksidan kapasite göstermiştir. En yüksek ABTS, B1 ve B3 barlarında gözlenmiş ancak B1 ve B2 barlarında 3 aylık depolamadan sonra ABTS radikalinde azalma görülmüştür. Balkabağı-kayısı meyvelerini içeren B3 barı depolama sırasında yüksek antioksidan aktiviteyi korumuştur. Bu çalışmaya göre; kurutulmuş meyvelerin nem içeriğinin düşük ve raf ömrünün daha uzun olduğu dikkate alındığında antioksidan aktivitelerinin ve polifenol içeriğinin yüksek olması beklenmiş nitekim de sonuçlar bunu doğrulamıştır. Analizi yapılan barların yüksek antioksidan aktivitesinin, formülasyonda kullanılan kurutulmuş meyvelerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Szydłowska ve ark., 2022).

Yapılan diğer çalışmada, depolama süresinin kepekli zenginleştirilmiş ekstrüde edilmiş atıştırmalıkların antioksidan özellikleri üzerine etkisine bakılmıştır. Toplam fenolik madde analizi, DPPH (%inhibisyon) ve TEAC (TE

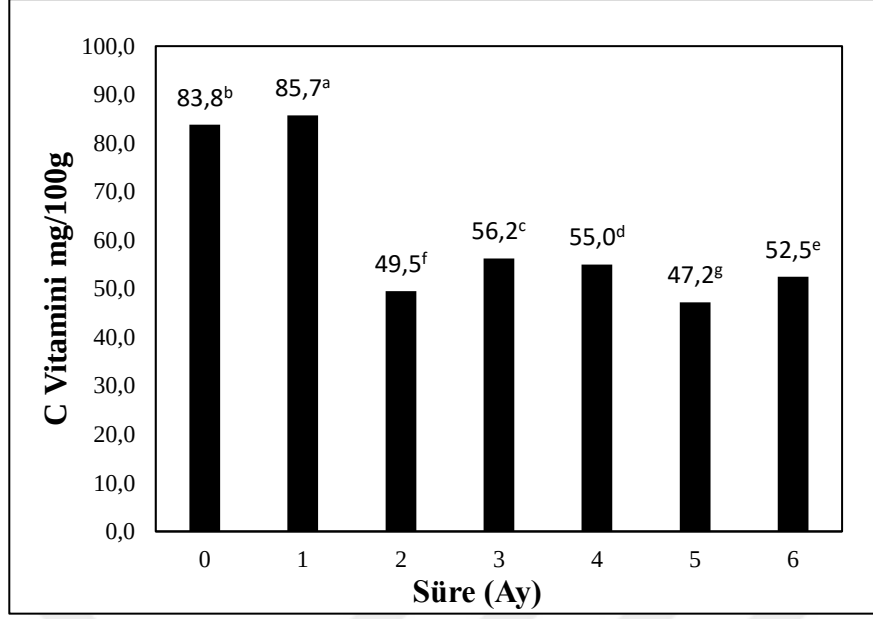
$\mu\text{mol/g}$) ile değerlendirilen ekstrüde atıştırmalıkların antioksidan aktivitesi 6 aylık depolama süresince düşüş göstermiştir. İlk üç ay boyunca antioksidan aktivitedeki azalma, depolamanın son üç ayına göre daha az düşüş sergilemiştir. Antioksidan aktivite; toplam fenolik içerik, DPPH ve TEAC açısından sırasıyla 0.95'ten 0.78 mg GAE/g'ye, %41.50'den %38.41'e ve 8.87'den 7.31 TE $\mu\text{mol/g}$ 'a düşmüştür. Bu azalış, artan nem nedeniyle depolama sırasında uygun koşullar altında antioksidan bileşenlerin oksidasyonuna dayandırılmaktadır (Dar ve ark., 2016).

Prebiyotik ilave edilerek fenolik açıdan zengin bakla içerikli atıştırmalık bar üretilmiş, depolama sırasında kimyasal ve duyuşal özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Çalışma, nohut ve yeşil mercimek kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, nohut içerikli barların toplam fenolik içeriğinin (TPC), ORAC, DPPH ve ABTS değerlerini etkilediğini ve TPC değerleri azaldıkça bu değerlerin de azaldığını göstermektedir. Yeşil mercimekli atıştırmalık bara ilişkin TPC sonucunun, ABTS dışındaki tüm antioksidan aktivite analizleriyle uyumlu olduğu bulunmuştur. Yeşil mercimekli atıştırmalık barın ABTS değeri depolama süresince önemli bir farklılık göstermemiştir ($p>0.05$) (Rajagukguk ve ark., 2022).

4.6 Depolama Süresince Meyve Barının Toplam C Vitamini Miktarındaki Değişimi

Meyve barının oda sıcaklığında 6 ay depolanması boyunca toplam C vitaminindeki değişim Şekil 4.7.'de görülmektedir. Toplam C vitamini değerinin depolama başlangıcında 83.8 mg/100 g olduğu ve depolama sonunda azalarak 52.5 mg/100 g'a düştüğü gözlenmiştir. Bu değişim istatistik açısından önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolama sırasında C vitaminindeki azalış, oksidasyona uğraması ve yüksek asidik ortamda esmerleşme reaksiyonlarına katılması şeklinde yorumlanmaktadır (Kaushal ve ark., 2013).

Dondurularak kurutulan portakallı atıştırmalıkta 4 ve 20 °C'de depolanan örneklerde depolama sıcaklığının etkisi araştırılmıştır. Portakallı atıştırmalıkların toplam C vitamini içeriğinde önemli bir düşüş gözlenmiştir ($p<0.05$). Bu azalış, atıştırmalıkların sahip olduğu yüksek a_w değerinin bozunduruş reaksiyonlara sebep olması şeklinde yorumlanmıştır (Silva-Espinoza ve ark., 2021).



Şekil 4.7. Depolama Süresince Meyve Barının Toplam C Vitamini Miktarındaki Değişimi

Farklı şeker konsantrasyonu ile elde edilen elma barlarının üç aylık depolama süresi boyunca sitrik asit ve askorbik asidin karşılaştırmalı etkilerine bakılan bir çalışmada, depolama başlangıcında 13 °Brix şeker konsantrasyonuna sahip elma barı 2.66 mg/100 mg C vitamini içeriğine sahipken 90. Günde 0.01 mg/100 g'a düşmüş; 35 °Brix şeker konsantrasyonuna sahip elma barının C vitamini miktarı ise 3.11 mg/100 g'dan 0.61 mg/100 g'a düşmüştür. Toplam C vitaminindeki bu azalış depolama süresince önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolama süresince C vitaminindeki bu azalışın, depolama sıcaklığına bağlı olarak askorbik asidin dehidro-askorbik aside oksidasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir (Azmat ve ark., 2017).

Mango kabuğu tozunun depolama sırasında C vitamini stabilitesinin değerlendirildiği bir çalışmada; farklı sıcaklıklarda kurutularak üretilen mango kabuğu tozu 180 gün boyunca 10, 20 ve 35 °C'de depolanmış ve her 20 günde bir örnek alınarak analizleri yapılmıştır. Depolama başlangıcında 370 mg/100 g olan C vitamini, depolama süresince azalmış ve birinci derece kinetik model göstermiştir (Ferrari ve ark., 2021).

4.7 Depolama Süresince Meyve Barındaki Mikrobiyolojik Değişim

Depolama süresince, meyve barı örneklerinde maya-küf analizi yapılmıştır. Buna göre; depolama başlangıcından sonuna kadar mikrobiyolojik olarak bir gelişim olmadığı saptanmıştır. Depolama süresince küf ve maya sayımlarında üreme gözlenmemiştir. Bu da ürünlerin mikrobiyolojik olarak güvenilir olduğunu göstermektedir (Shaviklo ve ark., 2015).

4.8 Depolama Süresince Meyve Barının Duyusal Değerlendirme Sonuçları

Depolama süresince beşli hedonik teste göre duyusal değerlendirmesi yapılan meyve barı örneklerinin görünüş, tat, aroma, tekstür ve genel beğeni sonuçları Tablo 4.4.'te verilmiştir. Buna göre; altı ay boyunca görünüş, tat, aroma ve genel beğeni değerlendirmelerinde bir azalma görülmüş fakat istatistik açısından anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Örneklerin tekstürel özelliğinin ise azaldığı ve istatistik açıdan anlamlı olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Nitekim Aggarwal ve arkadaşlarının (2022) yaptığı bir çalışmada; meyve barlarının tekstürünün, depolama süresinin artmasıyla önemli ölçüde azaldığı belirtilmiştir ($p<0.05$).

Hidrokolloidler eklenerek papaya ve domatesten yapılan meyve barının dört aylık depolama süresince kalite özelliklerinin incelendiği bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada dokuzlu hedonik test kullanarak ürünün renk, koku, tat, doku ve genel kabul edilebilirliği değerlendirilmiştir. Depolama süresi boyunca hidrokolloidlerin (pektin + nişasta) meyve barı üzerinde önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Renk, aroma, tat ve genel kabul edilebilirliğe bakıldığında depolama süresince önemli bir değişim görülmezken ($p>0.05$) doku parametresi ise değişkenlik göstererek önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ahmad ve ark., 2005).

Tablo 4.4. Depolama süresince meyve barının duyuusal değerlendirme sonuçları.

Süre (Ay)	Görünüş	Tat	Aroma	Tekstür	Genel Beğeni
0	4.13 ± 0.18^a	3.56 ± 0.20^a	3.50 ± 0.23^a	4.00 ± 0.19^a	3.56 ± 0.22^a
1	3.75 ± 0.23^a	3.38 ± 0.31^a	3.50 ± 0.27^a	3.75 ± 0.27^{ad}	3.63 ± 0.21^a
2	3.63 ± 0.23^a	3.50 ± 0.13^a	3.53 ± 0.18^a	3.63 ± 0.25^{ac}	3.66 ± 0.21^a
3	3.56 ± 0.18^a	3.38 ± 0.18^a	3.50 ± 0.19^a	3.44 ± 0.20^{ab}	3.50 ± 0.27^a
4	3.56 ± 0.20^a	3.44 ± 0.18^a	3.38 ± 0.26^a	3.00 ± 0.22^b	3.44 ± 0.15^a
5	3.50 ± 0.21^a	3.38 ± 0.23^a	3.38 ± 0.23^a	3.25 ± 0.25^{bcd}	3.44 ± 0.11^a
6	3.50 ± 0.27^a	3.38 ± 0.46^a	3.38 ± 0.18^a	3.00 ± 0.27^{bc}	3.50 ± 0.21^a

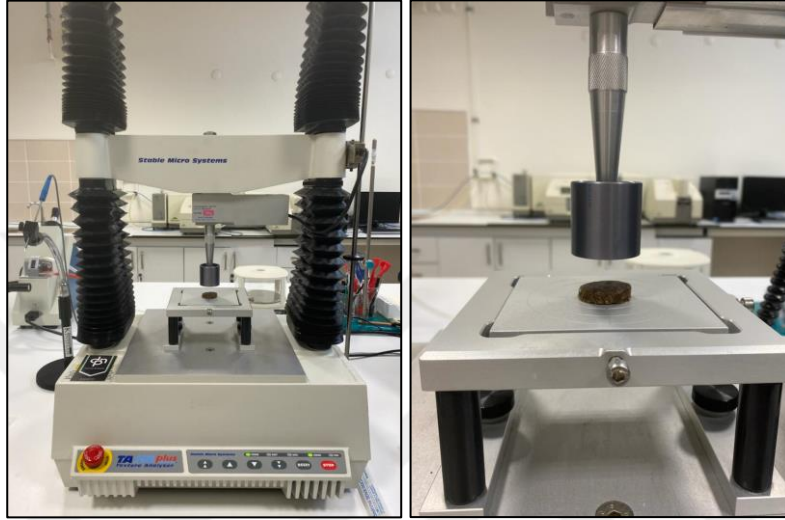
Guava meyve barının depolama stabilitesinin araştırıldığı bir çalışmada üç aylık bir depolama yapılmıştır. Depolama süresince renk, tat, tekstür ve genel beğeni açısından değerlendirilen guava barı iki farklı sıcaklıkta (27 ve 38 °C) ve bağıl nem de (%65 ve 92) depolanmıştır. Bu çalışmaya göre; 27 °C’de ve %65 bağıl nemde üç ay; 38 °C’de %92 bağıl nemde iki ay depolanan guava barının renk, tat, tekstür ve genel beğeni değerlendirmelerinde bir düşüş gözlenmiş fakat bu düşüşün istatistik açıdan önemli olmadığı bulunmuştur (Vijayanand ve ark., 2000).

Kinow çeşidi mandalin suyunun pektin ile karıştırılması ile elde edilen meyve barları 4 °C ve 25 °C sıcaklıklarda dört ay depolanmış ve depolamanın duyusal kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Renk, tekstür, aroma ve genel kabul edilebilirlik parametreleri üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Buna göre, her iki sıcaklıkta depolanan meyve barlarının renk değerlerindeki azalma önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Depolanan meyve barlarının tekstürüne bakıldığında her iki sıcaklıktaki değerlerde azalma görüldüğü belirtilmiştir. Bu değişimin sadece 4 °C’deki depolanan örneklerde önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Yine her iki sıcaklıkta depolanan meyve barlarının aroması ve genel beğenisi azalmış ve istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Aggarwal ve ark., 2022).

Yabani iğde kullanılarak yapılan meyve barının oda sıcaklığında 6 ay depolanmasında meydana gelen değişikliklerin incelendiği çalışmada, dokuz puanlı hedonik test kullanarak duyusal değerlendirmesi yapılmıştır. Bu çalışmada renk, aroma, tekstür, tat ve genel beğeni parametreleri 0., 3. ve 6. ayda örnekler alınarak değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarında tüm parametrelerde bir azalma olduğu görülmüştür. 6 ay boyunca aroma puanlarında gözlenen düşüş, depolama sırasında aromatik bileşenlerin kaybına bağlanmaktadır (Kaushal ve ark., 2013).

4.9 Depolama Süresince Meyve Barının Tekstür Profil Analizindeki Değişim

Meyve barı örneklerinin tekstür profil analizi TA-HD Plus Micro Systems, İngiltere, cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analize ait görseller Fotoğraf 4.1.'de görülmektedir. Yapılan ölçümlerde sertlik, elastikiyet, iç yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik parametreleri değerlendirilmiştir.



Fotoğraf 4.1. Meyve barı örneğinin tekstür profil analizi

Depolama süresince meyve barı örneklerinin sertlik, iç yapışkanlık, sakızimsılık, ve çiğnenebilirlik özellikleri artmış, elastikiyet değeri ise azalmıştır. Bu değişimler istatistik açısından önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Değişimler Tablo 4.5.'te görülmektedir. Depolama süresince tekstür profil analizine ait örnek grafik EK-1'de verilmiştir.

Tablo 4.5. Depolama süresince meyve barının tekstür profil analizindeki değişimi.

Süre (Ay)	Sertlik (N)	Yaylanma/Elastikiyet (mm)	İç Yapışkanlık (mm)	Sakızımsılık (N)	Çiğnenebilirlik (N)
0	144285.2 ± 5543.1 ^c	0.4830 ± 0.03100 ^a	0.5020 ± 0.01109 ^c	74050.3 ± 2666.30 ^d	40381.2 ± 732.793 ^f
1	163269.4 ± 14473 ^c	0.4310 ± 0.03468 ^a	0.5385 ± 0.01700 ^{bc}	102029.5 ± 5863.77 ^{abc}	49627.6 ± 2110.503 ^e
2	142395.8 ± 17589 ^c	0.2810 ± 0.05435 ^b	0.5960 ± 0.02226 ^{ab}	92486.6 ± 0.577 ^{ab}	24356.5 ± 4733.138 ^f
3	261044.7 ± 23920.6 ^b	0.3860 ± 0.03626 ^a	0.5750 ± 0.03304 ^{ab}	126082.2 ± 7346.14 ^{abcd}	74531.0 ± 3244.420 ^d
4	282165,5 ± 17762.6 ^{ab}	0.3960 ± 0,01867 ^a	0.5780 ± 0.02129 ^{ab}	121011.4 ± 5863.06 ^{ab}	72726.5 ± 1117.113 ^c
5	308399.0 ± 9857.8 ^{ab}	0.4110 ± 0,02430 ^a	0.6140 ± 0.01379 ^a	148905.6 ± 15766.41 ^a	108018.4 ± 916.821 ^b
6	329644.0 ± 23984.3 ^a	0.4030 ± 0,00691 ^a	0.6101 ± 0.00560 ^a	160451.0 ± 27379.13 ^a	85656.9 ± 2568.689 ^a

Meyve barı örneklerinin sertlik değeri depolama başında 144285.2 N iken depolama sonunda 329644.0 N ölçülmüş ve bu artış istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Buna göre; meyve barının depolama süresi arttıkça daha sert bir yapıya ulaştığı görülmektedir. Sertlikteki artışın, depolama sırasında meyve barlarının nem içeriğinin azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Depolama süresince meyve barı örneklerinin yayılma/esneklik özelliğinin 0.4830 mm'den 0.4030 mm'ye düştüğü ve istatistik açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Bu azalışın, meyve barı örneklerinin sertliğinin artmasına bağlı olarak gerçekleştiği yorumlanmaktadır. Meyve barı örneklerinin yapışkanlık değerinin 0.5020 mm' den 0.6101 mm'ye arttığı ve sakızımsılık değerinin 74050 N'dan 160451 N'a yükseldiği görülmektedir. Meyve barı örneklerinin depolama başında 40381.2 N olan çiğnenebilirlik değeri, depolama sonunda 85656.9 N'a yükselmiştir ($p<0.05$). Bu da meyve barlarını çiğnemek için daha fazla enerji gerektiğini göstermektedir. Aggarwal ve arkadaşları (2022) da, Kinnow mandalinalarından yaptığı meyve barının depolanmasında nem içeriğinin azalmasına bağlı olarak sertlik değerinin arttığını; bundan dolayı esnekliğin azaldığını ve çiğnenebilirliğin arttığını belirtmişlerdir.

Başka bir çalışmada; yüksek proteinli barların depolama sırasında sertleşme düzeyleri araştırılmıştır. Depolama sırasında sertleşmenin, ozmotik basıncıdaki farktan kaynaklandığını, bunun da proteinlerin su fazından ayrılmasıyla sonuçlandığını aktarmışlardır. Bu nedenle depolama sırasında protein artışı nedeniyle yüksek proteinli barların sertliğinin arttığı belirtilmiştir (Jiang ve ark., 2021).

Peynir altı suyu proteini ve kalsiyum kazeinatla yapılan orta nemli protein barlarındaki fizikokimyasal değişikliklerin incelendiği bir çalışmada peynir altı suyu protein izolatu ve kalsiyum kazeinat ile yapılan barlar 20 °C'de 50 gün süreyle depolanmıştır. Bu çalışma, depolama sırasında protein barlarının sertliğindeki artışın ozmotik basınç farkından kaynaklandığını ileri sürmektedir. Ozmotik basıncın, proteinlerin sudan ayrılarak konsantre olmasıyla gerçekleştiği belirtilmiştir. Bu durum, depolama süresinin barlardaki protein yapısı üzerine etki ettiğini ve bu nedenle depolama sonunda yüksek sertlik değerlerine erişildiğini göstermiştir (Loveday ve ark., 2010).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, şeker ilavesiz meyve içerikli atıştırmalık bar üretimi ve depolama stabilitesi çalışılmıştır. Trabzon hurması, balkabağı, yaban mersini, muz, limon, yulaf ezmesi, peynir altı suyu proteini tozu, yumurta akı tozu ve pektin kullanılarak hazırlanan meyve barı 6 ay süresince oda sıcaklığında depolanmıştır. Depolama süresince; su aktivitesi (a_w) tayini, kuru madde tayini, renk değerleri tayini, mikrobiyoloji analizi, pH tayini, titrasyon asitliği tayini, tekstür profili analizi, toplam fenolik madde tayini, antioksidan aktivite tayini, C vitamini tayini ve duyu analizi yapılmıştır. Depolama öncesi ve sonrasında ise protein tayini, besinsel lif analizi, ham yağ ve kül miktarı tayini yapılmıştır. Bulunan sonuçlar istatistik açıdan değerlendirilmiştir.

1. Meyve barının depolama başındaki pH, titrasyon asitliği, su aktivitesi ve kuru madde değerleri sırasıyla; 5.24, %0.340, 0.626, %82.83 iken depolama sonunda 4.98, %0.299, 0.473, %85.36 olarak tespit edilmiştir. Bar örneklerinde meydana gelen asitlikteki bu artışın ($p < 0.05$) nem kaybına bağlı olarak kuru madde miktarındaki artışla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Su aktivitesinde %24.4'lük azalma ($p < 0.05$) meydana gelmiştir. Kuru madde düzeyinin artması depolama süresine bağlı olarak nem miktarının azalması şeklinde yorumlanmaktadır. Depolama süresince nemin buharlaşmasına bağlı olarak örneklerdeki nem değeri düşmüştür.
2. Toplam kül, yağ, protein ve besinsel lif miktarları depolama öncesinde sırayla 3.97, 1.40, 9.93 ve 17.9 g/100 g; depolama sonunda 4.16, 1.60, 11.16, 18.5 g/100 g bulunmuştur. Tüm değerlerde gözlenen bu artış sadece yağ değeri için önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).
3. Meyve barının depolama süresinde renk değerlerine (L^* , a^* , b^* , C^* , h°) bakıldığında; L^* değeri 44.85'ten 40.52'ye, a^* değeri 7.7'den 6.26'ya, b^* değeri 15.76'dan 13.15'e, Chroma değeri 17.29'dan 14.67'ye düşmüş ve Hue değeri 64.33'ten 67.33'e yükselmiştir. Bu değerlere göre meyve barı örneklerinin renginin depolama arttıkça koyu tonun arttığı bu da esmerleşme reaksiyonlarının gerçekleştiği şeklinde yorumlanmaktadır.
4. Meyve barının depolama süresince toplam fenolik madde miktarı 67.3 mg/100 g'dan 73.0 mg/100 g'a artmıştır ($p > 0.05$). Bu artış hücre duvarındaki bağlı fenoliklerin depolama arttıkça serbest forma geçmesi

şeklinde yorumlanmaktadır. Toplam antioksidan aktivite miktarı ise 4.96 $\mu\text{M}/100\text{ g}$ 'dan 7.90 $\mu\text{M}/100\text{ g}$ 'a artış göstermiştir. Bu eğilimin, depolama süresince bar örneklerindeki fenolik madde miktarındaki artışla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Toplam C vitamini ise depolama süresince 83.3 mg/g'dan 52.5 mg/g'a düşüş göstermiştir. Bu azalışın depolama sırasında C vitaminin oksidasyonundan ve yüksek asidik ortamda kahverengileşme reaksiyonlarına katılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

5. Depolama süresince meyve barı örneklerinin mikrobiyolojik analizinde maya-küf sayımına bakılmıştır. Meyve barı örneklerinde üreme gerçekleşmemiştir. Meyve barı örneklerinin su aktivitesi değeri, mikroorganizmaların gelişeceği aralıkta bulunmadığı için hiçbir üreme gerçekleşmemiştir. Bu da örneklerin mikrobiyolojik olarak güvenli ve kararlı olduğunu göstermektedir.
6. Meyve barının depolama süresince duyusal değerlendirilmesi beşli hedonik teste göre gerçekleştirilmiştir. Görünüş, tat, aroma, tekstür ve genel beğeni parametreleri değerlendirilmiş ve puanlar sırasıyla 4.13'ten 3.50'e, 3.56'dan 3.38'e, 3.50'den 3.38'e, 4.00'dan 3.00'a, 3.56'dan 3.50'ye düşüş göstermiştir. Sadece tekstür parametresindeki azalış önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Panelistlere göre, meyve barı örneklerinin kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir.
7. Meyve barı örneklerinin depolama süresince tekstür profil analizi sertlik (N), yayılma/elastikiyet (mm), iç yapışkanlık (mm), sakızımsılık (N) ve çiğnenebilirlik (N) parametrelerine bakılarak yorumlanmıştır. Meyve barı örneklerinin depolama süresince sertliğinin 144285.2 N'dan 329644.0 N'a arttığı, esnekliğinin 0.4830 mm'den 0.4030 mm'ye azaldığı, yapışkanlığının 0.5020 mm'den 0.6101 mm'ye ve sakızımsılığının 74050 N'dan 160451 N'a, 40381.2 N olan çiğnenebilirlik değerinin, 85656.9 N'a arttığı ve dolayısıyla çiğnenebilirliğinin zorlaştığı belirlenmiştir.

Tez çalışması sonucunda, şeker ilave etmeden, Trabzon hurması, balkabağı, yaban mersini gibi meyvelerin kullanılmasıyla antioksidan içeriği zengin bir atıştırmalık bar üretimi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca yulaf, peynir altı suyu tozu, yumurta akı tozu, pektin ilavesiyle besinsel lif ve protein içeriği yüksek bir ürün elde edilmiştir.

Depolama süresince yapılan analizlerin çoğu benzer çalışmalarda da görülmektedir. Ancak depolama süresince tekstür profili analizi çok az çalışmada yapılmıştır. Bu çalışmada depolama süresince meyve barı örneklerinin tekstür profiline bakılmış ve yapılacak diğer çalışmalara fikir niteliği taşıması düşünülmüştür.

Bu üründe meyvelerin içeriğindeki şeker dışında ilave şeker bulunmaması, tat açısından orta derecede beğeni almıştır. Bu durumun, doğal şeker içeren bitki ekstraktlarının ya da şeker yerine kullanılabilecek oligosakkaritlerin kullanılmasıyla düzeltilebileceği düşünülmektedir. Yumurta akı ile peynir altı suyu tozlarının katkısı üründeki protein içeriğinin artmasını sağlamıştır ancak yapının diğer örneklerine kıyasla sert olmasına neden olmuştur. Bu nedenle; miktarlarının azaltılabileceği önerilmektedir.

Meyve barı örneklerinin yapısının depolama süresi arttıkça sertleştiği ve bu sertleşmenin 4. ay ile birlikte daha çok artması nedeniyle 4 aylık bir raf ömrünün bu ürün için daha uygun olacağı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

Bu tez çalışmasında APA atıf sistemi kullanılmıştır.

- Abularrage, C. J., Sidawy, A. N., White, P. W., Aidinian, G., DeZee, K. J., Weiswasser, J. M., & Arora, S. (2007). Effect of folic Acid and vitamins B6 and B12 on microcirculatory vasoreactivity in patients with hyperhomocysteinemia. *Vascular and Endovascular Surgery*, 41(4), 339-345.
- Aggarwal, P., Kaur, S., & Kaur, N. (2022). Intermediate moisture kinnow bar from low grade kinnow mandarins: Phytonutritional profile, morphological characterization, and storage stability. *Food Bioscience*, 49, 101837.
- Ahmad, G., & Khan, A. A. (2019). Pumpkin: horticultural importance and its roles in various forms; a review. *International Journal of Horticulture and Agriculture*, 4, 1-6.
- Ahmad, S., Vashney, A. K., & Srivasta, P. K. (2005). Quality attributes of fruit bar made from papaya and tomato by incorporating hydrocolloids. *International Journal of Food Properties*, 8(1), 89-99.
- Aigster, A., Duncan, S. E., Conforti, F. D., & Barbeau, W. E. (2011). Physicochemical properties and sensory attributes of resistant starch-supplemented granola bars and cereals. *LWT-Food Science and Technology*, 44(10), 2159-2165.
- Akter, M. S., Ahmed, M., & Eun, J. B. (2010). Dietary fibre components, antioxidant activities and hydration properties of ripe persimmon (*Diospyros kaki* L. cv. Daebong) peel powders as affected by different washing treatments. *International Journal of Food Science and Technology*, 45(7), 1464-1471.
- Alan, P. A., Ofelia, R. S., Patricia, T., & Rosario Maribel, R. S. (2012). Cereal bran and wholegrain as a source of dietary fibre: technological and health aspects. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(7), 882-892.
- Alfieri, M. A. H., Pomerleau, J., Grace, D. M., & Anderson, L. (1995). Fiber intake of normal weight, moderately obese and severely obese subjects. *Obesity Research*, 3(6), 541-547.
- Aliani, M., Ryland, D., & Pierce, G. N. (2011). Effect of flax addition on the flavor profile of muffins and snack bars. *Food Research International*, 44(8), 2489-2496.
- Aramouni, F. M., & Abu-Ghoush, M. H. (2011). Physicochemical and sensory characteristics of no-bake wheat-soy snack bars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(1), 44-51.
- Arinzechukwu, C. S., & Nkama, I. (2019). Production and quality evaluation of fruit bars from banana (*Musa sapientum*) and cashew (*Anacardium occidentale*) apple fruit blends. *Asian Food Science Journal*, 10(2), 1-16.
- Arslan, A. (2019). *Karabuğday unları ve ıslak öğütme fraksiyonlarının bazı besinsel, termal ve çirilenme özellikleri* (Yüksek Lisans Tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Türkiye).
- Asami, D. K., Hong, Y. J., Barrett, D. M., & Mitchell, A. E. (2003). Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(5), 1237-1241.
- Ashwin, K., Pattanaik, A. K., & Howarth, G. S. (2021). Polyphenolic bioactives as an emerging group of nutraceuticals for promotion of gut health: A review. *Food Bioscience*, 44, 101376.
- Aurore, G., Parfait, B., & Fährasmane, L. (2009). Bananas, raw materials for making processed food products. *Trends in Food Science and Technology*, 20(2), 78-91.

- Azeredo, H. M., Brito, E. S., Moreira, G. E., Farias, V. L., & Bruno, L. M. (2006). Effect of drying and storage time on the physico-chemical properties of mango leathers. *International Journal of Food Science and Technology*, 41(6), 635-638.
- Azmat, Z., Durrani, Y., Qazi, I. M., Ahmed, I., & Rasheed, S. (2017). Effect of antioxidants on storage quality of apple sucrose bars: Effect of antioxidants on storage quality of apple sucrose bars. *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences: B. Life and Environmental Sciences*, 54(3), 165-175.
- Babbar, N., Dejonghe, W., Gatti, M., Sforza, S., & Elst, K. (2016). Pectic oligosaccharides from agricultural by-products: production, characterization and health benefits. *Critical Reviews in Biotechnology*, 36(4), 594-606.
- Bai, Y., Zhang, M., Atluri, S. C., Chen, J., & Gilbert, R. G. (2020). Relations between digestibility and structures of pumpkin starches and pectins. *Food Hydrocolloids*, 106, 105894.
- Bakker J, Bridle P ve Timberlake CF (1986) "Tristimulus Measurements (CIELAB 76) of Port Wine Colour", *Vitis*, 25: 67-78.
- Balasundram, N., Sundram, K., & Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99(1), 191-203.
- Bandaru, H., & Bakshi, M. (2020). Fruit Leather: Preparation, packaging and its effect on sensorial and physico-chemical properties: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(6), 1699-1709.
- Belitz, H. D., Grosch, W., Belitz, H. D., & Grosch, W. (1999). Fruits and fruit products. *Food Chemistry*, 748-800.
- Ben Rebah, F., & Miled, N. (2013). Fish processing wastes for microbial enzyme production: a review. *3 Biotech*, 3, 255-265.
- Bertenshaw, E. J., Lluch, A., & Yeomans, M. R. (2008). Satiating effects of protein but not carbohydrate consumed in a between-meal beverage context. *Physiology and Behavior*, 93(3), 427-436.
- Bertolami, M. C., Faludi, A. A., & Batlouni, M. (1999). Evaluation of the effects of a new fermented milk product (Gaio) on primary hypercholesterolemia. *European Journal of Clinical Nutrition*, 53(2), 97-101.
- Bhushan, S., Kalia, K., Sharma, M., Singh, B., & Ahuja, P. S. (2008). Processing of apple pomace for bioactive molecules. *Critical Reviews in Biotechnology*, 28(4), 285-296.
- Bijlsma, J., de Bruijn, W. J., Velikov, K. P., & Vincken, J. P. (2022). Unravelling discolouration caused by iron-flavonoid interactions: Complexation, oxidation, and formation of networks. *Food Chemistry*, 370, 131292.
- Bisharat, G. I., Lazou, A. E., Panagiotou, N. M., Krokida, M. K., & Maroulis, Z. B. (2015). Antioxidant potential and quality characteristics of vegetable-enriched corn-based extruded snacks. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 3986-4000.
- Bolade, O. P., Williams, A. B., & Benson, N. U. (2020). Green synthesis of iron-based nanomaterials for environmental remediation: A review. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 13, 100279.
- Bower, J. A., & Whitten, R. (2000). Sensory characteristics and consumer liking for cereal bar snack foods. *Journal of Sensory Studies*, 15(3), 327-345.
- Caballero, B., Trugo, L., & Finglas, P. (2003). *Encyclopedia of food sciences and nutrition: Volumes 1-10* (No. Ed. 2). Elsevier Science BV.
- Cemeroğlu B (2013) Gıda Analizleri, ISBN: 978-605-63419-3-9, Bizim Grup Basımevi, Ankara.

- Chauhan, S. K., Joshi, V. K., & Lal, B. B. (1993). Apricot-Soy fruit-bar: A new protein enriched product. *Journal of Food Science and Technology (India)*.
- Ching, L. S., & Mohamed, S. (2001). Alpha-tocopherol content in 62 edible tropical plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(6), 3101-3105.
- Chou, C. J., Affolter, M., & Kussmann, M. (2012). A nutrigenomics view of protein intake: Macronutrient, bioactive peptides, and protein turnover. *Progress in Molecular Biology and Translational Science*, 108, 51-74.
- Ciriminna, R., Chavarría-Hernández, N., Inés Rodríguez Hernández, A., & Pagliaro, M. (2015). Pectin: A new perspective from the biorefinery standpoint. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 9(4), 368-377.
- Combs Jr, G. F., & McClung, J. P. (2016). *The vitamins: Fundamental Aspects in Nutrition and Health*. Academic press: Cambridge, MA, USA,
- Constantin, O. E., & Istrati, D. I. (2018). Functional properties of snack bars. In *Functional foods* (pp. 1-14). Rijeka, Croatia: IntechOpen.
- Cormick, G., Betran, A. P., Romero, I. B., Cormick, M. S., Belizán, J. M., Bardach, A., & Ciapponi, A. (2021). Effect of calcium fortified foods on health outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 13(2), 316.
- Cui, Z. W., Li, C. Y., Song, C. F., & Song, Y. (2008). Combined microwave-vacuum and freeze drying of carrot and apple chips. *Drying Technology*, 26(12), 1517-1523.
- Cywińska-Antonik, M., Chen, Z., Groele, B., & Marszałek, K. (2023). Application of Emerging Techniques in Reduction of the Sugar Content of Fruit Juice: Current Challenges and Future Perspectives. *Foods*, 12(6), 1181.
- Dar, B. N., Sharma, S., & Nayik, G. A. (2016). Effect of storage period on physiochemical, total phenolic content and antioxidant properties of bran enriched snacks. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 10, 755-761.
- Davey, M. W., Van den Bergh, I., Markham, R., Swennen, R., & Keulemans, J. (2009). Genetic variability in Musa fruit provitamin A carotenoids, lutein and mineral micronutrient contents. *Food Chemistry*, 115(3), 806-813.
- Dhiman, A. K., Thakur, P., Attri, S., Kathuria, D., & Ramachandran, P. (2020). Utilization of ripe pumpkin (*Cucurbita moschata*) for the development of fruit bar. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 39(6), 63-73.
- Dhok, A., Butola, L. K., Anjankar, A., Shinde, A. D. R., Kute, P. K., & Jha, R. K. (2020). Role of vitamins and minerals in improving immunity during Covid-19 pandemic-A review. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 9(32), 2296-301.
- Diaz, J. R., De Las Cagigas, A., & Rodriguez, R. (2003). Micronutrient deficiencies in developing and affluent countries. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57(1), S70-S72.
- Doymaz, İ. (2004). Pretreatment effect on sun drying of mulberry fruits (*Morus alba* L.). *Journal of Food Engineering*, 65(2), 205-209.
- Droby, S. (2005). Improving quality and safety of fresh fruits and vegetables after harvest by the use of biocontrol agents and natural materials. In *I International Symposium on Natural Preservatives in Food Systems* 709 (pp. 45-52).
- Dullius, A., Goettert, M. I., & de Souza, C. F. V. (2018). Whey protein hydrolysates as a source of bioactive peptides for functional foods—Biotechnological facilitation of industrial scale-up. *Journal of Functional Foods*, 42, 58-74.
- Dupasquier, C. M., Dibrov, E., Kneesh, A. L., Cheung, P. K., Lee, K. G., Alexander, H. K., & Pierce, G. N. (2007). Dietary flaxseed inhibits atherosclerosis in the LDL receptor-deficient mouse

in part through antiproliferative and anti-inflammatory actions. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 293(4), H2394-H2402.

Dupasquier, C. M., Weber, A. M., Ander, B. P., Rampersad, P. P., Steigerwald, S., Wigle, J. T., & Pierce, G. N. (2006). Effects of dietary flaxseed on vascular contractile function and atherosclerosis during prolonged hypercholesterolemia in rabbits. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 291(6), H2987-H2996.

Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., & Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry*, 124(2), 411-421.

Eni, A. O., Oluwawemitan, I. A., & Oranusi, S. U. (2010). Microbial quality of fruits and vegetables sold in Sango Ota, Nigeria. *African Journal of Food Science*, 4(5), 291-296.

Esposito, F., Arlotti, G., Bonifati, A. M., Napolitano, A., Vitale, D., & Fogliano, V. (2005). Antioxidant activity and dietary fibre in durum wheat bran by-products. *Food Research International*, 38(10), 1167-1173.

Eyiz, V. (2019). *Yenilebilir filmlerin meyve ve tahıl barlarının fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi* (Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi (Türkiye)).

Eyiz, V., Tontul, İ., & Türker, S. (2020). The effect of edible coatings on physical and chemical characteristics of fruit bars. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14, 1775-1783.

Ferrari, C. C., Morgano, M. A., & Germer, S. P. M. (2021). Evaluation of water sorption isotherm, glass transition temperature, vitamin C and color stability of mango peel powder during storage. *SN Applied Sciences*, 3, 1-12.

Ferreira, M. S., Santos, M. C., Moro, T. M., Basto, G. J., Andrade, R. M., & Gonçalves, É. C. (2015). Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 822-830.

Forster, M., Rodríguez Rodríguez, E., Darias Martín, J., & Díaz Romero, C. (2003). Distribution of nutrients in edible banana pulp. *Food Technology and Biotechnology*, 41(2), 167-171.

Funebo, T., & Ohlsson, T. (1998). Microwave-assisted air dehydration of apple and mushroom. *Journal of Food Engineering*, 38(3), 353-367.

García, O. P. (2023). Phosphorus. İçinde B. Caballero (Ed.), *Encyclopedia of Human Nutrition (Fourth Edition)* (ss. 346-351).

Gomes, S. P., Nyengaard, J. R., Misawa, R., Girotti, P. A., Castelucci, P., Blazquez, F. H. J., & Ribeiro, A. A. C. (2009). Atrophy and neuron loss: Effects of a protein-deficient diet on sympathetic neurons. *Journal of Neuroscience Research*, 87(16), 3568-3575.

Gonzalez, E., & Draganchuk, M. (2003). Flavoring nutrition bars. *Cereal Foods World*, 48(5), 250.

Gordon, D. T. (1989). Functional properties vs physiological action of total dietary fiber. *Cereal Foods World (USA)*.

Gould, W. A. (2013). *Glossary for the food industries*. Elsevier.

Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Gill, S., & Sihag, M. (2014). Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 1633-1653.

Grant, L. J., Mikkelsen, D., Ouwerkerk, D., Klieve, A. V., Gidley, M. J., & Williams, B. A. (2019). Whole fruit pulp (mango) and a soluble fibre (pectin) impact bacterial diversity and abundance differently within the porcine large intestine. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 19, 100192.

- Grootaert, C., Voorspoels, S., Jacobs, G., Matthijs, B., Possemiers, S., Van der Saag, H., & Lucey, A. (2019). Clinical aspects of egg bioactive peptide research: A review. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(6), 1967-1975.
- Guo, D. L., & Luo, Z. R. (2011). Genetic relationships of the Japanese persimmon *Diospyros kaki* (Ebenaceae) and related species revealed by SSR analysis. *Genetics and Molecular Research* 10(2), 1060-1068.
- Gutkoski, L. C., Bonamigo, J. M. D. A., Teixeira, D. M. D. F., & Pedó, I. (2007). Development of oat based cereal bars with high dietary fiber content. *Food Science and Technology*, 27, 355-363.
- Habauzit, V., & Morand, C. (2012). Evidence for a protective effect of polyphenols-containing foods on cardiovascular health: an update for clinicians. *Therapeutic Advances in Chronic Disease*, 3(2), 87-106.
- Habeych, E., van Kogelenberg, V., Sagalowicz, L., Michel, M., & Galaffu, N. (2016). Strategies to limit colour changes when fortifying food products with iron. *Food Research International*, 88, 122-128.
- Hansen, H. S. (1994). New Biological and Clinical Roles for the n-6 and n-3 Fatty Acids. *Nutrition Reviews*, 52(5), 162-167.
- Hathcock, J. N. (1997). Vitamins and minerals: efficacy and safety. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 66(2), 427-437.
- Hosny, M., & Rosazza, J. P. (2002). Novel oxidations of (+)-catechin by horseradish peroxidase and laccase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(20), 5539-5545.
- Howarth, N. C., Saltzman, E., & Roberts, S. B. (2001). Dietary fiber and weight regulation. *Nutrition Reviews*, 59(5), 129-139.
- Hřivná, L., Machálková, L., Burešová, I., Nedomová, Š., & Gregor, T. (2021). Texture, color, and sensory changes occurring in chocolate bars with filling during storage. *Food Science and Nutrition*, 9(9), 4863-4873.
- Hussain, A., Kausar, T., Din, A., Murtaza, M. A., Jamil, M. A., Noreen, S., & Ramzan, M. A. (2021). Determination of total phenolic, flavonoid, carotenoid, and mineral contents in peel, flesh, and seeds of pumpkin (*Cucurbita maxima*). *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(6), e15542.
- Isabelle, M., Lee, B. L., Lim, M. T., Koh, W. P., Huang, D., & Ong, C. N. (2010). Antioxidant activity and profiles of common fruits in Singapore. *Food Chemistry*, 123(1), 77-84.
- Jaturonglumlert, S., & Kiatsiriroat, T. (2010). Heat and mass transfer in combined convective and far-infrared drying of fruit leather. *Journal of Food Engineering*, 100(2), 254-260.
- Jesionkowska, K., Sijtsema, S., Simoneaux, R., Konopacka, D., & Plochanski, W. (2008). Preferences and consumption of dried fruit and dried fruit products among Dutch, French and Polish consumers. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 16, 261-274.
- Jiang, J., Zhang, Z., Zhao, J., & Liu, Y. (2018). The effect of non-covalent interaction of chlorogenic acid with whey protein and casein on physicochemical and radical-scavenging activity of in vitro protein digests. *Food Chemistry*, 268, 334-341.
- Jiang, Z., Wang, K., Zhao, X., Li, J., Yu, R., Fu, R., & Hou, J. (2021). High-protein nutrition bars: Hardening mechanisms and anti-hardening methods during storage. *Food Control*, 127, 108127.
- Jiménez-Colmenero, F. (2007). Healthier lipid formulation approaches in meat-based functional foods. Technological options for replacement of meat fats by non-meat fats. *Trends in Food Science and Technology*, 18(11), 567-578.
- Jun, H. I., Lee, C. H., Song, G. S., & Kim, Y. S. (2006). Characterization of the pectic polysaccharides from pumpkin peel. *LWT-Food Science and Technology*, 39(5), 554-561.

Kalt, W., Cassidy, A., Howard, L. R., Krikorian, R., Stull, A. J., Tremblay, F., & Zamora-Ros, R. (2020). Recent research on the health benefits of blueberries and their anthocyanins. *Advances in Nutrition*, 11(2), 224-236.

Katayama, M., & Wilson, L. A. (2008). Utilization of okara, a byproduct from soymilk production, through the development of soy-based snack food. *Journal of Food Science*, 73(3), S152-S157.

Kaur, C., & Kapoor, H. C. (2001). Antioxidants in fruits and vegetables—the millennium's health. *International Journal of Food Science and Technology*, 36(7), 703-725.

Kaushal, M., Sharma, P. C., & Sharma, R. (2013). Formulation and acceptability of foam mat dried seabuckthorn (*Hippophae salicifolia*) leather. *Journal of Food Science and Technology*, 50, 78-85.

Kaya, A., Aydın, O., & Kolaylı, S. (2010). Effect of different drying conditions on the vitamin C (ascorbic acid) content of Hayward kiwifruits (*Actinidia deliciosa* Planch). *Food and Bioprocess Technology*, 88(2-3), 165-173.

Kendall, C. W., Emam, A., Augustin, L. S., & Jenkins, D. J. (2004). Resistant starches and health. *Journal of AOAC International*, 87(3), 769-774.

Kim, S. K., Ravichandran, Y. D., & Kong, C. S. (2012). Applications of calcium and its supplement derived from marine organisms. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52(6), 469-474.

Kokkonen, HE, Ilvesaro, JM, Morra, M., Schols, HA ve Tuukkanen, J. (2007). Modifiye pektin moleküllerinin kemik hücrelerinin büyümesi üzerine etkisi. *Biyomakromoleküller*, 8 (2), 509-515.

Kolanowski, W., & Laufenberg, G. (2006). Enrichment of food products with polyunsaturated fatty acids by fish oil addition. *European Food Research and Technology*, 222, 472-477.

Kulczyński, B., Gramza-Michałowska, A., & Królczyk, J. B. (2020). Optimization of extraction conditions for the antioxidant potential of different pumpkin varieties (*Cucurbita maxima*). *Sustainability*, 12(4), 1305.

Kumar, A. L., Madhumathi, C., Sadarunnisa, S., & Latha, P. (2017). Quality evaluation and storage study of papaya guava fruit bar. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(4), 2082-2087.

Kumar, S., Singh, U., Goswami, C., & Singru, P. S. (2017). Transient receptor potential vanilloid 5 (TRPV5), a highly Ca²⁺-selective TRP channel in the rat brain: relevance to neuroendocrine regulation. *Journal of Neuroendocrinology*, 29(4).

Kurosumi, A., Sasaki, C., Kumada, K., Kobayashi, F., Mtui, G., & Nakamura, Y. (2007). Novel extraction method of antioxidant compounds from *Sasa palmata* (Bean) Nakai using steam explosion. *Process Biochemistry*, 42(10), 1449-1453.

Lange, K. W. (2020). Omega-3 fatty acids and mental health. *Global Health Journal*, 4(1), 18-30.

Layman, D. K., Lönnerdal, B., & Fernstrom, J. D. (2018). Applications for α -lactalbumin in human nutrition. *Nutrition reviews*, 76(6), 444-460.

Lechevalier, V., Guérin-Dubiard, C., Anton, M., Beaumal, V., Briand, E. D., Gillard, A., & Nau, F. (2017). Effect of dry heat treatment of egg white powder on its functional, nutritional and allergenic properties. *Journal of Food Engineering*, 195, 40-51.

Lee, Y. K., Chung, W. I., & Ezura, H. (2003). Efficient plant regeneration via organogenesis in winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.). *Plant science*, 164(3), 413-418.

Leusink, G. J., Kitts, D. D., Yaghmaee, P., & Durance, T. (2010). Retention of antioxidant capacity of vacuum microwave dried cranberry. *Journal of Food Science*, 75(3), C311-C316.

- Li, K., Wang, X. F., Li, D. Y., Chen, Y. C., Zhao, L. J., Liu, X. G., & Deng, H. W. (2018). The good, the bad, and the ugly of calcium supplementation: a review of calcium intake on human health. *Clinical Interventions in Aging*, 2443-2452.
- Li, M., Liang, D., Pu, F., Ma, F., Hou, C., & Lu, T. (2009). Ascorbate levels and the activity of key enzymes in ascorbate biosynthesis and recycling in the leaves of 22 Chinese persimmon cultivars. *Scientia Horticulturae*, 120(2), 250-256.
- Lim, Y. Y., Lim, T. T., & Tee, J. J. (2007). Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. *Food Chemistry*, 103(3), 1003-1008.
- Lin, P. H., Miwa, S., Li, Y. J., Wang, Y., Levy, E., Lastor, K., & Champagne, C. (2010). Factors influencing dietary protein sources in the premier trial population. *Journal of the American Dietetic Association*, 110(2), 291-295.
- Lin, T. M., Durance, T. D., & Scaman, C. H. (1998). Characterization of vacuum microwave, air and freeze dried carrot slices. *Food Research International*, 31(2), 111-117.
- Loria Kohen, V., Gómez Candela, C., Lourenço Nogueira, T., Pérez Torres, A., Castillo Rabaneda, R., Villarino Marin, M., & Zurita, L. (2009). Evaluación de la utilidad de un Programa de Educación Nutricional en Trastornos de la Conducta Alimentaria. *Nutrición Hospitalaria*, 24(5), 558-567.
- Loveday, S. M., Hindmarsh, J. P., Creamer, L. K., & Singh, H. (2010). Physicochemical changes in intermediate-moisture protein bars made with whey protein or calcium caseinate. *Food Research International*, 43(5), 1321-1328.
- Luh, N., Karel, M., & Flink, J. M. (1976). A simulated fruit gel suitable for freeze dehydration. *Journal of Food Science*, 41(1), 89-93.
- Luo, W., Zhao, M., Yang, B., Ren, J., Shen, G., & Rao, G. (2011). Antioxidant and antiproliferative capacities of phenolics purified from *Phyllanthus emblica* L. fruit. *Food Chemistry*, 126(1), 277-282.
- Luo, Z. (2007). Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of postharvest persimmon (*Diospyros kaki* L.) fruit. *LWT-Food Science and Technology*, 40(2), 285-291.
- Mahawar, M. K., Jalgaonkar, K., Bibwe, B., Kulkarni, T., Bhushan, B., & Meena, V. S. (2018). Optimization of mixed aonla-guava fruit bar using response surface methodology. *Nutrition and Food Science*, 48(4), 621-630.
- Mahmood, L. (2014). The metabolic processes of folic acid and Vitamin B12 deficiency. *Journal of Health Research and Reviews*, 1(1), 5.
- Maity, T., Bawa, A. S., & Raju, P. S. (2016). Optimization and quality assessment of ready-to-eat intermediate moisture compressed beetroot bar. *Journal of Food Science and Technology*, 53, 3233-3243.
- Margetts, B. M., Martinez, J. A., Saba, A., Holm, L., Kearney, M., & Moles, A. (1997). Definitions of 'healthy' eating: a pan-EU survey of consumer attitudes to food, nutrition and health. *European Journal of Clinical Nutrition*, 51(2), S23.
- Martinchik, A. N., Baturin, A. K., Zubtsov, V. V., & Vlu, M. (2012). Nutritional value and functional properties of flaxseed. *Voprosy Pitaniia*, 81(3), 4-10.
- Maskan, A., Kaya, S., & Maskan, M. (2002). Hot air and sun drying of grape leather (pestil). *Journal of Food Engineering*, 54(1), 81-88.
- Maskan, M. (2001). Drying, shrinkage and rehydration characteristics of kiwifruits during hot air and microwave drying. *Journal of Food Engineering*, 48(2), 177-182.
- Mathur, V. K., Das, S. A., Jayaraman, K. S., & Bhatia, B. S. (1972). Preparation of fruit bars for use in combat rations. *Indian Food Packer*, 26(2), 33-35.

- Mattila, P., Hellström, J., & Törrönen, R. (2006). Phenolic acids in berries, fruits, and beverages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(19), 7193-7199.
- McMahon, D. J., Adams, S. L., & McManus, W. R. (2009). Hardening of high-protein nutrition bars and sugar/Polyol-Protein Phase Separation. *Journal of Food Science*, 74(6), E312-E321.
- Mehta, R. S. (2005). Dietary fiber benefits. *Cereal Foods World*, 50(2), 66.
- Michalska, A., & Łysiak, G. (2015). Bioactive compounds of blueberries: Post-harvest factors influencing the nutritional value of products. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(8), 18642-18663.
- Milczarek, R. R., Vilches, A. M., Olsen, C. W., Breksa, A. P., Mackey, B. E., & Brandl, M. T. (2020). Physical, microbial, and chemical quality of hot-air-dried persimmon (*Diospyros kaki*) chips during storage. *Journal of Food Quality*, 2020, 1-15.
- Moslehi, N., Bijlsma, J., de Bruijn, W. J., Velikov, K. P., Vincken, J. P., & Kegel, W. K. (2022). Design and characterization of Ca-Fe (III) pyrophosphate salts with tunable pH-dependent solubility for dual-fortification of foods. *Journal of Functional Foods*, 92, 105066.
- Mujumdar, A. S. (2006). Principles, classification, and selection of dryers. *Handbook of Industrial Drying*, 3, 3-32.
- Nakagawa, T., Nakatsuka, A., Yano, K., Yasugahira, S., Nakamura, R., Sun, N., & Itamura, H. (2008). Expressed sequence tags from persimmon at different developmental stages. *Plant Cell Reports*, 27, 931-938.
- Narayana, C. K., Mustaffa, M. M., & Sathiamoorthy, S. (2007). Standardization of process for preparation of banana fruit bar. *Indian Journal of Horticulture*, 64(3), 349-350.
- Nawirska, A., Figiel, A., Kucharska, A. Z., Sokół-Łętowska, A., & Biesiada, A. (2009). Drying kinetics and quality parameters of pumpkin slices dehydrated using different methods. *Journal of Food Engineering*, 94(1), 14-20.
- Nicoli, M. C., Anese, M., & Parpinel, M. (1999). Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*, 10(3), 94-100.
- Nicoli, M. C., Anese, M., Parpinel, M. T., Franceschi, S., & Lerici, C. R. (1997). Loss and/or formation of antioxidants during food processing and storage. *Cancer Letters*, 114(1-2), 71-74.
- Nijhuis, H. H., Torringa, H. M., Muresan, S., Yuksel, D., Leguijt, C., & Kloek, W. (1998). Approaches to improving the quality of dried fruit and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*, 9(1), 13-20.
- North American Menopause Society. (2001). The role of calcium in peri-and postmenopausal women: consensus opinion of The North American Menopause Society. *Menopause (New York, NY)*, 8(2), 84-95.
- Nowak, D., & Lewicki, P. P. (2004). Infrared drying of apple slices. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 5(3), 353-360.
- Nussinovitch, A., Jaffe, N., & Gillilov, M. (2004). Fractal pore-size distribution on freeze-dried agar-texturized fruit surfaces. *Food Hydrocolloids*, 18(5), 825-835.
- Nwofia, G. E., Victoria, N. N., & Blessing, K. N. (2012). Nutritional variation in fruits and seeds of pumpkins (*Cucurbita* Spp) accessions from Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition*, 11(10), 848.
- Orrego, C. (2008). Congelación y liofilización de alimentos. *Manizales, Colombia: Artes Gráficas Tizan Ltda.*
- Orrego, C. E., Pamplona, F., & Pérez, V. H. (2009). Low pressure water diffusivity measurements of freeze-dried tomato tree (*Cyphomandra betacea* (cav) send) juice. *Ireche*, 1, 1-9.

- Orrego, C. E., Salgado, N., & Botero, C. A. (2014). Developments and trends in fruit bar production and characterization. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(1), 84-97.
- Oz, A. T. (2011). Combined effects of 1-methyl cyclopropene (1-MCP) and modified atmosphere packaging (MAP) on different ripening stages of persimmon fruit during storage. *African Journal of Biotechnology*, 10(4), 807-814.
- Park, Y., Hunter, D. J., Spiegelman, D., Bergkvist, L., Berrino, F., Van Den Brandt, P. A., & Smith-Warner, S. A. (2005). Dietary fiber intake and risk of colorectal cancer: a pooled analysis of prospective cohort studies. *Jama*, 294(22), 2849-2857.
- Parn, O. J., Bhat, R., Yeoh, T. K., & Al-Hassan, A. A. (2015). Development of novel fruit bars by utilizing date paste. *Food Bioscience*, 9, 20-27.
- Patel, S. (2015). Emerging trends in nutraceutical applications of whey protein and its derivatives. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 6847-6858.
- Quan, T. H., & Benjakul, S. (2019). Production and characterisation of duck albumen hydrolysate using enzymatic process. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(11), 3015-3023.
- Rajagukguk, Y. V., Arnold, M., Sidor, A., Kulczyński, B., Brzozowska, A., Schmidt, M., & Gramza-Michałowska, A. (2022). Antioxidant activity, probiotic survivability, and sensory properties of a phenolic-rich pulse snack bar enriched with *Lactiplantibacillus plantarum*. *Foods*, 11(3), 309.
- Rispail, N., Morris, P., & Webb, K. J. (2005). Phenolic compounds: extraction and analysis. *Lotus Japonicus Handbook*, 7, 349-355.
- Routray, W., & Orsat, V. (2011). Blueberries and their anthocyanins: factors affecting biosynthesis and properties. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10(6), 303-320.
- Rubio-Rodríguez, N., Beltrán, S., Jaime, I., de Diego, S. M., Sanz, M. T., & Carballido, J. R. (2010). Production of omega-3 polyunsaturated fatty acid concentrates: A review. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11(1), 1-12.
- Ryland, D., Vaisey-Genser, M., Arntfield, S. D., & Malcolmson, L. J. (2010). Development of a nutritious acceptable snack bar using micronized flaked lentils. *Food Research International*, 43(2), 642-649.
- Saghiri, M. A., Asatourian, A., Ershadifar, S., Moghadam, M. M., & Sheibani, N. (2017). Vitamins and regulation of angiogenesis: [A, B1, B2, B3, B6, B9, B12, C, D, E, K]. *Journal of Functional Foods*, 38, 180-196.
- Saha, S., & Roy, A. (2020). Whole grain rice fortification as a solution to micronutrient deficiency: Technologies and need for more viable alternatives. *Food Chemistry*, 326, 127049.
- Saini, R. K., & Keum, Y. S. (2018). Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: Dietary sources, metabolism, and significance A review. *Life Sciences*, 203, 255-267.
- Sakai, N., & Hanzawa, T. (1994). Applications and advances in far-infrared heating in Japan. *Trends in Food Science and Technology*, 5(11), 357-362.
- Salleh, R. M., Ying, T. L., & Mousavi, L. (2017). Development of fruit bar using sapodilla (*Manilkara zapota* L.). *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(2), e12806.
- Sánchez-Mata, M. C., Cámara-Hurtado, M., Díez-Marqués, C., & Torija-Isasa, M. E. (2000). Comparison of high-performance liquid chromatography and spectrofluorimetry for vitamin C analysis of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *European Food Research and Technology*, 210, 220-225.
- Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2005). Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Critical reviews in Food Science and Nutrition*, 45(4), 287-306.

- Shang, N., Chaplot, S., & Wu, J. (2018). Food proteins for health and nutrition. In *Proteins in Food Processing* (pp. 301-336). Woodhead Publishing.
- Shanthi K, Banumathi P, S Amutha. (2020) Storage stability of pulse protein enriched mango bars in different packaging materials. *International Journal of Chemical Studies*, 8(6):463-466.
- Sharma, A., Chen, C. R., & Lan, N. V. (2009). Solar-energy drying systems: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(6-7), 1185-1210.
- Sharma, S. K., Chaudhary, S. P., Rao, V. K., Yadav, V. K., & Bisht, T. S. (2013). Standardization of technology for preparation and storage of wild apricot fruit bar. *Journal of Food Science and Technology*, 50, 784-790.
- Sharma, V. K., Colangelo, A., & Spagna, G. (1993). Experimental performance of an indirect type solar fruit and vegetable dryer. *Energy Conversion and Management*, 34(4), 293-308.
- Shaviklo, A. R., Azaribeh, M., Moradi, Y., & Zangeneh, P. (2015). Formula optimization and storage stability of extruded puffed corn-shrimp snacks. *LWT-Food Science and Technology*, 63(1), 307-314.
- Silva, E. C. D., Santos Sobrinho, V. D., & Cereda, M. P. (2013). Stability of cassava flour-based food bars. *Food Science and Technology*, 33, 192-198.
- Silva, E. P. D., Siqueira, H. H., Damiani, C., & Vilas Boas, E. V. D. B. (2016). Physicochemical and sensory characteristics of snack bars added of jerivá flour (*Syagrus romanzoffiana*). *Food Science and Technology*, 36, 421-425.
- Silva, S., Costa, E. M., Veiga, M., Morais, R. M., Calhau, C., & Pintado, M. (2020). Health promoting properties of blueberries: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(2), 181-200.
- Silva-Espinoza, M. A., Camacho, M. D. M., & Martínez-Navarrete, N. (2021). Effect of storage temperature on the crispness, colour and bioactive compounds of an orange snack obtained by freeze-drying. *British Food Journal*, 123(6), 2095-2106.
- Singh Gujral, H., & Singh Brar, S. (2003). Effect of hydrocolloids on the dehydration kinetics, color, and texture of mango leather. *International Journal of Food Properties*, 6(2), 269-279.
- Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2016). Bioactive compounds in banana and their associated health benefits A review. *Food Chemistry*, 206, 1-11.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Sinha, R., Patterson, B. H., Mangels, A. R., Levander, O. A., Gibson, T., Taylor, P. R., & Block, G. (1993). Determinants of plasma vitamin E in healthy males. *Cancer epidemiology, biomarkers & prevention: a publication of the American Association for Cancer Research, cosponsored by the American Society of Preventive Oncology*, 2(5), 473-479.
- Smithers, G. W., Ballard, F. J., Copeland, A. D., de Silva, K. J., Dionysius, D. A., Francis, G. L., & Regester, G. O. (1996). New opportunities from the isolation and utilization of whey proteins. *Journal of Dairy Science*, 79(8), 1454-1459.
- Sojak, M., & Głowacki, S. (2010). Analysis of giant pumpkin (*Cucurbita maxima*) drying kinetics in various technologies of convective drying. *Journal of Food Engineering*, 99(3), 323-329.
- Someya, S., Yoshiki, Y., & Okubo, K. (2002). Antioxidant compounds from bananas (*Musa Cavendish*). *Food Chemistry*, 79(3), 351-354.
- Sousa, G. T., Lira, F. S., Rosa, J. C., de Oliveira, E. P., Oyama, L. M., Santos, R. V., & Pimentel, G. D. (2012). Dietary whey protein lessens several risk factors for metabolic diseases: a review. *Lipids in Health and Disease*, 11, 1-9.

- Southgate, D. A. T. (1969). Determination of carbohydrates in foods II. Unavailable carbohydrates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 20(6), 331-335.
- Spotti, M. J., & Campanella, O. H. (2017). Functional modifications by physical treatments of dietary fibers used in food formulations. *Current Opinion in Food Science*, 15, 70-78.
- Sreekumar, A., Manikantan, P. E., & Vijayakumar, K. P. (2008). Performance of indirect solar cabinet dryer. *Energy Conversion and Management*, 49(6), 1388-1395.
- Sreemathi, M., Sankaranarayanan, R., & Balasubramanyan, S. (2008). Sapota-papaya bar. *Madras Agricultural Journal*, 95(jan-jun), 1.
- Stover, P. J. (2009). One-carbon metabolism–genome interactions in folate-associated pathologies. *The Journal of nutrition*, 139(12), 2402-2405.
- Sung, Y. Y., Kim, S. H., Kim, D. S., Park, S. H., Yoo, B. W., & Kim, H. K. (2014). Nutritional composition and anti-obesity effects of cereal bar containing *Allium fistulosum* (welsh onion) extract. *Journal of Functional Foods*, 6, 428-437.
- Sun-Waterhouse, D., Teoh, A., Massarotto, C., Wibisono, R., & Wadhwa, S. (2010). Comparative analysis of fruit-based functional snack bars. *Food Chemistry*, 119(4), 1369-1379.
- Suzuki, K., Tsubaki, S., Fujita, M., Koyama, N., Takahashi, M., & Takazawa, K. (2010). Effects of safflower seed extract on arterial stiffness. *Vascular Health and Risk Management*, 1007-1014.
- Szydłowska, A., Zielińska, D., Trzaskowska, M., Neffe-Skocińska, K., Łepecka, A., Okoń, A., & Kołożyn-Krajewska, D. (2022). Development of Ready-to-Eat Organic Protein Snack Bars: Assessment of Selected Changes of Physicochemical Quality Parameters and Antioxidant Activity Changes during Storage. *Foods*, 11(22), 3631.
- Tan, B. K., & Harris, N. D. (1995). Maillard reaction products inhibit apple polyphenoloxidase. *Food Chemistry*, 53(3), 267-273.
- Tarko, T., Duda-Chodak, A., & Tuszyński, T. (2009). The influence of microwaves and selected manufacturing parameters on apple chip quality and antioxidant activity. *Journal of Food Processing and Preservation*, 33(5), 676-690.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., & Byrne, D. H. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6-7), 669-675.
- Thammasena, R., Fu, C. W., Liu, J. H., & Liu, D. C. (2020). Evaluation of nutrient content, physicochemical and functional properties of desalted duck egg white by ultrafiltration as desalination. *Animal Science Journal*, 91(1), e13339.
- Thériault, M., Caillet, S., Kermasha, S., & Lacroix, M. (2006). Antioxidant, antiradical and antimutagenic activities of phenolic compounds present in maple products. *Food Chemistry*, 98(3), 490-501.
- Timoumi, S., Mihoubi, D., & Zagrouba, F. (2007). Shrinkage, vitamin C degradation and aroma losses during infra-red drying of apple slices. *LWT-Food Science and Technology*, 40(9), 1648-1654.
- Topping, D. L., Fukushima, M., & Bird, A. R. (2003). Resistant starch as a prebiotic and synbiotic: state of the art. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62(1), 171-176.
- Vadivambal, R., & Jayas, D. S. (2007). Changes in quality of microwave-treated agricultural products a review. *Biosystems Engineering*, 98(1), 1-16.
- Van Itallie, T. B. (1978). Dietary fiber and obesity. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 31(10), S43-S52.

- Vijayanand, P., Yadav, A. R., Balasubramanyam, N., & Narasimham, P. (2000). Storage stability of guava fruit bar prepared using a new process. *LWT-Food Science and Technology*, 33(2), 132-137.
- Wall, M. M. (2006). Ascorbic acid, vitamin A, and mineral composition of banana (*Musa* sp.) and papaya (*Carica papaya*) cultivars grown in Hawaii. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(5), 434-445.
- Wu, T., Gao, Y., Guo, X., Zhang, M., & Gong, L. (2018). Blackberry and blueberry anthocyanin supplementation counteract high-fat-diet-induced obesity by alleviating oxidative stress and inflammation and accelerating energy expenditure. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2018.
- Wu, Y., Yang, H., Yang, H., Zhang, C., Lyu, L., Li, W., & Wu, W. (2022). A physiological and metabolomic analysis reveals the effect of shading intensity on blueberry fruit quality. *Food Chemistry: X*, 15, 100367.
- Yang, W., Guo, Y., Liu, M., Chen, X., Xiao, X., Wang, S., & Chen, F. (2022). Structure and function of blueberry anthocyanins: A review of recent advances. *Journal of Functional Foods*, 88, 104864.
- Yaqub, S., Farooq, U., Shafi, A., Akram, K., Murtaza, M. A., Kausar, T., & Siddique, F. (2016). Chemistry and functionality of bioactive compounds present in persimmon. *Journal of Chemistry*, 2016.
- Yelshanskaya, M. V., Nadezhdin, K. D., Kurnikova, M. G., & Sobolevsky, A. I. (2021). Structure and function of the calcium-selective TRP channel TRPV6. *The Journal of Physiology*, 599(10), 2673-2697.
- Yongsawatdigul, J., & Gunasekaran, S. (1996). Microwave-vacuum drying of cranberries: Part II. Quality evaluation. *Journal of Food Processing and Preservation*, 20(2), 145-156.
- Ziegler, V., Ferreira, C. D., Hoffmann, J. F., Chaves, F. C., Vanier, N. L., de Oliveira, M., & Elias, M. C. (2018). Cooking quality properties and free and bound phenolics content of brown, black, and red rice grains stored at different temperatures for six months. *Food Chemistry*, 242, 427-43.

7. EKLER

EK 1 Depolama süresince Tekstür Profil Analizine ait örnek grafik

