



ACIBADEM MEHMET ALİ AYDINLAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MUZ KABUĞU KULLANILARAK ELDE EDİLEN
PARAPROBİYOTİK İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ
ATIŞTIRMALIK BAR ÜRETİMİ, BARIN BESİNSEL VE
DUYUSAL KALİTE ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

MERVE SAVICI
DOKTORA TEZİ

BESLENME VE DİYETETİK ANA BİLİM DALI

DANIŞMAN
Doç. Dr. K. Esen Karaca Çelik

İKİNCİ TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Murat Baş

İSTANBUL-2022



ACIBADEM MEHMET ALİ AYDINLAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MUZ KABUĞU KULLANILARAK ELDE EDİLEN
PARAPROBİYOTİK İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ
ATIŞTIRMALIK BAR ÜRETİMİ, BARIN BESİNSEL VE
DUYUSAL KALİTE ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

MERVE SAVICI
DOKTORA TEZİ

BESLENME VE DİYETETİK ANA BİLİM DALI

DANIŞMAN
Doç. Dr. K. Esen Karaca Çelik

İKİNCİ TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Murat Baş

İSTANBUL-2022

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

05/10/2022

Merve Savıcı

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek lisans ve doktora eğitimim ve tez sürecim boyunca bana daima yol gösteren, yardım ve desteğini esirgemeyen değerli tez danışmanım Doç. Dr. Esen KARACA ÇELİK'e

Lisans eğitimime başladığımdan beri bakış açısı ve bilgi birikimiyle bana daima örnek olan, yol gösteren ikinci tez danışmanım Prof. Dr. Murat BAŞ'a,

Tez sürecim boyunca benden hem babalığını hem emeklerini esirgemeyen; bakış açısı, bilgi birikimi ve desteğini ömür boyu unutmayacağım canım hocam Prof. Dr. Hakan KULEAŞAN'a,

Yardım ve desteklerine her zaman minnettar olacağım, özellikle manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen canım arkadaşlarım Aylin KORKUT ALTINTAŞ ve Esra UĞUR'a,

Bu yolculukta ve diğer tüm yolculuklarımda daima arkamda olan CANIM AİLEME,

Bu süreçteki teşvik ve desteğini her zaman hissettiğim Öğr. Gör. Habip Mehmet SEVGİ'ye,

Lisansüstü yolculuğunda bilgilerine her zaman danıştığım, sırt sırta verdiğim, desteklerine başvurduğum ve motivasyon kaynaklarım, yol arkadaşlarım Esra Tansu SARIYER, Gonca YILDIRIM, Özge EROL DOĞAN ve Mutlu Tuce ÜLKER'e

Çalışmama katılan ve çalışmamın tamamlanmasına katkı sağlayan tüm katılımcılara teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

BEYAN.....	iii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMA VE SİMGELER LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
RESİMLER LİSTESİ.....	xii
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	1
ABSTRACT	2
1 GİRİŞ VE AMAÇ	3
2 GENEL BİLGİLER	6
2.1 Sürdürülebilir Beslenme Modelinde Gıda Atıkları Değerlendirmesi.....	6
2.1.1 Muz kabuğunun içeriği.....	12
2.1.1.1 Muz kabuğunun diyet lifi	14
2.1.2 Bir atık olarak muz kabuğunun kullanılması.....	15
2.1.2.1 Muz kabuğundan enerji eldesi.....	18
2.1.2.2 Muz kabuğundan kimyasalların ekstraksiyonu.....	19
2.1.2.3 Muz kabuğunun farmakolojik ve tıbbi kullanımı.....	21
2.1.2.4 Muz kabuğunun antimikrobiyal özellikleri.....	24
2.1.2.5 Muz kabuğunun anti-besin kompozisyonu.....	25
2.1.3 Muz kabuğunun teknolojik işleyişi.....	26
2.1.4 Muz kabuğunun gıda sektöründe uygulanması	28
2.2 Paraprobiyotiklerin ve Postbiyotiklerin Tanımı, Paraprobiyotiklerin Özellikleri.....	30
2.2.1 Paraprobiyotiklerin elde edilmesi.....	34
2.2.2 Paraprobiyotikler ve sağlık	36
2.2.3 Paraprobiyotik ve sağlık ile ilgili yapılan çalışmalar	38
2.3 Fonksiyonel Ürünler ve Nutrasötiklerde Paraprobiyotiklerin Kullanımı	43
2.4 Sağlıklı Atıştırmalık Barların Beslenmedeki Yeri ve Tarihi	45
2.4.1 Atıştırmalık barların sınıflandırılması.....	47
2.4.2 Fonksiyonel besin olarak atıştırmalık barlar	51
3 GEREÇ VE YÖNTEM	53
3.1 Çalışmada Kullanılan Hammaddeler	53
3.2 Çalışmada Kullanılan Kimyasallar ve Ekipmanlar	57

3.3	Paraprobiyotikli ve Paraprobiyotiksiz Bar üretimi	58
3.3.1	Muz kabuğu besiyerlerinde probiyotik bakteri kültürlerinin geliştirilmesi	60
3.3.2	Muz kabuğu besiyerinden paraprobiyotik eldesi	62
3.3.3	Paraprobiyotikli bar üretimi için yapılan ön denemeler	63
3.3.3.1	Bar üretimi ön deneme 1	63
3.3.3.2	Bar üretimi ön deneme 2	65
3.3.3.3	Bar üretimi ön deneme 3	65
3.3.4	Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz atıştırmalık bar üretimi (asıl üretim)	66
3.4	Üretilen Barların Duyusal Analizi	68
3.5	Barlarda Yapılan Kimyasal Analizler	69
3.5.1	Enerji analizi	69
3.5.2	Karbonhidrat analizi	69
3.5.3	Toplam şeker analizi	69
3.5.4	Protein analizi	70
3.5.5	Toplam yağ analizi	70
3.5.6	Yağ asidi profili analizi	70
3.5.7	Doymuş yağ asitleri analizi	71
3.5.8	Diyet posası analizi	71
3.5.9	Mineral analizleri	71
3.5.10	Kül analizi	72
3.5.11	Nem analizi	72
3.5.12	Asitlik tayini ve pH ölçümü	72
3.5.13	Toplam fenolik bileşen analizi	73
3.5.14	Serbest radikal giderim aktivitesinin (Antiradikal) belirlenmesi (DPPH)	74
3.6	Atıştırmalık Barlarda TPA Doku Analizi	75
3.7	Atıştırmalık Barlarda Maya Küf Sayımı	76
3.8	Atıştırmalık Barlarda Renk Ölçümü	76
3.9	İstatistiksel Analiz	77
4	BULGULAR	78
4.1	Lactobacillus Kültürlerinin Artışı ve Besiyeri pH Değişimi	78
4.2	Paraprobiyotikli Bar Formülünün Geliştirilmesi	79
4.3	Üretilen Barların Duyusal Analizi	80
4.4	Üretilen Barların Kimyasal Analizi	81
4.4.1	Üretilen barların yağ asidi profili	83
4.4.2	Üretilen barların toplam fenolik bileşen ve antiradikal aktivite değerleri	84
4.5	Renk Ölçümü	85
4.6	TPA Doku Analizi	85
4.7	Üretilen Barlarda Maya-Küf Sayımı	86
4.8	Üretilen Barların Enerji ve Besin Ögesi Değerleri	86
4.9	Üretilen Barların Hammadde Maliyeti	90

5 TARTIŞMA	92
5.1 Muz Kabuğu Besiğinde Lactobacillus Kültürleri Gelişiminin Değerlendirilmesi	93
5.2 Paraprobiyotikli Barların Duyusal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	96
5.3 Paraprobiyotikli Barların Kimyasal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	99
5.3.1 Barların enerji ve besin öğeleri kompozisyonunun değerlendirilmesi	99
5.3.1.1 Enerji ve toplam lif içeriğinin değerlendirilmesi.....	99
5.3.1.2 Barların protein ve karbonhidrat içeriğinin değerlendirilmesi.....	103
5.3.1.3 Barların toplam yağ ve yağ asidi profilinin değerlendirilmesi	106
5.3.1.4 Barların toplam şeker içeriğinin değerlendirilmesi.....	113
5.3.1.5 Barların toplam fenolik bileşen ve antiradikal aktivite değerlerinin değerlendirilmesi.....	115
5.3.1.6 Barların mineral içeriğinin değerlendirilmesi.....	122
5.3.1.7 Barların nem ve kül içeriğinin değerlendirilmesi	125
5.3.1.8 Barların asitlik ve pH düzeyinin değerlendirilmesi	127
5.4 Barların Renk ve Doku Ölçümlerinin Değerlendirilmesi	129
5.5 Barların Maya-Küf Sayımının Değerlendirilmesi	131
5.6 Barların Enerji ve Besin Öğelerinin Değerlendirilmesi	132
5.7 Paraprobiyotikli Barın Hammadde Maliyetinin Değerlendirilmesi.....	133
5.8 Paraprobiyotikli Besinsel Kalite Özellikleri Bakımından Piyasadaki Bazı Popüler Barlar ile Karşılaştırılması	134
6 SONUÇ	137
7 KAYNAKLAR.....	145
8 EKLER.....	168
EK 1. Etik Kurul Kararı	168
EK 2. Duyusal Analiz Puanlama Testi	171
9 ÖZGEÇMİŞ.....	172

KISALTMA VE SİMGELER LİSTESİ

a*	(+) kırmızı, (-) yeşil renk değeri
A.Ü.Z.F	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ACE	Anjiyotensin dönüştürücü enzim
ALA	Alfa linolenik asit
AUA	Anhidrouronik asit
b*	(+) sarı, (-) mavi renk değeri
Ca	Kalsiyum
CaCo-2	Kolorektal adenokarsinoma 2
CO₂	Karbondioksit
DNA	Deoksiribonükleik asit
DPPH	2,2-difenil-1-pkrilhidrazil
EFSA	Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi
EPS	Ekzopolisakkarit
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
Fe	Demir
FID	Alev İyonizasyon Dedektörü
FOS	Fruktooligosakkarit
g/gr	Gram
GAE	Gallik asit eşdeğeri
H₂O₂	Hidrojen peroksit
HCl	Hidroklorik asit
HCN	Hidrojen siyanür
HCT	Kolon kanser hücre dizisi
IFN	İnterferon
IL	İnterlökin
K	Potasyum
K₂HPO₄	Dipotasyum fosfat
KH₂PO₄	Mono potasyum fosfat
KM	Kuru madde

KNO₃	Potasyum nitrat
Kob	Koloni oluşturan birim
KOH	Potasyum hidroksit
KVH	Kardiyovasküler hastalık
KZYA	Kısa zincirli yağ asidi
L*	Parlaklık renk değeri
LA	Linoleik asit
LAB	Laktik asit bakterisi
LDL	Düşük dansiteli lipoprotein
MAMP	Mikrobiyal ilişkili moleküler yapılar
ME	Metil esteri
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
mL	Mililitre
MPa	Megapaskal
N	Normal
N₂	Nitrojen
Na	Sodyum
NADPH	Nikotinamid adenin dinükleotid fosfat
NaOH	Sodyum hidroksit
NH₃	Amonyak
NO	Nitrikoksit
NO₂	Nitrojen dioksit
O₂	Oksijen
O₂·	Süperoksit radikali
·OH	Hidroksil radikali
ONOO⁻	Peroksinitrit
Pc	Basınç ölçer
PPR	Peroksizom proliferatör-aktive reseptör gama
RNA	Ribonükleik asit
μL	Mikrolitre
μmol	Mikromol

RO	Alkoksil
ROS	Reaktif oksijen türleri
SAMP 1	Kısa ömürlü yaşlanma ile hızlandırılmış fare eğilimli 1
Tc	Isı ölçer
Th	T yardımcı hücre
TLR	Toll benzeri reseptör
TNF	Tümör nekrozis faktör
TPA	Tekstür profil analizi
TVS	Toplam uçucu katı
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UV	Ultraviyole
YETEM	Süleyman Demirel Üniversitesi Yenilikçi Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezi
Zn	Çinko
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Muz kabuğunun değerlendirilme yöntemleri.....	16
Şekil 2. Katı hal fermentasyon yöntemi kullanılarak muz kabuğundan elde edilen farklı enzimler.....	18
Şekil 3. Muz kabuğundan elde edilen farklı enerji yolları	18
Şekil 4. Muz kabuğundan çıkarılabilen bileşik dizileri.....	20
Şekil 5. Muz kabuğundaki biyoaktif bileşiklerin farmakolojik aktivite üzerindeki etki mekanizması.....	21
Şekil 6. Fonksiyonel gıdaların vücuttaki düzenleyici süreci.....	52
Şekil 7. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz bar üretim aşamaları.....	58
Şekil 8. Gallik asit standart grafiği.....	74
Şekil 9. Askorbik asit eşdeğeri antioksidan aktivite grafiği (mg/g).....	75
Şekil 10. Lactobacillus kültürlerinin muz kabuğu besiyerlerindeki artışı.....	78
Şekil 11. Muz kabuğu besiyerlerinin probiyotik bakteri inokülasyonu sonrası pH değişimi	79
Şekil 12. Atıştırmalık barların duyuşal skor ortalamaları grafiği	81

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1. Probiyotikli muz kabuğu besiyerlerindeki bakteri sayımı	61
Resim 2. Muz kabuklarının kurutulması ve bakteri kültürlerinin aktifleştirilmesi....	62
Resim 3. a) İnaktive edilmemiş probiyotikli muz kabuğu besiyerleri, b) Pastörize edilmiş paraprobiyotikli muz kabuğu besiyerleri.....	62
Resim 4. Ön Deneme 1’de yapılan bar hamurları ve dilimleri	64
Resim 5. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz bar üretimi	67
Resim 6. Atıştırmalık barların duyu analizi (1 panelist için).....	69
Resim 7. Atıştırmalık barların yağlarının n-hekzan ve dietil eter ile ekstrakte edilmesi	71
Resim 8. Atıştırmalık bar örneklerinin asitlik tayini.....	72
Resim 9. TPA doku analizi	76
Resim 10. Maya-küf sayımı sonuçları	76

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Muz kabuğunun besinsel bileşimi.....	13
Tablo 2. Muz kabuğunda bulunan esansiyel yağ asitleri (%)	13
Tablo 3. Muz kabuğunda bulunan amino asitler (g/100 g protein).....	13
Tablo 4. Muz kabuğunun mineral içeriği.....	14
Tablo 5. Muz kabuğunun lif ve karbonhidrat içeriği (% kuru madde bazında).....	15
Tablo 6. Muz kabuğunda tanımlanmış fenolik bileşenler.....	23
Tablo 7. İşleme koşulu ile birlikte muz kabuğundaki anti-besin kompozisyonu.....	25
Tablo 8. Bir muz kabuğu üzerinde gerçekleştirilen farklı teknolojik işlemler ve elde edilen bileşenlerin özellikleri	26
Tablo 9. Muz kabuğunun gıda endüstrisindeki uygulaması.....	28
Tablo 10. Probiyotiklerin inaktivasyonu için uygulanan yöntemler ve bazı özellikleri.....	35
Tablo 11. Gıda ürünleri ve nutrasötiklerdeki biyoaktif inaktif probiyotik hücrelerin sağlığa faydaları	41
Tablo 12. Muz ve Havuç enerji ve besin ögesi içerikleri.....	54
Tablo 13. Hurma enerji ve besin ögesi bileşimi.....	55
Tablo 14. Kuru üzüm enerji ve besin ögesi bileşimi.....	56
Tablo 15. İnce öğütülmüş yulaf ezmesi enerji ve besin ögesi bileşimi.....	56
Tablo 16. %100 Yer fıstığı ezmesi enerji ve besin ögesi bileşimi	56
Tablo 17. Hindistan cevizi enerji ve besin ögesi bileşimi.....	57
Tablo 18. Keten tohumu enerji ve besin ögesi bileşimi	57
Tablo 19. %70 demineralize peynir altı suyu tozu besin ögesi bileşimi.....	57
Tablo 20. Ön deneme 1 için üretilen atıştırmalık bar hamurlarının içeriği.....	64
Tablo 21. Ön deneme 3 için üretilen atıştırmalık bar hamurlarının içeriği.....	66

Tablo 22. Asıl üretim için hazırlanan bar hamurlarının içeriği.....	67
Tablo 23. Atıştırmalık barların duyu analizi skor ortalamaları	80
Tablo 24. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz bar örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları	82
Tablo 25. Paraprobiyotikli bar örneklerine ait kuru madde miktarları üzerinden hesaplanan kimyasal analiz sonuçları	82
Tablo 26. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz atıştırmalık barların yağ asidi profili (% yağ asidi)	83
Tablo 27. Paraprobiyotikli atıştırmalık barın bazı yağ asitleri içeriği (100 g barda). 84	
Tablo 28. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların toplam fenolik madde ve antiradikal aktivite sonuçları	84
Tablo 29. Atıştırmalık barların renk ölçüm değerleri ¹	85
Tablo 30. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların doku analizi sonuçları	85
Tablo 31. Atıştırmalık barların maya küf sayımı sonuçları (kob/g).....	86
Tablo 32. Atıştırmalık barların 1 porsiyonlarının (40 g) enerji ve besin öğeleri içerikleri	89
Tablo 33. Bir porsiyon (40 g) paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barın orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkek ve kadının günlük enerji ve besin öğeleri karşılama yüzdeleri	90
Tablo 34. Paraprobiyotikli atıştırmalık barın hammadde maliyeti	91
Tablo 35. Paraprobiyotikli barın bazı besinsel değerlerinin piyasada satılan bazı popüler barlar ile karşılaştırılması.....	135

ÖZET

Muz Kabuğu Kullanılarak Elde Edilen Paraprobiyotik ile Zenginleştirilmiş Atıştırmalık Bar Üretimi, Barın Besinsel ve Duyusal Kalite Özelliklerinin İncelenmesi

Paraprobiyotikler yeterli miktarda tüketildiğinde fayda sağlayan, canlı olmayan mikrobiyal hücreler veya işlenmemiş hücre özütleri olarak tanımlanmaktadır. Bu araştırmanın amacı; atık değerlendirmesi kapsamında muz kabuğunda geliştirilen paraprobiyotiklerin tüketilebilir hale gelmesini sağlamak için duyusal ve besinsel kalitesi yüksek bir ürün geliştirmektir. Muz kabukları besi yeri olarak kullanılarak burada *Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus casei* probiyotikleri geliştirilmiş ve bu suşlardan 80°C de 30 dk pastörizasyon yöntemi ile paraprobiyotik elde edilmiştir. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz olmak üzere iki türde bar üretilmiş, barların besinsel ve duyusal kalite özellikleri incelenmiştir. Bar örneklerine ait veri ortalamaları Student's t-testi ile karşılaştırılmıştır. Paraprobiyotikli atıştırmalık bardaki toplam yağ (14,0200±0,0200 g/100 g) ve potasyum (5,4550±0,0930 mg/g) düzeyinin paraprobiyotiksiz bara (toplam yağ: 13,9100±0,0200 g/100 g, potasyum: 3,899±0.312 mg/g) göre daha yüksek (sırasıyla; p=0.003; p=0.014); toplam lif düzeyinin paraprobiyotiksiz bara göre daha düşük (sırasıyla; 8,210±0,259; 9,787±0,332 g/100 g) olduğu belirlenmiş (p=0.007); diğer besin öğeleri açısından anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Paraprobiyotikli bar duyusal kriterler açısından paraprobiyotiksiz bardan yüksek veya paraprobiyotiksiz bara yakın puanlar almıştır (3.9-4.7/5 üzerinden). Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların toplam fenolik madde (sırasıyla; 3.2100±0.0100 mg/GAE; 3,850±0.0200 mg/GAE) ve antiradikal aktivite değerleri (%DPPH sırasıyla; %78.97±1.15; %75.57±1.15) arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur (sırasıyla; p=0.000; p=0.027). Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği'nde yer alan tanımlamaya göre üretilen paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barlar “protein ilaveli, protein kaynağı veya protein içeren”, “yüksek lifli” ve “düşük sodyumlu” ürün kategorisinde girmektedir.

Anahtar Sözcükler: Paraprobiyotik, sürdürülebilir beslenme, muz kabuğu, atık değerlendirme, atıştırmalık bar.

ABSTRACT

Production of Snack Bar Enriched with Paraprobiotics Grown in Banana Peel Medium, Nutritional, Sensory and Quality Parameters

Paraprobiotics are defined as non-viable microbial cells or unprocessed cell extracts that provide benefits when consumed in sufficient quantities. The aim of this research is to develop a product with high sensory and nutritional quality in order to make paraprobiotics developed in banana peel consumable within the scope of waste evaluation. *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus casei* probiotics were developed here by using banana peels as a medium, and paraprobiotics were obtained from these strains by pasteurization method at 80°C for 30 minutes. Two types of bars, with and without paraprobiotics were produced, and nutritional and sensory quality characteristics of the bars were examined. Data means of bar samples were compared with Student's t-test. It was determined that the total fat and potassium levels in the snack bar with paraprobiotics (14,0200±0,0200 g/100 g; 5,4550±0,0930 mg/g; respectively) were higher than the bar without paraprobiotics (13,9100±0,0200 g/100 g, 3,899±0.312 mg/g; respectively) (p=0.003; p=0.014; respectively). It was determined that the total fiber level was lower than the bar without paraprobiotics (8,210±0.259, 9,787±0.332 g/100 g; respectively) (p=0.007). No significant difference was observed in terms of other nutrients. The bar with paraprobiotics scored higher than the bar without paraprobiotics or close to the bar without paraprobiotics in terms of sensory criteria (3.9-4.7/out of 5). A significant difference was found between the bars with and without paraprobiotics in terms of the total phenolic substance (3.2100±0.0100 mg/GAE; 3.850±0.0200 mg/GAE, respectively) and antiradical activity values (DPPH%; 78.97±1.15%; 75.57±1.15%, respectively) (p=0.000; p=0.027, respectively). According to the definition in Turkish Food Codex Nutrition and Health Declarations Regulation bars with and without paraprobiotics are in the category of “protein added, protein source or protein-containing”, “high fiber” and “low sodium” products.

Keywords: Paraprobiotics, sustainable nutrition, banana peel, waste utilization, snack bar.

1 GİRİŞ VE AMAÇ

Gıda kaybı ve israfı, tüm ülkelerin yüzleşmesi gereken bir sorundur. Muz, elma, domates, marul, tatlı biber, armut, üzüm, soğan, enginar ve kuşkonmaz gibi birçok meyve ve sebze önemli miktarda atık üretir (1). Bu atıkların yeniden değerlendirilerek çevresel bir kaynak olarak kullanılması sürdürülebilir bir çevre oluşumuna katkı sağlamak adına önemlidir. Türkiye’de muz üretimi yoğun olarak Akdeniz bölgesinde gerçekleşmekte, üretim sonrasında açığa çıkan artıklar verimli bir şekilde değerlendirilememektedir. Gübre üretimi, hem fazla zamana ihtiyaç duyulması hem de maliyetlerin yüksek olması sebebiyle üretici tarafından tercih edilmemektedir. Muzun selüloz içeriğinin yüksek olması, besinsel yoğunluğunu büyük oranda düşüren yüksek su yoğunluğuna sahip olması, temel besin öğeleri bakımından fakir olması ve sindiriminin zor olması sebebiyle hayvan yemi olarak da çok tercih edilmemektedir. Biyokütle ısı ve yakıt üretimi için kullanılan temiz, maliyet açısından verimli, CO₂ içermeyen ve düşük kükürt içerikli yenilenebilir bir maddedir ve dünyadaki en büyük enerji kaynaklarından biridir. Biyokütle dönüşüm teknolojileri; doğrudan yakma, havasız çürütme, fermentasyon, piroliz, gazlaştırma, biyofotoliz, karbonlaştırma, briketleme ve peletleme gibi yöntemlerdir (2).

Probiyotik kavramı; yeterli miktarlarda verildiğinde konakçılara sağlık yararları sağlayan mikroorganizmaları tanımlar. Doğru bir probiyotik; tercihen insan orijinli, güvenli, antibiyotikler ve patojenite ya da toksisite faktörlerine direnç aktarabilen vektörlerden arınmış olmalıdır. Ek olarak, bir probiyotiğin, bağırsak koşullarında (asidik pH, enzimler, safra tuzları, vb.) hayatta kalma kapasitesinin yüksek olması gerekir. Ayrıca, bir probiyotik patojenlere karşı antagonizma sergilemeli ve bağışıklık sistemini uyarmalı ve nihayetinde konakçı üzerinde kanıtlanabilir faydalı etkilere sahip olmalıdır. Son olarak, teknolojik tedavi üzerine probiyotiğin aktivitesinin, canlılığının ve büyüme etkinliğinin korunması gösterilmelidir (3).

Son yıllarda yapılan çalışmalar ile canlı olmayan mikroorganizmaların ve bunların bileşenlerinin de tıpkı probiyotikler gibi sağlık etkisi gösterdiği anlaşılmıştır. Söz konusu bu canlı olmayan mikroorganizmalara genel olarak paraprobiyotik

denilmektedir. Paraprobiyotikler yeterli miktarda tüketildiğinde fayda sağlayan, canlı olmayan mikrobiyal hücreler (bozulmamış veya parçalanmış) veya işlenmemiş hücre özütleri olarak tanımlanmaktadır (4). Paraprobiyotikler daha önce literatürde “inaktive probiyotikler” ve “hayalet probiyotikler” olarak anılmıştır. Paraprobiyotikler, probiyotik formülasyonlarda birim dozlarda (mL, gram, tablet veya kapsül) 1×10^5 ila 1×10^{14} bakteri arasında değişen konsantrasyonlarda bulunabilir. Paraprobiyotikler, probiyotik mikroorganizmaların çeşitli yöntemlerle inaktivasyonundan elde edilebilir: termal işlemler, yüksek basınç, ultraviyole ışınları, ışınlama ve sonikasyon. Darbeli elektrik alanı, ohmik ısıtma ve süper kritik CO₂, kurutma ve pH değişiklikleri gibi diğer yöntemler de potansiyel olarak paraprobiyotiklerin üretimi için kullanılabilir (5).

Son on yılda, paraprobiyotiklerin alkolün neden olduğu ishal, kolit, solunum, bağırsak ve karaciğer hastalıkları, iltihaplanma ve alerjiler dahil olmak üzere çeşitli patolojilerin profilaksisinde ve tedavisinde yararlı etkilerine dair kanıtlar, fare modellerinde ve insan klinik deneylerinde in vivo çalışmalarla desteklenmiştir (6). Bugüne kadar, insanlarda çeşitli koşullarda paraprobiyotiklerin etkinliğini ve güvenliğini değerlendiren randomize kontrollü çalışmalarda paraprobiyotiklerin akut ishal, antibiyotik ilişkili ishal, atopik dermatit ve alerjik hastalıklar, diş hastalıkları, genel bağışıklık, obezite ve daha birçok hastalık üzerinde tedavi etkinliği değerlendirilmiştir (7). Paraprobiyotiklerin sağlık üzerindeki etkileri ile ilgili yapılan çalışmalarda paraprobiyotiklerin ilave edildiği veya üretilip bu halde kullanıldığı gıdalar; fermente süt, yoğurt, sporcu içeceği, meyve suyu gibi gıdalar olmuştur (6).

Bu araştırmanın amacı; paraprobiyotiklerin insan ve hayvanlar üzerindeki sağlığı geliştirici etkilerinden yola çıkılarak tüketilebilir hale gelmesini sağlamak için duysal ve besinsel kalitesi yüksek bir ürün geliştirmek ve bu ürünü geliştirirken sürdürülebilir beslenme ilkelerinden olan çevre dostu beslenmeye (muz kabuğu atıklarını değerlendirerek) katkı sağlamaktır. Üretilecek ürün olarak atıştırmalık bar seçilmesinin sebebi; süt ve süt ürünleri probiyotiklerin ilave edildiği ve çoğaldığı doğal ortam olduğundan bu gıdaların dolaylı olarak paraprobiyotik bulunduruyor olması sebebiyle literatürde sık kullanılması; yine literatürde paraprobiyotiklerin sporcu içeceği ve meyve suyu gibi içeceklere ilave edilmesi; tablet ve toz formlarında

kullanılmış olmasıdır. Literatür incelemesinde inaktif probiyotiklerin (paraprobİYotiklerin) bir daha ısıya maruz bırakılmadığı görölmüş; bisküvi, ekmek gibi ısıya maruz kalan besinlerde sağlık etkilerinin kaybolabileceğı endişesi ile kurutma yöntemiyle üretilen atıştırmalık bara ilave edilmesi uygun görölmüşür.



2 GENEL BİLGİLER

2.1 Sürdürülebilir Beslenme Modelinde Gıda Atıkları Değerlendirmesi

Sürdürülebilir diyetler; doğal kaynakları ve insan kaynaklarını optimize ederken “biyoçeşitliliği ve ekosistemleri koruyucu ve saygılı, kültürel olarak kabul edilebilir, erişilebilir, ekonomik olarak adil ve uygun fiyatlı; beslenme açısından yeterli, güvenli ve sağlıklı diyetler olarak tanımlanmaktadır (8).

Diyet kılavuzları, popülasyonların sağlıklı beslenmek için kültürel ve ülkeye özgü gıdalardan doğru miktarda seçmelerine yardımcı olmak için ortaya çıkmıştır. Ulusal gıda seçim kılavuzları, tüketildiği takdirde, en son bilimsel kanıtları, gıda arzını ve kültürel beslenme alışkanlıklarını göz önünde bulunduran her ülkenin üzerinde anlaşmaya varılan besin (veya diyet) referans değerlerine göre nüfusa yeterli besin sağlayacak gıda kalıplarını işler hale getirir. Küresel olarak bakıldığında mevcut meyve ve sebze alımları tavsiyelerin oldukça altındadır (9).

Türkiye Beslenme Rehberi 2015’te yetişkin bireyler için günde en az 5 porsiyon (en az 400 g/gün) sebze ve meyve tüketilmesi, bunlardan en az 2.5-3 porsiyonu sebze, 2-3 porsiyonu meyve olması önerilmektedir. Bu rehber gereği; Türkiye genelinde sebze ve meyveleri Dünya Sağlık Örgütü WHO önerisinin altında tüketenlerin sıklığı %45, TÜBER 2015 önerilerinin altında tüketenlerin sıklığı %74 olarak belirlenmiştir (10).

Yakın tarihli bir ulusal diyet alım araştırmasında; 18 yaş ve üzerindeki Avustralyalıların yarısının önerilen günlük meyve porsiyonları için önerileri karşılarken, yalnızca %7’sinin sebze önerilerini ve yirmi yetiştikten yalnızca birinin (%5) her iki öneriyi de karşıladığı bildirilmiştir (11). Yakın tarihli bir uzman raporu, genel popülasyonda meyve ve sebze tüketiminin, Doğu Asya hariç çoğu ülkede önerilen en az 400 g nişastasız meyve ve sebze düzeylerinin altında olduğunu belirtmiştir. Sebze tüketimi Güney Doğu Asya’da ve Avrupa Birliği’nin bazı bölgelerinde en düşüktür (12). Bu, birkaç ulusal diyet alımı araştırmaları tarafından desteklenmektedir (13). İnsanların önerilen miktarları karşılaması için alımları

artırmanın yenilikçi yollarını düşünmeye ihtiyaç vardır. Yüksek besin yoğunluğuna sahip yenilebilir atıkları kullanmak, bunu başarmak için önemli bir strateji olabilir. Proteinler, yağlar, doğal renklendiriciler, enzimler, antimikrobiyaller ve antioksidanlar içeren meyve ve sebze atıkları, besin değeri yüksek doğal gıda bileşenleri, katkı maddeleri veya takviyeleri kaynağıdır. Genellikle bahçıvanlık kaybı ve atığı, derilerde ve kabuklarda polifenoller, vitaminler ve mineraller gibi besinler açısından yüksektir (9).

Depolama sahasındaki işlenmemiş gıda atıkları, küresel ısınmaya yol açan sera gazları saldığından ve çevre kirliliğini azaltmak için artırılması gerektiğinden çevre kirliliğinin önemli bir nedenidir (14). ABD için perakende ve tüketici düzeyinde gıda atığı olarak kaybedilen besin maddeleri üzerine yapılan bir araştırma, meyve atıklarının toplam lif kaybının %22'sine, magnezyumun %10'unun, potasyumun %16'sının, B6 vitamininin %11'inin ve C vitamininin %51'ine katkıda bulunduğunu bildirmiştir. Bu araştırmada sebze atıkları toplam lif kaybının %34'üne, kalsiyum (Ca) kaybının %10'una, toplam demir kaybının %12'sine, magnezyumun %20'sine, potasyumun %29'una, sodyumun %18'ine, A vitamininin %15'ine, tiamin'in %15'ine, B6 vitamininin %25'ine, folatın %11'ine, C vitamininin %48'ine, E vitamininin %12'sine ve K vitamininin %40'ına katkıda bulunmuştur (15).

Fitokimyasallar, prebiyotikler, polisakkaritler ve polipeptitler gibi değer katkılı ürünler, mikrobiyal etki yoluyla, çevre dostu bir şekilde elde edilebilir. Gıda ve Tarım Örgütü, meyve ve sebze tedarik zincirinde kaybedilen A vitamini ve C vitaminini inceledi ve hasat, hasat sonrası ve tüketim dönemlerinin en büyük mikro besin kaybına katkıda bulunduğunu bildirmiştir, ancak bu ülkeler arasında farklılık göstermiştir (16).

Bu yenilebilir atığın bir kısmı geri kazanılırsa, hassas popülasyonlar için risk altındaki besinlerin düşük besin alımını azaltmaya yardımcı olabileceği bildirilmiştir (17).

Meyve ve sebze atıklarının değerlendirilmesi, lojistikle ilgili sorunların yanı sıra diğer faktörlerin yanı sıra bozulabilir doğası ve heterojenliği nedeniyle zorludur.

Günümüzde en iyi çözüm, geleneksel atık yönetimi yöntemleri ile yeni ortaya çıkan bazı değerlendirme teknolojileri arasında yeterli bir denge bulmak olsa da, sebze ve meyve atıkları yönetiminin farklı işleme yolları izlenerek gerçekleştirilebileceği sonucuna varılabilir. Geleneksel atık yönetimi uygulamaları; hayvan besleme, arazi doldurma (çöp atma), gübreleştirme ve termal uygulamadır. Değerleme uygulamaları ise ekstraksiyon, kimyasal dönüşüm, biyolojik dönüşüm ve sentezdir.

Değerleme teknolojileri; değerli bileşenleri geri kazanarak ve bunları gıda tedarik zincirine yeniden kazandırdıkları ve diğer son kullanımlar (eczane, kozmetik, vb.) için yeniden birleştirilerek nihai olarak bertaraf edilen atık miktarını azaltmaya katkıda bulundukları için, geleneksel yönetim yöntemlerine tercih edilir. Buna karşılık, geleneksel teknolojiler esas olarak bir “boru sonu” yaklaşımını takip eder, yani amaçlarının insan sağlığına ve çevreye verilen etki ve zararları en aza indirmek ve nihai olarak halihazırda üretilen atıkların bertaraf edilmesidir. Tüketicilerin bu konulardaki farkındalığını artırdığı göz önüne alındığında, gıda üretim sektörü, sürdürülebilirliğin iyileştirilmesine ve faaliyetlerinin olumsuz çevresel ve ekolojik etkilerinin azaltılmasına yol açan herhangi bir girişime karşı özellikle hassas olmalıdır. Bu nedenle, ‘yeşil’ veya sürdürülebilir gıda üretimi, bu kilit sosyoekonomik sektörün gelecekteki evrimi için stratejik öneme sahip olarak düşünülmelidir (18).

Atık değerlendirme yaklaşımı, çevresel yönleri ürün geliştirme ve gıda üretimine entegre etmekten, her zaman en yüksek ürün kalitesi ve güvenliğini ve en yüksek verimliliği takip etmekten oluşur. Bu bağlamda, gıda atığı değerlendirme yoluyla yüksek katma değerli biyoaktif bileşikler elde edilmektedir. Bu biyo-bileşikler, fonksiyonel gıda bileşenleri olarak, nutrasötikler olarak veya antibiyotikler, enzimler, biyopolimerler ve biyoyakıtlar gibi diğer değerli biyo-ürünlerin elde edilmesi için kullanılabilir (19, 20).

Geleneksel atık değerlendirme yöntemlerinden hayvan besleme; dikkatli bir şekilde düşünülmelidir çünkü her hayvan her yiyeceği/artığı alamaz (21). Ayrıca, hayvan beslemeye yönelik kalıntıların hastalıkları ileten toksik bileşiklere sahip olma veya beslenme açısından dengesiz olma riski vardır. Ayrıca, nakliye ve nihayetinde

ilgili koruma maliyetleri bu alternatifini çoğu zaman olanaksız kılmaktadır (22). Isıl işlemlerle gıda atıklarının güvenli hale getirilmesi maliyetleri de artırır. Bununla birlikte, Saleemdeen ve ark. (2017) kontrollü koşullar altında, hayvan besleme, depolama veya anaerobik sindirim gibi diğer alternatiflere kıyasla açıkça avantajlı olduğunu göstermişlerdir. Avantajlar, üretimi önemli çevresel ve sağlık etkileri olan geleneksel yemlerin kısmen ikame edilmesinden kaynaklanmaktadır. Aslında, Japonya ve Güney Kore gibi bazı ülkelerde yem olarak geri dönüştürülen gıda atıklarının payları sırasıyla %35,9 ve %42,5 kadar yüksektir. Bu uygulamalar bu ülkelerde sıkı bir şekilde düzenlenirken, şu anda AB’de gıda atıklarının çoğunun hayvan yemi olarak kullanılması yasa dışıdır (23).

Arazi doldurma (çöp atma); çevresel etkisine rağmen katı kalıntıları bertaraf etmenin en yaygın ve basit yoludur. Gıda atığı söz konusu olduğunda, bunun temel nedeni, besin maddelerindeki yüksek içerikle ilişkili yüksek biyolojik parçalanabilirliğidir (24).

Çöpe atılan organik maddenin anaerobik biyolojik bozunmasıyla üretilen çöplüklerden gelen metan, yaklaşık 800 milyon ton karbondioksit (CO₂) eşdeğeri oluşturan üçüncü en büyük antropojenik atmosferik metan emisyonu kaynağıdır (25).

Biyogaz olarak da bilinen üretilen gaz (bir karışım esas olarak CH₄ ve CO₂)’den oluşur, çok sık olarak atmosfere yayılır. Bununla birlikte, yasal gereklilikler ve motor jeneratörlerinde elektrik gücü veya kojenerasyon ısısı ve gücü üretmek için yakıt olarak ilgisinden dolayı giderek daha fazla tesis biyogazı yakalamaktadır. Ayrıca, biyogaz, biyo-metan elde etmek için CO₂ ve diğer küçük bileşenleri ayırmak için daha fazla işlenebilir (26). Çöp sahalarında, organik maddede bulunan ana makrobisler, çözünür ürünlere ve son olarak metanojenez yoluyla biyogaza hidrolize edilir. Bununla birlikte, lignin ve lignoselüloz anaerobik koşullar altında inatçıdır, bu nedenle uygun bir ön arıtmanın yokluğunda bu fraksiyonlar selülozun biyoyararlanımını engelleyebilir ve böylece biyogaz verimini azaltabilir (27).

Gübreleştirme, atıkların organik maddesinin yönetimine izin veren bir teknolojidir ve bu nedenle gıda atıkları ve özellikle sebze meyve atıkları için çok uygundur. Çevresel faydalar, düzenli depolamaya kıyasla daha düşük sera gazı emisyonlarından ve sızıntı suyu oluşumundan kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, organik fraksiyonu ayırmak için atıkların ayrılması, karıştırma ve havalandırma için enerji, su ilavesi ve çalışma koşullarının dikkatli kontrolü gerektirmektedir. Çöp alanlarında gerçekleşen süreçlerin aksine, kompostlama, organik maddenin aerobik biyolojik dönüşümünü içerir, böylece CO₂, N₂, NH₃ ve genellikle humik maddeler içeren kompost olarak adlandırılan katı bir inatçı malzeme üretir. Kompost, su tutmayı kolaylaştıran ve böylece sulama ihtiyacını azaltan bir tür toprak ıslahı olarak kullanılır, ancak bu kullanım ağır metallerin, patojenlerin ve mikro kirleticilerin mevcut olmamasını gerektirir (27).

Yakma, nihai olarak bertaraf edilen atık hacmindeki önemli azalma açısından avantajlı kabul edilebilecek bir uygulamadır ve böylece depolama sahalarının ömrünün uzamasına katkıda bulunur. Yakma tesisi, ciddi atmosferik hava kirliliği sorunlarını önlemek için dikkatli bir şekilde tasarlanmalı ve çalıştırılmalıdır, ancak modern yakma tesisleri uygun hava kirliliği kontrol teknolojilerini entegre ederek son derece düşük kirletici emisyonları sağlar (28). Ancak, uygulanması gereken büyük miktarda enerji nedeniyle daha yüksek yatırım ve işletme maliyetleri gerektirir. Bunun nedeni, gıda atığının ve özellikle sebze meyve atığının düşük kalorifik içeriği ve yüksek nem içeriğidir, bu da gıda atığının yüksek enerji içeriğine sahip diğer atıklarla birlikte yakılması ihtiyacına yol açar. Plastik kullanılıyorsa, çok zararlı hava kirleticileri üretme riskine ek olarak (diğerlerinin yanı sıra dioksinler), atmosfere net CO₂ emisyonları önemli ölçüde artar (27).

Atık değerlendirme yaklaşımlarından biyo-aktif bileşenlerin etkin kullanımı, önemli çevresel etkilere neden olmadan yüksek ekstraksiyon verimi sağlayabilecek teknolojilerin geliştirilmesine bağlıdır (29). Meyve sebze atıklarından elde edilebilen biyoaktif bileşikler, fenolik bileşikler, terpenler, yağ asitleri, diyet lifi, saponinler, fitosteroller vb. gibi büyük yapısal ve fonksiyonel çeşitliliğe sahip büyük bir molekül havuzunu içerir. Bu maddeler kozmetik ürünlere veya katkı maddesi olarak dahil

edilebilir. Ayrıca, son yıllarda birçok gıda biyoaktif bileşeni, diyet takviyeleri veya nutrasötikler olarak ticarileştirilmiştir. Atık değerlendirme yaklaşımlarından enzimler; ılımlı koşullar altında verilen kimyasal reaksiyonların aktif ve istisnai olarak seçici katalizörleri olarak hareket eden proteinlerdir (18). Ticari enzimler, özellikle yüksek üretim ve hammadde maliyetleri nedeniyle genellikle pahalıdır. Büyüyen mikroorganizmalar için meyve sebze atıklarının kullanılması yoluyla enzimlerin üretilmesi, bu maliyetlerin düşürülmesi için büyük bir fırsattır (30). Ayrıca, bu substratlardan çok çeşitli enzimler elde etmek mümkündür. Bazı ilgili örnekler şunlardır: selüloolitik enzimler, hemiselülazlar, lakkazlar ve ksilanazlar (linynoselülozik biyokütleden); amilazlar (mango taneleri, muz, muşmula, manyok); pektinolitik enzimler (ananas salkımı, portakal ve limon kabuğu, üzüm); tanazlar (greyfurt kabukları, kirazlar); proteazlar (nar salkımı, mango, patates); lipazlar (limon kabuğu, hindistancevizi demetleri, soya kalıntıları); invertaz (muz ve portakal kabukları, hindistancevizi ve nar salkımları); peroksidazlar (kuşkonmaz, brokoli, turp); polifenol oksidazlar (tirosinazlar olarak da bilinir) (31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39).

Farklı endüstriyel özelliklere sahip yeni biyopolimerlere artan talep uygulamaları, son yıllarda mikrobiyal ekzopolisakkarit üretimine olan ilginin yenilenmesine yol açmıştır. Mikroorganizmalar, benzersiz fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip çok çeşitli ekzopolisakkaritler üretir. Ekzopolisakkaritler, hücre dışı olarak sentezlenen veya büyüme sırasında mikroorganizma tarafından hücre dışı ortama salgılanan biyopolimerlerdir (40). Meyve sebze atıklarının bir karbon kaynağı olarak kullanılması, mikrobiyal ekzopolisakkaritlerin üretim maliyetlerini azaltmak için ilginç bir alternatiftir, ancak bu biyopolimerlerin bu kaynakların bir kısmından başarılı bir şekilde ekstraksiyonu hala bir zorluk olmaya devam etmektedir. Fermantasyon koşullarının (sıcaklık, pH, mikrobeyinler, vb.) optimizasyonu ve bu polisakkaritlerin üretiminden sorumlu farklı suşların genetik manipülasyonu, ekzopolisakkarit verimlerini iyileştirmenin yanı sıra bu sorunun çözülmesine yardımcı olabilir (41).

Biyo-bazlı polimerler ve özellikle gıda atıkları ve meyve sebze atıklarından sentezlenebilen biyoplastikler için öngörülen artan küresel talebe rağmen, plastik

küresel pazarındaki biyoplastik payının artışı, esas olarak, kullanılan malzemelerle büyük ölçüde ilişkili olan yüksek üretim maliyetleriyle sınırlıdır. Bu nedenle, atıkların hammadde olarak kullanılması, üretim maliyetlerinin düşürülmesine katkıda bulunarak, biyoplastiklerin rekabet gücünü ve genişlemesini artıracaktır (18, 42).

Biyoyakıtlar, yani gıda sektörü ile rekabet etmeyen, düşük karbon ayak izine sahip biyokütle kaynaklarından elde edilen yakıtlar, beklenen sürdürülebilir enerji sisteminin kilit unsuru olarak kabul edilmektedir. Bu alan sürekli bir evrim içindedir ve günümüzde, önemli ilerlemelere rağmen, biyoyakıt üretimi hala küresel ulaşım yakıtı talebinde çok düşük bir paya sahiptir (2013'te %3,5). Lignoselülozik biyokütlenin, sözde platform kimyasalları aracılığıyla gelişmiş biyoyakıtlar oluşturan hedef moleküllere dönüştürülebileceği yollar incelenmiştir (43).

Gıda kaybı ve israfı, tüm ülkelerin yüzleşmesi gereken bir sorundur. Gıda atıkları, uygun şekilde yönetilmezse çevresel ve ekonomik sorunlara neden olabilirler; öte yandan kaynak olarak kullanılabilirlerse bir ülkenin çeşitli eksiklerini tamamlayabilirler. Bitkisel üretim, Türk tarımının önde gelen sektörüdür. Türkiye İstatistik Kurumu'na (TÜİK) göre Türkiye'nin toplam bitkisel üretiminin yaklaşık %45'i meyve ve sebze sektöründen sağlanmaktadır. Muz, elma, domates, marul, tatlı biber, armut, üzüm, soğan, enginar ve kuşkonmaz gibi birçok meyve ve sebze önemli miktarda atık üretir (1). Muzun tüketilmesi veya işlenmesi sonucunda elde kalan ve besin değeri yüksek olan muz kabuklarından ekonomik açıdan istenilen ölçüde istifade edilememektedir. Muz meyvesinin yaklaşık %18-35'ini kabuk kısmı oluşturmaktadır (44).

2.1.1 Muz kabuğunun içeriği

Meyve kabuklarının besin takviyesinde kullanımı öncelikle kimyasal bileşimlerine dayanır. Meyve kısmına benzer şekilde, muz kabuğu, çeşitli işlemlere sahip birçok biyoaktif bileşiğin temel kaynağı olarak zengin organik içerik (lipitler, lif, karbonhidrat ve protein) içerir (45). Muz kabuğunda bulunan besin bileşimleri Tablo 1, Tablo 2, Tablo 3 ve Tablo 4'te özetlenmiştir.

Tablo 1. Muz kabuğunun besinsel bileşimi (46-48)

Besinsel bileşim	Ortalama içerik (% kuru madde)
Nişasta	3.5-6.3
Dirençli nişasta	2.3-2.5
Diyet lifi	47-53
Ham yağ	2.24-11.6
Ham protein	5.5-7.87
Nem	9-11
Karbonhidrat	59.51-76.58

Tablo 2. Muz kabuğunda bulunan esansiyel yağ asitleri (%) (49)

	Muz kabuğunun olgunlaşma derecesi	
	1	5
Doymuş yağ asidi		
Laurik asit (12:0)	0.8	0.4
Miristik asit (14:0)	0.2	0.1
Palmitik asit (16:0)	3.3	2.7
Stearik asit (18:0)	3.0	2.6
Tekli doymamış yağ asidi		
Oleik asit (18:1)	5.3	4.8
Çoklu doymamış yağ asidi		
Alfa-Linoleik asit (18:3n-3)	2.1	2.0
Linolenik asit (18:2n6)	2.3	2.0

Tablo 3. Muz kabuğunda bulunan amino asitler (g/100 g protein) (50)

Amino asit	
Lösin	0.01±0.00
Lizin	6.71±0.06
İzolösin	8.06±0.04
Fenilalanin	4.98±0.07
Norlösin	5.23±0.06
Triptofan	0.01±0.00
Valin	0.52±0.02
Metionin	5.79±0.03
Prolin	1.71±0.02
Arginin	3.25±0.05
Tirozin	5.50±0.03
Histidin	3.96±0.01
Sistein	2.24±0.03
Alanin	0.85±0.04
Glutamik asit	5.31±0.01
Glisin	13.02±0.82
Treonin	6.10±0.03
Serin	4.59±0.04
Aspartik asit	9.06±0.05
Toplam	86.71±3.02

Tablo 4. Muz kabuğunun mineral içeriği (51, 52)

Mineral	Değer (mg/g)
K	78.1±6.58
Ca	19.2±0.00
Na	24±0.12
Fe	0.61±0.22
Mn	76.20±0.00
Br	0.04±0.00
Rb	0.21±0.05
Sr	0.03±0.01
Zr	0.02±0.00
Nb	0.02±0.00

2.1.1.1 Muz kabuğunun diyet lifi

Muz kabuğunun içerdiği lif ve bazı karbonhidrat türleri Tablo 5’te gösterilmiştir (53). Çalışmalar, toplam ve düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) kolesterol düzeylerinin diyet lifi alımıyla azaldığını göstermiştir (54). Ayrıca, benzer çalışma sonuçları, test edilen dozlarda (50-250 mg diyet lifi), Musa paradisiaca’dan elde edilen çözünür diyet lifinin, çözünmeyen diyet lifinden daha iyi kolesterol emme kapasitesi gösterdiğini göstermiştir. Oksitlenmiş LDL, işlevsiz bir kan damarı duvarının vasküler endotelyal hücrelerine monosit alımına devam eden proinflamatuvar genlerin ekspresyonunu artırır ve oksitlenmiş LDL, serbest radikallerin oluşumu yoluyla yok edilir. Bu nedenle, kardiyovasküler hastalıkların ve aterosklerozun yönetiminde LDL oksidasyonunun inhibisyonu esastır. Arun ve ark., Musa paradisiaca’dan metanol ve etil asetat ekstraktlarının, sırasıyla 169.52 ve 217.45 µg/mL IC50 değerleri ile doza bağlı olarak LDL oksidasyonunu etkili bir şekilde önlediğini göstermiştir. Anjiyotensin I’i anjiyotensin II’ye dönüştüren enzim (ACE), kan basıncı kontrolünde kritik bir rol oynayan güçlü bir vazokonstriktördür. Anjiyotensin II, insülin direncinin çok önemli bir destekleyicisi olarak diyabetin vasküler komplikasyonlarının ilerlemesinde yer almıştır. Bu nedenle diyabet tedavisinde başka bir klinik yaklaşım ACE inhibisyonu olma eğilimindedir. Arun ve ark., Musa paradisiaca özlerinin, pozitif kontrol kaptopril (100–200 µg/mL) ile karşılaştırılabilir test edilen konsantrasyonlarda ACE’ye karşı inhibitör etkisi olduğunu göstermiştir (55).

Tablo 5. Muz kabuğunun lif ve karbonhidrat içeriği (% kuru madde bazında) (53)

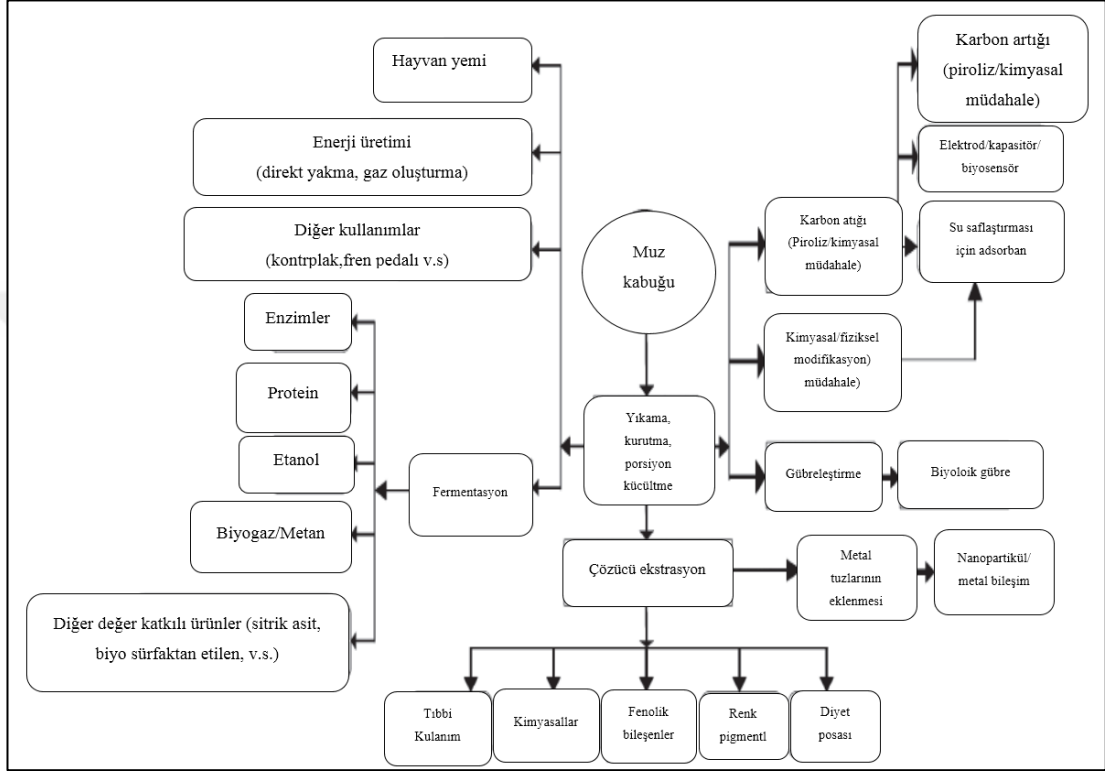
Karbonhidratlar	
Selüloz	12.17±0.21
Hemiselüloz	10.19±0.12
Asit deterjan lignin (ADL)	2.88±0.05
Sükroz	15.58±0.45
Glikoz	7.45±0.56
Fruktoz	6.2±0.43
Pektin	15.9±0.26

2.1.2 Bir atık olarak muz kabuğunun kullanılması

Türkiye’de muz üretimi yoğun olarak Akdeniz bölgesinde, üretim sonrasında açığa çıkan artıklar verimli bir şekilde değerlendirilememektedir. Atık değerlendirme yöntemleri olan gübre üretimi, hem fazla zamana ihtiyaç duyulması hem de maliyetlerin yüksek olması sebebiyle üretici tarafından tercih edilmemektedir. Muzun selüloz içeriğinin yüksek olması, besinsel yoğunluğunu büyük oranda düşüren yüksek su yoğunluğuna sahip olması, temel besinler bakımından fakir olması ve sindiriminin zor olması sebebiyle hayvan yemi olarak da çok tercih edilmemektedir. Biyokütle dönüşüm teknolojileri; doğrudan yakma, havasız çürütme, fermentasyon, piroliz, gazlaştırma, biyofotoliz, karbonlaştırma, briketleme ve peletleme gibi yöntemlerdir (2).

Önceki çalışmalar, çeşitli gıda ürünlerinin (örneğin fırın, erişte, jöle ve et ürünleri) besinsel ve fizikokimyasal özelliklerini geliştirmek için olgun ve olgunlaşmamış muz kabuklarını kullanmıştır. Ayrıca muz kabuğunun, posadan önemli ölçüde daha yüksek miktarda kül, protein, yağ, ham ve diyet lifi içermesi, muz kabuğu gıda maddelerinin büyük işlevselliğe sahip olmasını sağlamıştır (56, 57). Muz kabukları, çeşitli önemli bileşiklerden oluşur. Bu özel bileşenlerin ham meyve kalıntısından çıkarılması için teknolojik işlemler veya adımlar gerekir. Büyük miktarlarda yan üründen değerli bileşiklerin geri kazanılması, küresel gıda sürdürülebilirliğine, çevreye ve ekonomiye katkıda bulunma potansiyeline sahiptir (45). Çok yönlü fizikokimyasal özellikleri nedeniyle muz kabuğu, hem doğrudan hem de dolaylı olarak geniş bir uygulama

alanına sahiptir. Muz kabuğunun direkt kullanımı yönteminde kabukların tamamı, hayvanlar ve biyogübreler için hammadde/yiyecek üretmek için bileşenlerinde (yani doğal formunda) herhangi bir değişiklik yapılmadan kullanılır. Muz kabuğunun değerlendirilme yöntemleri Şekil 1’de gösterilmiştir (58).



Şekil 1. Muz kabuğunun değerlendirilme yöntemleri (58)

Muz kabukları fermente edilerek ortaya çıkan tek hücreli protein (single cell protein); bitkisel kaynaklı proteinden zengin gıda talebini karşılamak için; yani insan ve hayvanlar için proteinden zengin esansiyel bir besin kaynağı elde etmek için yeni bir yöntemdir. Bu protein; *Aspergillus oryzae*, *Rhizopus oligosporus* ve *S. cerevisiae* kullanılarak; karbon kaynağı olarak muz kabuğu üzerinde büyütülerek üretilmiştir (59, 60).

Muz kabuğu yüksek miktarlardaki karbonhidrat, protein, ve lif içeriğinden dolayı değer katkılı ürünlerin üretimi için ideal bir substrattır. Muz kabuğu substrat olarak kullanılarak *Bacillus subtilis* ve *A. niger* gibi mikroorganizmalar ile katı hal

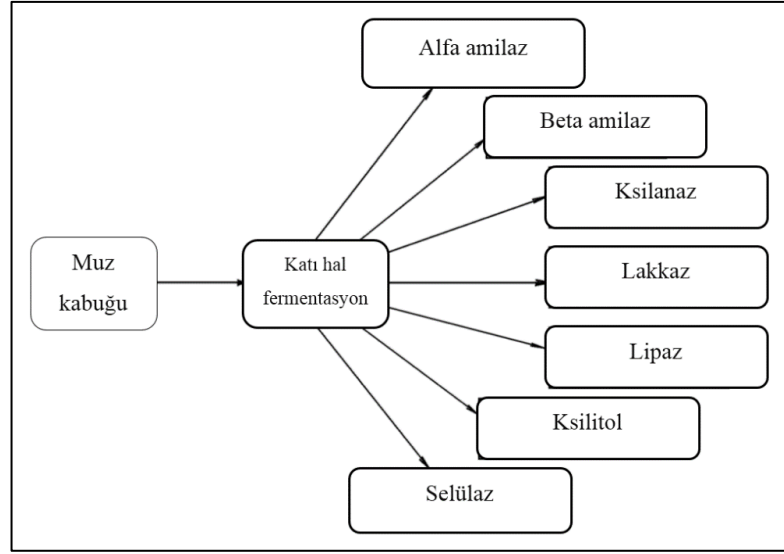
fermentasyonu ile gıda, fırıncılık, tekstil, deterjan, mayalama, kağıt ve farmasötik endüstrilerde yaygın olarak uygulanan alfa amilaz enzimi üretilmektedir (61, 62, 63).

Bir başka çalışmada; *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, *A. niger*, *Helminthosporium oxysporum*, ve *P. Frequentans* gibi çeşitli mantar türleri muz kabuğundan izole edilmiş ve bu türlerin katı hal fermentasyonunda Beta amilaz ve amiloglikosidaz üretimi için uygulanabilirliği incelenmiştir (64). Başka çalışmalarda *Trichoderma longi*, *A. niger*, *S. cerevisiae* ve *Trichoderma viride* gibi fungal türler kullanılarak muz kabuğu ile katı hal fermentasyon yoluyla tekstil, kağıt ve kağıt hamuru, gıda endüstrilerinde yaygın olarak uygulanan selüloz elde edilmiştir. Tekstil, kağıt ve kağıt hamuru endüstrilerinde yaygın olarak uygulanan poligalakturonaz ve ksilinaz gibi enzimler de *Trichoderma harzianum* ve *Trichoderma virens* kullanılarak katı hal fermentasyon yoluyla üretilmektedir (65, 66, 67). Lipaz, serbest asitleri ve gliserolü serbest ayırmak için triaçilgliserolleri hidrolize etme yeteneğine sahip suda çözünür bir enzimdir. Lipazlar, gıda ve süt endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır ve muz ekstraktından üretilebilir. Muz ekstraktından lipaz çıkarmak için bir ortam olarak öğütülmüş fındık yağı kullanılmıştır (68).

Muz kabuğunun ayrıca, *P. ostreatus* DSM 1833 ve *Phoma sp.* UHH 5-1-03'den lakkaz (bakır içeren oksidazlar) üretimi için su altı yetiştirme koşulları ve katı hal fermentasyonda uygun bir alternatif karbon kaynağı olduğu kanıtlanmıştır (69).

Lakkazın fermentasyonu sırasında, katı hal fermentasyon koşulları altında *A. fumigatus* (VkJ2.4.5) tarafından manganez peroksidaz da üretilir (70).

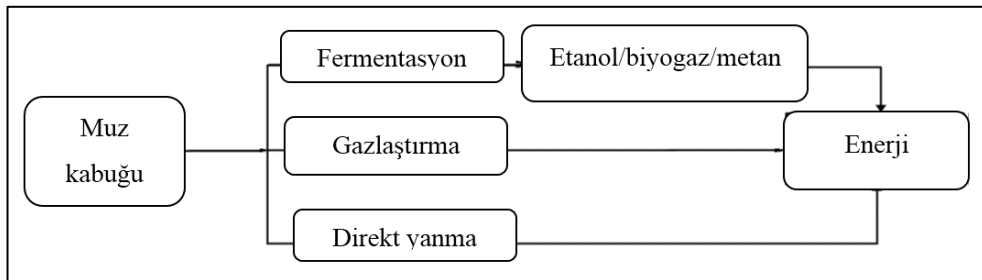
Şekil 2'de katı hal fermentasyon yöntemi kullanılarak muz kabuğundan elde edilen farklı enzimler gösterilmiştir (58).



Şekil 2. Katı hal fermentasyon yöntemi kullanılarak muz kabuğundan elde edilen farklı enzimler (58)

2.1.2.1 Muz kabuğundan enerji eldesi

Tok ve ark., muzu yenilenebilir enerji üretimi için bir biyolojik kaynak olarak incelemiş ve bu incelemeler sonucunda iki yöntem bulmuşlardır; muz kabuğunun enerjiye dönüştürülmesi için: termal ve biyolojik (Şekil 3). Termal yöntemde (süper kritik su gazlaştırma ve doğrudan yanma), ısı ve elektrik enerjileri üretilir (71). Kuru muz kabuğunun enerji içeriği 18,89 MJ/kg olarak kabul edilir. Muz kabuğundan hazırlanan briketler de enerji üretimi için kullanılabilir (72). Biyolojik yöntemde (anaerobik çürütme) biyogaz üretilir ve daha sonra elektriğe dönüştürülür. Muz kabuğunun enerji üretimi için hammadde olarak kullanılması iki amaca hizmet eder: temiz enerji üretimi ve çevre dostu katı atık bertaraf yöntemi (71).



Şekil 3. Muz kabuğundan elde edilen farklı enerji yolları (71)

Biyogazdaki metan elektrik üretimi için kullanılmaktadır (73, 74, 75). Metan ayrıca muz kabuğunun (toplam katıların bileşimi ağırlık/hacim %2.5 ila %10 aralığında değişir) ortak sindirimiyle ve muz kabuğunun mezofilik fermantasyon koşulları altında saf veya atık gliserol ile karıştırılmasıyla üretilir. Pisutpaisal ve ark., %7,5 toplam katı konsantrasyonunda maksimum biyometan verimi ve 439 ml/g TVS ve 5,31 ml/saat üretim hızına ulaşmıştır (76). Bununla birlikte, muz kabuğundan %90 metan verimi elde etmek için 40-50 günlük fermantasyon gereklidir (77). Metan ve hidrojen de muz kabuğunun anaerobik parçalanmasıyla üretilir. Fermentasyon sırasında uçucu yağ asitleri (asetik asit) de üretilir (78).

Etanol, benzinin kısmi ikamesi olarak kullanılan başka bir yakıt türüdür; ek olarak, başka uygulamaları da vardır. Etanol, *Aspergillus niger*'in *Saccharomyces cerevisiae* ile birlikte kültürlenmesiyle substrat olarak muz kabuğunun eş zamanlı sakkarifikasyonu ve fermantasyonu ile başarılı bir şekilde üretilmiştir (43, 79, 80).

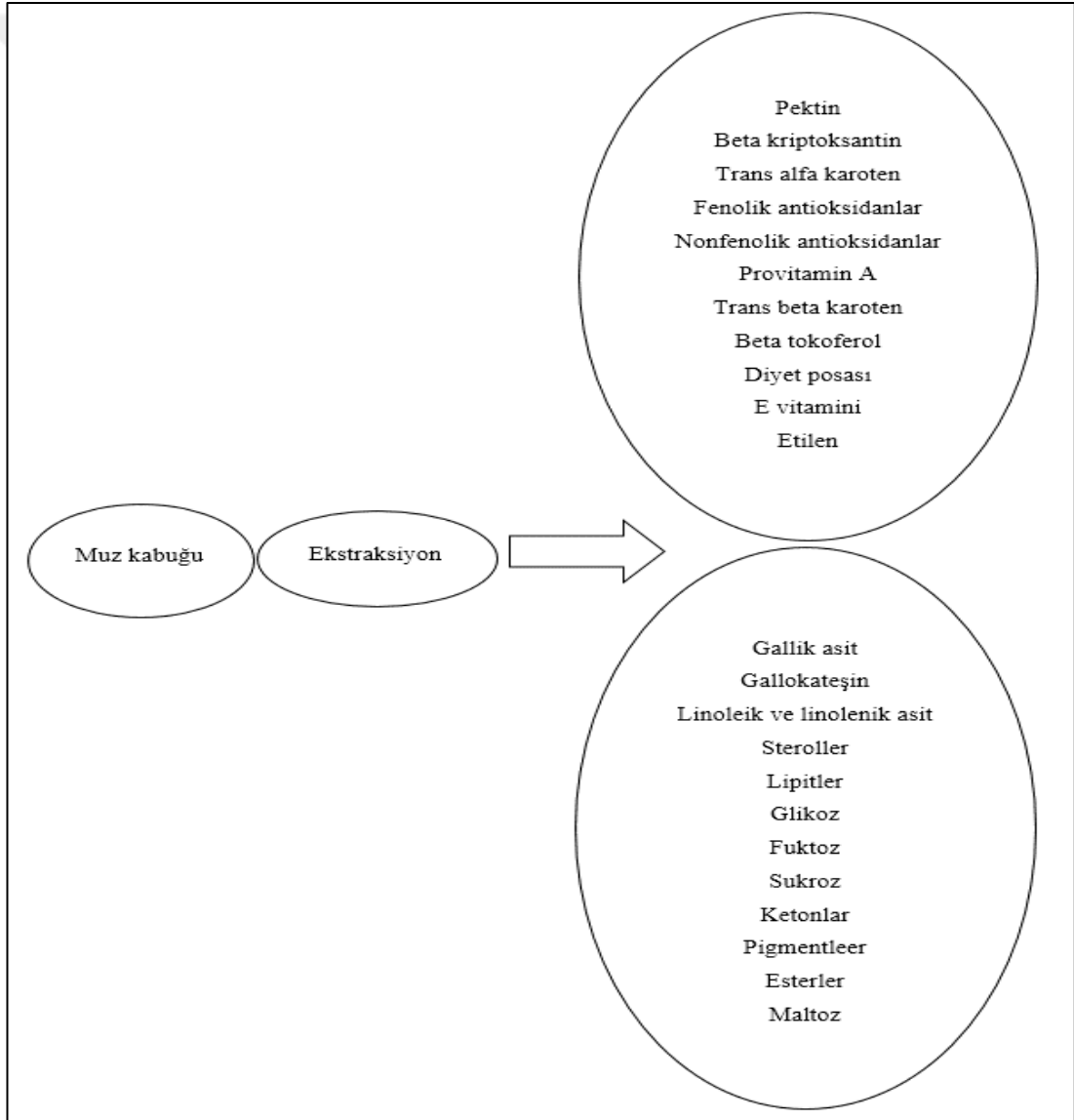
S. cerevisiae R-2, *S. cerevisiae* R-8, *S. cerevisiae* T-7, *Saccharomyces kluyveri* K-6 ve *Debaryomyces hansenii* B-2 gibi diğer maya türleri de muz kabuğundan etanol üretimi için kullanılmıştır (81).

2.1.2.2 Muz kabuğundan kimyasalların ekstraksiyonu

Gıda endüstrisi atıklarından biyoaktif bileşiklerin geri kazanılması, bu atıkları çevreye minimum etki ile daha yüksek karlarla kullanmanın verimli, ucuz ve yeşil bir yoludur. Geri kazanılan biyoaktif bileşiklerin farmasötik, kozmetik ve gıda endüstrilerinde bir dizi uygulaması vardır. Bu, ticari olarak köylerde veya kırsal havzalarda çalıştırılabilen küçük bir biyoaktif bileşik ekstraksiyon ünitesinin kurulmasına yardımcı olur. İlgili ürünlerin yüksek verimi, toplanan kabukların taşınması, paketlenmesi, depolanması ve nakliyesi için iyi üretim uygulamaları izlenerek elde edilebilir. Muz kabuğu, yüksek oranda lignoselülozik maddeler içerir ve mikroorganizmaların büyümesini destekleyen su içeriği bakımından zengindir. Yüksek su içeriği nedeniyle, ekstrakte edilen ürünlerden daha iyi verim elde etmek için muz kabuğunun dehidrasyonu gereklidir. Son olarak, kuru kabuklar depolama ve

nakliye sırasında nemden korunmalıdır. Bu, bu tür atıkların atılmasından kaynaklanan çevre kirliliği sorununu azaltabilir ve “atıkları zenginliğe” dönüştürmek için bir seçenek sağlayabilir (33, 82).

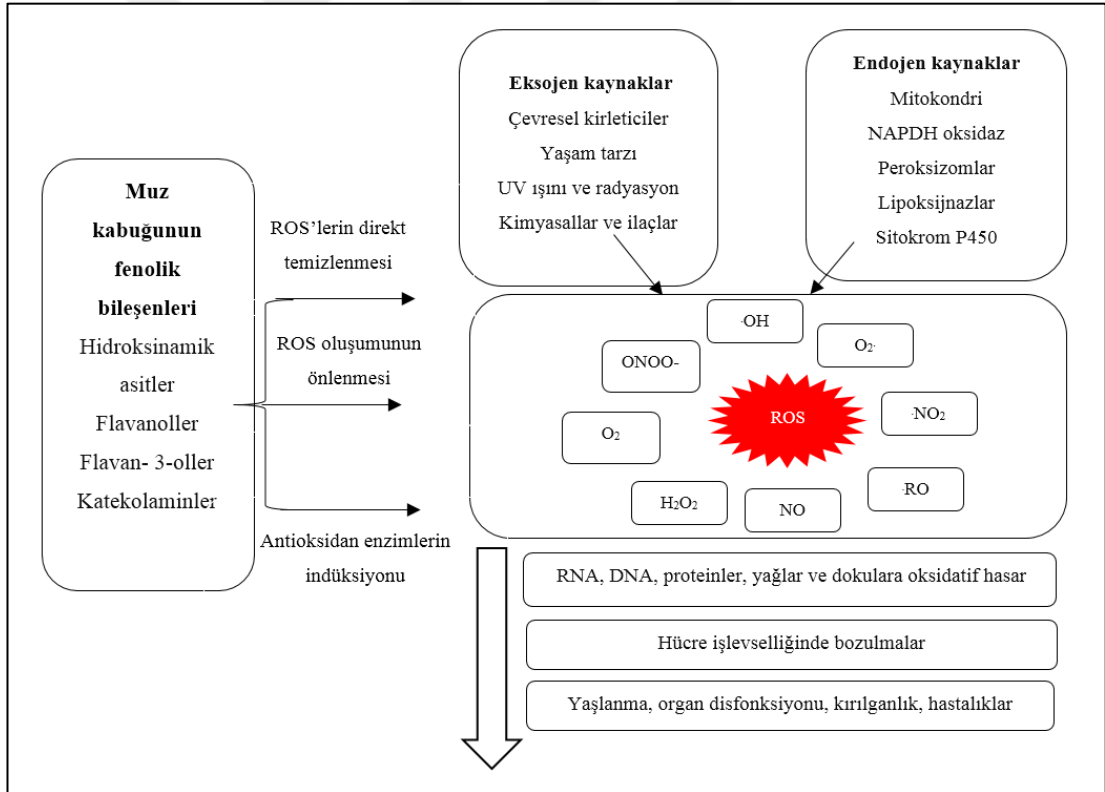
Muz kabuğundan değerli biyoaktif bileşiklerin çıkarılması, bu atığın bütünsel kullanımını için faydalıdır (58). Muz kabuğundan ekstrate edilen biyokimyasal bileşikler, vakumlu mikrodalga ve ultrasonik, süper kritik karbon dioksit ekstraksiyonu ve sıvı ekstraksiyonu gibi farklı yöntemlerle ekstrakte edilir (68, 83, 84, 85). Şekil 4’te muz kabuğundan çıkarılabilen bileşik dizileri gösterilmiştir (58).



Şekil 4. Muz kabuğundan çıkarılabilen bileşik dizileri (58)

2.1.2.3 Muz kabuğunun farmakolojik ve tıbbi kullanımı

Genel olarak, muz kabuklarının çeşitli biyolojik ve farmakolojik (antibakteriyel, antihipertansif, antidiyabetik ve antiinflamatuvar) işlevleri etkileyen flavonoidler, tanenler, flobatanninler, alkaloidler, glikozitler, antosiyaninler ve terpenoidler gibi biyoaktif bileşikler içerdiği bulunmuştur (86). İkincil bitki metabolizmasından elde edilen biyoaktif bileşikler, antioksidan aktiviteye yol açarak önemli terapötik potansiyele sahiptir (87). Fenolikler ve karotenoidler, insan sağlığı ile ilgili meyve ve sebzelerde bulunan baskın fitokimyasallardır. Kardiyovasküler hastalık, kanser, diyabet ve obezitenin önlenmesi gibi fenolik bileşiklerle çeşitli sağlık yararları ilişkilendirilmiştir (88, 89). Şekil 5, muz kabuğundaki biyoaktif bileşiklerin farmakolojik aktivite üzerindeki etki mekanizmasını göstermektedir (45).



Şekil 5. Muz kabuğundaki biyoaktif bileşiklerin farmakolojik aktivite üzerindeki etki mekanizması (45)

Çeşitli epidemiyolojik çalışmalar; diyetteki antioksidanların oksidatif stres ile ilişkili olan diyabet, kanser ve KVH gibi hastalıkların riskini azalttığını göstermektedir (90). Diyet antioksidanları, serbest radikalleri temizleyerek ve oksidatif stresi en aza indirerek bu hastalıkların tedavisini önlemede ve tamamlamada rol oynayabilir. Ayrıca yiyecekleri oksidasyondan koruyabilirler; bu nedenle diyet antioksidanları, olası sağlık riskleri nedeniyle kullanımları sıkı bir şekilde düzenlenen sentetik antioksidanlara potansiyel bir alternatiftir (91).

Düşük maliyetli olmaları ve yeni fonksiyonel gıda üretmek için antioksidanlar olarak kullanılabilen yüksek miktarlardaki bitkisel biyo atıkların bulunması; diyet antioksidanlarının gıda endüstrisinde kullanımı genişletilebilir (45).

Fenolikler, diğer meyvelere kıyasla muz kabuklarında yüksek seviyelerde bulunan önemli ikincil metabolitlerdir. Muz kabuğunda gallik asit, kateşin, epikateşin, tanenler ve antosiyaninler gibi çok sayıda fenolik bileşik bulunur (92). Ek olarak, muz kabuğundaki gallokatekin, posadakinden beş kat daha fazladır, bu da kabuğun yüksek bir antioksidan bileşik kaynağı olduğu anlamına gelir (93). Muz kabuğundan elde edilen; 47 mg gallik asit eşdeğeri (GAE) /g kuru madde oranında fenolik madde içeriğine sahip muz kabuğuna özgü 40'tan fazla bileşik tanımlanmıştır. Muz kabuğunda bulunan fenolik bileşikler ayrıca flavonoller, hidroksisinnamik asitler, flavan-3-oller ve katekolaminler olmak üzere dört alt gruba, yeni ayrılabilir (94). Bu fenolik bileşiklerin reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşumunu, doğrudan ROS süpürmesini ve antioksidan enzimlerin indüksiyonunu önleyerek antioksidan etkisinin önerilen mekanizması Şekil 5'te gösterildiği gibidir (45). Vücutta orta düzeyde bir ROS hayati öneme sahiptir ve özellikle hücresel sinyal iletimi olmak üzere homeostazın korunmasında çeşitli roller içerir (95). Bununla birlikte, yüksek düzeyde bir ROS konsantrasyonu, hücre hasarlarını takip eden anormal hücre sinyalleşmesine neden olabilir (96). Çok sayıda çalışma, ROS'u nörodejenerasyon, kanser, diyabet ve iltihaplanma gibi bir dizi kronik hastalıkla ilişkilendirmiştir (97, 98). Muz kabuğunda bulunan fenolik bileşenler Tablo 6'da gösterilmiştir (45).

Tablo 6. Muz kabuğunda tanımlanmış fenolik bileşenler (45)

Fenolik bileşenler	Muz kabuğu türü	Miktar	Kaynak
Flavanoller:			
Kaempferol	Kırmızı muz	28.80 µg/mL	(99)
	Sarı muz	9.30 µg/mL	
İsoquersitrin	Kırmızı muz	14.54 µg/mL	(99)
	Sarı muz	10.47 µg/mL	
Rutin	M. paradisiaca	973.08 mg/100 g kuru ekstras	(100)
Mirisetin	M. paradisiaca	11.52 mg/100 g kuru ekstras	(100)
Naringenin	M. paradisiaca	8.47 mg/100 g kuru ekstras	(100)
Hidroksinamik asitler:			
Ferulik asit	M. paradisiaca	1.63 mg/100 g kuru ekstras	(100)
Ferulik asit	-	60 mg/100 g kuru ağırlık	(101)
Sinamik asit	Karporavalli (ABB)	1.93 ng/g	(102)
Alfa hidroksisinamik asit	Karporavalli (ABB)	40.66 ng/g	(102)
Sinapik asit	Karporavalli (ABB)	10.29 ng/g	(102)
p-Kumarik asit	Karporavalli (ABB)	8.05 ng/g	(102)
Katekolamin:			
Dopamin	Grande Naine (AAA)	1.72 mg/g kuru ağırlık	(103)
Dopamin	Gruesa (AAA)	1.17 mg/g kuru ağırlık	(103)
L-dopa	Grande Naine (AAA)	0.31 mg/g	(103)
L-dopa	Gruesa (AAA)	0.56 mg/g	(103)

Çoklu ve sinerjik etkileri göz önüne alındığında, karmaşık meyve ve sebze özlerinde bulunan fitokimyasal bileşenler, kanseri önlemede tek tek bileşenlerinden daha etkilidir. Ek olarak, yenilebilir fitokimyasallar, kanser kontrolü ve yönetimi için hazır, uygun ve ulaşılabilir bir temel sağlar (45).

Dahham ve ark.; yaptıkları bir çalışmada; heksan çözücünden hazırlanan muz kabuğu özütünün hücre proliferasyonunu %64.02 hücre inhibisyonu ile HCT-116'ya (insanlardan kolorektal karsinom hücre hattı) karşı en yüksek toksisiteyi sergilediğini göstermişlerdir (104). Aynı bir çalışmada Durgadevi ve ark.; Nendran muz kabuğunun sulu metanol ekstraktının MCF-7 meme hücre hatlarına karşı önemli bir sitotoksik aktiviteye sahip olduğunu göstermişlerdir (105). Vijayakumar ve ark.; muz kabuğu ham özütünün, insan akciğer kanseri hücrelerine sitotoksik olan Gram pozitif bakteriler *Enterococcus faecalis*'in biyofilm oluşumunu engelleyen altın nanoparçacıklarını sentezlemek için de kullanılabileceğini göstermişlerdir (106).

Muz kabuğundaki flavonoid içeriğinin antikanser özelliklerine katkıda bulunduğu varsayılmıştır. Flavonoidler, ROS süpürücü enzim aktivitelerini inhibe edebilir,

apoptozu indükleyebilir, hücre döngüsünü durdurabilir ve ardından tümör üretimini baskılayabilir. Phacharapiyangkul ve ark.; muz kabuğunda yüksek oranda tanımlanan ferulik asitin, vasküler endotelyal ekspresyonun büyüme faktörünü düzenleyerek, nitrik oksit sentazını başlatarak ve tümör baskılayıcı bir gen olarak hareket ederek potansiyel olarak antimeelanogenez görevi gördüğünü bildirmişlerdir (107).

2.1.2.4 Muz kabuğunun antimikrobiyal özellikleri

Tarihsel olarak, bitkisel ilaçlar çeşitli bulaşıcı hastalıkları tedavi etmek için kullanılmış ve birçok durumda etkili olduğu bulunmuştur. Doğal ilaçların çoğu yaprak, çiçek, meyve ve gövde gibi bitki materyallerinden elde edilir. Bu ekstraktlar, çoklu ilaca dirençli mikroorganizmalara karşı bir bariyer görevi görecektir yeni kimyasal yapılara ve etki mekanizmalarına sahip yeni antimikrobiyal bileşikler geliştirmek için kullanılabilir (45). Daha önce yapılan bir çalışmada, muz kabuğunun antimikrobiyal özelliklerinin *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Salmonella enteritidis* ve *Escherichia coli*'ye karşı etkili olduğu keşfedilmiştir (108). Krishna ve arkadaşları tarafından yürütülen bir çalışmada *M. paradisiaca* cv. Puttabale ve *M. acuminata* cv. Grand naine'nin etanol ekstratlarının özellikle *P. vulgaris* ve *S. paratyphi*'ye karşı yüksek inhibitör etki ile geniş bir antibakteriyel aktivite spektrumu gösterdiği bildirilmiştir. Bu çalışmada, fitokimyasal analiz sonucunda glikozitler, flavonoidler, terpenoidler ve tanenler gibi biyolojik olarak aktif bileşiklerin varlığı ve bu türevlerin klinik patojenik bakterilerin tedavisinde kullanılabileceği gösterilmiştir (109).

Niamah ve ark. yaptığı bir çalışmada; *Musa acuminata* kabuğu metanolik özütünün, 300 mg/mL konsantrasyonda *Escherichia coli* (ATCC 25922), *S. aureus* (ATCC 25923), *Lactobacillus casei*, *Bacillus spp.*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Saccharomyces cerevisiae*'ye karşı değişken inhibitör aktivite sergilediği gösterilmiştir (110).

2.1.2.5 Muz kabuğunun anti-besin kompozisyonu

Muz kabuğu, tanenler, oksalat ve fitat gibi, depresif büyüme, besin alımının azalması ve vücuttaki hayati organlara zarar verme gibi olumsuz etkilere neden olabilecek çeşitli anti-beslenme faktörleri içerir (111). Bu anti-beslenme bileşikleri arasında muz kabuğunda yüksek konsantrasyonda glikozitler bulunur (112).

Glikozitler, hidroliz yoluyla hidrojen siyanüre (HCN) dönüştürülebilen kanserojenlerdir. HCN, asitler metal siyanürlerle reaksiyona girdiğinde oluşan oldukça toksik bir maddedir. İşleme koşullarının değiştirilmesi ve gıdanın bazı istenmeyen bileşenlerinin ortadan kaldırılması veya azaltılması, en aza indirmek için gerekli olabilir. Tablo 7, işleme koşuluyla birlikte muz kabuğundaki anti-besin bileşimini özetlemektedir (45).

Yüksek oksalatlı bir diyet hiperoksalüri riskini artırır, böbrek fonksiyon bozukluğu olan kişilerde böbrek iltihabı ve akut böbrek yetmezliği ile sonuçlanabilir (113, 114). Ancak işleme yöntemindeki farklılıklara rağmen muz kabuğundaki oksalat içeriği yine de vücudun alabileceği eşik değerin (40-50 mg/gün) altına düşmektedir. Isıl işlem, muz kabuğunun toplam oksalat içeriğini yok edebilir (115). Diyetteki fitat, kan şekeri ve lipid düzeylerini düşürür ve böbrek gibi böbrek organlarında kalsiyum kristalleşmesini önlemeye yardımcı olur (116).

Tablo 7. İşleme koşulu ile birlikte muz kabuğundaki anti-besin kompozisyonu (45)

İşleme metodu	Anti besin kompozisyonu				Kaynak
	Fitat	Alkaloidler	Oksalat	Glikozidaz	
Fermentasyon	9.27 mg/g	-	8.28 mg/g	149.02 mg/g	(117)
Mikrodagla kurutma	%4.07 mg	%5.45 mg	%0.85 mg	-	(118)
Kaynatılmış muz kabuğu ekstratı	%2.11	%1.76	%40.2	-	(119)
Kaynatılmış muz kabuğu ekstratı	%2.34	%0.45	%20.0	-	(119)
Hava ve fırında kurutma	0.28 mg/g	-	0.51 mg/g	-	(120)

2.1.3 Muz kabuğunun teknolojik işleyişi

Üretim sürecinin yan ürünleri, kapsamlı atık yönetimi, geri dönüşüm veya imha gerektiren hasarlı hammaddeleri içerir. Muz kabukları, çeşitli ilgi çekici bileşiklerden oluşur. Bu özel bileşen, ham meyve kalıntısından çıkarılması için teknolojik işlem veya adım gerektirir. Büyük miktarlardaki yan ürünlerden değerli bileşiklerin geri kazanılması, küresel gıda sürdürülebilirliğine, çevreye ve ekonomiye katkıda bulunma potansiyeline sahiptir. Bir kimyasal varlığın geri kazanım oranı, büyük ölçüde yan ürün hücresel matrisi ve uygulanan ekstraksiyon tekniği tarafından belirlenir (121).

Tablo 8, bir muz kabuğu üzerinde gerçekleştirilen farklı teknolojik işlemleri ve elde edilen bileşenlerin özelliklerini göstermektedir.

Tablo 8. Bir muz kabuğu üzerinde gerçekleştirilen farklı teknolojik işlemler ve elde edilen bileşenlerin özellikleri (45)

Muz kabuğu	Ekstrate edilen bileşen	Teknolojik iyileştirme	Ekstrate edilen bileşenin özelliği	Kaynaklar
Musa spp. ABB	Diyet posası	Muz kabuğu tozu, diyet lifi ekstraksiyonundan önce ıslak öğütüldü ve musluk suyuyla yıkandı.	- Çözünmez diyet posası/Çözünebilir diyet posası oranı 4:1 olan yüksek diyet lifi içeriği. - Yüksek su tutma ve yağ tutma kapasitesi	(122)
Olgunlaşmamış Musa spp. AA, Musa spp. AAA, Musa spp. ABB	Pektin	Kuru muz kabuğu tozu, olası endojen enzimi etkisiz hale getirmek ve alkolde çözünür katıların uzaklaştırmak için kaynayan etanol içinde homojenleştirildi. Pektin, %6 sitrik asit çözeltisi kullanılarak ekstre edildi.	-Yüksek pektin verimi -Kluai nam wa çeşidi (M. ABB) %66,67 anhidrouonik asit (AUA) içeriğine sahiptir, gıda katkı maddesi olarak kullanılmak için iyi bir saflık seviyesi gösterir. - Muz kabuklarından elde edilen pektinler, yaygın pektin kaynaklarına eşdeğer olan %63.15 ila %72.03 arasında değişen bir esterleşme derecesi ile yüksek metoksil pektinler olarak sınıflandırılmıştır.	(123)

Tablo 8. Bir muz kabuğu üzerinde gerçekleştirilen farklı teknolojik işlemler ve elde edilen bileşenlerin özellikleri (devam)

Muz kabuğu	Ekstrate edilen bileşen	Teknolojik iyileştirme	Ekstrate edilen bileşenin özelliği	Kaynaklar
Musa ABB	Selüloz	-Muz kabuğu tozu etanol ile yağı alınmış ve protein sodyum hidroksit ile uzaklaştırılmıştır. Yağı alınmış ve proteini uzaklaştırılmış muz kabuğu numunesi daha sonra selüloz elde etmek için hidrojen peroksit ile ağartılmıştır.	- Muz kabuğundan ekstrakte edilen selüloz, ticari selülozdan daha yüksek kalori içeriği içeriyordu. - Su ve yağ tutma kapasitesi ticari selüloza göre daha yüksektir. Bu özellikler sadece gıdada değil, aynı zamanda insan gastrointestinal fonksiyonunda da çok önemlidir.	(124)
-	Pektinazlar	-Muz kabuğu tozu K_2HPO_4 , KH_2PO_4 , KNO_3 ve maya özü içeren bir bazık ortama eklendi. Daha sonra numune çözelti içinde $37^\circ C$ 'de ve 150 rpm çalkalama hızında inkübe edildi.	Bu enzimin muz kabuğu tozu hidroliz ürününün incelenen dört laktik asit bakterisi üzerindeki prebiyotik etkileri, <i>B.amyloliquefaciens</i> <i>TKU050</i> pektinazın prebiyotik üretmek için umut verici bir seçim olabileceğini ima ediyor.	(125)
-	Karbonhidrat (pektin, ksiloz, ksilooligosakkaritler)	Muz kabuklarını ön işleme tabi tutmak için sitrik asit ve alkali çözeltiler (NaOH ve KOH) kullanıldı, ardından enzimatik hidroliz (Cellic® CTec2) yapıldı.	Muz kabuğunun yapı bozumu, pektin, ksiloz ve ksilooligosakkaritler gibi temel karbonhidratların hücre duvarlarından yüksek verimle ekstrakte edilebileceğini ortaya çıkardı. Bununla birlikte, asit ve alkalın ön-muamelesi için kullanılan kimyasal türü gibi parametrelerin yanı sıra ekstraksiyon koşulları, ilgilenilen bileşiklerin salınımını iyileştirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyar.	(126)

2.1.4 Muz kabuğunun gıda sektöründe uygulanması

Önceki çalışmalar, çeşitli gıda ürünlerinin (örneğin fırın, erişte, jöle ve et ürünleri) besinsel ve fizikokimyasal özelliklerini geliştirmek için olgun ve olgunlaşmamış muz kabuklarını kullanmıştır. Ayrıca, muz kabuğu, muz kabuğu gıda maddelerinin büyük işlevselliğe sahip olmasını sağlayan, posadan önemli ölçüde daha yüksek miktarda kül, protein, yağ, ham ve diyet lifi içerir (56, 57).

Gıda formüllerindeki yüksek konsantrasyonda muz kabuğu, fitokimyasal ve antioksidan potansiyeli artırılabilir. Bununla birlikte, zayıf fizikokimyasal özelliklere ve duyusal olarak kabul edilemezliğe sahip gıda ürünleri ile sonuçlanabilir. Bu nedenle, çeşitli gıda ürünlerinde uygun muz kabuğu konsantrasyonlarının araştırılması gereklidir. Bugüne kadar, Tablo 9, muz kabuğunun gıda endüstrisindeki uygulamasını özetlemektedir (45).

Tablo 9. Muz kabuğunun gıda endüstrisindeki uygulaması (45)

Gıda ürünü	Muz kabuğu türü	Gıda formülündeki kompozisyon seviyesi	Amaç	Uygulamanın etkisi	Kaynak
Tavuk sosisi	<i>M. balbisiana</i>	%2, %4 ve %6 / un bazında	Diyet lifi içeriğini arttırmak için	Su tutma kapasitesi, toplam diyet posası ve kül içeriğinde önemli artış. Gecikmiş lipid oksidasyonu	(127)
Öğütülmüş tavuk köftesi	<i>M. paradisiaca</i>	%2 / su özü	4 °C'de 8 gün aerobik olarak saklanan tavuk köftelerinin antioksidan aktivitelerinin değerlendirilmesi.	Muz kabuğu suyu özü, serbest radikal temizleme aktivitesini önemli ölçüde azaltır.	(128)
Mısır balady gözleme	-	%5 ve %10 / un bazında	Muz kabuğu unu ikamesinin Mısır balady gözlemesinin fizikokimyasal ve duyusal özellikleri üzerindeki etkisini belirlemek.	Protein, kül ve yağ içeriği artmıştır. Bununla birlikte, karbonhidrat önemli ölçüde azalmıştır.	(129)

Tablo 9. Muz kabuğunun gıda endüstrisindeki uygulaması (devam)

Gıda ürünü	Muz kabuğu türü	Gıda formülündeki kompozisyon seviyesi	Amaç	Uygulamanın etkisi	Kaynak
Chapati	-	%5, %10, %15 ve %20 / un bazında	İşlevsel bir chapatti geliştirmek için muz kabuğu unu eklenmesi.	Muz kabuğu tozu ile aşılanmış chapatti'nin toplam fenolik içeriği ve flavonoid içeriği önemli ölçüde daha yüksekti. %20 muz kabuğu içeren Chapatti, yüzde 68,3'e kadar DPPH radikal süpürme aktivitesine sahipti. Ayrıca muz kabuğu unu (%5 ve %10) ilave edilen hamurla yapılan chapatti, yumuşak chapatti sağlamıştır.	(130)
Kurabiye	<i>M. paradisiaca</i>	%5, %10, %15 ve %20 / un bazında	Yaşam tarzına bağlı hastalıkların yönetiminde ve önlenmesinde faydalı olabilecek muz kabuğu unu içeren kurabiyeler geliştirmek.	-Geliştirilen kurabiyeler yüksek toplam diyet lifi, kül, nem içeriği ve fenolik içeriğe sahipti. - %10 muz kabuğu unu içeren kurabiyeler, diğer formülasyonlara kıyasla renk, tat ve doku iyileştirmeleri nedeniyle daha çok tercih edilirdir.	(55)
Ksilitol	-	100:0, 75:25, 50:50, 25:75 ve 0:100 oranında sakaroz ve ksilitol içeren un	Atık muz kabuklarını ksilitol üretmek için kullanmak ve peksimetlerin fizikokimyasal nitelikleri üzerindeki etkisini test etmek.	Bu çalışma, muz kabuğundan elde edilen ksilitolün peksimetin su aktivitesini azalttığını ve bunun da ürünün yüksek raf stabilitesi ile sonuçlandığını göstermiştir. En yüksek tat puanını 25:75 ve 0:100 oranında sakaroz ve ksilitol içeren peksimet elde etmiştir.	(131)

Tablo 9. Muz kabuğunun gıda endüstrisindeki uygulaması (devam)

Gıda ürünü	Muz kabuğu türü	Gıda formülündeki kompozisyon seviyesi	Amaç	Uygulamanın etkisi	Kaynak
Yenilebilir gıda ambalajı	-		Muz kabuğundan yenilebilir gıda ambalajı geliştirmek.	-Gerilme özellikleri polietileninkine benzerdi. - İnorganik besin, mekanik özellikleri geliştirir. Ayrıca, bu filmler 45 günde tamamen biyolojik olarak bozunduğundan kolayca erişilebilir ve gübrelenebilir.	(132)
Biyoplastik film			Muz kabuğu ve mısır nişastası olmak üzere iki biyopolimerin birleşiminden biyoplastik film geliştirmek.	- Muz kabuğu ve mısır nişastasından elde edilen iki biyopolimerden oluşan biyoplastik filmde yüksek çekme mukavemeti gözlemlendi. -Polivinil alkol matrisindeki yeşil muz kabuğu unu yüzdesi %20'ye kadar arttıkça kopma uzaması azaldı.	(133)

2.2 Paraprobiyotiklerin ve Postbiyotiklerin Tanımı, Paraprobiyotiklerin Özellikleri

Günümüzde beslenme ve sağlık konularına olan ilginin artması ile insan sağlığını koruyan, iyileştiren ve hastalık oluşma riskini azaltan fonksiyonel gıdalara olan talep artmıştır. Fonksiyonel gıdaların en önemli grubunu probiyotik mikroorganizma içeren gıdalar oluşturmaktadır. Probiyotikler yeterli miktarda alındığında konakçıya sağlık yararı sağlayan canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadır (4).

Postbiyotikler, canlı probiyotik mikroorganizmalar tarafından üretilen veya hücre kırılmasından sonra konağa herhangi bir fizyolojik fayda sağlayan biyoaktif çözünür faktörler (ürünler veya metabolik yan ürünler) olarak tanımlanır (134).

Hücre metabolitleri, biyojenikler, hücre dışı süpernatant, fonksiyonel proteinler/enzimler, hücre dışı polisakkaritler olan ekzopolisakkaritler (EPS), teikoik asit, pili tipi yapılar, metabiyotikler (mikrobiyota metabolitleri) ve probiyotik aktivitenin metabolik atıkları olarak tanımlanmaktadır (135, 136). Fermente süt ürünlerindeki laktik asit bakterileri (LAB), laktik asit, peptidoglikan, bakteriyosin ile postbiyotik olabilecek metabolitleri salgılayarak sağlık açısından fayda sağlarlar. Örneğin, fermantasyonla üretilen laktat ve kısa zincirli yağ asitlerinin (KZYA) birer postbiyotik olduğu ve bağırsaktaki antienflamatuar ve antikarsinojenik özellikleri etkilediği bildirilmiştir (135, 137, 138). Bugüne kadar en çok bilinen laktat, çeşitli peptitler, KZYA, galaktooligosakkaritler gibi farklı postbiyotiklerin, *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* bakterilerine ait suşlar tarafından bağırsakta veya gıda sistemlerindeki fermantasyonla üretildiği bilinse de *Streptococcus* ve *Faecalibacterium* gibi birçok bakteri veya maya tarafından da postbiyotik sayılabilecek metabolitlerin üretildiği bilinmektedir (134, 139).

Postbiyotik üretimi genellikle ısı ve enzimatik işlemler, çözücü ekstraksiyonu ve sonikasyon gibi hücre parçalama tekniklerini içerir. Ardından ilave bir ekstraksiyon ve santrifüj, diyaliz, dondurularak kurutma ve kolon saflaştırma gibi üretim sonrasındaki işlemler, üretim prosedürleri elde etmeye yardımcı olmak için kullanılmaktadır (134).

Probiyotik kültürler, işleme, depolama ve mide-bağırsak geçişi boyunca hayatta kaldıktan sonra konakçıdaki hedef bölgeye ulaşabilecek, ancak yüksek düzeyde canlı ve yeterli sayıda kalacak şekilde formüle edilmelidir. Bununla birlikte, yeterli canlı mikroorganizma alımının ne olduğu konusunda hala bir fikir birliği yoktur (140, 141). Ayrıca, özellikle bağışıklığı baskılanmış bireyler, anormal gastrointestinal mukozal bariyeri olan kişiler, cerrahi tedavi gören hastalar veya prematüre yenidoğanlar gibi risk altındaki gruplar için probiyotik yan etkilerle ilgili endişeler dile getirilmiştir. Probiyotikler yüksek konsantrasyonda bulunursa, anti- ve proinflamatuar sitokinler ile diğer hücresel işlevler arasındaki dengeyi olumsuz yönde etkileyebilir ve bağışıklık bozuklukları olan kişilerde uzun süreli bağışıklık tepkilerinin değişmesine neden olabilir (7, 142).

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA), probiyotik tedavisiyle ilişkili *Lactobacillus rhamnosus* sepsis vakalarını kaydetti. *Lactobacillus* bakteriyemisi olan 89 hastayla ilgili bir çalışma, enfeksiyon başlangıcından sonraki 1 ay içinde %26 ve 1 yıl içinde %48 ölüm oranı bildirmiştir. Nadir de olsa, *Lactobacillus* enfeksiyonuna bağlı endokardit, ortalama %30 gibi yüksek bir ölüm oranıyla sonuçlanır. Öngörülen şiddetli akut pankreatitli hastalarda bir randomize kontrollü çalışma probiyotik profilaksisi, probiyotik uygulamasına maruz kalan şiddetli akut pankreatit hastaları arasında bağırsak iskemisine (9'a karşı 0) bağlı olarak önemli ölçüde artan mortaliteyi (%16'ya karşı %6) vurgulamıştır (143). 1976 ve 2018 yılları arasında yayınlanan makalelerin sistematik bir incelemesi, probiyotik alımının bir sonucu olarak enfeksiyon gelişen 93 hasta vakasına dikkat çekmiştir. En sık görülen cins 47 vaka ile *Saccharomyces* olurken, bunu sırasıyla *Lactobacillus* (26 vaka), *Bifidobacterium* (12 vaka), *Bacillus* (5 vaka), *Pediococcus* (2 vaka) ve *Escherichia* (1 vaka) takip etmiştir (144).

Bakteriyemi ve fungemi en sık bildirilen rahatsızlıkları temsil eder, ancak liste yakın gelecekte genişleyecektir. Bağırsakta patojenik bakterilerden genlerin olası yatay transferi, virülans özelliklerinin ve antibiyotik direncinin gelişmesi ve yayılması riski nedeniyle bir başka kritik konudur (140, 145-147).

Probiyotik etki mekanizması, suşa özgü özellikleri ve kolonizasyon için kommensal bağırsak mikrobiyotası ile rekabet halinde olmaları hakkında başka şüpheler ortaya çıkabilir (148). Bilimsel topluluk ve düzenleyiciler, özellikle uzun bir kullanım geçmişi olmayan yeni türlerden oluşan yeni nesil probiyotiklerin (yani *Akkermansia muciniphila*, *Faecalibacterium* ve *Bacteroides* türleri) daha sık piyasaya sürülmeye devam edeceği düşünüldüğünde probiyotik takviyeleri çevreleyen şüpheleri ortadan kaldırmalıdır (140, 149). Canlı mikroorganizmaların uygulanmasıyla ilgili tüm bu dezavantajlar, canlı olmayan probiyotik preparasyonlara olan ilgiye yol açmıştır. 2004'ten bu yana, fizyolojik olarak aktif bakterilerin bazı sağlık yararlarının canlılıklarıyla sıkı bir şekilde ilişkili olmadığını gösteren kanıtlar artmaktadır. Aslında, probiyotik ürünler aynı zamanda canlı eşdeğerleri kadar etkili bir biyolojik tepki üretebilen ölü hücreleri de içerir ve probiyotik ürünlerin son kullanma tarihinden sonra

da kullanılabileceğini vurgular. Buna “probiyotik paradoks” (veya bazı yazarların önerdiği gibi “probiyotik avantaj”) denir, yani hem canlı hem de ölü hücreler biyolojik bir tepki üretebilir. Ölü mikroorganizmaların tüketiminden potansiyel bir fayda olsa da, probiyotik olarak sınıflandırılmazlar (150). Bu nedenle, çok çeşitli eş anlamlılarla birlikte “paraprobiyotik” terimi türetilmiştir. Canlı olmayan probiyotikler, inaktive edilmiş probiyotikler, tyndallize probiyotikler veya hayalet probiyotikler olarak da bilinen paraprobiyotikler, en çok tekrarlanan tanıma göre, “canlı olmayan mikrobiyal hücreler (ya sağlam ya da parçalanmış) ya da az miktarlarda uygulandığında (oral veya lokal olarak) insan veya hayvan tüketicisine bir fayda sağlayan ham hücre özütleridir (148,151). Paraprobiyotik etkinin altında yatan moleküler mekanizmalar hala kapsamlı bir araştırmaya ihtiyaç duysa da, bilimsel kanıtlar probiyotiklere benzer şekilde hücre yüzeyinde bulunan moleküllerin (peptidoglikan, teikoik asit, hücre duvarı polisakkaritleri, hücre yüzeyle ilişkili proteinler vb.), paraprobiyotikler ve konakçı arasındaki ilk etkileşim hattını oluşturabileceğini ve böylece faydalı etkilere aracılık edebileceğini göstermektedir (152).

Paraprobiyotiklerin hayvanlarda ve insanlarda anti-inflamatuar ve pozitif bağışıklık tepkilerini modüle ettiği kanıtlanmıştır ve probiyotiklere kıyasla bazı avantajlar sağlar. Canlı olmayan mikrobiyal hücreler, mikroorganizma canlılığı ve stabilitesi için soğuk zincir gerekli olmadığından, gelişmiş güvenlik, yani sepsis ve antibiyotik direnci riskinin azalmasının yanı sıra teknolojik ve pratik faydalar, yani daha uzun raf ömrü sergileyebilir. Bu özellikler aynı zamanda az gelişmiş bölgelerde de uygulanmalarını sağlar (7, 153). Diğer bir büyük avantaj, antibiyotikler veya antifungal ajanlarla birlikte uygulandığında biyoaktivite kaybı olmamasıdır (154).

Öldürülen probiyotikler ayrıca gıda matrisinin formülasyonu ile ilişkili sorunların üstesinden gelmek için çekici bir çözüm sunar (155). Ayrıca, yukarıda bahsedildiği gibi insan fizyolojisi için faydalı etkiler sağlayan gastrointestinal sistemden yeni tanınan bakterileri ortaya çıkaran bağırsak mikrobiyotası üzerine araştırmalar ve paraprobiyotik preparatlar, bu yeni nesil probiyotiklerin ticarileştirilmesi sırasında stabilize ve güvenlikle ilgili komplikasyonları çözmek için faydalı olabilir çünkü yeni

nesil probiyotikler genellikle anaerobik bakterilerdir; bu nedenle, üretimleri ve dayanıklılıkları çok zordur (6).

2.2.1 ParaprobİYotiklerin elde edilmesi

Probiyotik ürünlerin endüstriyel olarak işlenmesi ve depolanması, probiyotik etkiler için önemli bir gereklilik olan probiyotik hücre canlılığını ciddi şekilde bozabileceğinden, hala teknolojik zorluklar barındırmaktadır. Nitekim, probiyotik ürünler aslında her ikisi de insan sağlığı üzerindeki faydalı etkilere katkıda bulunabilecek canlı ve cansız hücreler içerir (156, 157). Öte yandan, özellikle yaşlılar ve bağışıklığı yetersiz bireyler gibi hassas kişilere verildiğinde, gıdalardaki canlı mikroorganizmaların işlevselliği ve güvenliği konusunda bazı endişeler dile getirilmiştir (158). ParaprobİYotiklerin kullanımı, bu dezavantajların birçoğunun üstesinden gelmeyi sağlar ve yeni fonksiyonel gıdaların tasarımında yeni perspektifler açar, endüstriyel işleme ve pazarlamayı önemli ölçüde basitleştirir. Aslında, kimyasal veya fiziksel özellikleri nedeniyle probiyotiklerin hayatta kalması için uygun bir ortam sunmayan (meyve suyu gibi) birçok gıdaya paraprobİYotikler eklenebilir. Ayrıca paraprobİYotikler, gıda matrisleri ile doğrudan etkileşime girmez ve organoleptik özelliklerini değiştirmez (159). Ayrıca gıda güvenliğini sağlarken sağlığı geliştirici özelliklerini tamamen bozmadan gıdalara ısıl işlem den önce eklenebilirler ve antibiyotik tedavilerinden etkilenmezler (5). Öte yandan, inaktive hücrelerin probiyotik sağlık etkilerinde rolü olabilecek salgılanan metabolitleri (bakteriosinler, laktik asit, vitaminler vb.) ve enzimleri üretmediği de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu özellikleri sayesinde paraprobİYotik içeren yeni gıdalar, depolama ve taşıma koşullarından daha az etkilenmekte, böylece daha uzun bir raf ömrü garanti etmekte ve ekonomik avantajlar sağlamaktadır. Bu noktalar, fonksiyonel gıda pazarını daha güvenli ve daha istikrarlı ürünlerle harekete geçirmek için önemli bir fırsat sunabilir (6).

Probiyotik hücrelerin inaktivasyonu, hücre yapısını tamamen bozmadan mikrobiyal hücre bileşenlerini (hücre zarları ve zarfları, proteinler, DNA, vb.) ve fizyolojik fonksiyonları (enzim aktiviteleri ve zar seçiciliği) değiştirebilen fiziksel

veya kimyasal işlemler kullanılarak gerçekleştirilebilir (6). İnaktivasyon, ısı işlemi, γ veya UV ışınları, kimyasal veya mekanik bozulma, basınç, liyofilizasyon veya asit deaktivasyonu dahil olmak üzere fiziksel veya kimyasal stratejiler kullanılarak gerçekleştirilebilir (151). Ayrıca, tekniklerin bir kombinasyonu daha etkili inaktivasyon protokolleri ile sonuçlanabilir (160). Bu işlemler, spesifik olarak farklı hücre bileşenlerini ve/veya işlevlerini hedefleyebilir veya genel olarak tüm hücre yapısına zarar verebilir. Probiyotiklerin inaktivasyonu için uygulanan yöntemler ve bazı özellikleri Tablo 10’da gösterilmiştir (5).

Tablo 10. Probiyotiklerin inaktivasyonu için uygulanan yöntemler ve bazı özellikleri (5)

Metod	Anahtar mekanizmalar	Anahtar özellikler
1. Termal işlem		
Pastörizasyon <100°C Sterilizasyon ≥ 100 °C	Hücre zarında hasar, protein denatürasyonu, çözünen kayıplar, enzim inaktivasyonu, hücre içi pH’ın azalması, konformasyonel ribozomlarda ve nükleoidlerde değişiklikler, RNA filamentlerinin parçalanması	Çeşitli çalışmalarda sıcaklık ve süre aralığı: 60-121°C için 15-60 dakika)
2. Nontermal işlemler		
a. İyonize radyasyon	Nükleik asitlerde hasar	Gama ışınlaması; 20 saat boyunca 8.05 Gy/dakika’da Kobalt 60 kaynağı
b. Ultraviyole (UV) ışınları	Proteinlerin denatürasyonu, DNA fotoürünlerinin oluşumu	UV ayrıntıları belirtilmemiş, 30 dakika UV, 20 dakika UV, 5 dakika UV 39W mikrop öldürücü lamba altında
c. Yüksek basınç	Hücre zarlarında hasar	10 dakika boyunca 37°C’de 400 veya 600 MPa
d. Sonikasyon	Hücre duvarının yırtılması, hücre zarının zarar görmesi, DNA hasarı, hücre içi esterazların aktivasyonu, hücre metabolizmasının inhibisyonu	10 mm çaplı probun 30 mL probiyotik hücre süspansiyonuna batırılmasıyla oluşturulan düşük frekanslı ultrason (20 kHz). Ses gücü: 300 W/cm ² . Ultrasonik güç ve ışınlama süresi: 60 W/cm ² ve 0-20 dk. Süspansiyon sıcaklığı öldürücü termal etkiyi önlemek için buzlu su banyosunda 20±1°C’de tutuldu, Probiyotik kültür 13.000 rpm’de 10 dakika santrifüjlenmiş ve ardından 5 dakika sonike edilmiştir.

Tablo 10. Probiyotiklerin inaktivasyonu için uygulanan yöntemler ve bazı özellikleri (devam)

Metod	Anahtar mekanizmalar	Anahtar özellikler
e. Darbeli Elektrik Alanı (PEF)	Elektroporasyon (hücre zarı hasarı)	Darbeli yüksek voltaj (40 kV/cm); iki elektrot arasına yerleştirilen gıda ürünleri içeren probiyotik bakterilere uygulanır.
f. Ohmik veya Joule veya dirençli ısıtma	Alternatif elektrik akımı nedeniyle termal kaynaklı hasar ve elektroporasyon.	Joule yasasına göre
g. Süper kritik CO₂ teknolojisi	Hücre içi asidozun indüklenmesi, hücre zarı hasarı ve hayati bileşenlerin tükenmesi, enzim inaktivasyonu, CO ₂ ve HCO ₃ indüklenen doğrudan hasar, hücre içi elektrolit dengesizliği	CO ₂ 'nin kritik nokta değerlerinin üzerindeki sıcaklık ve basınçlarda kullanılması (T _c :31,1°C; P _c :7,38 MPa)
h. Dehidrasyon	Hücre zarında hasar, proteinlerde konformasyonel değişiklikler, nükleik asitler ve ribozomlar	Liyofilizasyon (Dondurarak kurutma): Kurutulacak malzemede su önce dondurulur, ardından vakum şartlarında süblime edilir. Püskürterek kurutma: Sıvıların toz haline getirilmesi ve sıcak hava ile temas halinde küçük damlacıkların oluşması için bir atomizer kullanılarak toz oluşumu.
i. pH modifikasyonu	Hücre zarlarında hasar, DNA ve ATP'nin kimyasal denatürasyonu ve enzim inaktivasyonu	Ortamın pH'ını 3.0-4.0'e düşürmek, probiyotikleri inaktive etmede etkili olmuştur; düşük pH'a maruz kalma süresi belirtilmemiş
1. Kombinasyon işlemleri		
UV-C ışık ve ısıtma işlemi	Proteinlerin denatürasyonu, DNA fotoürünlerinin oluşumu, hücre membran hasarı, enzimatik denatürasyon	50°C'de ısıtılmalı UV-C ışığı (0-10,6 kJ/m ²)

2.2.2 Paraprobiyotikler ve sağlık

Konağın adaptif ve doğuştan gelen bağışıklık sisteminin modülasyonu, özellikle atopik dermatit, gastrointestinal ve solunum yolu hastalıkları, viral kaynaklı bulaşıcı hastalıklar, enfeksiyonlar ve alerjiler gibi patolojilerin önlenmesi ve tedavisinde

probiyotiklerin hayvan ve insan sağığı üzerindeki yararlı etkilerinin altında yatan anahtar bir mekanizmadır (6).

Bağışıklık, reaksiyonun hızı ve özgüllüğü ile belirlenen iki kısma ayrılır. Bunlar, pratikte aralarında çok fazla etkileşim olmasına rağmen, doğuştan gelen (doğal) ve uyarlanabilir (yapay) tepkiler olarak adlandırılır. Doğuştan gelen bağışıklık terimi bazen fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik engelleri içermek için kullanılır, ancak daha sık olarak, anında konak savunması sağılayan bağışıklık sisteminin öğelerini (nötrofiller, monositler, makrofajlar, kompleman, sitokinler ve akut faz proteinleri) kapsar. En basit hayvanlarda bile görülen tepkinin yüksek oranda korunmuş doğası, hayatta kalmadaki önemini doğrulamaktadır (161).

Adaptif bağışıklık, daha yüksek hayvanların bağışıklık sisteminin ayırt edici özelliğidir. Bu yanıt T lenfositler ve B lenfositler yoluyla antijene özgü reaksiyonlardan oluşur. Doğuştan gelen tepki hızlıdır, ancak bazen özgünlük eksikliği nedeniyle normal dokulara zarar verir, adaptif yanıt kesindir, ancak gelişmesi birkaç gün veya hafta sürer. Uyarlanabilir yanıtın hafızası vardır, böylece sonraki maruziyet daha güçlü ve hızlı bir yanıtı yol açar, ancak bu hemen gerçekleşmez (162, 163).

Doğal immün yanıt; mikroorganizmalarda bulunan mikrobiyal ilişkili moleküler yapılar (MAMP) ile sitoplazmada MAMP'ı algılayan ve hücre içerisinde çoğalan patojenleri fark eden nükleotid bağlayıcı oligomerizasyon alanı proteinlerini bağlayan konak epitelial ve immün hücrelerinin (nötrofiller, monositler, makrofajlar, dentritik hücreler, doğal öldürücü hücreler) Toll-benzeri reseptörleri gibi (TLR) transmembran yapı tanıma reseptörlerine (PPR) bağlıdır (164, 165). Nitekim, bu mekanizmalar hücre dışı bakteri molekülleri, hücre duvarı bileşenleri (peptidoglikanlar, teikoik asitler, proteinler) ve S-tabakası, zar ve polisakkarit kapsülü gibi hücre zarfının yapısal özellikleri tarafından da indüklenebileceğinden hücre canlılığı gerektirmez (6, 166). Paraprobiyotikler, adaptif ve doğuştan gelen bağışıklık sistemlerini düzenleme, anti-inflamatuar, antiproliferatif ve antioksidan özellikler sergileme ve patojenlere karşı antagonistik etki gösterir (6). Bu bulgular, özellikle bağışıklığı baskılanmış denekler

için güvenlik yararları göz önüne alındığında, sağlığı geliştirici ajanlar olarak paraprobiyotiklerin kullanımına giden yolu açmaktadır (158, 167-169).

2.2.3 Paraprobiyotik ve sağlık ile ilgili yapılan çalışmalar

Çeşitli çalışmalar, paraprobiyotiklerin bağışıklık sistemi tepkisi üzerindeki etkisini, esas olarak farklı hücre dizilerinde probiyotik muadillerine kıyasla araştırmıştır. Örneğin, Chuang ve ark. ısıyla öldürülen üç *Lactobacillus* suşunun fare splenosit proliferasyonu ve fare dendritik hücrelerinin aktivasyonu üzerindeki etkilerini inceleyerek, interleukin sekresyonunu modüle etmedeki etkinliklerini göstermiştir (170).

Lopez ve ark., canlı ve UV ile inaktive edilmiş *Lactobacillus rhamnosus* GG hücrelerinin, insan epitelyal kolorektal adenokarsinom kolorektal adenokarsinoma 2 (Caco-2) hücre hattında flagellin indüksiyonu üzerine IL-8 üretimini azalttığını göstermiştir (171). *L. rhamnosus* ATCC 7469'un canlı ve ısıyla öldürülmüş hücrelerinin, fare makrofajlarında proinflatuar (TNF- α ve IL-6) veya düzenleyici (IL-10) işlevleri olan farklı sitokinlerin sentezini indükleyebildiği bildirilmiştir (172).

Daha yakın zamanlarda, ısıyla öldürülmüş *L. brevis* KCCM 12203P hücrelerinin antioksidatif aktivitesi ve bağışıklık uyarıcı potansiyeli, yaşayabilir muadillerine kıyasla değerlendirilmiştir (173). Canlı ve ısıyla inaktive edilmiş *B. animalis* subsp. *lactis*, BB-12 ve *L. rhamnosus* GG'nin kültürlenmiş Caco-2 hücreleri üzerinde başlıca bariyer bütünlüğü ve inflammatuar mediatörlerin üretimi araştırılmıştır (174).

Çoğu durumda, paraprobiyotiklerin mekanizmaları ve sağlık etkileri, sitokin ekspresyonunun uyarılması ve hücre sinyal sisteminin aktivasyonu açısından probiyotikler tarafından uygulananlara çok benzerdir, bu da hücre inaktivasyonundan kaynaklanan canlılık kaybının faydalı fonksiyonları engellemediğini göstermektedir.

Proinflatuar sitokinlerin (IL-8, TNF- α) ekspresyonundaki azalma ve anti-inflatuar sitokinlerin (IL-10) artan sentezi, anti-inflatuar hastalıklar üzerindeki

faydalı etkilerle ilişkili anahtar bir mekanizmadır. IL-12 ve IFN- γ ekspresyonunun artmasını ve IL4 ve IL13 ekspresyonunun azalmasını ve böylece Th1 hücre popülasyonunun arttırılmasını içeren Th1/Th2 hücre farklılaşmasındaki bir değişim, alerjiler ve atopik dermatit tedavisi üzerindeki olumlu etkilerin temelidir (151, 156, 175). Bununla birlikte, canlı ve inaktive hücrelerin farklı etki mekanizmaları sonucunda aynı faydalı etkiye yol açma olasılığı da gözlenmiştir (171). Son on yılda, paraprobiyotiklerin; ishal, kolit, solunum, bağırsak ve alkole bağlı karaciğer hastalıkları, iltihaplanma ve alerjiler dahil olmak üzere çeşitli patolojilerin profilaksisinde ve tedavisinde yararlı etkilerine dair kanıtlar, fare modellerinde ve insan klinik deneylerinde in vivo çalışmalarla desteklenmiştir (5, 145, 175). Bu ışık altında, probiyotikler özellikle bu denekler için güvenlik riskleri oluşturabileceğinden, yaşlılar gibi savunmasız kişilerde paraprobiyotik uygulamasının etkisini araştırmak için özel bir çaba gösterilmiştir. Yaşlılar enfeksiyonlara ve yaşa bağlı enflamatuvar hastalıklara karşı daha duyarlı olabilir ve hem doğuştan (TLR'lerin ve sitokinlerin değiştirilmiş ekspresyonu dahil nötrofiller, monositler, dendritik ve doğal öldürücü hücrelerde kantitatif ve fonksiyonel değişiklikler) hem de adaptif bağışıklık sisteminde (T ve B hücre alt popülasyonlarında kalitatif ve kantitatif değişiklikler) işlev bozuklukları sergileyebilir (176-178). Bu nedenle paraprobiyotiklerin etkinliği, hem güvenlik hem de bu denekler tarafından kolayca tüketilebilecek yeni fonksiyonel gıdaların üretilmesi açısından sunabilecekleri avantajlar nedeniyle yaşlılar için büyük önem taşımaktadır (6).

Kısa ömürlü yaşlanma ile hızlandırılmış fare eğilimli 1 (SAMP1), yaşa bağlı bağışıklık yaşlanması üzerindeki paraprobiyotik etkileri araştırmak için bir hayvan modeli olarak kullanılmıştır. Isı ile öldürülen *Lactobacillus gasseri* TMC0356 hücrelerinin IL-12 ve interferon- α ve - β reseptör 1 ekspresyonunu artırma yeteneği ve dalak doğal öldürücü hücrelerin aktiviteleri, paraprobiyotiğin oral yoldan verilmesinin hücre aracılı bağışıklığı modüle edebileceğini göstermiştir (179). Benzer bir hayvan modelinde, ısıyla öldürülen *Lactococcus lactis* G50 ile desteklenmiş bir diyet, bağırsak bağışıklığını arttırmış ve enterik H₂S üreten bakterilerin büyümesini engellemiştir (180).

Bağıışıklığın azalması, yaşlanmanın iyi bilinen bir sonucunu temsil eder ve yaşlıların solunum yolu enfeksiyonlarına karşı savunmasızlığına katkıda bulunabilir (177). Kotani ve ark. *Lactobacillus pentosus b240*'ın ısıyla öldürülen hücrelerinin oral alımının, hüııoral mukozal immün yanıtı aracılık etmede anahtar rol oynayan tükürük immünoglobulin A'nın (sIgA) gelişmiş bir salgılanmasını indüklediğini göstermiştir (181). Ayrıca, *L. pentosus b240*'ın oral alımı, bu paraprobiyotiğin sIgA'nın artan sekresyonu yoluyla mukozal bağıışıklığı iyileştirme yeteneğı ile ilgili olarak yaşlı erişkinlerde soğuk algınlığına karşı koruyucu etkiler göstermiştir (insidans oranını azaltarak) (182).

Murata ve ark. yakın zamanda, ısıyla öldürölmüş *Lactobacillus paracasei MCC1849* hücrelerinin alımını içeren bir diyetin, soğuk algınlığına duyarlı genç sağılıklı yetişkinlerin önceden belirlenmiş bir alt grubu üzerinde benzer etkilere (soğuk algınlığı enfeksiyonlarına karşı geliştirilmiş direnç ve zihinsel stres koşulları altında bile arzu edilen bir ruh halinin korunması) neden olduğunu gözlemledi (183).

Isıyla öldürölen *Lactobacillus plantarum L-137* hücrelerinin yol açtığı bağıışıklık fonksiyonlarının güçlendirilmesi ile sağılıkla ilgili yaşam kalitesinin iyileştirilmesi arasında sıkı bir ilişki, daha önce sınırlı bir yaşlı denek alt grubu da dahil olmak üzere sağılıklı yetişkinlerde gösterilmiştir (184). Daha yakın zamanlarda, uzun süreli ADR-159 tüketimi (birlikte fermente edilmiş *Lactobacillus fermentum* ve *Lactobacillus delbrueckii* içeren bir ürün, kapsamlı bir yüksek sıcaklıkta üretim sonrası işleme tabi tutulmuştur), sağılıklı farelerde sosyal davranışı olumlu yönde etkilediğı ve temel kortikosteron düzeylerini (stres hormonu) azalttığı kanıtlanmıştır, bu da paraprobiyotiklerin potansiyel anksiyolitik ve antidepresan etkilerini düşündürür (154). Nitekim anksiyete, stres ve depresyon yaşlılarda sıklıkla karşılaşılmakta ve onların iyilik hali için ek risk faktörleri oluşturmaktadır. Bu çerçevede, paraprobiyotiklerin anksiyete, stres ve depresyon semptomlarını hafifletmek için doğıal bir yardımcı olarak kullanma olasılığı, ilaca bağılı yan etkilere daha duyarlı oldukları için yaşlılar için özellikle önemli olabilir (6).

Son yıllarda, probiyotiklerin (prebiyotikler ve sinbiyotikler) mikrobiyota-bağırsak-beyin eksenini yoluyla bilişsel işlevler ve nörolojik hastalıklar üzerinde sahip olabileceği yararlı etkilerin kanıtları giderek artan bir ilgi görmektedir (185). Bu alandaki bilgi sınırlı kalsa ve paraprobiyotiklerin sağlığı geliştirici etkilerini kesin olarak değerlendirmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulsa da, bu bulgular paraprobiyotiklerin genel refahı iyileştirmedeki potansiyel etkisi fikrini güçlendirmektedir (6).

Son on yılda, paraprobiyotiklerin alkolün neden olduğu ishal, kolit, solunum, bağırsak ve karaciğer hastalıkları, iltihaplanma ve alerjiler dahil olmak üzere çeşitli patolojilerin profilaksisinde ve tedavisinde yararlı etkilerine dair kanıtlar, fare modellerinde ve insan klinik deneylerinde in vivo çalışmalarla desteklenmiştir, bu çalışmalar Tablo 11’de gösterilmiştir.

Tablo 11. Gıda ürünleri ve nutrasötiklerdeki biyoaktif inaktive probiyotik hücrelerin sağlığa faydaları (6)

Kaynakça	Mikroorganizmalar	İnaktivasyon şekli	Hücre konsantrasyonu	Besin/nutrasötik	Sağlık etkileri
(186)	<i>Lactobacillus gasseri</i> CP2305	Isı (95°C’de 30 sn.)	5.3 x 10 ⁷ CFU/g	Fermente süt içeceği	Strese bağlı semptomların iyileştirilmesi ve uyku kalitesinin iyileştirilmesi
(187)	<i>Lactobacillus gasseri</i> CP2305	Isı (69°C üzerinde 1 sn.+ 95°C’de 30 sn.)	5.3 x 10 ⁷ CFU/g	Fermente süt içeceği	İntestinal fonksiyonun düzenlenmesi
(188)	<i>Lactobacillus gasseri</i> CP2305		4.8 x 10 ⁷ CFU/g	Fermente süt	İrritabl bağırsak sendromunun hafifletilmesi
(189)	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i>	Isı (65°C’de 60 dk.’da su banyosu)	1 x 10 ⁷ –10 ⁸ –10 ⁹ CFU/mL	Yoğurt	Epitelyal bariyer disfonksiyonunun önlenmesi
(190)	<i>Lactobacillus paracasei</i> CBAL74	Isı (85°C’de 20 sn.)	5.9 x 10 ¹¹ CFU/g	Püskürtme ile kurutulmuş fermente süt	Bağırsak mikrobiyotasının modülasyonu
(191)	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i>	Isı (75°C’de 4 sn.)	1 x 10 ⁷ –10 ⁸ –10 ⁹ CFU/mL	Yoğurt	Kabızlık semptomlarının iyileştirilmesi ve bağırsak sağlığı
(192)	<i>Lactococcus lactis</i>	Isı (98°C’de 4 dk.)	1 x 10 ⁴ –10 ⁵ CFU/mL	Fermente süt	Antihipertansif ve hipolipidemik etkiler

Tablo 11. Gıda ürünleri ve nutrasötiklerdeki biyoaktif inaktive probiyotik hücrelerin sağlığa faydaları (devam)

Kaynakça	Mikroorganizmalar	İnaktivasyon şekli	Hücre konsantrasyonu	Besin/nutrasötik	Sağlık etkileri
(193)	<i>Lactobacillus paracasei</i> MCC1849	Suda ısı ile öldürme	1×10^{10} – 3×10^{10} CFU/mL	Hücre tozu	Soğuk algınlığı enfeksiyonlarına karşı direncin iyileştirilmesi ve arzu edilen bir ruh hali durumunun korunması
(194)	<i>Lactobacillus reuteri</i> DSMZ17648	Püskürterek kurutulmuş ölü hücreler	5×10^9 hücre/tablet, günde 4 tablet	Katı tabletler	İnsanlarda helicobacter pylorinin kontrolü
(196)	<i>Lactobacillus acidophilus</i> LB	Isı ile öldürülmüş, İyofilize edilmiş	5×10^9 hücre/tablet, günde 2 tablet	Tabletler	Kronik diyare tedavisinde klinik etkinlik
(197)	<i>Lactobacillus gasseri</i> CP2305	Isı ile inaktive edilmiş	1×10^{10} hücre/200 mL	Sporcu içeceği	Sporcularda yorgunluktan daha hızlı iyileşme ve fiziksel ve zihinsel stresle ilişkili semptomların iyileşmesi
(198)	<i>Lactobacillus gasseri</i> CP2305	90°C’de pastörize etme ve dondurarak kurutma	1×10^{10} hücre/200 mL	İçecek	Bağırsak ortamı ve işlevi üzerinde düzenleyici etki
(199)	<i>Lactobacillus gasseri</i> CP2305	90°C’de pastörize etme ve dondurarak kurutma	1×10^{10} hücre/200 mL	İçecek	Sağlıklı genç erişkinlerde kronik stresle ilişkili semptomların iyileştirilmesi
(200)	<i>Lactobacillus casei</i> 01	Dirençli ısıtma (8V/cm, 95°C’de 7 dk, 60 Hz)		Whey-üzüm suyu içeceği	Sağlıklı yetişkinlerde yemek sonrası gliseminin kontrolü
(181)	<i>Lactobacillus pentosus</i> b240	Isı ile öldürme (Otoklavda 15 dk sterilizasyon)	6×10^9 hücre/125 mL	İçme suyu	Yaşlılarda tükürük immünoglobulin A salgısının hızlanması
(182)	<i>Lactobacillus pentosus</i> b240	Isı ile öldürme (Otoklavda 15 dk sterilizasyon)	2×10^9 veya 2×10^{10} hücre/tablet	Tabletler	Yaşlılarda mukozal bağışıklık yoluyla soğuk algınlığı insidansının azaltılması
(201)	<i>Lactobacillus plantarum</i> L-137	Isı ile öldürme (70°C’de 10 dk)	50 mg LP20 (20% paraprobiyotik ve 80% dekstrin), günde 1 kapsül	Jelatin kapsülleri	Sağlıklı deneklerde kazanılmış bağışıklığın güçlendirilmesi ve yaşam kalitesinin iyileştirilmesi

2.3 Fonksiyonel Ürünler ve Nutrasötiklerde Paraprobiyotiklerin Kullanımı

Probiyotiklerin gıdalardaki canlılığının kritik bir faktör olduğu göz önüne alındığında, bazı gıda matrisleri probiyotik vermek için daha uygundur. Besin taşıyıcı ayrıca, sert gastrointestinal koşullara (asitlik, safra ve çeşitli enzimler) bakteriyel duyarlılığı, bağırsak epitel hücrelerine yapışma kabiliyetini ve immünomodülatör özellikleri etkiler. Süt ve süt yağının tamponlama kapasitesi, işleme ve depolama yoluyla probiyotikler için hayatta kalmayı garanti ettiğinden, yoğurt ve diğer fermente sütler, peynir ve dondurulmuş fermente süt tatlıları dahil olmak üzere süt ürünleri, tüketici için ideal ve pazarlanabilir bir probiyotik bakteri taşıyıcısı haline gelmiştir (202, 203). Özellikle yoğurt, diğer gıda ürünlerine kıyasla çok verimli bir probiyotik araç olmakla birlikte, süt yağı açısından zengin olan dondurma da mikrobiyal canlılığı ve asit toleransını arttırmada etkilidir (204, 205). Bununla birlikte, probiyotik bakterilerin maruz kaldığı oksidatif stres nedeniyle probiyotik yoğurtta raf ömrünün uzaması sınırlıdır (5). Pek çok kültürlü süt ürünü, bu durumda, probiyotikler için ilk kriteri, yani tüketim zamanında “canlı mikro organizmalar içeren” kriterlerini karşılayamaz, çünkü probiyotik suşlar, laktik asit üreten bakteriler içerdiğinde de zamanla artabilen ürünün asitliğine dayanamazlar. Ek olarak, hayvansal kaynaklı gıdalar, bağırsak mikrobiyotasına geçebilen antibiyotiğe dirençli genlerin bir rezervuarını temsil edebilir. Ticari antibiyotiğe dirençli probiyotik suşlar, çoğunlukla *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium*, aslında süt kültüründe, yoğurtlarda ve peynirde bulunmuştur (206).

Paraprobiyotikler, geniş bir pH ve sıcaklık aralığında stabil kaldıkları için, yüksek asitli gıdalara ve ısıl işlemiden önce işlevsellik kaybı olmadan dahil edilmesine izin verdiğinden, süt sektörü için özellikle ilgi çekici olabilir. Eklenmeleri ürünün duyu özelliklerini değiştirmez, böylece yoğurtta fermentasyon sonrası yüksek asitlenme gibi zararlı modifikasyonlardan kaçınılır (207). Şimdiye kadar, işleme sırasında eklenen veya üretilen paraprobiyotiklerin süt endüstrisindeki potansiyel uygulamasını ele alan sadece birkaç çalışma ve paraprobiyotik içeren ürünlerin etkinliğini ve fizyolojik düzeyde sağlık etkilerini araştırmak için klinik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar Tablo 11’de gösterilmiştir.

Süt ürünleri şu anda probiyotikler ve paraprobiyotikler sağlayan en yaygın gıda taşıyıcısı olmasına rağmen, bu mikrobiyal bileşenlerin dağıtımı için potansiyel olarak artan sayıda süt ürünü olmayan gıda matrisleri denenmektedir. Son yıllarda süt ürünleriyle ilgili artan sağlık endişeleri, tahıl bazlı ürünler, meyve ve sebze içecekleri ve dondurma gibi süt ürünü olmayan gıdalara doğru bir kaymaya neden olmuştur (208, 209).

İnsanların probiyotik ve paraprobiyotik süt ürünlerinin yerine alternatifler aramasının nedenleri: süt proteini alerjisi (üç yaşın altındaki çocukların %2-3'ünde süt alerjisi vardır); laktaz enziminin düşük seviyeleri nedeniyle laktozu bileşenlerine sindirememeye ile ilişkili en yaygın karbonhidrat emilim bozukluğu türü olan laktoz intoleransı; süt bazlı gıdalarda yüksek kolesterol içeriği ve yüksek miktarlarda doymuş yağ asitlerinin varlığı gibi durumlardır (210-212). Genel popülasyonda sağlık bilincine atfedilen artan vegan veya vejeteryan diyetleri; hormonlar, pestisitler ve antibiyotikler dahil olmak üzere geleneksel süt ve süt ürünlerinde potansiyel kirleticilerin varlığına büyük dikkat gösterilmesi gibi başka nedenleri vardır (213, 214). Bu kavramlar, multimorbidite ve çeşitli risk faktörlerine sahip olabilecek yaşlılar için daha da önemlidir. Son yıllarda tıbbi bakım maliyetlerinin yanı sıra yaşam beklentisinin de hızla arttığı göz önüne alındığında, sağlıklı beslenmeyi teşvik etmek ve yaşam kalitesini iyileştirmek için yeni süt ürünü olmayan fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi gerekli hale gelmektedir. Bu nedenle, hem probiyotikler hem de paraprobiyotikler, fonksiyonel süt ürünü olmayan gıdalarda, ilaçlarda, takviyelerde ve yemlerde yaygın olarak kullanılabilir (145, 215).

Günümüzde probiyotik içeren fonksiyonel gıdalar, büyüyen pazar paylarına ve büyük ticari ilgiye sahip bir endüstriyel sektörü temsil etmektedir. Bununla birlikte, bir probiyotik ürünün hazırlanması, gıda işleme, depolama ve tüketimde mikrobiyal büyüme, hayatta kalma, canlılık, stabilite ve işlevsellik ile ilgili birçok zorluk taşımaktadır. Özellikle, süt ürünü olmayan ürünlerde probiyotik kültürlerin uygulanması büyük bir zorluk teşkil eder, çünkü bu ürünlerde içerik olarak bulunan probiyotik kültürler genellikle çoğalmaz, bu da probiyotik stabilite üzerinde büyük talepler getirir. Bu tür ürünlerle uğraşırken su aktivitesi, oksijen gerilimi ve sıcaklık

gibi faktörler giderek daha önemli hale gelmektedir. Tahıl ürünleri, içecekler, şekerlemeler ve benzeri gibi birçok süt ürünü olmayan ürün için yaygın olan oda sıcaklığında depolama, probiyotik stabilitesi için çok büyük bir zorluk yaratabilir (216).

Sonuç olarak, meyve ve tahıl bazlı matrislere probiyotik eklemek, süt ürünlerini formüle etmekten daha karmaşıktır. Bu dezavantajların üstesinden gelmek için, süt ürünü olmayan ürünlere içerik olarak paraprobiyotikler eklenebilir. Probiyotiklerin zarar gördüğü ve işleme ve/veya raf ömrü boyunca hayatta kalamadığı belirli durumlar için gıda ve içeceklerdeki uygulamaları önemli bir alternatif oluşturabilir (6).

2.4 Sağlıklı Atıştırmalık Barların Beslenmedeki Yeri ve Tarihi

Fonksiyonel gıdalar, birincil beslenmeye ek olarak sağlık yararları sağlayan gıdalar olarak tanımlanabilir. Ayrıca nutrasötikler, tasarımcı gıdalar veya farmasötik gıdalar olarak da adlandırılabilirler (217). Fonksiyonel gıdalar, yeterli miktarda diyet porsiyonu olarak düzenli olarak tüketildiğinde sağlık üzerinde potansiyel olarak avantajlı bir etkiye sahip olan bütün, kuvvetlendirilmiş, takviye edilmiş veya geliştirilmiş gıdaları içerebilir. Birçok sağlık koşulunun risklerini azaltmakla ilişkili olan gıda bileşenleri yoluyla katkıda bulunan belirli biyoaktif bileşikler veya aktif maddeleri içerirler (218). Fonksiyonel gıdalara olan ilgi, artan sağlık bilinci, gıda yasalarındaki değişiklikler ve diyet ve refah arasındaki ilişkiye ilişkin artan bilimsel araştırmalar dahil olmak üzere çeşitli etkiler nedeniyle son zamanlarda artmıştır. Sonuç olarak, özel ihtiyaçları ve fizyolojik kaygıları karşılamak için birkaç yeni gıda formülasyonu tasarlanmaktadır. Ortaya çıkan bu ürünlerden biri atıştırmalık bardır (219).

Atıştırmalık barlar, yeterli yemek için zamanın olmaması nedeniyle hızlı bir enerji kaynağına ihtiyaç duyan tüketiciler tarafından yaygın olarak tüketilmektedir (220). Kullanılan bileşenlere ve son kullanımlarına bağlı olarak enerji barları, gıda barları, protein barları, meyve barları, tahıl barları, granola barları, fındık barları, spor barları vb. olarak da adlandırılırlar. Bunlar kompakt, çok yönlü ve uygun karbonhidrat,

protein ve yağ kaynakları olan yemeye hazır karışımlardır (221). Birçok bar, çeşitli doğal bileşenler içerdiğinden, birçok tahıl, kabuklu yemiş ve meyve türü birçok biyoaktif fitokimyasalın önemli kaynakları olduğundan, potansiyel olarak fonksiyonel bir gıda olarak hizmet edebilirler (222). Barlar pratik olarak takviye için mükemmel bir araç görevi görebilir ve bu nedenle yetersiz beslenme ve mikro besin eksikliklerinin azaltılmasına yardımcı olabilir (223). Barlar, piyasada bulunan en işlevsel ve kullanışlı yiyeceklerden biridir. Tüketiciler bir amaç için atıştırılabilir barlar ararlar. Kahvaltıda doyurucu olduğu için tahıl barı aranabilir. Bir sporcu, antrenmandan önce protein açısından zengin bir spor barına ihtiyaç duyabilir. Protein barların, çocukları da içeren geniş bir kitleye hitap etmektedir. Vitaminle zenginleştirilmiş barlar tüm aile için atıştırılabilir olarak depolanabilir (224).

Enerji barlarının tarihi antik Yunanistan'a kadar uzanır. Susam, bal ve bazen de kuruyemişlerle yapılan Pastéli'nin şimdiye kadar yapılmış ilk enerji barı olduğu iddia edilmektedir (225). Modern enerji barlarının; astronotlar, sporcular ve halk için enerji barları olmak üzere üç farklı gelişim aşaması vardı (226). Astronotlara uzaydayken yardımcı olmak için enerji barları geliştirilmiştir. İlk enerji barların; NASA, ABD Hava Kuvvetleri ve Pillsbury Company tarafından geliştirilmiş ve 1960'larda piyasaya sürülmüştür (225). Astronotlar uzayda 60 ila 85 gün arasında kalabilmektedir. Bu sebeple hafif ve besleyici olarak dengeli, raf ömrü uzatılmış bir gıda olan enerji barları bu süre zarfında gerekli beslenmeyi sağlamaktadır. Ayrıca enerji barları uzay aracının ağırlığına fazla katkıda bulunmadan astronotların kasklarının içerisinde bile tüketilebilirdi. 1980'lerde Kanadalı bir maraton koşucusu ve eşi (küresel düzeyde bir atlet ve beslenme uzmanı), sporcuların etkinlikler sırasında performansını artırmak için etkili bir enerji gıdası aramaktalardı. Üç yıl boyunca farklı formülasyonları test etmişler ve uygun bir enerji barı üretişlerdir. Bu bar Power Bar olarak adlandırılmış ve 1986'da Brian Maxwell tarafından ticari olarak sunulmuştur. Bu barın yağ oranı düşüktür ve karbonhidrat, protein ve diyet lifi açısından orta düzeydedir. Barın tadına bakan arkadaşları performanslarının arttığını belirtmiştir. Bundan sonra, Power Bar sporcular arasında yaygın bir şekilde yaygınlaşmıştır. Birkaç yıl sonra, The Clif (CQ) Bar, Deer Valley McHenergy Bar ve Trail Hiker Bar gibi diğer enerji barları daha sonra piyasaya sürülmüştür. Daha sonra sıradan insanlar (astronotlar veya sporcular

değil), farklı günlük görevleri yerine getirmeleri için onlara enerji sağladıkları ve kullanışlı ve rafa dayanıklı oldukları için enerji barları tüketmeye başlamışlardır (226).

2.4.1 Atıştırmalık barların sınıflandırılması

Atıştırmalık barların farklı amaçlar için farklı türlerde bulunur ve farklı ve çeşitli bileşenler içerir. Bu sebeple atıştırmalık barların standart bir ölçekte sınıflandırmak zordur. Ancak sınıflandırma; beslenme kalitesi, doku, bileşim ve kullanımlara dayalı olarak yapılabilir (220).

Beslenme kalitesine göre enerji ve protein barların; doku düzeyinde gevrek, çiğnenebilir; bileşimlerine göre tahıl barların, şekerleme tipi barlar, meyve barları, kalıplanmış çikolata barları; tüketimlerine göre atıştırmalık/kahvaltılık barlar, tatlı barlar, ana öğün ikamesi barlar olarak sınıflandırılabilir.

Enerji barları; hızlı enerjiye ihtiyaç duyan ancak yemek için zamanı olmayan bireyler için uygun olan; tahıllar ve diğer yüksek enerjili gıdalar içeren barlardır. Tipik bir enerji barının yaklaşık 200-300 kcal (3-9 gr yağ, 7-15 gr protein ve 20-40 gr karbonhidrat sağlaması muhtemeldir (227).

Protein barların, yüksek oranda protein içeren yiyecek barlarıdır. Protein barların, öncelikle hazırlık gerektirmeyen bir protein kaynağı isteyen kişilere yöneliktir. Protein barları esas olarak sporcular veya düzenli egzersiz yapanlar tarafından kas geliştirme için kullanılır. Fitness ve tıp alanlarında, egzersiz sonrası proteinin kullanılan kasları oluşturmaya yardımcı olduğu genel olarak kabul edilir. Peynir altı suyu, spor nedenleriyle protein barları için en sık kullanılan proteinlerden biridir. Porsiyon başına yaklaşık 17 g protein ve daha düşük yağ içeriğine sahip protein barların, protein seven ve aktif bireyler için iyi bir seçimidir (228).

Gevrek tipte bir tahıl veya müsli barı için temel formülasyon, yulaf gevreği, yenilebilir yağ veya bitkisel yağ gibi sıvı yağlar ve bir tatlandırıcıdır. Göreceli oranlar, gereken yeme özelliklerine bağlı olarak değişir. Buğday gevreği, çavdar gevreği,

şışırılmış pirinç veya şışırılmış diğer tahıllar gibi diğer tahıllar, doku ve lezzeti değiştirmek için kullanılabilir. Az miktarda kuru meyve (elma gevreği, kayısı, kuru üzüm), sert kabuklu yemişler (badem, yer fıstığı, hindistancevizi, fındık), tohumlar (susam, ayçiçeği, balkabağı) veya keçiboynuzu cipsleri de tat ve dokuda farklılıklar yaratmak için eklenebilir.

Çiğnenebilir barlar; diğer malzemelere göre toplam şeker miktarı artırılarak; kristalizasyonu önlemek için invert şeker eklenerek; yağsız süt ilavesiyle daha yumuşak ve nemli bir bar üretilir. Çiğnenebilir barlar şeker kaynağı olarak mısır şurubu, glikoz şurubu, tatlandırılmış yoğunlaştırılmış yağsız süt, ham şeker kamışı, dekstroz, invert şeker grubu gibi bileşenler; önemli miktarlarda glikoz, sakkaroz ve fruktoz içerebilir. Toplam şeker içeriği %25-30'a kadar uzanabilir. Çiğnenebilir doku vermeyi amaçlayan ancak fazla miktarlarda sindirilebilir şeker içermeyen yeni bileşenler geliştirilmektedir. Çiğnenebilir barlardaki yağ içeriği diğerlerine göre biraz daha düşük olabilir (diğer barlarda %18 iken çiğnenebilir barlarda %12-15), ancak çoklu doymamış bitkisel yağlar yerine hidrojene bitkisel yağın kullanılması, sağlık açısından tercih edilmeme sebebidir (229).

Tahıl barları; yulaf, çavdar, pirinç ve buğday gibi tahıl tanelerinden yapılan barlardır. Teknik olarak herhangi bir zamanda yenilebilir olmasına rağmen, birçok insanın kahvaltı yerine tahıl barları yediği gerçeğine atıfta bulunularak kahvaltı barı olarak da adlandırılır. Temel tahıl bileşenine ek olarak, tahıl barlarında genellikle tahılı bir bar şeklinde kalması için bir araya getirmek için bir yapıştırıcı görevi gören şurup dizisi bulunur. Tadı ve lezzeti arttırmak için bir tahıl gevreği çubuğuna meyve, fındık, şeker vb. gibi malzemeler eklenebilir (220).

Şekerleme tipi barların temel formülasyonu şeker, genellikle ham kamış, hurma çekirdeği yağı, keçiboynuzu unu, buğday unu, vanilya özü gibi bir bitkisel yağ ve bir emülgatör olarak lesitin olacaktır. Ürüne sütlü bir katkı sağlamak için peynir altı suyu tozu, yağsız süt tozu veya yoğunlaştırılmış yağsız süt kullanılabilir. Bu tür barlar, onlara ilave "daha sağlıklı" bir çekicilik kazandıran büyük miktarda yağ olmadan formüle edilebilir. Şeker ilaveli veya şekersiz inek sütü yerine soya sütü ikamesi, inek

sütüne karşı toleransı olmayan veya onu yememeyi veya içmemeyi tercih eden insanlar için daha fazla çekicilik sağlar (229).

Meyve barları, potansiyel olarak en sağlıklı atıştırmalıklardır. Genel olarak yağları düşüktür, lifleri yüksektir ve herhangi bir ilave tuza veya kolayca sindirilebilir şekere sahip değildirler. Bu özellik, genellikle bu şekilde satılmasa da ürünleri şeker hastaları için de uygun hale getirir. Çok çeşitli türleri vardır, ancak ortak olan tek şey, en büyük bileşeni kurutulmuş meyvenin oluşturmasıdır. Hemen hemen her kuru meyve potansiyel olarak kullanılabilir, ancak daha popüler türler kayısı, kuru üzüm, hurma, armut, şeftali ve elmadır. Kurutulmuş meyvenin yumuşak, çiğnenebilir bir durumda muhafaza edilmesi zor olabilir, bu nedenle toz haline getirilmiş veya kıyılmış meyveye genellikle bir miktar bitkisel yağ eklenir. Şeker (ham kamış), bal veya başka bir tatlandırıcı eklenebilir. Buğday unu, patates unu, elma lifi, pirinç unu veya yulaf gevreği gibi bağlayıcıların ve dolgu maddelerinin tümü bu tür ürünlerde kullanılmaktadır ve pirinç kağıdı bazen levhayı veya çubuğu kaplamak için kullanılır, bu kaplama ambalajlamayı kolaylaştırır ve ürünün ambalaj malzemesine yapışma sorununu azaltmaya yardımcı olur (229).

Kalıplanmış çikolata barları çok eski zamanlara dayanan en basit çikolata şekerleme türüdür. Modern çeşitlerde dokusal bir etki vermek için havalandırılmış çikolatadan faydalanılır. Klasik kalıplanmış çikolatanın en basit çeşidi, içinde ayrı ayrı malzemeler olarak fındık, meyve, gofret ve kurabiye vb. kullanır. Birçok kalıplanmış çubuk, karamel veya şeker hamuru gibi sıvı dolguları içerir. Temel olarak iki üretim yöntemi vardır. İlkinde, kalıpta bir çikolata kabuğu yapılır ve sıvı dolgu ve bir takviye çikolatası eklenmeden önce sertleşmesine izin verilir. Daha modern yöntem, çikolatanın ve sıvı dolgunun, sıvı dolgunun ayrık kalmasına karşın çikolatanın kalıp yüzeyi ile temas halinde kalacağı şekilde aynı anda doldurulduğu çok yönlü ortak doldurucuları kullanır (229).

Atıştırmalık/kahvaltılık barlar farklı ülkelerde farklı isimlerle bilinmektedir. Kanada, Birleşik Devletler ve Güney Afrika gibi ülkelerde granola barları olarak adlandırılır. Granola, bir kahvaltı yemeğinin yanı sıra, dünya çapında yuvarlanmış

yulaf, fındık, bal ve bazen şişirilmiş pirinçten oluşan ve genellikle gevrek olana kadar pişirilen bir atıştırmalık yiyecektir. Pişirme işlemi sırasında karışım, kahvaltılık gevrek tipi bir kıvamı korumak için karıştırılır. Bazen kuru üzüm ve hurma gibi kuru meyveler de eklenir. Granola çubukları, preslenmiş ve çubuk şeklinde fırınlanmış granoladan oluşur, bu da daha uygun bir atıştırmalık üretilmesini sağlar. Kahvaltı ve/veya atıştırmalık olarak hizmet etmenin yanı sıra granola, hafif, kalorisi yüksek ve saklaması kolay olduğu için yürüyüş yapan, kamp yapan veya sırt çantasıyla seyahat edenler tarafından sıklıkla yenir. Ürün en çok Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada’da, güney Avrupa’nın bazı bölgelerinde, Brezilya’da, İsrail’de, Güney Afrika’da ve Japonya’da popülerdir. Son zamanlarda, granola pazarını Hindistan ve diğer güneydoğu Asya ülkelerine genişletmeye başlamıştır (230).

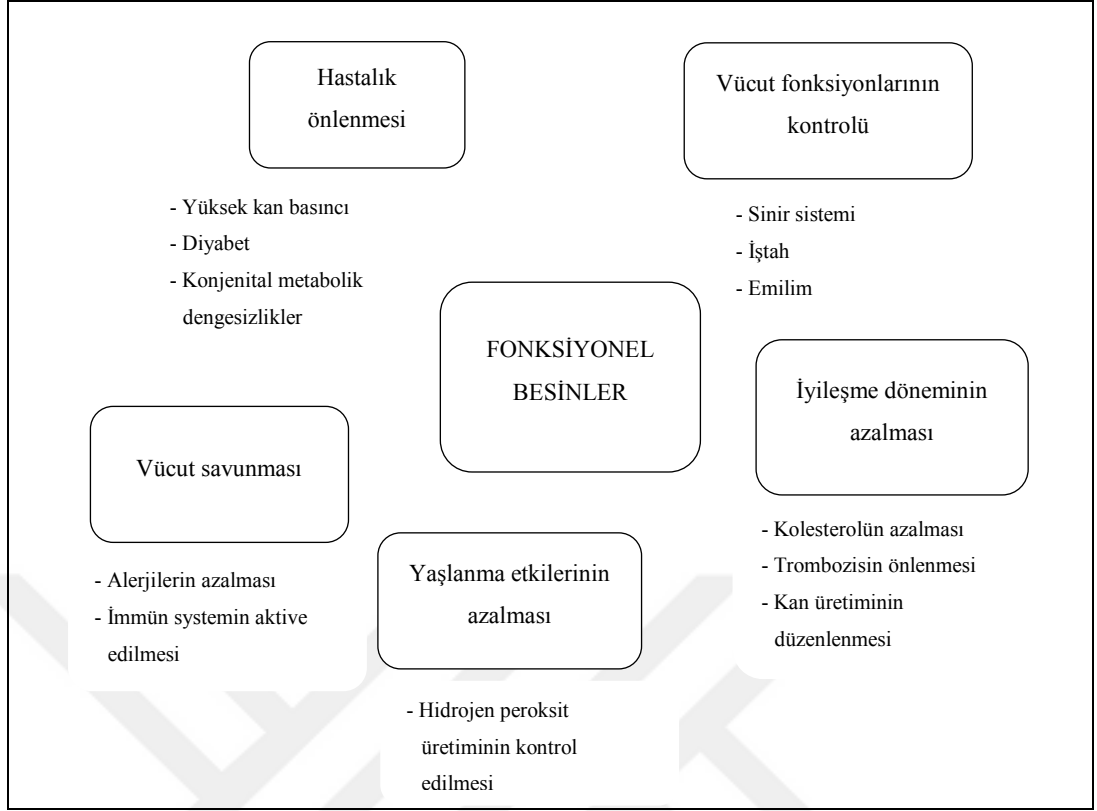
Tatlı barları, sert bir pastanın dokusuna sahip olan veya normal kurabiyeden daha yumuşak olan bir Amerikan “bar kurabiyesi” türüdür. Bir tavada hazırlanır, fırında pişirilir ve kare veya dikdörtgen şeklinde kesilir. Fırın satışlarının başlıca ürünüdürler ve genellikle doğum günleri için yapılırlar. Kurabiye barları, ahududu barları, çikolatalı fıstık ezmesi barları, karamelli yulaf ezmesi barları, fıstık ezmesi barları, limon barları, çikolatalı hindistan cevizi barları, ananas barları, elma barları, badem barları, şekerleme barları, çikolatalı cheesecake barları olarak bulunurlar. Şeker, yumurta, tereyağı, un ve sütün yanı sıra çikolata parçaları, fındık, ahududu reçeli, hindistancevizi, kakao tozu, graham krakeri, puding, mini şekerleme ve fıstık ezmesi yaygın olarak kullanılan malzemelerdir (231).

Yemek ikamesi, genellikle kontrollü miktarlarda kalori ve besin içeren, katı bir yemek yemeğinin yerini alması amaçlanan bir içecek, bar, çorba vb.dir. Öğün yerine geçen ürünler genellikle porsiyon başına 200 ila 250 kalori sağlar, “iyi” veya “mükemmel kaynak” seviyelerinde 20’den fazla vitamin ve mineralle takviye edilir ve genellikle yüzde yağsız ve azaltılmış şeker gibi besin içeriği iddiaları taşır (232).

2.4.2 Fonksiyonel besin olarak atıştırılmalık barlar

Küresel olarak, doğal sağlık geliştirici gıda ürünlerini tanımlamak için birçok terim kullanılmaktadır. Bu amaçla; fonksiyonel besinler, nutrasötik besinler, farmasötik besinler, dekoratör ürünler, farmabesinler, vitabesinler gibi terimler kullanılmaktadır (233). Aynı ayrı gruplandırıldığında; tıbbi besinler, diyetel destekler, zenginleştirilmiş besinler ve botanikler olarak benzer düzenleyicileri kapsayabilir (234). Fonksiyonel besinler; değiştirilmiş bir diyet içerisinde etkili seviyelerde tüketildiğinde esansiyel besin öğelerinden (ör: vitaminler ve mineraller) farklı sağlık yararları sağlayan farklı, güçlendirilmiş ve zenginleştirilmiş elementlerden oluşabilir (235).

Fonksiyonel bir gıda tüm bireyler için veya yaş veya genetik yapı gibi bazı topluluk grupları için olabilir (225). Fonksiyonel besin, temel besinsel etkisinin yanında; aynı zamanda insan vücudu fonksiyonları üzerinde de yararlı etkilere sahiptir (genel fiziksel durumu iyileştirme, hastalık gelişimi riskini azaltma gibi) (233, 236-238). Son yıllarda; yaşam tarzı değişikliklerine bağlı olarak fast food ve atıştırılmalık besin üretimine önemli bir ilgi vardır. Tüketiciler; önemli besinsel değeri olsun veya olmasın hızlı yemeklere alternatifler olarak tanımlanan atıştırılmalıklar gibi kolayca hazırlanan besinleri aramaya eğilim göstermektedir. Bower ve Whitten'a göre; birçok ürün "atıştırılmalıklar" olarak bu kategoride sınıflandırılmaktadır; bu ürünler: mini pizzalar, pastalar, patlamış mısır, kahvaltılık gevrekler ve tahıl bazlı barları kapsayabilir (239). Genellikle, atıştırılmalık barlar; çoğunlukla zayıf besin öğesi bileşimlerine bağlı olarak fonksiyonel besinler olarak kabul edilmezler. Son yıllarda, fonksiyonel bileşenler içeren yeni atıştırılmalık bar türlerine olan bir yönelim mevcuttur. Bu sebeple, atıştırılmalık barlar da fonksiyonel ürün kategorisinde yer alabilir ve tüketicinin kabul edilir ve uygun yemeye hazır ürünleri olarak kabul edilebilir (224). Fonksiyonel gıdaların vücuttaki düzenleyici süreci Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Fonksiyonel gıdaların vücuttaki düzenleyici süreci (224)

3 GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada sürdürülebilir beslenme modeli kapsamında atıkların değerlendirilmesi yoluyla sağlık üzerinde birçok olumlu etkisi olduğu kanıtlanmış olan paraprobiyotiklerin insan beslenmesine entegre edilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda besinsel değeri yüksek ve kabul edilebilir bir ürün olması hedeflenen sağlıklı atıştırmalık bar üretiminin yapıldığı çalışmanın deneysel süreci Süleyman Demirel Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Mikrobiyolojik Analiz Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

3.1 Çalışmada Kullanılan Hammaddeler

Çalışmada kullanılan bileşenler seçilirken; her bir ürünün doğal olmasına ve herhangi bir kimyasal içermemesine, gluten içermemesine, doğal şeker kaynağı olmasına, posa açısından zengin olmasına, özellikle sporcu beslenmesinde tercih edilen whey protein içeriğinin yüksek olmasına dikkat edilmiş; bugüne kadar akademik amaçlı yapılmış çalışmalarda üretilen bar içerikleri, piyasadaki atıştırmalık barların içerikleri ve atıştırmalık bar tarifleri içeren bir doküman kullanılmıştır (240). Çalışmada atıştırmalık barı oluşturan hammaddeler; ince öğütülmüş yulaf ezmesi, %100 yer fıstığı ezmesi, hurma, kuru üzüm, havuç, muz, hindistan cevizi, keten tohumu, %70 demineralize peynir altı suyu tozu, paraprobiyotikli sıvı muz kabuğu besiyeri (paraprobiyotikli bar grubunda; *Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus casei* kullanılarak), saf su (paraprobiyotiksiz bar grubunda)'dur. Çalışmada kullanılan muz (Tablo 12) ve muz kabukları; (içeriği genel bilgiler kısmında verilmiştir) ve havuç (Tablo 12) Isparta İyaş Market manav bölümünden, hurma (Tablo 13) Peyman Bahçeden (Peyman Kuruyemiş Gıda Aktariye Kimyevi Mad.Tarım Ü/150 g), kuru üzüm (Tablo 14) Emsal (Fahri Uyduran-Emsal Kuruyemiş/150 g), ince öğütülmüş yulaf ezmesi (Tablo 15) Eti Lifalif (Eti Gıda San.ve Tic.A.Ş./350 g), %100 yer fıstığı ezmesi (Tablo 16) Nut Master (DKC GRUP GIDA SAN.A.Ş./360 g), hindistan cevizi (Tablo 17) Bağdat (BAĞDAT PAZ.TİC.LTD.ŞTİ./50 g),keten tohumu (Tablo 18) Ala Çiftçi (YAYLA AGRO GIDA SAN.VE TİC.A.Ş./500 g), %70 demineralize peynir altı suyu tozu (Tablo 19) Aktarmarka (AKTARMARKA PAZARLAMA VE

DAĞITIM SAN. TİC. A. Ş./1 kg) markalı üreticilerden temin edilmiştir. Muz kabukları kullanılarak elde edilen besi yeri içeriği bu bölümde anlatılacaktır. Çalışmada kullanılan hammaddelerin besin ögesi içerikleri üretici firma etiket beyanlarından, TÜRKOMP Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanından ve ilgili çalışmalardan alınmıştır (45).

Tablo 12. Muz ve Havuç enerji ve besin ögesi içerikleri*

Bileşen	Birim	Ortalama
Muz, Anamur Çeşidi (100 g için)		
Enerji	kcal	79
Enerji	kJ	331
Su	g	79,02
Kül	g	0,49
Protein	g	0,55
Azot	g	0,09
Yağ, toplam	g	0,11
Karbonhidrat	g	18,14
Lif, toplam diyet	g	1,69
Lif, suda çözünür	g	0,45
Lif, suda çözünmeyen	g	1,24
Sakaroz	g	0,14
Glukoz	g	5,47
Fruktoz	g	5,82
Laktoz	g	0,00
Maltoz	g	0,00
Sorbitol	g	0,00
D-mannitol	g	0,00
Ksilitol	g	0,00
Tuz	mg	4
Demir, Fe	mg	0,22
Fosfor, P	mg	15
Kalsiyum, Ca	mg	6
Magnezyum, Mg	mg	28
Potasyum, K	mg	229
Sodyum, Na	mg	2
Çinko, Zn	mg	0,42
C vitamini	mg	8,6
L-askorbik asit	mg	8,1
Tiamin	mg	0,021
Riboflavin	mg	0,028
Niasin	mg	0,803
B-6 vitamini, toplam	mg	0,349
A vitamini	RE	13
Beta-karoten	µg	160
Likopen	µg	0
Lutein	µg	12

Tablo 12. Muz ve Havuç enerji ve besin ögesi içerikleri* (devam)

Bileşen	Birim	Ortalama
Havuç, Turuncu (100 g için)		
Enerji	kkal	37
Enerji	kJ	153
Su	g	89,07
Kül	g	0,76
Protein	g	0,89
Azot	g	0,14
Yağ, toplam	g	0,20
Karbonhidrat	g	6,50
Lif, toplam diyet	g	2,58
Lif, suda çözünür	g	0,82
Lif, suda çözünmeyen	g	1,76
Sakaroz	g	3,48
Glukoz	g	0,70
Fruktoz	g	0,71
Laktoz	g	0,00
Maltoz	g	0,00
Tuz	mg	129
Demir, Fe	mg	0,13
Fosfor, P	mg	26
Kalsiyum, Ca	mg	34
Magnezyum, Mg	mg	20
Potasyum, K	mg	279
Sodyum, Na	mg	52
Çinko, Zn	mg	0,15
C vitamini	mg	5,2
L-askorbik asit	mg	4,3
Tiamin	mg	0,036
Riboflavin	mg	0,026
Niasin	mg	0,980
B-6 vitamini, toplam	mg	0,093
A vitamini	RE	624
Beta-karoten	µg	7493
Likopen	µg	0
Lutein	µg	277
K-1 vitamini	µg	3,6

* TÜRKOMP Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı'ndan alınan içeriktir.

Tablo 13. Hurma enerji ve besin ögesi bileşimi*

Enerji ve Besin Ögeleri	100 g/ml
Doymuş yağ (g)	0.1
Enerji (kJ)	1160.0
Enerji (kkal)	277.0
Karbonhidrat (g)	75.0
Lif (g)	6.7
Protein (g)	1.8
Tuz (g)	0.0
Yağ (g)	0.2
Şeker (g)	66.5

* Peyman Bahçeden marka hurmanın besin etiketi.

Tablo 14. Kuru üzüm enerji ve besin ögesi bileşimi*

Enerji ve Besin Ögeleri	100 g/ml
Doymuş yağ (g)	0.0
Enerji (kJ)	1352.0
Enerji (kkal)	323.0
Karbonhidrat (g)	80.0
Lif (g)	8.4
Protein (g)	2.5
Tuz (g)	0.0
Yağ (g)	0.3
Şeker (g)	60.0

* Emsal marka kuru üzümün besin etiketi.

Tablo 15. İnce öğütülmüş yulaf ezmesi enerji ve besin ögesi bileşimi*

Enerji ve Besin Ögeleri	100 g/ml
Demir (mg)	4.4
Doymuş yağ (g)	1.8
Enerji (kJ)	1516.0
Enerji (kkal)	360.0
Fosfor (mg)	352.0
Karbonhidrat (g)	53.0
Lif (g)	13.0
Magnezyum (mg)	120.0
Potasyum (mg)	340.0
Protein (g)	14.0
Trans yağ (g)	0.0
Tuz (g)	0.02
Yağ (g)	7.5
Çinko (mg)	3.8
Şeker (g)	1.3

* Eti Lifalif marka ince öğütülmüş yulaf ezmesinin besin etiketi.

Tablo 16. %100 Yer fıstığı ezmesi enerji ve besin ögesi bileşimi*

Enerji ve Besin Ögeleri	100 g/ml
Doymuş yağ (g)	7.2
Enerji (kJ)	2591.0
Enerji (kkal)	620.0
Karbonhidrat (g)	12.9
Protein (g)	25.4
Tuz (g)	0.0
Yağ (g)	49.9
Şeker (g)	4.6

* Nut Master marka %100 yer fıstığının besin etiketi.

Tablo 17. Hindistan cevizi enerji ve besin ögesi bileşimi*

Enerji ve Besin Ögeleri	100 g
Kalori	358 kkal
Karbonhidrat	5 g
Protein	4 g
Yağ	37 g
Şeker	0 g

* Bağdat marka hindistan cevizinin besin etiketi.

Tablo 18. Keten tohumu enerji ve besin ögesi bileşimi*

Enerji ve Besin Ögeleri	100 g
Enerji	1900 kJ / 454 kkal
Toplam yağ	33,10 g
Doymuş yağ	3,700 g
Karbonhidrat	3,44 g
Şeker	1,50 g
Lif	35,1 g
Protein	18,10 g

* Ala Çiftçi marka keten tohumunun besin etiketi.

Tablo 19. %70 demineralize peynir altı suyu tozu besin ögesi bileşimi*

Besin Ögeleri	100 g
Karbonhidrat	73,45 g
Protein	11,73 g
Yağ	0,54 g
Sodyum	968 mg
Potasyum	2289 mg
Kalsiyum	2054 mg

* Aktarmarka markalı %70 demineralize peynir altı suyu tozunun besin etiketi.

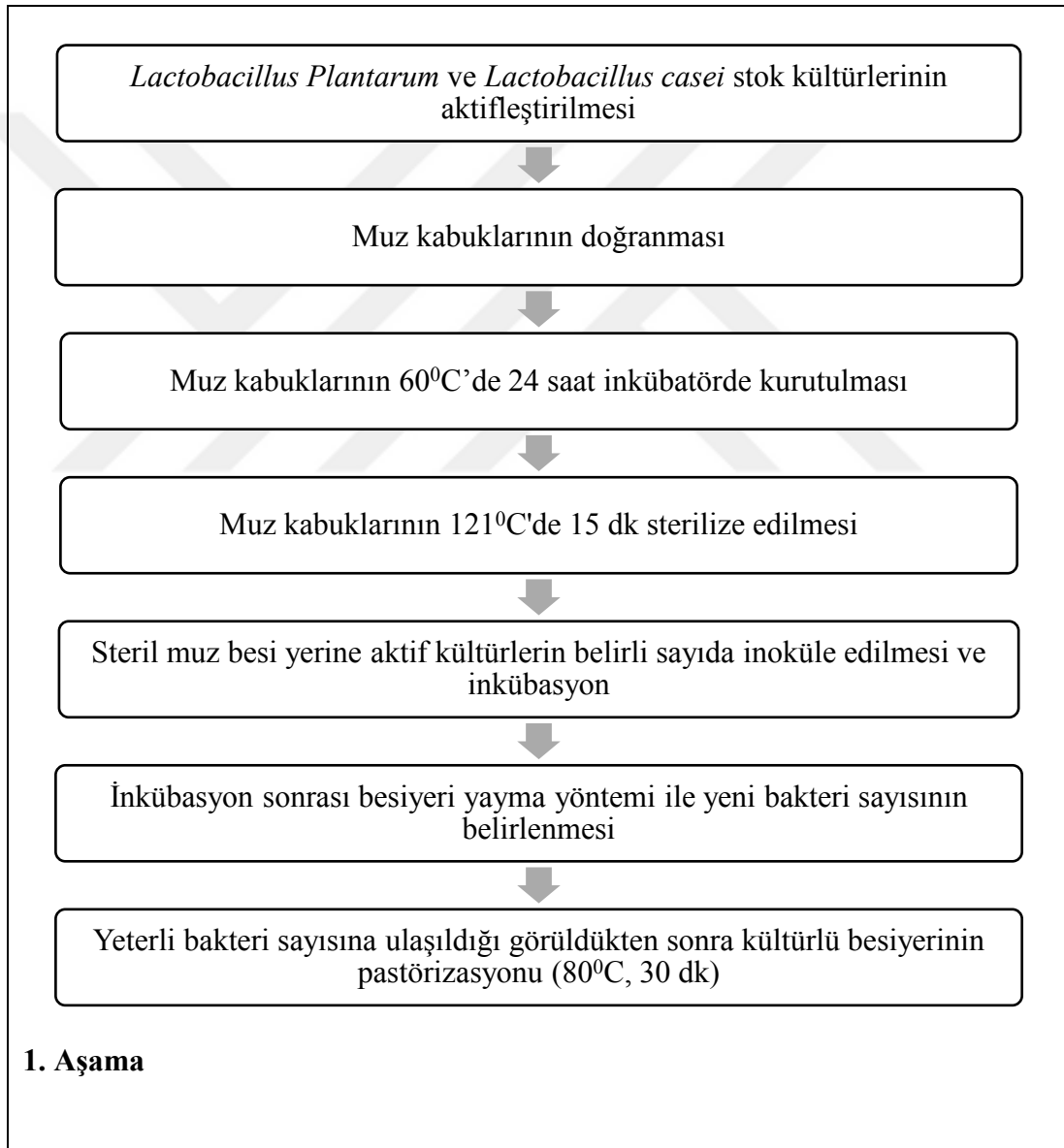
3.2 Çalışmada Kullanılan Kimyasallar ve Ekipmanlar

Çalışmada kullanılan; MRS Broth With Tween 80 (Biolife), maya besi yeri Rose Bengal Agar+ Dichloran+, Cloramphenicol (DRBC AGAR) ISO 21527 (Conda), Metanol (Merck), Etanol (Merck), Gallik asit (Merck), Folin -Ciocalteus (Merck), Fenolfitalein (Merck), NaOH (Merck), HCl (Merck), n-Hekzan (Sigma-Aldrich), Dietil eter (Tek-kim), Sodyum bikarbonat (Na_2CO_3), α -difenil- β -pikrilhidrazil (DPPH) (Sigma-Aldrich)'tir. Çalışmada üretim aşamasında kullanılan hazırlık ve pişirme araç gereçleri ve analiz aşamasında kullanılan laboratuvar sarf malzemeleri

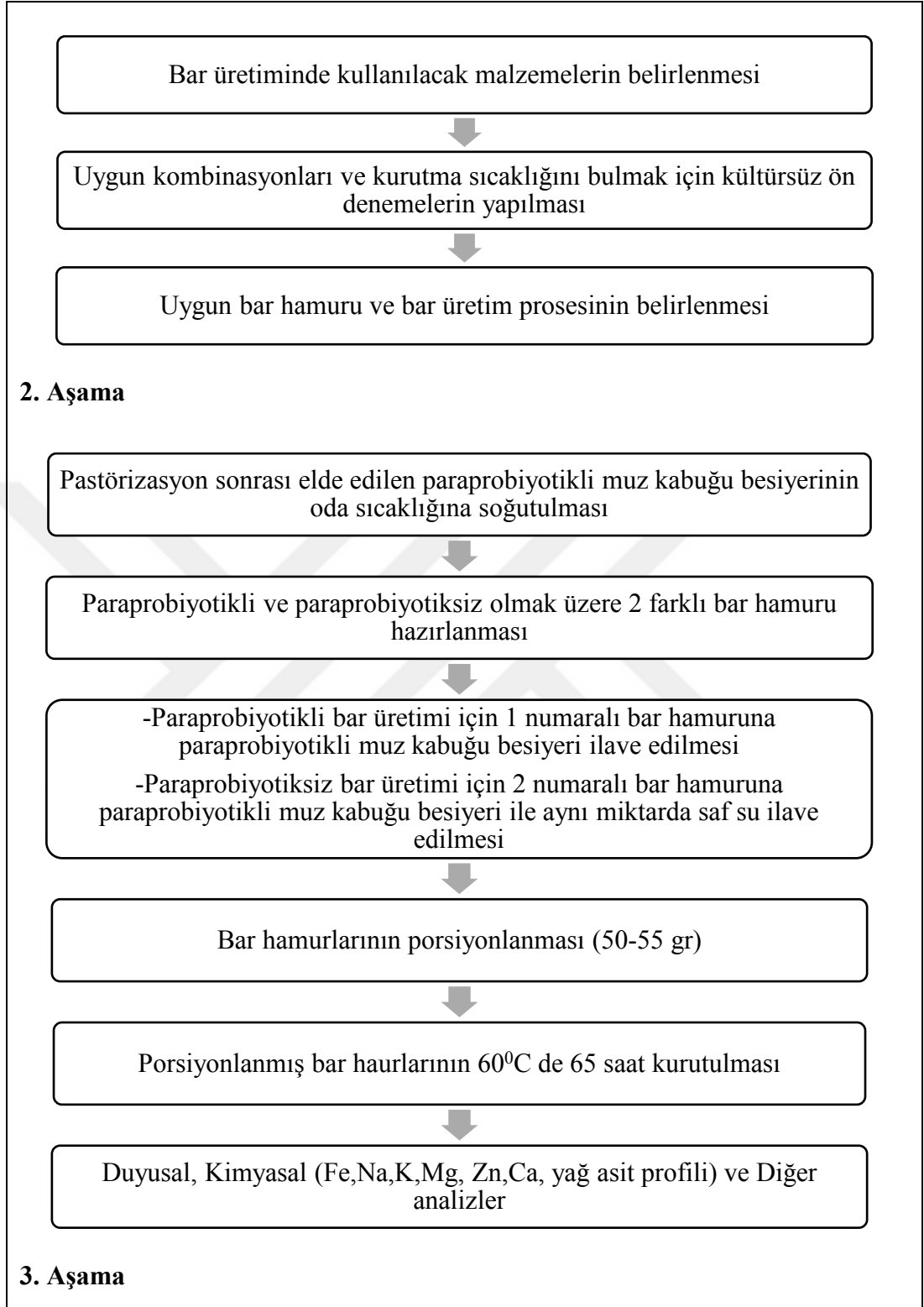
Süleyman Demirel Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Mikrobiyolojik Analiz Laboratuvarı'ndan temin edilmiştir.

3.3 Paraprobiyotikli ve Paraprobiyotiksiz Bar üretimi

Bar üretilen çalışmalar incelenip, en uygun çalışma prosesi belirlenmiştir (Şekil 7).



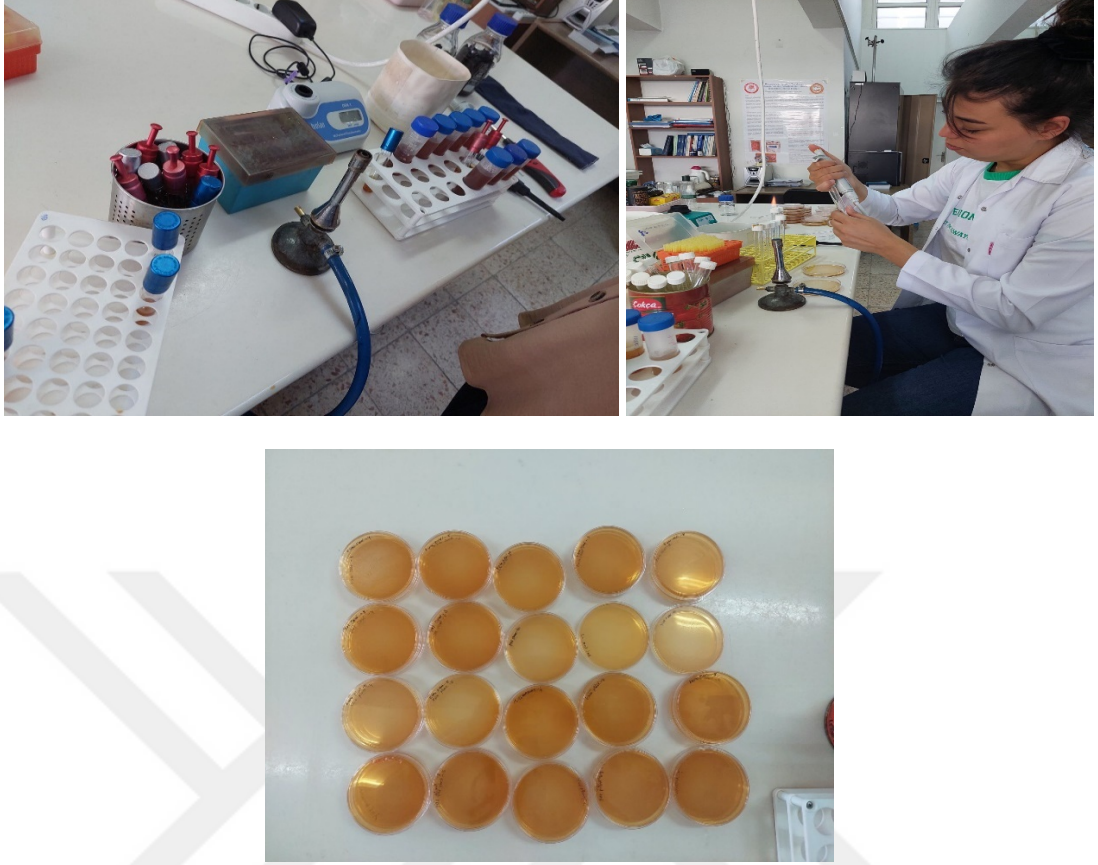
Şekil 7. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz bar üretim aşamaları



Şekil 7. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz bar üretim aşamaları (devam)

3.3.1 Muz kabuğu besiyerlerinde probiyotik bakteri kültürlerinin geliştirilmesi

Bu çalışmada muz kabukları kurutularak ve kurutulmamış olmak üzere 2 farklı besiyeri ortamı hazırlanmış, ana metod olarak kurutularak hazırlama seçilmiştir. Çalışmada kullanılan *L. plantarum* ve *L. casei* probiyotik kültürleri Süleyman Demirel Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Mikrobiyolojik Analiz Laboratuvarı'ndan temin edilmiştir. Laktik asit bakterileri (*L. plantarum* ve *L. casei*) MRS Broth (Biolife) besiyeri ortamında 30⁰C'de 48 saat süresince aktifleştirilmiştir. Aktifleştirilen kültürlerin hücre yoğunluğu Macfarland cihazı ile ayarlandıktan sonra muz kabuğu besiyerlerine (yaş ve kuru yöntemle elde edilen besiyerlerine) 1.5x10⁶ kob/mL olacak şekilde inoküle edilmiştir. Daha sonra bu besiyerleri 30⁰C'de 72 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrasında besiyeri ortamındaki laktik asit bakterilerinin sayımı MRS Agar (Merck) besiyerinde 30⁰C'de 48 saat inkübasyon sonrasında yayma kültürel ekim yöntemi ile belirlenmiştir. İnkübasyon sonrasında yapılan sayımlarda kurutularak hazırlanan muz kabuğu besiyeri ortamında *L. casei* ortalama 3x10⁹ kob/mL, *L. plantarum* ortalama 1.5x10⁹ kob/mL; kurutulmamış olarak hazırlanan muz kabuğu besiyeri ortamında *L. casei* ortalama 2.5x10⁹ kob/mL, *L. plantarum* ortalama 3x10⁹ kob/mL olarak bulunmuştur. Bu sayım sonuçlarına göre; besiyerlerine inoküle edilen 1.5x10⁶ kob/mL yoğunluğundaki bakteri sayısı 1.5-3x10⁹ kob/mL bakteri sayısına ulaşmıştır. Böylelikle bar üretiminde kullanılacak olan ve yetişkin bir bireyin günlük olarak tüketebileceği bar miktarına rahatlıkla ilave edilebilecek paraprobiyotik eldesi için gereken hedef bakteri sayısına (10⁷-10¹⁰ kob/1 porsiyon) ulaşıldığı görülmüştür. Resim 1'de probiyotikli muz kabuğu besiyerlerindeki bakteri sayımını göstermektedir.



Resim 1. Probiyotikli muz kabuğu besiyerlerindeki bakteri sayımı

Muz kabuklarından besiyeri oluştururken uygulanan birinci yöntemde; yaş muz kabukları kullanılmıştır. Bu yöntemde; 75 gr yaş muz kabuğuna 55 ml distile su (1.3/1; gr/ml) ilave edilmiş; bu karışım 80°C'de 10 dk ısıtma maruz bırakılmıştır. Isıl işlem sonrasında muz besiyeri *L. casei* ve *L. plantarum* bakterilerini inoküle etmek için 2 falkon tüpüne ayrılmış; tüpler 2500 rpm'de 10 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüjlemeden sonra berrak supernatant kısım ayrılmıştır. Tüplerin pH değerleri oda sıcaklığında ölçülmüştür (pH: 5,22). Tüpler 121°C'de 15 dk sterilize edilmiş, otoklav sonrasında soğutulup oda sıcaklığında pH tekrar ölçülmüştür (pH:5,15).

İkinci ve ana yöntem olarak belirlenen yöntem; muz kabuklarının besiyeri olarak kullanılabilmesi için; 150 gr yaş sarı muz kabuğu ince parçalar halinde doğranmış ve 60°C'de 24 saat inkübatörde kurutulmuştur. Kurutulan muz kabuklarına 1/10 oranında (kuru muz/su; g/ml) 140 ml distile su ilave edilmiş karışım 121°C'de 15 dk steril edilmiştir. Sterilizasyondan sonra dibe çöken kuru muz kabukları kaba filtre kağıdı

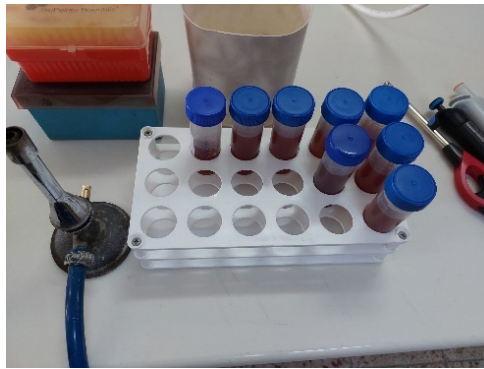
yardımı ile süzölmüştür. Elde edilen berrak supernatant besiyeri olarak kullanılmıştır. Bu steril besiyerinin pH ölçümü oda sıcaklığında gerçekleşmiştir (pH:5.21). Muz kabuklarının kurutulması ve bakteri kültürlerinin aktifleştirilmesi Resim 2’de gösterilmiştir.



Resim 2. Muz kabuklarının kurutulması ve bakteri kültürlerinin aktifleştirilmesi

3.3.2 Muz kabuğu besiyerinden paraprobiyotik eldesi

Bölüm 3.3.1’de anlatıldığı üzere *L. plantarum* ve *L. casei* yoğunlukları 1.5×10^6 kob/mL olacak şekilde inoküle edilip daha sonra 37°C’de 72 saat inkübe edilen muz kabuğu besiyerleri sirkülasyonlu su banyosunda (Nüve, BM 15) 80°C’de 30 dk pastörize edilmiştir. Pastörizasyon sonrasında oda sıcaklığında ölçülen pH değerleri *L. plantarum* içeren besi yeri için 3.87, *L. casei* içeren besiyeri için 3.97’dir. İnaktive edilmiş ve edilmemiş muz kabuğu besiyerleri Resim 3 a ve Resim 3 b’de gösterilmiştir.



a



b

Resim 3. a) İnaktive edilmemiş probiyotikli muz kabuğu besiyerleri, b) Pastörize edilmiş paraprobiyotikli muz kabuğu besiyerleri

3.3.3 Paraprobiyotikli bar üretimi için yapılan ön denemeler

Bu çalışmada paraprobiyotik ilaveli atıştırmalık bar üretimi planlanmıştır. Karşılaştırma yapabilmek için paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz olmak üzere 2 farklı türde atıştırmalık bar üretilmiştir. Ön denemeler yapılırken; belirlenen malzemelerin lezzet ve kıvam uyumu, uygun kurutma sıcaklığı ve süresi, kurutma sonrası sıvı kaybı oranı gibi kriterlerin net olarak belirlenmesi amaçlanarak standart bar üretim prosesi oluşturulmuştur.

3.3.3.1 Bar üretimi ön deneme 1

İçeriği belirlenen atıştırmalık bar üretimi için yapılan birinci denemede ilgili kaynaklardan yararlanılarak oranları belirlenen malzemeler karıştırılarak bar hamurları oluşturulmuştur. Ön denemelerde paraprobiyotikli sıvı muz kabuğu besiyeri yerine saf su kullanılmıştır. Bar üretimi için kullanılacak malzemeler; ince öğütülmüş yulaf ezmesi, %100 yer fıstığı ezmesi, hurma püresi, muz püresi, havuç, kuru üzüm, keten tohumu, hindistan cevizi, %70 demineralize peynir altı suyu tozu, saf sudur. 2 farklı bar hamuru üretilmiştir. Bu hamurların farklılığı; ilave edilen sıvı miktarı, hindistan cevizi, havuç ve muz püresinden gelmektedir. Farklı sıvı miktarları kullanılarak farklı miktarlardaki paraprobiyotikli sıvı besiyeri eklenmesinin etkisi test edilmiştir. Bir bar grubunda olup diğerinde olmayan malzemeler de standart bir bar ile zenginleştirilmiş bir barın farklarını tespit ederek asıl üretime karar vermek amacıyla kararlaştırılmıştır. Ön Deneme 1 için üretilen atıştırmalık bar hamurlarının içeriği Tablo 20’de gösterilmiştir. Hurmalar yaklaşık 20 dk süresince kaynatılmış suda bekletilip yumuşatılmış ve porselen havanda ezilmiştir. Kuru üzüm kaynatılmış suda 15 dk bekletilip yumuşatılmış; bıçak yardımıyla ince ince ezilmiş kıvamda doğranarak bar hamuruna ilave edilmiştir. Havuçlar önce soyulmuş, daha sonra klasik mutfak rendesinin ince tarafıyla yaklaşık 1-2 cm kalınlığında rendelenip 2 yemek kaşığı (yaklaşık 25 ml) su ilave edilerek orta-yüksek ateşte 10 dk boyunca kavrulmuş; bu şekilde bar içerisine yumuşatılmış şekilde ilave edilmesi sağlanmıştır. Her iki bar üretimi için; tüm malzemeler belirtilen miktarlarda karıştırılıp hamur haline getirilmiş ve merdane ile yaklaşık 1 cm kalınlığında açılıp 20-30 gramlık dilimlere ayrılmıştır.

Dilimlerin kurutulmadan önce ve sonraki ağırlıkları ölçülmüştür. Dilimler 60⁰C’de 330 dk inkübatörde (JP Selecta, Incudigit) kurutulmuştur.

Tablo 20. Ön deneme 1 için üretilen atıştırılabilir bar hamurlarının içeriği

Malzemeler	Bar 1	Bar 2
İnce öğütülmüş yulaf ezmesi	26.7 gr	26.7 gr
Hurma püresi	26.6 gr (kuru)/ 31 gr (yaş)	26.6 gr (kuru)/ 31 gr (yaş)
%100 Yer fıstığı ezmesi	14 gr	15 gr
Kuru üzüm	11 gr (kuru)/ 12.3 gr (yaş)	6 gr (kuru)/ 6.17 gr (yaş)
Keten tohumu	11.1 gr	6.17 gr
Muz püresi	-	15 gr
Hindistan cevizi	-	2.5 gr
Havuç	-	15 gr (kavrulmuş)
%70 demineralize peynir altı suyu tozu	-	6.17 gr
Saf su	7 ml	2.5 ml
Toplam (yaş hamur, kayıplar dahil)	~ 100 gr	~ 120 gr

Ölçüm sonuçlarına göre standart bar hamuru (bar 1) yaklaşık 6.5 saat kurutulduktan sonraki sıvı kaybı %12.5; lifli -proteinli bar (bar 2) kurutulduktan sonraki sıvı kaybı yaklaşık %18’dir. Ön Deneme 1 için yapılan tadımlarda ve değerlendirmelerde; barların hala yumuşak ve pestil kıvamında olduğu görülmüştür. Üretilen barların raf ömrünün de uzun olması için daha fazla kurutularak bünyesindeki nemin uzaklaşması gerekmektedir. Bu sebeplerle 2. Deneme için bar hamurunda kurutma süresi daha uzun olarak planlanmıştır. Ön Deneme 1 ile ilgili görseller Resim 4’te gösterilmiştir.



Resim 4. Ön Deneme 1’de yapılan bar hamurları ve dilimleri

3.3.3.2 Bar üretimi ön deneme 2

Ön Deneme 2’de ön Deneme 1’deki gibi barların biri standart biri lifli-meyveli olmak üzere 2 çeşit bar üretilmiştir. Bu üretimde ön deneme 1’den farklı olarak 60⁰C de 24 saat kurutulmuş ve hiç su ilave edilmemiştir. Ön Deneme 1 ile aynı oranda malzemeler ve üretim prosesi kullanılmıştır. Bar hamuru dilimlerinin kurutma öncesi ve sonrası ağırlıkları ölçülmüş; ortalama sıvı kaybı standart bar (bar 1) için %25; lifli-proteinli bar için ortalama %24 olarak belirlenmiştir. Bu üretim sonucunda yapılan tadımlar ve değerlendirmeler sonucunda Deneme 1’e göre bar sertliğinin daha fazla ve bar kıvamına yakın olduğu; lezzet olarak da kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir. Bu değerlendirmelerden hareketle Deneme 3 planlanmıştır.

3.3.3.3 Bar üretimi ön deneme 3

Bu üretimde muz kabuğu besiyerinin ml’sindeki bakteri sayılarından yola çıkılarak üretilcek barların 1 porsiyonunda istenen inaktif probiyotik (paraprobiyotik) sayısına (10^7 - 10^{10} kob /30-40 gr atıştırmalık bar) göre saf su ilavesi yapılmıştır. Ön deneme 3’te asıl üretimde üretilcek olan lifli-proteinli bar olarak tek tip üretim olmuştur. Asıl üretimde üretilcek 2 tür bardan birincisi lifli-proteinli paraprobiyotikli, diğeri kontrol bar grubu olacak ve lifli-proteinli paraprobiyotiksiz olacaktır. Bar içeriğindeki katı malzemeler; saf su ilavesi de düşünülerek benzer oranlarda artırılmıştır. Ön deneme 3’te kullanılan malzemeler Tablo 21’de gösterilmiştir. Tüm malzemeler karıştırıldıktan sonra 60⁰C’de 24 saat bekletilmiştir. Yaş ve kuru bar dilimlerinin (kuru bar ağırlığı ortalama 20-25 gr) ağırlıkları ölçüldüğünde bu üretimde ortalama sıvı kaybı %25 olarak belirlenmiştir. Ön deneme 3’ten sonra elde edilen atıştırmalık maddelerin 105⁰C’de kuru madde tayini yapılmıştır. Bu sonuca göre üretilen barın kuru madde oranı %86.5 olarak bulunmuştur.

Tablo 21. Ön deneme 3 için üretilen atıştırmalık bar hamurlarının içeriği

Malzemeler	Lifli-proteinli bar
İnce öğütülmüş yulaf ezmesi	70 gr
Hurma püresi	47 gr (kuru) / 55 gr (yaş)
%100 Yer fıstığı ezmesi	26 gr
Kuru üzüm	12 gr (kuru) / 14 gr (yaş)
Keten tohumu	18 gr
Muz püresi	25 gr
Hindistan cevizi	7.5 gr
Havuç	20 gr (kavrulmuş)
%70 demineralize peynir altı suyu tozu	15 gr
Saf su	25 ml
Toplam	~ 245 gr

3.3.4 Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz atıştırmalık bar üretimi (asıl üretim)

Asıl bar üretimi 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Asıl üretim yapılırken malzeme miktarları; üretim 3'teki yaş hamur ağırlığına göre orantı kurularak belirlenmiştir. Bir porsiyon bardaki hedef paraprobiyotik sayısı hesaplandıktan sonra piyasada üretilmiş olan atıştırmalık bar gramajları ve ön denemelerdeki sıvı ilavesi değerlendirmeleri de göz önüne alınarak asıl üretimde 1 dilim yaş hamur dilimi 50-55 gr (kurduğunda 35-40 gr) olarak belirlenmiştir. Bir porsiyon bardaki hedef paraprobiyotik sayısı ise 10^9 - 10^{10} kob/35-40 gr bar olarak belirlenmiştir. Bu sayı; paraprobiyotik ilave edilerek yapılan insan çalışmalarında bir günde tüketirilen ortalama paraprobiyotik miktarı aralığıdır. Bu hesaba göre 1500 gram yaş hamura 100 ml *L. casei*, 100 ml *L. plantarum* içeren paraprobiyotikli muz kabuğu besiyeri ilave edildiğinde 1 porsiyon barda istenen paraprobiyotik sayısına ulaşılmıştır. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz yaş bar hamurlarından 1600-1700'er gram üretilip, bir yaş bar dilimi 50-55 gr aralığında olacak şekilde 1 grup bardan en az 30 adet üretilmesine karar verilmiştir.

Yaş muz kabukları Bölüm 3.3.1'de anlatıldığı şekilde kurutulmuştur. Yaş muz kabuklarının kurutulduktan sonraki ağırlıkları 74.4 gr'dır. Kurutulmuş muz kabuklarına 1/10 (gr/mL) oranında distile su ilave edilmiştir. Bu karışım 121°C'de 15 dk sterilize edilmiştir. Bölüm 3.3.1'de anlatıldığı gibi aktifleştirilen *L. casei* ve *L.*

plantarum kültürlerinin hücre yoğunluğu Macfarland cihazı ile ayarlandıktan sonra muz kabukları besiyerine 1.5×10^6 kob/mL olacak şekilde inoküle edilmiştir. Daha sonra bu besiyerleri 30°C'de 72 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası paraprobiyotik eldesi için bölüm 3.3.2'de anlatıldığı gibi 80°C'de 30 dk pastörizasyon işlemi uygulanmış ve paraprobiyotik elde edilmiştir. Elde edilen paraprobiyotikli sıvı besiyerlerinden 100 ml *L.casei*, 100 ml *L. plantarum* içeren besiyerlerinden olmak üzere toplam 200 ml alınıp, paraprobiyotikli bar hamuruna (bar 1) ilave edilmiştir. Paraprobiyotiksiz bar (bar 2) hamuruna ise besiyeri yerine 200 ml saf su ilave edilmiştir. Bar hamuruna ilave edilen muz, hurma, havuç ve kuru üzüm ön hazırlıkları Ön deneme 1'deki gibidir. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz atıştırmalık barların içeriği Tablo 22'de gösterilmiştir. Kayıplarla birlikte dilimlenip etüve konulan yaş hamur ağırlığı yaklaşık olarak 1500 gr olarak ölçülmüştür. Resim 5, paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz bar üretimini göstermektedir.



Resim 5. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz bar üretimi

Tablo 22. Asıl üretim için hazırlanan bar hamurlarının içeriği

Malzemeler	Bar 1	Bar 2
İnce öğütülmüş yulaf ezmesi	420 gr	420 gr
Hurma püresi	266 gr (kuru) 330 gr (yaş)	266 gr (kuru) 330 gr (yaş)
%100 Yer fıstığı ezmesi	156 gr	156 gr
Kuru üzüm	72 gr (kuru) 84 gr (yaş)	72 gr (kuru) 84 gr (yaş)
Keten tohumu	108 gr	108 gr
Muz püresi	150 gr	150 gr
Hindistan cevizi tozu	45 gr	45 gr
Havuç	120 gr (kavrulmuş)	120 gr (kavrulmuş)
%70 demineralize peynir altı suyu tozu	90 gr	90 gr

Tablo 22. Asıl üretim için hazırlanan bar hamurlarının içeriği (devam)

Malzemeler	Bar 1	Bar 2
Paraprobiyotikli muz kabuğu besiyeri	100 ml <i>L.casei</i> , 100 ml <i>L.plantarum</i> paraprobiyotik besiyeri (toplam 200 ml)	-
Saf su	-	200 ml
Toplam	~1700 gr (inkübasyona konulana kadar olan sıvı kaybı ve ekstra kayıplar gözetilerek)	~1700 gr (inkübasyona konulana kadar olan sıvı kaybı ve ekstra kayıplar gözetilerek)

Her iki grup bar hamurları eldesi için tüm malzemeler homojen şekilde karıştırılıp yoğurulmuştur. Bar 1 ve Bar 2 için kurutulacak olan yaş hamurlar 1 cm kalınlığında merdane yardımıyla açılmıştır. Her iki grup yaş hamur da 50-55 gr ağırlığında; ve yaklaşık olarak belirlenen ebatlarda (kalınlık:1 cm, en:6 cm, boy: 7cm) dilimlenip 60°C’de yaklaşık 65 saat kurutulmuştur. Ön denemelerde üretilen bar hamurları çok düşük miktarlarda olduğundan daha fazla miktarda bar hamurunun yeterince kurutulması için ön denemelere göre daha fazla süreye ihtiyaç duyulmuştur. Barlar kurutulduktan sonra ağırlıkları tekrar tartılmıştır. Kurutmadan sonra ağırlıkları 37-40 gr aralığında ölçülmüştür. Ortalama sıvı kaybı %26 olarak hesaplanmıştır. Kurutma sonrası ebatlar da ortalama olarak ölçülmüştür (Kalınlık:0.80 cm, en: 5.5 cm, boy:7 cm).

3.4 Üretilen Barların Duyusal Analizi

Üretilen paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların duyusal analizleri 20 panelist ile yapılmıştır. Panelistler Süleyman Demirel Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü lisans ve lisansüstü öğrencileri ve öğretim üyelerinden oluşmaktadır. Numuneler 1 (paraprobiyotikli) ve 2 (paraprobiyotiksiz) olarak kodlanmıştır. Panelistler birbirlerinden bağımsız ortamda numuneleri karışık olarak tatmış ve yapışkanlık (ele ve dişlere), renk, çiğnenebilirlik, lezzet ve genel kabul edilebilirlik kriterlerini 1 ila 5 puan aralığında puanlarla değerlendirmişlerdir (1: çok kötü, 2: kötü, 3: orta, 4: iyi, 5: çok iyi). Resim 6’da atıştırmalık barların duyusal analizi gösterilmiştir.



Resim 6. Atıştırmalık barların duyu analizi (1 panelist için)

3.5 Barlarda Yapılan Kimyasal Analizler

3.5.1 Enerji analizi

Üretilen paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların toplam sindirilebilir enerji hesabı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi (A.Ü.Z.F.) No:491’de belirtilen standarda göre A&T Gıda Kontrol Laboratuvarı tarafından gerçekleştirilmiştir (241).

3.5.2 Karbonhidrat analizi

Üretilen paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların karbonhidrat analizi A.Ü.Z.F No:491’de belirtilen standarda göre A&T Gıda Kontrol Laboratuvarı tarafından gerçekleştirilmiştir (241).

3.5.3 Toplam şeker analizi

Üretilen paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların toplam şeker analizi AOAC Official metodu 968.28 Lane-eynon sabit hacim hacimsel yöntemi kullanılarak İstanbul A&T Gıda Kontrol Laboratuvarı tarafından gerçekleştirilmiştir (242).

3.5.4 Protein analizi

Üretilen paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların protein analizi TS 1620 standardına göre Kjeldahl metodu kullanılarak İstanbul A&T Gıda Kontrol Laboratuvarı tarafından gerçekleştirilmiştir.

3.5.5 Toplam yağ analizi

Üretilen paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların toplam yağ analizi Gıda ve tarım Örgütü (FAO) 1986 standardına göre A&T Gıda Kontrol Laboratuvarı tarafından gerçekleştirilmiştir (243).

3.5.6 Yağ asidi profili analizi

Yağ asidi profili analizi için her 2 bar örneği ezilip 105⁰C’de 24 saat kurutulmuştur. Kurutulan barların yağları; n-Hekzan ve Dietil eter 1/5 oranında (örnek/çözgen) kullanılarak ekstrate edilmiştir. Çözgenler örnekler üzerine ilave edildikten sonra saatte bir çalkalanarak 72 saat bekletilmiştir. Elde edilen karışım kaba filtre kağıdı yardımıyla süzildükten sonra elde edilen supernatant kısım Rotary Evaporatör (Heidolph, Laborota 4000-efficient) yardımıyla 70⁰C’de buharlaştırılarak dietil eter ve n-hekzan uçurulmuştur. Elde edilen yağ; yağ asidi profili için kullanılmıştır. Barların yağ asidi profili analizi Süleyman Demirel Üniversitesi Yenilikçi Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezi’nde (YETEM) Gaz Kromatografi cihazında Alev İyonizasyon Dedektörü (FID) kullanılarak; ekstrate edilmiş bar yağının sodyum metoksit ile türevlendirilmesi yoluyla gerçekleştirilmiştir (244).

Resim 7’de atıştırmalık barların n-hekzan ve dietil eter ile yağlarının ekstrate edilmesi gösterilmiştir.



Resim 7. Atıştırmalık barların yağlarının n-hekzan ve dietil eter ile ekstrate edilmesi

3.5.7 Doymuş yağ asitleri analizi

Üretilen paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların toplam doymuş yağ asitleri analizi TS EN ISO 12966-1 ve TS EN ISO 12966-4 standardına göre İstanbul A&T Gıda Kontrol Laboratuvarı tarafından gerçekleştirilmiştir.

3.5.8 Diyet posası analizi

Üretilen paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların toplam diyet posası analizi AOAC Official metodu 985.29 Enzymatic-Gravimetric yöntem kullanılarak A&T Gıda Kontrol Laboratuvarı tarafından gerçekleştirilmiştir (245).

3.5.9 Mineral analizleri

Üretilen paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların Ca, Na, K, Mg, Fe, Zn analizleri Numune hazırlık işlemi EPA 3015a metoduna göre Milestone marka ETHOS ONE model mikrodalga numune hazırlık ünitesi ile, ICP OES ölçümleri EPA 6010 metoduna uygun olarak Perkin Elmer OPTIMA 5300 DV cihazı kullanılarak Süleyman Demirel Üniversitesi Yenilikçi Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezi (YETEM) tarafından gerçekleştirilmiştir.

3.5.10 Kül analizi

Üretilen paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların kül analizi GMMAY 88 (Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Metodları (T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü) metodu kullanılarak İstanbul A&T Gıda Kontrol Laboratuvarı tarafından gerçekleştirilmiştir.

3.5.11 Nem analizi

Üretilen paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların nem analizi TS EN ISO 712 standardına göre İstanbul A&T tarafından gerçekleştirilmiştir.

3.5.12 Asitlik tayini ve pH ölçümü

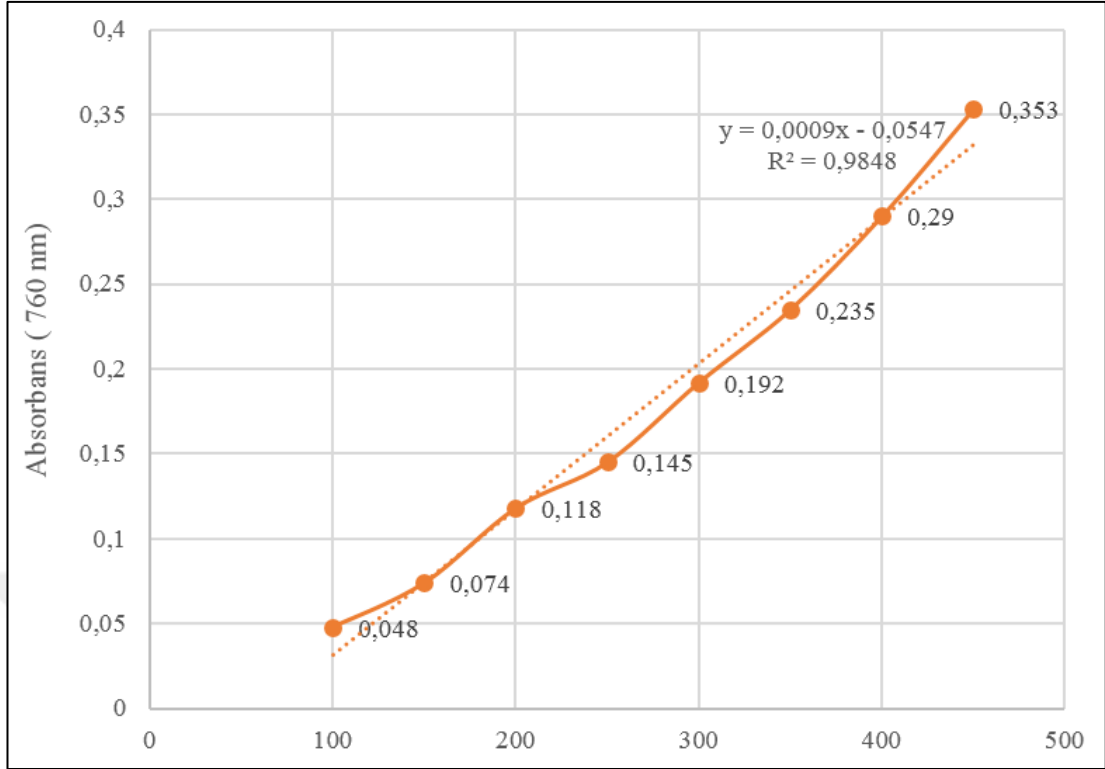
Asitlik tayini için 5 gr örnek üzerine 25 mL distile su ilave edildikten sonra karışım sık sık çalkalanarak kaba filtre kağıdından geçirildikten sonra elde edilen berrak çözelti Fenolftalein indikatörü ile 0,01 N NaOH çözeltisine karşı titre edilmiştir. Asitlik tartarik asit cinsinden belirlenmiştir (246). pH ölçümü için 10 g örnek üzerine 100 ml deiyonize su ilave edildikten sonra 5 dakika manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Kaba filtre kağıdı ile süzülen filtratın pH değeri, pH metre (WTW, Inolab, Germany) ile ölçülmüştür (247). Resim 8’de atıştırmalık barların asitlik tayini gösterilmiştir.



Resim 8. Atıştırmalık bar örneklerinin asitlik tayini

3.5.13 Toplam fenolik bileşen analizi

Toplam fenolik bileşen analizi UV spektrofotometre cihazıyla Singleton ve Rossi, (1965)'ye göre yapılmıştır (248). Üretiminden 15 gün sonra bar örneklerinden fenolik madde ekstrakte edebilmek amacıyla her 2 örnekten 5'er gram alınıp iyice ezildikten sonra üzerine 15 mL metanol ilave edilmiştir. Elde edilen karışım homojenizatör yardımıyla homojenize edildikten sonra kaba filtre kağıdı yardımıyla süzölmüştür. Süzöntü 10.000 rpm'de 3 dk santrifüj (Hettich, Mikro 120 centrifüğe) edilmiştir. Elde edilen supernatant toplam fenolik madde analizinde örnek olarak kullanılmıştır. Toplam fenolik madde analizi yapabilmek için standart, kör ve numune çözeltisi olmak üzere 3 farklı çözelti hazırlanmıştır. Standart fenolik bileşik olarak gallik asit kullanılmıştır. Kalibrasyon eğrisini oluşturmak amacıyla öncelikle 0.05 gr gallik asit üzerine 10 mL metanol ilave edilmiş ve çözelti 100 ml'ye tamamlanarak bir stok çözeltisi elde edilmiştir. Daha sonra bu stok çözelti kullanılarak gallik asitin saf suda; 25 mg/L, 50 mg/L, 100 mg/L, 150 mg/L, 200 mg/L, 250 mg/L, 300 mg/L, 350 mg/L, 400 mg/L, 450 mg/L ve 500 mg/L olmak üzere 11 farklı konsantrasyonda standart çözeltisi hazırlanmıştır. Hazırlanan bu çözeltilerden ve örneklerden tüplere 0.1 ml alınmış; her bir tüpe 0.5 ml Folin & Ciocalteu reaktifi eklenmiştir. 5 dk bekletilmiştir ve ardından 1.5 ml %20'lik sodyum karbonat (Na_2CO_3) eklenmiş ve çözeltiler 10 ml'ye tamamlanmıştır. Kör çözelti için ise örnek veya gallik asit yerine saf su kullanılarak yukarıdaki çözeltiler gibi 10 ml tamamlanacak şekilde bir çözelti hazırlanmıştır. Çözeltiler karanlıkta, oda sıcaklığında 2 saat bekletilmiştir, ardından 760 nm'de okuma yapılmıştır. Seyreltme faktörü ile çarpılarak fenolik madde içeriği hesaplanmıştır. Analiz sonuçları standart gallik asit çözeltisi kullanılarak hazırlanan kalibrasyon grafiğine göre hesaplanmıştır ($y=0,009x+0,0547$). Sonuçlar mg/g GAE olarak ifade edilmiştir. Atıştırmalık bar örneklerinin toplam fenolik madde kalibrasyon grafiği Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 8. Gallik asit standart grafiği

3.5.14 Serbest radikal giderim aktivitesinin (Antiradikal) belirlenmesi (DPPH)

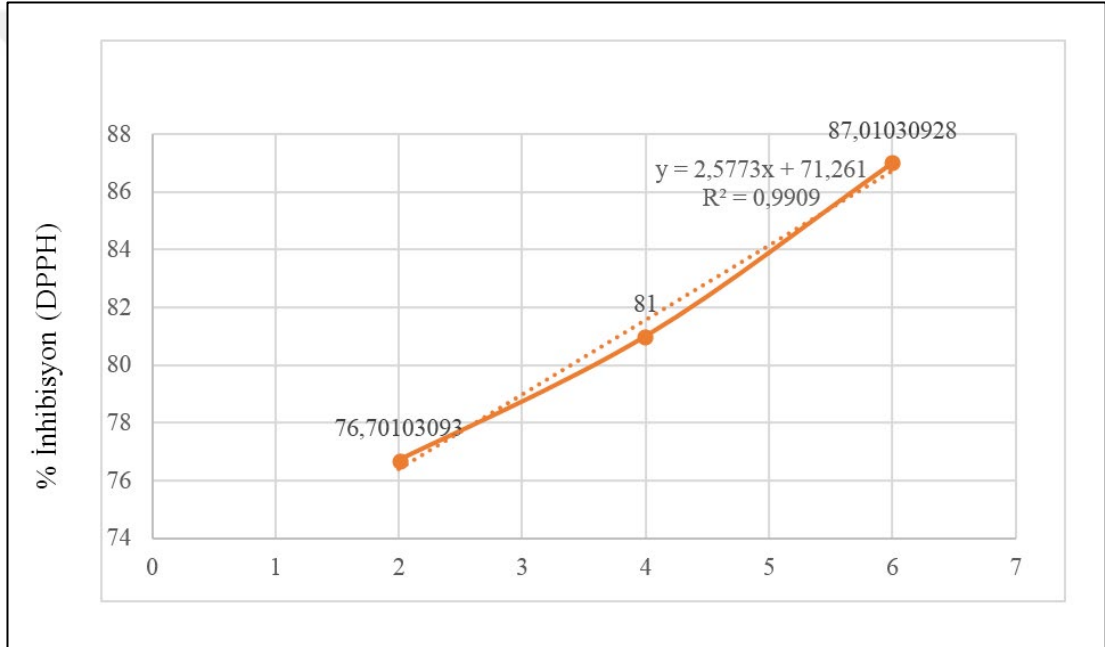
Bar üretiminden 15 gün sonra Bölüm 3.5.13'te anlatılan ekstraksiyon metoduyla elde edilen ekstraktlardaki bileşiklerin hidrojen bağlama yeteneği Dorman vd. (2003) tarafından yayınlanmış olan 2,2-difenil-1-pikril-hidrazil (DPPH) serbest radikal yakalama aktivitesi tayini kullanılarak hesaplanmıştır (249). 1.00 mL DPPH (0.50 mM, metanol içerisinde) çözeltisi içerisine 450 µl Tris-HCl tamponu (50mM, pH:7.4) ilave edilerek bir karışım hazırlanmıştır. Ekstratlardan 500 µl alınarak tüplere pipetlenmiştir. Pipetlenen örnekler üzerine 3 ml metanol ve 0.3 ml hazırlanan karışımdan ilave edildikten sonra karanlıkta oda sıcaklığında 30 dk bekletilmiştir. Reaksiyon süresinin bitiminde çözeltinin 517 nm'de absorbansı spektrofotometrede (T70+UV/VIS spectrophotometer, PG Instruments, England) okunmuştur. Kontrol olarak fenolik ekstraktı yerine metanol kullanılmıştır. DPPH (2,2-Difenil-1-pikril-hidrazil) serbest radikalleri yakalama aktivitesi aşağıdaki formül (3.1) kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar % inhibisyon ve Askorbik asit eşdeğeri olarak verilmiştir. Sonuçları askorbik asit eşdeğeri olarak ifade edebilmek için farklı konsantrasyonlarda

hazırlanmış askorbik asit çözeltilerinin (0 mg/ml, 2 mg/ml, 4 mg/ml) 517 nm’de okunan absorbans değerleri ile oluşturulan kalibrasyon grafiği kullanılmıştır ($y = 2,5773x + 71,261$). Atıştırmalık bar örneklerinin askorbik asit antioksidan aktivite kalibrasyon grafiği Şekil 9’da gösterilmiştir.

$$\% \text{ İnhibisyon (DPPH)} = [(Abs \text{ Kontrol} - Abs \text{ Örnek}) / Abs \text{ Kontrol}] * 100 \quad (3.1)$$

AbsÖrnek: Örneğin 515 nm’de okunan absorbans değeri

AbsKontrol: Kontrolün 515 nm’de okunan absorbans değeri



Şekil 9. Askorbik asit eşdeğeri antioksidan aktivite grafiği (mg/g)

3.6 Atıştırmalık Barlarda TPA Doku Analizi

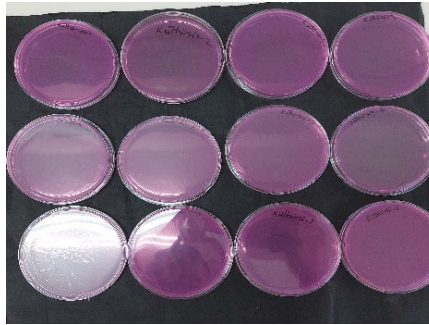
Bar örneklerinin kırılma kuvveti tayininde AACC Standart Metot No: 74-09 yöntemi esas alınmış ve tekstür analiz cihazı (TA-Xt plus, Stable Mikrosistemleri, İngiltere) kullanılarak 3 nokta kırılma testi tekniğine göre kırılma kuvveti değeri (F, g) olarak tespit edilmiştir (250). Ön hız 1 mm/s, test hızı 5 mm/s; iki destek arasındaki mesafe 4 cm olarak belirlenmiştir. Resim 9, TPA doku analizini göstermektedir.



Resim 9. TPA doku analizi

3.7 Atıştırmalık Barlarda Maya Küf Sayımı

Toplam maya-küf sayımı Yeast Extract Glucose Chloramphenicol Agar (YGC) besiyerinde yayma kültürel sayım yöntemine göre 30 °C’de 96 saat inkübasyon ile yapılmıştır. Resim 10, maya küf sayımı sonuçlarını göstermektedir.



Resim 10. Maya-küf sayımı sonuçları

3.8 Atıştırmalık Barlarda Renk lm

Atıştırmalık barların renk lmleri Minolta Chroma Meter (CR-400; Konica Minolta, Inc.) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Atıştırmalık bar örneklerinde L* (parlaklık), a* (kırmızı, yeşil) ve b* (sarı, mavi) değerleri arka plan olarak beyaz

standart bir kalibrasyon plakası ($Y = 92.7$, $x = 0.3160$, $y = 0.3321$) kullanılarak 2 ayrı noktadan ölçülmüştür. Hue (renk özü) değeri arctan (b^*/a^*) formülü ile hesaplanmıştır (251).

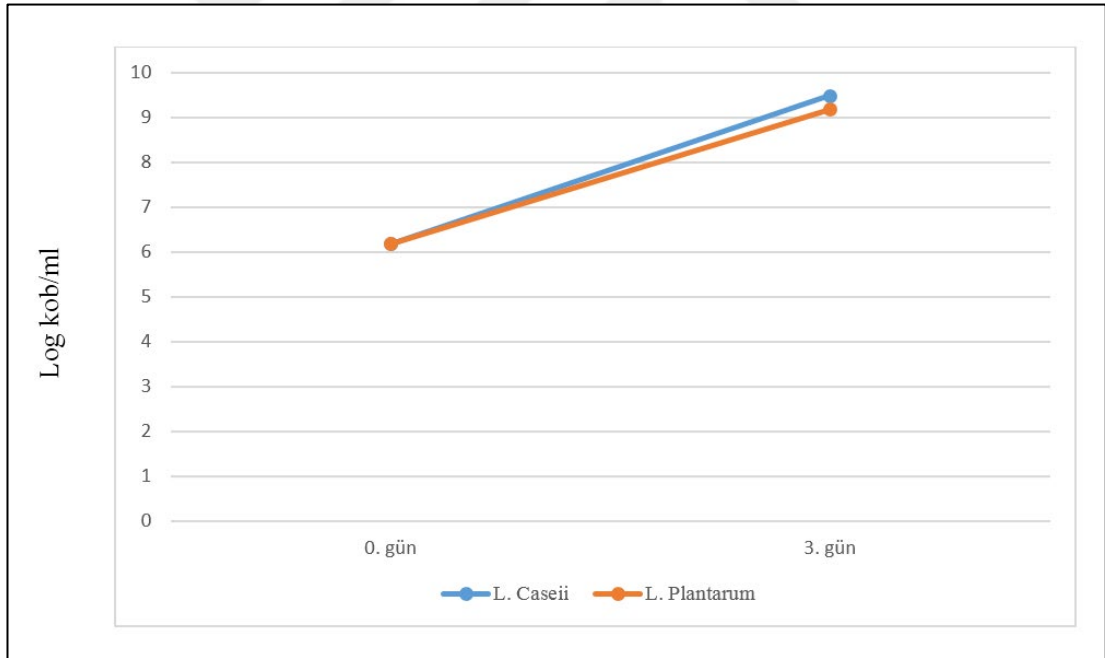
3.9 İstatistiksel Analiz

Denemeler 2 tekerrürlü olarak yürütülmüş olup araştırma sonucunda elde edilen verilerin istatistiki analizinde Minitab istatistik programı, 21.2.0 versiyonu kullanılmıştır. Bar örneklerine ait veri ortalamaları Student's t-testi ile karşılaştırılmıştır. Önemli ve anlamlı bulunan veri ortalamaları tablolar üzerinde gösterilmiştir.

4 BULGULAR

4.1 Lactobacillus Kültürlerinin Artışı ve Besiyeri pH Değişimi

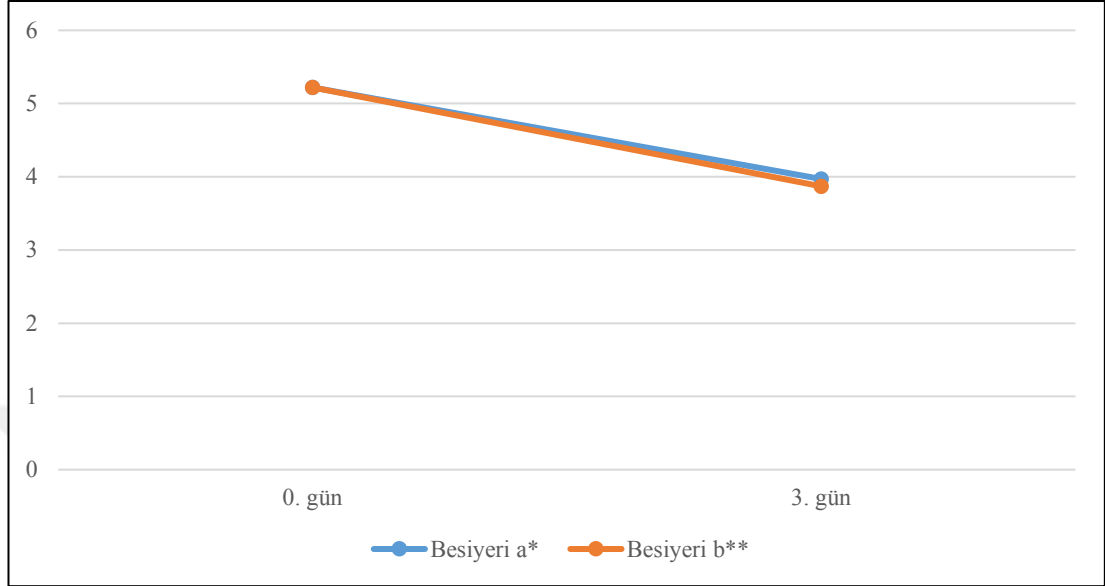
Muz kabuğu besiyerlerine 1.5×10^6 kob/mL olacak şekilde inoküle edilen lactobacillus kültürleri (*L. casei* ve *L. plantarum*) 30°C 'de 72 saat inkübe edildikten sonra besiyeri ortamındaki laktik asit bakterilerinin sayımı MRS Agar (Merck) besiyerinde 30°C 'de 48 saat inkübasyon sonrasında yayma kültürel ekim yöntemi ile belirlenmiştir. İnkübasyon sonrasında yapılan sayımlarda kurutularak hazırlanan muz kabuğu besiyeri ortamında *L. casei* ortalama 3×10^9 kob/mL, *L. plantarum* ortalama 1.5×10^9 kob/mL olarak bulunmuştur. Bu sayım sonuçlarına göre; besiyerlerine inoküle edilen 1.5×10^6 kob/mL yoğunluğundaki bakteri sayısı $1.5\text{-}3 \times 10^9$ kob/mL bakteri sayısına ulaşmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. Lactobacillus kültürlerinin muz kabuğu besiyerlerindeki artışı

Muz kabuğu besiyerlerinin probiyotik lactobacillus bakterileri ile inokülasyonu sonrası pH değişimi Şekil 11'de gösterilmiştir. Muz besi yeri başlangıç pH'ı 5.22 iken

L. casei ile inkübasyon sonrası pH'ı 3.97, *L. plantarum* ile inübasyon sonrası pH 3.87'dir.



Şekil 11. Muz kabuğu besiyerlerinin probiyotik bakteri inokülasyonu sonrası pH değişimi

* *Lactobacillus casei* içeren besiyeri, ** *Lactobacillus plantarum* içeren besiyeri

4.2 Paraprobiyotikli Bar Formülünün Geliştirilmesi

Paraprobiyotikli atıştırmalık bar formülü geliştirilirken piyasadaki barlar, tez çalışmaları ve atıştırmalık bar tarifleri içeren bir döküman kullanılmıştır (240, 252, 253). İlgili kaynaklardan hem içerik hem de miktar olarak yararlanılarak bar malzemeleri kararlaştırılmıştır. Yapılan ön denemelerde standart ve lifli-proteinli olmak üzere 2 farklı bar üretilmiştir. Standart bar üretilmesinin amacı, barın temel malzemelerine karar vererek temel bir bar elde edip, daha sonrasında zenginleştirme yapılacak malzemelerin etkisini görmektir.

Ön deneme 1'de standart ve lifli-proteinli olmak üzere 2 farklı bar hamuru yapılmış ve hamurlara ilave edilen sıvı miktarları da farklı miktarlarda ilave edilmiştir. Yapılan tadımlar ve değerlendirmeler sonunda bu denemeden sonra üretilecek olan paraprobiyotik ilaveli barların lifli-proteinli olarak üretilmesine karar verilmiştir. Daha

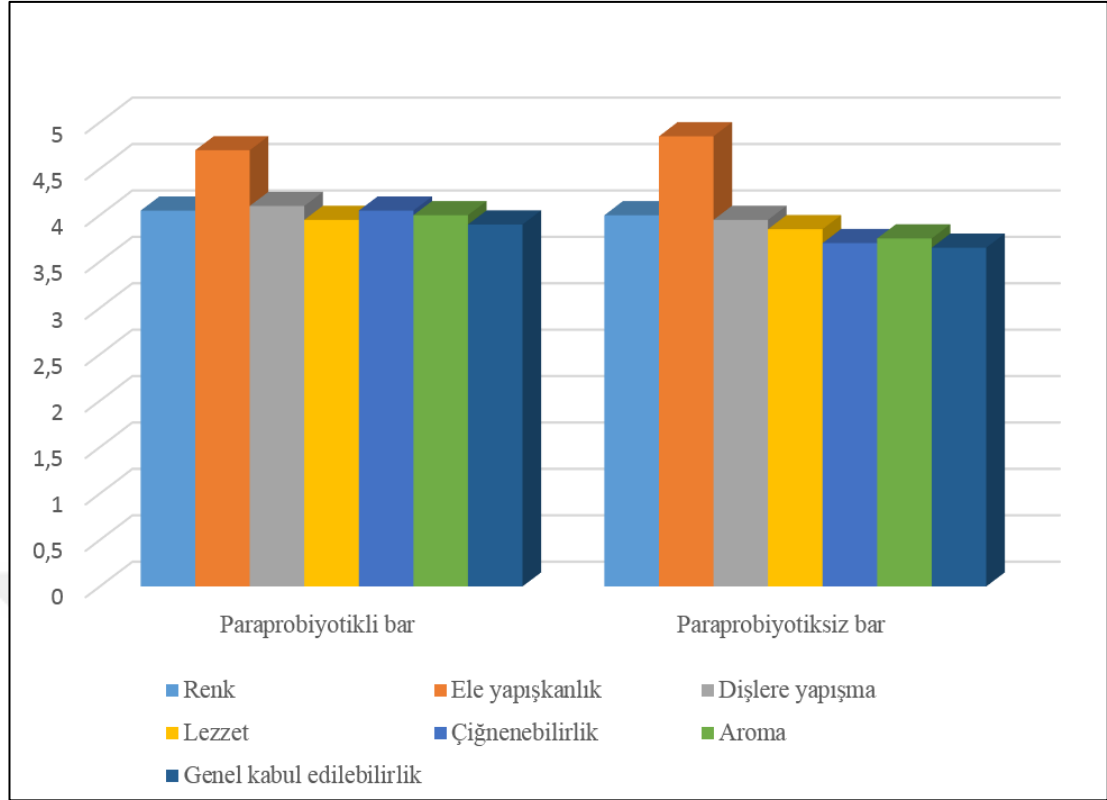
sonra, asıl üretimde üretilecek olan barların 1 porsiyonunda hedeflenen paraprobiyotik sayısını (10^7 - 10^{10} kob) içeren muz kabuğu besiyeri miktarı hesaplandıktan sonra hamura ilave edilecek sıvı oranları ve kurutma süreleri farklılaştırılarak denemelere devam edilmiştir. Yapılan ön denemeler sonucunda 4 bar dilimi için gereken kurutma süresi 24 gün; malzeme oranlarının Tablo 22'deki gibi olduğunda tüketilebilirlik açısından (lezzet, besleyicilik, hamur kıvamı v.s) en uygun bar olduğuna karar verilmiştir. Ancak nihai üretimde bar dilimi sayısı denemelere göre çok daha fazla olduğundan ve aynı güçteki etüv kullanıldığından 24 saat süre sonunda barların yeterince kurumadığı görülmüştür. Bu sebeple nihai üretimdeki barların kurutma süresi kontrollü olarak yaklaşık 65 saat olarak belirlenmiştir. Üretim 2 tekerrür olarak yapılmıştır.

4.3 Üretilen Barların Duyusal Analizi

Üretilen paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların yapışkanlık, renk, çiğnenebilirlik, lezzet, dişlere yapışma ve genel kabul edilebilirlik kriterleri 1 ila 5 puan aralığında puanlarla değerlendirilmiştir (Tablo 23). Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barlar arasında yapışkanlık, renk, çiğnenebilirlik, lezzet, dişlere yapışma ve genel kabul edilebilirlik duyusal skor ortalamaları arasında istatistiki olarak bir fark saptanamamıştır ($p>0.05$). Her iki bar türünde de barların ele yapışkanlık kriterleri en yüksek puanı almıştır. Atıştırmalık barların duyusal skor ortalamaları grafiği Şekil 12'de gösterilmiştir.

Tablo 23. Atıştırmalık barların duyusal analiz skor ortalamaları

Bar türü	Kriterlerin puan ortalamaları						
	Renk	Yapışkanlık (ele)	Yapışkanlık (dişlere)	Lezzet	Çiğnenebilirlik	Aroma	Genel kabul edilebilirlik
Paraprobiyotikli bar	4,050±0,945	4,700±0,470	4,100±0,852	3,950±0,759	4,050±0,826	4,000±0,795	3,900±0,852
Paraprobiyotiksiz bar	4,000±0,858	4,850±0,366	3,950±0,887	3,850±0,745	3,700±1,03	3,750±0,967	3,650±0,745
P	0,862	0,268	0,589	0,677	0,244	0,378	0,330



Şekil 12. Atıştırmalık barların duyuşsal skor ortalamaları grafiği

4.4 Üretilen Barların Kimyasal Analizi

Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz bar örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları Tablo 24’te gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre paraprobiyotikli atıştırmalık bardaki toplam yağ ($14,0200 \pm 0,0200$ g/100 g) ve potasyum ($5,4550 \pm 0,0930$ mg/g) düzeyinin paraprobiyotiksiz bara (Toplam yağ: $13,9100 \pm 0,0200$ g/100 g, Potasyum: $3,899 \pm 0,312$ mg/g) göre daha yüksek; toplam lif düzeyinin paraprobiyotiksiz bara göre daha düşük ($8,210 \pm 0,259$ ’e karşı $9,787 \pm 0,332$ g/100 g) olduğu gösterilmiştir. İki bar arasındaki bu fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barlar arasında tartarik asit cinsinden hesaplanan asitlik ve pH değerleri açısından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0,05$). Paraprobiyotikli bar örneklerine ait kuru madde üzerinden hesaplanan kimyasal analiz sonuçları Tablo 25’te gösterilmiştir.

Tablo 24. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz bar örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları *

Bileşen	Paraprobiyotikli bar	Paraprobiyotiksiz bar	p
Nem (g/100 g)	11,733±0,808	11,193±0,456	0,388
Kül (g/100 g)	2,410±0,165	2,233±0,154	0,268
Enerji (kkal/100 g)	398,00±2,00	396,00±2,00	0,288
Karbonhidrat (g/100 g)	59,500±0,500	59,400±0,500	0,819
Protein (g/100 g)	12,527±0,502	13,133±0,527	0,245
Toplam yağ (g/100 g)	14,0200±0,0200	13,9100±0,0200	0,003
Doymuş yağ (g/100 g)	4,213±0,258	3,773±0,232	0,115
Toplam şeker (g/100 g)	24,567±0,513	25,170±0,514	0,246
Toplam lif (g/100 g)	8,210±0,259	9,787±0,332	0,007
Sodyum (mg/g)	0,494±0,157	0,6167±0,0612	0,334
Potasyum (mg/g)	5,4550±0,0930	3,899±0,312	0,014
Kalsiyum (mg/g)	0,999±0,100	0,993±0,145	0,957
Demir (mg/g)	0,0500±0,0269	0,0573±0,0353	0,793
Magnezyum (mg/g)	0,8910±0,0101	0,823±0,150	0,514
Çinko (mg/g)	0,02167±0,00289	0,02133±0,00493	0,926
Asitlik (%)	0,8340±0,0151	0,8187±0,0146	0,295
pH	5,400±0,100	5,427±0,105	0,771

* Sonuçlar 2 tekerrürün ortalamasıdır.

Tablo 25. Paraprobiyotikli bar örneklerine ait kuru madde miktarları üzerinden hesaplanan kimyasal analiz sonuçları*

Bileşen	Paraprobiyotikli bar
Nem (g/100 g KM)	13,13333±0,907377
Kül (g/100 g KM)	2,703333±0,188237
Enerji (kkal/100 g KM)	447,1433±2,265311
Karbonhidrat (g/100 g KM)	66,8±0,6
Protein (g/100 g KM)	14,03333±0,602771
Toplam yağ (g/100 g KM)	15,7±0,00
Doymuş yağ (g/100 g KM)	4,713333±0,260832
Toplam şeker (g/100 g KM)	27,53333333±0,56862407
Toplam lif (g/100 g KM)	9,203333±0,267644
Sodyum (mg/g KM)	0,553±0,175889
Potasyum (mg/g KM)	6,126667±0,104083
Kalsiyum (mg/g KM)	1,12±0,112694
Demir (mg/g KM)	0,056±0,030315013
Magnezyum (mg/g KM)	0,999667±0,009609
Çinko (mg/g KM)	0,024±0,003464

* Sonuçlar 2 tekerrürün ortalamasıdır.

4.4.1 Üretilen barların yağ asidi profili

Üretilen paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz atıştırılmalık barların % yağ asidi bazında yağ asidi profili Tablo 26’da, paraprobiyotikli atıştırılmalık barın bazı yağ asidi içerikleri barın 100 gramı bazında Tablo 27’de gösterilmiştir. Bu tabloya göre paraprobiyotikli barlarda kaproik asit ($0,0600\pm0,0100$ ’e karşı $0,01667\pm0,00577$), kaprilik asit ($0,9200\pm0,0265$ ’e karşı $0,6433\pm0,0153$), kaprik asit ($0,8833\pm0,0764$ ’e karşı $0,6233\pm0,0569$), laurik asit ($5,8467\pm0,0503$ ’e karşı $5,3433\pm0,0451$), miristik asit ($2,2267\pm0,0777$ ’e karşı $2,2267\pm0,0777$) yüzdeleri anlamlı derecede daha yüksek; Linoleik asit ($21,053\pm0,138$ ’e karşı $21,437\pm0,144$) ve cis-11- Aikosenoik asit ($8,530\pm0,346$ ’e karşı $10,167\pm0,416$) içerikleri paraprobiyotiksiz barlara göre anlamlı derecede daha düşük miktarlarda bulunmuştur ($p<0.05$).

Tablo 26. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz atıştırılmalık barların yağ asidi profili (% yağ asidi) *

Yağ asidi türü		Paraprobiyotikli bar	Paraprobiyotiksiz bar	p
C6:0	Kaproik Asit ME	$0,0600\pm0,0100$	$0,01667\pm0,00577$	0,007
C8:0	Kaprilik Asit ME	$0,9200\pm0,0265$	$0,6433\pm0,0153$	0,001
C10:0	Kaprik Asit ME	$0,8833\pm0,0764$	$0,6233\pm0,0569$	0,018
C12:0	Laurik Asit ME	$5,8467\pm0,0503$	$5,3433\pm0,0451$	0,001
C14:0	Miristik Asit ME	$3,113\pm0,103$	$2,2267\pm0,0777$	0,001
C16:0	Palmitik Asit ME	$10,337\pm0,295$	$10,077\pm0,286$	0,353
C16:1	Palmitoleik Asit ME	$0,383\pm0,407$	$0,383\pm0,407$	1,00
C17:0	Heptadekanoik Asit ME	$0,0800\pm0,0100$	$0,0867\pm0,0153$	0,572
C18:0	Stearik Asit ME	$3,747\pm0,228$	$3,800\pm0,229$	0,794
C18:1n9c	Oleik Asit ME	$39,893\pm0,352$	$40,223\pm0,379$	0,350
C18:2n6c	Linoleik Asit ME	$21,053\pm0,138$	$21,437\pm0,144$	0,045
C18:3n6	α -Linolenik Asit ME	$0,9467\pm0,0451$	$0,8767\pm0,0451$	0,130
C20:1	cis-11- Eikosenoik Asit ME	$8,530\pm0,346$	$10,167\pm0,416$	0,014
C18:3n3	Alfa- Linolenik Asit (ALA) ME	$0,7500\pm0,0500$	$0,7267\pm0,0451$	0,591
C20:3n6	cis-8,11,14 Eikosatrienoik Asit ME	$1,640\pm0,185$	$1,573\pm0,174$	0,680
C20:3n3	cis-11,14,17 Eikosatrienoik Asit ME	$0,0500\pm0,0100$	$0,0500\pm0,0100$	1,00
C23:0	Trikosanoik Asit ME	$0,03000\pm0,00500$	$0,03000\pm0,00500$	1,00
C22:2	cis-13,16 Dokosadienoik Asit ME	$0,2500\pm0,0500$	$0,3333\pm0,0651$	0,177
C24:0	Lignoserik Asit ME (EPA)	$0,2533\pm0,0451$	$0,219\pm0,304$	0,864
C24:1	Nervonik Asit ME	$0,2233\pm0,0252$	$0,2233\pm0,0252$	1,00
C22:6n3	cis-4,7,10,11,16,19- Dokosahekzaenoik Asit ME (DHA)	$0,1267\pm0,0252$	$0,1133\pm0,0208$	0,530

* Sonuçlar 2 tekerrürün ortalamasıdır.

Tablo 27. Paraprobiyotikli atıştırma barın bazı yağ asitleri içeriği (100 g barda)*

Yağ asidi türü	Miktar (g/100 g)
C18:1n9c Oleik Asit ME	5,576667±0,040415
C18:2n6c Linoleik Asit ME	2,936667±0,005774
C18:3n3 ALA ME	0,105±0,007
C24:0 Lignoserik Asit ME (EPA)	0,034333±0,008021
C22:6n3 cis-4,7,10,11,16,19-Dokosaheksaenoik Asit ME (DHA)	0,126667±0,025166

* Sonuçlar 2 tekerrürün ortalamasıdır.

4.4.2 Üretilen barların toplam fenolik bileşen ve antiradikal aktivite değerleri

Üretilen paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların toplam fenolik madde ve antiradikal aktivite sonuçları Tablo 28’de gösterilmiştir. Bu tabloya göre paraprobiyotikli bar örneğinin toplam fenolik madde içeriği (3,2100±0,0100 mg GAE/g) paraprobiyotiksiz bar örneğinden (3,8500±0,0200 mg GAE /g) anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Paraprobiyotikli bar örneğinin antiradikal aktivite (%DPPH inhibisyonu), Askorbik asit eşdeğeri (mg AA/g) ve Trolox eşdeğeri (mg TE/G) antioksidan aktivite değerleri sırasıyla 78,67±1,15 ve 10,223±0,254 ve 14,3567±0,0493 olup; paraprobiyotiksiz bar örneğinden (%DPPH inh: 75,47±1,15; Askorbik asit eşdeğeri antioksidan aktivite: 6,472±0,157 mg/g, Trolox eşdeğeri antioksidan aktivite: 9,0100±0,0100 mg TE/g) anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 28. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların toplam fenolik madde ve antiradikal aktivite sonuçları*

	Paraprobiyotikli bar	Paraprobiyotiksiz bar	p
Toplam fenolik madde içeriği (mg GAE/g)	3,2100±0,0100	3,8500±0,0200	0,000
Antiradikal aktivite DPPH (% inhibisyon)	78,67±1,15	75,47±1,15	0,027
Askorbik asit eşdeğeri antioksidan aktivite (mg AA/g)	10,223±0,254	6,472±0,157	0,000
Trolox eşdeğeri (mg TE/g)	14,3567±0,0493	9,0100±0,0100	0,000

* Sonuçlar 2 tekerrürün ortalamasıdır.

4.5 Renk Ölçümü

Atıştırmalık bar örneklerinin renk ölçümü madde 3.8’de verilen metotla, 2 ayrı noktadan ölçülerek gerçekleştirilmiştir. Barların renk ölçümü değerleri Tablo 29’da gösterilmiştir. Barlar L* (parlaklık) ve a*(kırmızılık) değerleri açısından anlamlı bir farklılık göstermemekle birlikte; b*(sarılık) değeri açısından paraprobiyotiksiz barın sarılık değeri ($8,145 \pm 0,531$) paraprobiyotikli barın sarılık değerinden ($6,81 \pm 1,17$) anlamlı derecede daha yüksek değer göstermiştir ($p < 0.05$).

Tablo 29. Atıştırmalık barların renk ölçüm değerleri*

	L*	a*	b*	Hue
Paraprobiyotikli bar	$44,07 \pm 2,79$	$4,993 \pm 0,974$	$6,81 \pm 1,17$	$1,375 \pm 0,054$
Paraprobiyotiksiz bar	$45,01 \pm 2,43$	$5,348 \pm 0,546$	$8,145 \pm 0,531$	$1,534 \pm 0,069$
p	0,550	0,462	0,044	0,102

* Sonuçlar 2 tekerrürün ortalamasıdır.

4.6 TPA Doku Analizi

Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların doku analizi sonuçları Tablo 30’da gösterilmiştir. Paraprobiyotikli bar örneğinin sertlik değeri (3862 ± 507) g; paraprobiyotiksiz bar örneğinin (4571 ± 1369) sertlik değerinden ve kırılma değeri ($39,868 \pm 0,792$ mm’ye karşı $40,293 \pm 0,544$ mm) daha düşük bulunmuş; bu farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Tablo 30. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların doku analizi sonuçları*

	Sertlik	Kırılma (mm)
Paraprobiyotikli bar	3862 ± 507 (g) 37.86 ± 4.98 (N)	$39,868 \pm 0,792$
Paraprobiyotiksiz bar	4571 ± 1369 (g) 44.8 ± 13.4 (N)	$40,293 \pm 0,544$
p	0.617	0.644

* Sonuçlar 2 tekerrürün ortalamasıdır.

4.7 Üretilen Barlarda Maya-Küf Sayımı

Atıştırmalık barların maya küf sayımı sonuçları (kob/g) Tablo 31’de gösterilmiştir. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barlarda maya küf tespit edilmemiştir.

Tablo 31. Atıştırmalık barların maya küf sayımı sonuçları (kob/g)

Maya-küf sayımı sonucu	
Paraprobiyotikli bar	0
Paraprobiyotiksiz bar	0

* Sonuçlar 2 tekerrür olarak yapılmış, her 2 tekerrürde de ortalama maya-küf sonucu 0 olarak bulunmuştur.

4.8 Üretilen Barların Enerji ve Besin Ögesi Değerleri

Üretilen paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların besin ögeleri içeriği Tablo 24’te gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların enerji ve besin ögesi değerleri “Türkiye Beslenme Rehberi 2015” ‘te yer alan yetişkin bireyler için önerilen günlük referans alım düzeyleri ile karşılaştırılmıştır. Barların 1 porsiyon miktarı yaklaşık olarak 40 gramdır. Piyasada üretilen atıştırmalık barlar incelendiğinde 25-50 gram arasında porsiyon miktarında olduğu görülmüştür. Bu sebeple üretilen atıştırmalık barların bu aralıkta olması uygun görülmüştür.

Bir porsiyon (40 g) paraprobiyotikli atıştırmalık bar, yetişkin bir bireyin en az bir ara öğününde tüketebileceği miktardadır. Bu miktar tüketilirken göz önünde bulundurulacak ilk şey, muz kabukları ortamında fermentasyon ile üretilen probiyotik bakterilerden elde edilen paraprobiyotik sayısıdır. Paraprobiyotiklerin sağlığa yararlı etkilerinin incelendiği referans insan çalışmalarında belirtilen, günlük olarak tüketilen paraprobiyotik sayısı (10^7 - 10^{10} kob/gün) baz alınarak bir porsiyon barın bu miktarda paraprobiyotik içermesine dikkat edilmiştir. Çalışmada önemli olan nokta bar formülasyonunu standardize etmek olduğundan, bundan sonra porsiyonlama ve paraprobiyotik ilavesinin rahatlıkla yapılabileceğine karar verilmiştir. Formülasyon oluşturulurken yararlanılan kaynaklarda bulunan hammaddelere karar verilirken

hammaddelerin lif, protein, aroma, vitamin-minerallerden zengin olma ve lezzet uyumu gibi özelliklerine dikkat edilmiştir.

Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların 40 gramının içerdiği enerji ve besin öğeleri Tablo 32’de gösterilmiştir. Bir ara öğünde yetişkin bir birey 40 g atıştırmalık paraprobiyotikli bar tükettiğinde; günlük ortalama enerji ihtiyacı 2500 kkal olan orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin günlük enerji ihtiyacının %6.3’ünü, günlük ortalama enerji ihtiyacı 2000 kkal olan orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının günlük enerji ihtiyacının %7.9’unu karşılayabilmektedir. Bu kıyaslamalar paraprobiyotiksiz bar için yapıldığında; 40 g paraprobiyotiksiz bar orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin günlük enerji ihtiyacının %6.3’ünü, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının günlük enerji ihtiyacının %7.9’unu karşılamaktadır.

Paraprobiyotikli barın 40 gramının toplam yağ değeri orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin toplam yağ ihtiyacının %6-10’unu, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının yağ ihtiyacının %7-12’sini, karbonhidrat değeri orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin toplam karbonhidrat ihtiyacının %6-8’ini, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının karbonhidrat ihtiyacının %8-10’unu, protein değeri orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin toplam protein ihtiyacının %4-7’sini, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının protein ihtiyacının %5-8’ini, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkek ve kadının toplam lif ihtiyacının %13’ünü karşılamaktadır. Orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadın için olan maksimum doymuş yağ önerisinin yaklaşık %7.5’ini, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkek için olan maksimum doymuş yağ önerisinin yaklaşık %6’sını karşılamaktadır. Paraprobiyotiksiz barın 40 gramının toplam yağ değeri orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin toplam yağ ihtiyacının %6-10’unu, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının yağ ihtiyacının %7-12’sini, karbonhidrat değeri orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin toplam karbonhidrat ihtiyacının %6-8’ini, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının toplam karbonhidrat ihtiyacının %8-10’unu, protein değeri orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin toplam protein ihtiyacının %4-8’ini, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının protein ihtiyacının %5-9’unu, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkek ve kadının toplam lif ihtiyacının %15’ini

karşılacaktır. Orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadın için olan maksimum doymuş yağ önerisinin %7'sini, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkek için olan maksimum doymuş yağ önerisinin %5.4'ünü karşılamaktadır.

Bir porsiyon (40 gr) paraprobiyotikli atıştırılmalık bar orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkek ve kadının günlük kalsiyum ihtiyacının yaklaşık %4'ünü, günlük potasyum ihtiyacının yaklaşık %4.6'sını, sodyum ihtiyacının %1.3'ünü; orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin günlük demir ihtiyacının %18'ini, magnezyum ihtiyacının %10'unu, çinko ihtiyacının %5-9'unu; orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının günlük demir ihtiyacının %12-18'ini, magnezyum ihtiyacının %12'sini, çinko ihtiyacının %7-11'ini karşılamaktadır. 40 g atıştırılmalık paraprobiyotikli bar orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının günlük ALA önerisinin yaklaşık %4'ünü, LA önerisinin %13'ünü, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin günlük ALA önerisinin %3'ünü, LA önerisinin %10'unu karşılamaktadır. Bir porsiyon (40 g) paraprobiyotiksiz atıştırılmalık bar orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkek ve kadının günlük kalsiyum ihtiyacının yaklaşık %4'ünü, günlük potasyum ihtiyacının yaklaşık %3.3'ünü, sodyum ihtiyacının %1.6'sını; orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin günlük demir ihtiyacının yaklaşık %21'ini, magnezyum ihtiyacının %9.4'ünü, çinko ihtiyacının %5-9'unu; orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının günlük demir ihtiyacının %14-21'ini, magnezyum ihtiyacının %11'ini, çinko ihtiyacının %7-11'ini karşılamaktadır. 40 g atıştırılmalık paraprobiyotiksiz bar orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının günlük ALA önerisinin yaklaşık %3.5'ini, LA önerisinin %16'sını; orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin günlük ALA önerisinin %2.7'sini, LA önerisinin %13'ünü karşılamaktadır. Tablo 33, bir porsiyon (40 g) paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barın orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkek ve kadının günlük enerji ve besin öğeleri karşılama yüzdeleri göstermektedir.

Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların 1 porsiyonlarının (40 g) orta düzeyde hareketli sağlıklı yetişkin bir erkeğin enerji ve besin öğelerini karşılama yüzdeleri bakıldığında farkları arasında anlamlı bulunan besin öğeleri doymuş yağ, ALA, LA, toplam lif, sodyum, potasyum, demir ve magnezyum; orta düzeyde hareketli

sağlıklı yetişkin bir kadının enerji ve besin öğelerini karşılama yüzdeleri arasında farkları arasında anlamlı bulunan besin öğeleri doymuş yağ, ALA, LA, toplam lif, sodyum, potasyum ve magnezyumdur ($p<0.05$) (Tablo 33).

Toplam fenolik madde tüketimi ile ilgili spesifik bir öneri bulunmazken yeniden yapılandırılmış diyetlerde fenolik asitleri ve flavonoidleri ayırmak ve tanımlamak için kromatografik koşulları geliştirmek ve doğrulamak amacıyla yapılan bir çalışmada, Dietetyk 2006 yazılımı kullanılarak bireylerin diyetlerinde tüketilen tüm ürünlerin ortalama miktarları hesaplanarak ortalama bir diyet oluşturulmuştur. 2008,2009 ve 2010 yıllarında üniversite öğrencileri tarafından tüketilen diyetlerin günlük toplam fenolik madde içerikleri kız öğrenciler için ortalama 656 ± 127 mg/GAE, % inhibisyon DPPH değerleri $\%64.3\pm11.6$, erkek öğrenciler için 714 ± 105 mg/GAE ve $\%51.5\pm8.12$ 'dir (254). Paraprobiyotikli barın 1 gramında bulunan toplam fenolik madde içeriği 3.210 ± 0.01 mg GAE (128.4 mg GAE /40 gr bar), %DPPH inhibisyon değeri $\%78.67\pm1.15$; paraprobiyotiksiz barın 1 gramında bulunan toplam fenolik madde içeriği 3.850 ± 0.02 mg GAE (154 mg/GAE/40 gr bar), %DPPH inhibisyon değeri $\%75,47\pm1.15$ 'tir. İlgili çalışmada 1 günlük tüketilen toplam diyet değerleri verilmiştir. 40 gram paraprobiyotikli bar tüketildiğinde günlük bir diyetteki toplam fenolik bileşen miktarının yaklaşık $\%18-20$ 'si; paraprobiyotiksiz bar tüketildiğinde yaklaşık $\%21-23$ 'ü alınmış olmaktadır. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barın %DPPH inhibisyon değeri ise 1 günlük diyet tüketimiyle elde edilen antiradikal aktivite değerinden yüksektir.

Tablo 32. Atıştırmalık barların 1 porsiyonlarının (40 g) enerji ve besin öğeleri içerikleri*

	Paraprobiyotikli bar	Paraprobiyotiksiz bar	p
Enerji (kkal/40 g)	159.2 ± 0.8	158.4 ± 0.8	0.288
Karbonhidrat (g/40 g)	23.8 ± 0.200	23.76 ± 0.2	0.819
Protein (g/40 g)	5.011 ± 0.201	5.253 ± 0.211	0.245
Toplam yağ (g/40 g)	5.6 ± 0.008	5.56 ± 0.008	0.003
Doymuş yağ (g/40 g)	1.685 ± 0.103	1.51 ± 0.092	0.115
ALA (g/40 g)	0.042 ± 0.002	0.0396 ± 0.002	0.362
Linoleik asit (g /40 g)	1.178 ± 0.007	1.423 ± 0.402	0.399
Toplam şeker (g/40 g)	9.82 ± 0.205	10.068 ± 0.206	0.246
Toplam lif (g/40 g)	3.28 ± 0.104	3.915 ± 0.133	0.007

Tablo 32. Atıştırılabilirlik barların 1 porsiyonlarının (40 g) enerji ve besin öğeleri içerikleri* (devam)

	Paraprobiyotikli bar	Paraprobiyotiksiz bar	p
Sodyum (mg/40 g)	19,75±6.30	24.67±2.45	0.334
Potasyum (mg/40 g)	218.2±3.72	156±12.5	0.014
Kalsiyum (mg/40 g)	39,97±4.02	39.73±5.81	0.957
Demir (mg/40 g)	2±1.07	2.29±1.41	0.793
Magnezyum (mg/40 g)	35,64±0.406	32.91±6.01	0.514
Çinko (mg/40 g)	0.86±0.115	0.85±0.197	0.926

* Sonuçlar 2 tekrerrün ortalamasıdır.

Tablo 33. Bir porsiyon (40 g) paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barın orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkek ve kadının günlük enerji ve besin öğeleri karşılama yüzdeleri

	Erkek		p	Kadın		p
	Paraprobiyotikli bar	Paraprobiyotiksiz bar		Paraprobiyotikli bar	Paraprobiyotiksiz bar	
Enerji	%6.3	%6.3	-	%7.9	%7.9	-
Karbonhidrat	%7 (%6-8)	%7 (%6-8)	-	%9 (%8-10)	%9 (%8-10)	-
Protein	%5.5±1.50 (%4-7)	%6±2.00 (%4-8)	0.752	%6.5±1.50 (%5-8)	%7±2.00 (%5-9)	0.752
Toplam yağ	%8 (%6-10)	%8 (%6-10)	-	%9.5 (%7-12)	%9.5 (%7-12)	-
Doymuş yağ	%6±0.05	%5.4±0.05	0.000	%7.5±0.05	%7±0.05	0.000
ALA	%3±0.05	%2.7±0.05	0.000	%4±0.05	%3.5±0.05	0.000
Linoleik asit	%10±0.05	%13±0.05	0.000	%13±0.05	%16±0.05	0.000
Toplam lif	%13±0.05	%15±0.05	0.000	%13±0.05	%15±0.05	0.000
Sodyum	%1.3±0.05	%1.6±0.05	0.000	%1.3±0.05	%1.6±0.05	0.000
Potasyum	%4.6±0.05	%3.3±0.05	0.000	%4.6±0.05	%3.3±0.05	0.000
Kalsiyum	%4	%4	-	%4	%4	-
Demir	%18±0.05	%21±0.05	0.000	%15±3.00 (%12-18)	%17.5±3.50 (%14-21)	0.417
Magnezyum	%10±0.05	%9.4±0.05	0.000	%12±0.05	%11±0.05	0.000
Çinko	%7 (%5-9)	%7 (%5-9)	-	%9 (%7-11)	%9 (%7-11)	-

4.9 Üretilen Barların Hammaddde Maliyeti

Paraprobiyotikli atıştırılabilirlik bar üretiminde kullanılan hammaddelerin birim fiyatları Tablo 33'te gösterilmiştir. Hurma, kuru üzüm, ince öğütülmüş yulaf ezmesi, %100 yer fıstığı ezmesi, keten tohumu fiyatları Migros Market'ten; hindistan cevizi,

havuç ve muz fiyatı Isparta İyaş Market'ten; %70 demineralize peynir altı suyu tozu fiyatı Trendyol uygulamasından edinilmiştir. Hammaddelerin ürün formülasyonunda kullanılan miktarlarının fiyatları; hurma (266 gr) 53.2 TL, kuru üzüm (72 gr) 3.6 TL, ince öğütülmüş yulaf ezmesi (420 gr) 17.3 TL, %100 yer fıstığı ezmesi (156 gr) 10.8 TL, keten tohumu (108 gr) 1.3 TL, hindistan cevizi (45 gr) 6.4 TL, havuç (150 gr) 1.3 TL, muz (1 kg) 23 TL, %70 demineralize peynir altı suyu tozu (90 gr) 7.6 TL'dir. Bu üretim için hesaplanan toplam hammadde maliyeti 124,5 TL'dir. Bir üretimde 30 adet atıştırmalık bar üretildiğinden; 1 adet/porsiyon (40 gr) barın hammadde maliyeti 4.15 TL'dir. Bara ilave edilen paraprobiyotik eldesinde kullanılan *Lactobacillus casei* ve *L.actobacillus plantarum* Süleyman Demirel Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Mikrobiyolojik Analiz Laboratuvarı'nda kayıtlı olarak temin edildiğinden maliyet hesabı bulunmamaktadır. Tablo 33'de paraprobiyotikli atıştırmalık barın hammadde maliyeti gösterilmiştir (Hammadde fiyatı linkleri: <https://www.migros.com.tr/>, <https://www.iyas.com.tr/>, <https://www.trendyol.com/aktarmarka/peynir-alti-suyu-tozu-70-demineralize-500-gr-p-163589956>, Erişim Tarihi: 22.07.2022).

Tablo 34. Paraprobiyotikli atıştırmalık barın hammadde maliyeti

Hammadde adı	Birim Miktarı	Birim Fiyatı
Hurma	266 gr	53.2 TL
Kuru üzüm	72 gr	3.6 TL
Havuç	150 gr	1.3 TL
Muz	1 kg	23 TL
Keten tohumu	108 gr	1.3 TL
Hindistan cevizi tozu	45 gr	6.4 TL
%100 yer fıstığı ezmesi	156 gr	10.8 TL
%70 demineralize peynir altı suyu tozu	90 gr	7.6 TL
İnce öğütülmüş yulaf ezmesi	420 gr	17.3 TL
Toplam	-	124.5 TL
1 porsiyon bar	40 gr	4.15 L

5 TARTIŞMA

Gıda kaybı ve israfı, tüm ülkelerin yüzleşmesi gereken bir sorundur. Gıda atıkları, uygun şekilde yönetilmezse çevresel ve ekonomik sorunlara neden olabilirler; öte yandan kaynak olarak kullanılabilirlerse bir ülkenin çeşitli eksiklerini tamamlayabilirler. Bitkisel üretim, Türk tarımının önde gelen sektörüdür. Türkiye İstatistik Kurumu'na (TÜİK) göre Türkiye'nin toplam bitkisel üretiminin yaklaşık %45'i meyve ve sebze sektöründen sağlanmaktadır. Muz, elma, domates, marul, tatlı biber, armut, üzüm, soğan, enginar ve kuşkonmaz gibi birçok meyve ve sebze önemli miktarda atık üretir (1).

Muzun tüketilmesi veya işlenmesi sonucunda elde kalan ve besin ögesi değeri yüksek olan muz kabuklarından ekonomik açıdan istenilen ölçüde istifade edilememektedir. Muz meyvesinin yaklaşık %18-35'ini kabuk kısmı oluşturmaktadır (44).

Probiyotik kavramı; yeterli miktarlarda verildiğinde konakçılara sağlık yararları sağlayan mikroorganizmaları tanımlar (3). Son yıllarda yapılan çalışmalar ile canlı olmayan mikroorganizmaların ve bunların bileşenlerinin de tıpkı probiyotikler gibi sağlık etkisi gösterdiği anlaşılmıştır. Söz konusu bu canlı olmayan mikroorganizmalara genel olarak paraprobiyotik denilmektedir. Paraprobiyotikler yeterli miktarda tüketildiğinde fayda sağlayan, canlı olmayan mikrobiyel hücreler (bozulmamış veya parçalanmış) veya işlenmemiş hücre özütleri olarak tanımlanmaktadır (4).

Bu araştırmanın amacı; paraprobiyotiklerin insan ve hayvanlar üzerindeki sağlığı geliştirici etkilerinden yola çıkılarak paraprobiyotiklerin tüketilebilir hale gelmesini sağlamak için duyuşal ve besinsel kalitesi yüksek bir ürün geliştirmek ve bu ürünü geliştirirken sürdürülebilir beslenme ilkelerinden olan çevre dostu beslenmeye (muz kabuğu atıklarını değerlendirerek) katkı sağlamaktır.

5.1 Muz Kabuğu Besiyerinde *Lactobacillus* Kültürleri Gelişiminin Değerlendirilmesi

Çeşitli mikroorganizmaların onlar için bir besiyeri ortamı olan sebze-meyve atıkları üzerinde çoğalabildiği çeşitli çalışmalarla desteklenmiştir. Dost bir bakteri olan ticari probiyotik olan lactobacil türünün (*Lactobacillus sp* (FTDC 8133, FTDC 3666, ve FTDC 8264) fermentasyon olarak adlandırılan biyokimyasal reaksiyonu yoluyla ananas atıklarının işlenmesini ortaya koymak için yürütülen bir çalışmada; farklı sıcaklık ve pH değerlerinde bakteri büyümesi değerlendirilmiş; en iyi büyümenin 37°C ve pH: 6 değerinde olduğu; ananas atıkları kültür ortamının bakteriyal büyüme üzerindeki etkisinin MRS ile kıyaslanabilir olduğu gösterilmiştir. Bu sayede; fermentasyondan sonra sağlanan tarımsal atıkların ekonomik değerini artırarak probiyotik üretiminin ucuz bir yoldan elde edilmesi sağlanmıştır. Bu çalışmada bakteri büyümesi indirekt yöntem (OD 600 nm) kullanılarak belirlendiğinden tam bir sayı bulunmamaktadır (255). Bizim çalışmamızda; muz kabukları kültür ortamında bakteri gelişimi izlenmiş; 30°C’de, 5.2 başlangıç pH’ında 72 saat inkübasyon sonucunda *L. casei*’nin ortalama 3×10^9 kob/ml; *L. plantarum*’un ortalama 1.5×10^9 kob/ml ile iyi bir gelişim gösterdiği daha kesin ve uygun olacağı düşünülen canlı sayım yöntemi ile belirlenmiştir.

Üç ana tropikal meyve kabuğunun (elma, muz ve mango) kimyasal bileşimi, fonksiyonel özellikleri ve prebiyotik etkilerinin incelendiği bir çalışmada, ayrı ayrı ve kombinasyon halinde üç ticari probiyotik suş (*Lactobacillus rhamnosus*, *L. casei* ve *Bifidobacterium lactis*) kullanılarak test edilmiştir. Probiyotik suşlara farklı konsantrasyonlarda muz kabuğu tozu ilave edilmiştir. Sonuçlar, test edilen tüm meyve kabuğu tozlarının 24 saatlik inkübasyondan sonra $>10 \log$ ’a ulaşan probiyotik canlı sayılarını önemli ölçüde arttırdığını ortaya koymuş, az miktarda (%2) elma, muz ve mango kabuğu tozunun, laktik asit bakterilerinin (LAB) büyümesini arttırmak için prebiyotikler olarak başarıyla kullanılabileceğini göstermiştir. 37°C de 1, 24, 48 ve 72 saatlik inkübasyon sürelerinde bakteri gelişimi incelenmiş, en yoğun oluşumun 24 saat inkübasyonda olduğu belirlenmiştir (256). Bizim çalışmamızda muz kabukları kültür ortamında bakteri gelişimi izlenmiş; 30°C’de 72 saat inkübasyon sonucunda bara ilave

edilecek hedef paraprobiyotik sayısına ulaşılacak sayıda probiyotik bakteri elde edilmiştir.

Rashid ve ark; karbon kaynağı olarak farklı tipteki lignoselüloz biyokütlesinin *Lactobacillus casei*'nin büyümesi ve hayatta kalması üzerindeki etkisini değerlendirmek istedikleri bir çalışmada; *L. casei*; pirinç kepeği, muz kabuğu ve MRS ortamı gibi üç tür ortamda saf kültür olarak büyütülmüş ve 37°C'de 33 saat inkübe edilmiştir. Çalışma sonucunda pirinç kepeği ortamında 21 saatlik inkübasyondan sonra maksimum canlı hücre sayısının 7.48 log10 kob/mL olduğu ve 18 saatlik inkübasyon süresinden sonra muz kabuğu ortamında maksimum canlı hücre sayısının 7.32 log10 kob/mL olduğu görülmüştür. 27 ve 30. Saatlerde de sırasıyla pirinç kepeği ve muz kabuğu ortamında bakteri artışları yaşanmıştır (257). Bunun nedeni ortamda birden fazla substratın bulunması olabilir. Tercih edilen alt tabaka tamamen kullanıldıktan sonra en az tercih edilen alt tabaka kullanılacaktır, bu genellikle iki yönlü büyüme olarak bilinir (258). Lignoselüloz biyokütlesi temel olarak basit ve kompleks şekerlerin bol miktarda birikmesi olduğundan, glikoz dışında başka şekerlerin mevcudiyeti mümkündür. Bu çalışmada pirinç kepeği kültür ortamının başlangıç pH 6.1; son pH 4.5; muz kabuğu kültür ortamının başlangıç pH 5.39 son pH:5.35'tir. *Lactobacillus casei*'nin fermentasyon işlemi sırasında laktik asit üreten bir mikroorganizma olduğu bilinmektedir. Laktik asit birikimi sonucu fermentasyon ortamının pH değeri giderek düşmektedir (259). Ayrıca, pH değeri ne kadar düşük olursa, üretilen laktik asit konsantrasyonunun o kadar yüksek olduğuna da dikkat edilmelidir (260). Bizim çalışmamızda muz kabuğu besi yerinin başlangıç pH 5.2 idi. *L. casei* inkübasyonundan sonra ortam pH'ı 3.87, *L. plantarum* inkübasyonundan sonra ortam pH'ı 3.97 idi. Bunun sebebi bahsedilen çalışmada söylendiği gibi laktik asit bakterilerinin fermentasyonu sonucu açığa çıkan laktik asit artışıdır. Üretilen laktik asit miktarı artan bakteri sayısı ile orantılıdır. Bizim çalışmamızda üreyen bakteri sayısı ortalama 9 log10 kob/ml olduğuna göre, ilgili çalışmada ölçülen pH'tan daha düşük bir pH a ulaşılması beklenen bir durumdur.

Umesh ve ark., başlangıç kültürü olarak *Lactobacillus plantarum* kullanılarak substrat olarak çeşitli meyve kabuğu atıklarından (mango, portakal, muz ve ananas)

laktik asitin fermentatif üretimini gerçekleştirmek istedikleri bir çalışmada, sterilize edilmiş meyve kabuğu hidrolizatları ile hazırlanan fermentasyon ortamına %5 oranında *L. plantarum* kültürleri inoküle edilmiş ve 6 gün boyunca bir çalkalayıcı inkübatörde (120 rpm) 37°C’de inkübe edilmiştir. Substrat tüketimi (şeker içeriğinin azaltılması) ve ayrıca laktik asit oluşumu günlük olarak tahmin edilmiştir. Meyve kabuğu hidrolizatları ile hazırlanan fermentasyon ortamının başlangıç pH 6-6.8’dir. En yüksek laktik asit üretimi fermentasyonun 3. gününde mango kabuklarından (10.08 g/L) elde edilirken, diğer substratlar; portakal kabuğu, muz kabuğu ve ananas kabuğu sırasıyla 5.74 g/L, 4.68 g/L ve 4.68 g/L laktik asit üretmiştir. Çalışmada meyve atığı besi yerlerinde artan bakteri sayısı belirlenmemiştir (261). Bizim çalışmamızda muz kabuğu besi yerinde oluşan laktik asit miktarı belirlenmemiş olup, fermentasyonun 3. ve son gününde pH düzeyinin azalmış olması laktik asit oluşumunu göstermektedir.

Tsen ve ark.’ın; probiyotik bir bakteri olan *Lactobacillus acidophilus*’un besi yeri ortamı olarak muz püresini kullanarak muz ile direkt fermentasyonunu ve Ca-alginat tutuklama hücre immobilizasyon yöntemi kullanarak fermentasyonun etkinliğini artırmak ve sinbiyotik etkilerle yeni bir ürün geliştirmeyi amaçladıkları bir çalışmada; homojenize edilip soğutulan muz püresine *L. acidophilus* inoküle edildikten sonra 37°C’de 80 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnoküle edilen *L. acidophilus* serbest hücreler ve immobilize hücreler olarak iki partiye ayrılmıştır. İnkübasyon süresince hücre sayısı, pH, fruktooligosakkarit (FOS) ve azalan şeker içeriği izlenmiştir. Fermentasyon süreci sonunda serbest hücrelerin sayısı immobilize hücrelerin sayısından daha düşük bulunmuştur, ancak her iki hücre sayısında da belirgin artış olmuştur. İnokülasyondan sonra 10^5 kob/ml hücre sayısı ile başlayan bakteri sayısının; serbest hücreler için 10^6 kob/ml; immobilize hücreler için 10^8 kob/ml’den fazla sayıya ulaştığı görülmüştür. Her iki hücre fermentasyonunda da pH içeriği azalmış; serbest hücre fermentasyonunda 4.7’den 3.8’e düşmüştür. Serbest hücre fermentasyonunda şeker içeriğinin yaklaşık %2.3’ten %1.4’e düştüğü görülmektedir. Immobilize hücre fermentasyonunda bu düşüş daha fazla ve hızlıdır (%2.4’ten %1’e.). Fruktooligosakkarit içeriği incelendiğinde; serbest *L. asidophilus* fermentasyonunda bir FOS türü olan 1-kestozun belirgin olarak azaldığı; immobilize *L. asidophilus* fermentasyonunda değişmediği gözlenmiştir. Bu durum jel matriksinin kütle transfer

direncine ve immobilize hücreler için 1-kestozun daha az bulunabilir olmasına bağlı olabilir. Diğer yandan glikoz ve fruktoz gibi düşük moleküllü karbon kaynaklarının kullanılabilir olması ve fermentasyona daha duyarlı olması nedeniyle nistoz ve 1-β-fruktofuranozilnistoz gibi daha yüksek moleküler ağırlıklı karbon kaynakları değişmeden kalmıştır. Çalışmada varılan sonuç; Ca-alginat tutuklama hücre immobilizasyon yöntemi kullanılarak yapılan fermentasyonun hem daha fazla probiyotik gelişimine sebep olması, hem de FOS gibi prebiyotikleri daha çok barındırması nedeniyle sinbiyotik yararları olan potansiyel bir ürün olabileceğidir (262). Bizim çalışmamızda immobilize hücre fermentasyon yöntemi kullanılmamıştır. 30°C’de 72 saat inkübasyon sonucunda bakteri sayısı artışı bu çalışmadaki serbest hücre fermentasyonundaki canlı artışı ile karşılaştırıldığında daha fazla olmuştur. Bu da muz kabuğunda lactobacillus gelişiminin daha iyi olduğunu gösterebilmektedir. Yine bizim çalışmamızda olduğu gibi bu çalışmada da fermentasyon sonucu pH azalması görülmektedir.

Diğer birçok meyve-sebzelerin kendisi ve kabuklarının olduğu gibi muz kabuğu yüksek miktarlardaki karbonhidrat, protein, ve lif içeriğinden dolayı mikroorganizma fermentasyonu için uygun bir besindir. Muz kabuklarının atık değerlendirme kapsamında fermentasyon yoluyla değerlendirilmesi hem ülke ekonomisine katkı sağlayacak; hem de fermentasyon sonucunda ortaya çıkan ürünler ve canlılar fonksiyonel ürün geliştirilmesine yardımcı olacaktır.

5.2 Paraprobiyotikli Barların Duyusal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların renk, ele ve dişlere yapışkanlık, lezzet, çiğnenebilirlik, aroma ve genel kabul edilebilirlik kriterleri açısından puanlamaları yapılmıştır (1: çok kötü, 2: kötü, 3: orta, 4: iyi, 5: çok iyi). Panelist sayısı yapılan başka ürün geliştirme çalışmalarındaki panelist aralığına bakılarak 20 kişi olarak belirlenmiştir (252, 263). İki bar için verilen puanlamalar arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Ancak puanlamalara ayrı ayrı bakıldığında ve genel kabul edilebilirlik açısından paraprobiyotikli barın daha yüksek puanlar aldığı görülmüştür. Bu da sürdürülebilir beslenme modeline uygun ve sağlık yararları kanıtlanmış

paraprobiyotik ile zenginleştirilmiş işlevsel bir gıdanın kabul edilebilir olduğunu göstermektedir.

Vitorino ve ark.; balık konsantresi içeren tahıl barlarının mikrobiyolojik, yüzdesel bileşimi ve duyuşal özelliklerini geliştirmek ve değerlendirmek istedikleri bir çalışmada bar hammaddeleri olarak; tam buğday unu, yulaf unu, pirinç taneleri, şekeriz granola, Brezilya cevizi, kaju fıstığı, suyu uzaklaştırılmış muz, balık protein konsantresi, esmer şeker, bal, margarin, dilimlenmiş muz, vanilya esansı, tarçın, öğütölmüş karanfil, hindistan cevizi kullanılmıştır. Çalışmada 4 farklı bar formölasyonu oluşturulmuştur; 1: balık konsantresi içermeyen kontrol bar, 2: Mango balığı protein konsantresi içeren bar, 3:Mango balığı protein konsantresi + somon protein konsantresi içeren bar, 4: Mango balığı protein konsantresi+ ton balığı protein konsantresi içeren bar. Barların duyuşal analizi için aroma, renk, doku, tat ve genel kabul edilebilirlik kriterleri 1-9 arası puanlanmıştır (1: hiç beğenmedim-----9: çok beğendim). 1,2,3 ve 4 numaralı barların renk kriteri puanları 9 üzerinden sırasıyla 6.68 ± 1.93 , 6.56 ± 1.68 , 6.52 ± 1.81 , 6.68 ± 1.66 ; aroma kriteri puanlamaları 6.34 ± 1.20 , 6.24 ± 1.65 , 6.30 ± 1.91 , 6.10 ± 1.97 ; doku kriteri puanlamaları 6.40 ± 1.97 , 6.24 ± 1.73 , 6.28 ± 1.90 , 6.44 ± 1.98 ; lezzet kriteri puanlamaları 6.20 ± 2.32 , 5.88 ± 2.01 , 5.80 ± 2.32 , 5.70 ± 2.43 ve genel kabul edilebilirlik puanlamaları 6.24 ± 2.25 , 5.86 ± 1.96 , 5.88 ± 2.19 , 5.88 ± 2.24 'tür (264). Bizim çalışmamızda üretilen barların renk, ele yapışkanlık, dişlere yapışkanlık, lezzet, çiğnenebilirlik, aroma ve genel kabul edilebilirlik açısından puan ortalamaları 5 puan üzerinden sırasıyla; 4.050 ± 0.945 (7.29/9), 4.700 ± 0.470 (8.46/9), 4.100 ± 0.852 (7.38/9), 3.950 ± 0.759 (7.11/9), 4.050 ± 0.826 (7.29/9), 4.00 ± 0.795 (7.2/9) ve 3.900 ± 0.852 (7.02/9)'dir. İlgili çalışma ile kıyaslama yapabilmek için bu değerleri 9 puana göre uyarladığımızda barımızın puanlamaları 7-8 aralığına tekaböl etmektedir. Bu da bizim paraprobiyotikli barımızın duyuşal olarak daha tercih edilebilir olduğunu gösterir.

Ahaotu ve ark., mısır ve bambara fıstığının değişik oranlarda karıştırılmasıyla atıştırmalık barlar üretmek istedikleri bir çalışmada bar hammaddeleri olarak hindistan cevizi, palm yağı, yulaf, süt, bal, yumurta ve tuz kullanmışlardır. Oluşturulan 5 farklı formölasyon A, B, C, D ve E barlarının mısır:bambara fıstığı oranları sırasıyla 100:0,

0:100, 50:50, 75:25 ve 25:75'tir. Panelistler, her numunenin tat, renk, aroma, görünüm, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirliği içeren duyuşal özelliklerini değerlendirmek için bir kılavuz olarak 1 (aşırı sevmeme) ile 9 (çok beğenme) arasında değişen 9 noktalı Hedonik ölçeğı kullanmışlardır. Atıştırmalık barlara verilen ortalama puanlar lezzet için 6.5-8.1, renk için 7.1-8.0, aroma için 6.4-8, görünüm için 7.0-8.0, ağız hissi için 7.1-8.0 ve genel kabul edilebilirlik için 7.4-8.2'dir (265). Bizim çalışmamızda üretilen barların renk, ele yapışkanlık, dişlere yapışkanlık, lezzet, çiğnenebilirlik, aroma ve genel kabul edilebilirlik açısından puan ortalamaları 5 puan üzerinden sırasıyla; 4.050 ± 0.945 (7.29/9), 4.700 ± 0.470 (8.46/9), 4.100 ± 0.852 (7.38/9), 3.950 ± 0.759 (7.11/9), 4.050 ± 0.826 (7.29/9), 4.00 ± 0.795 (7.2/9) ve 3.900 ± 0.852 (7.02/9)'dir. İlgili çalışmada üretilen barlar ve paraprobiyotikli barların duyuşal puanlama değerleri birbirine yakındır.

Agbaje ve ark.; jelatinize pirinç gevreğı ve bağlayıcı madde olarak bal ve glikoz şurubu kullanarak seçilmiş sünnet gıdalarından tahıl barı formüle etmek istedikleri bir çalışmada, hammaddeler olarak jelatinize pirinç, glikoz şurubu, elma sosu, esmer şeker, bal, kuru incir, kuru üzüm ve hurma, çörek otu, safran kullanılmıştır. Farklı oranlarda hammaddeler kullanılarak 6 farklı bar formülasyonu oluşturulmuştur. Tahıl barı numunelerinde tat, renk, doku, görünüm ve genel kabul edilebilirlik gibi duyuşal nitelikler değerlendirilmiştir. 1= hiç beğenmedim, 5= orta derecede sevdim ve 9= çok beğendim olmak üzere 9 puanlık bir hedonik ölçek kullanılmıştır. Barların ortalama duyuşal skor aralıkları görünüş için 6.12-6.40, renk için 6.03-6.53, tat için 6.00-6.45 ve doku için 5.07-6.22 aralığındadır (266). Bizim çalışmamızda üretilen barların renk, ele yapışkanlık, dişlere yapışkanlık, lezzet, çiğnenebilirlik, aroma ve genel kabul edilebilirlik açısından puan ortalamaları 5 puan üzerinden sırasıyla; 4.050 ± 0.945 (7.29/9), 4.700 ± 0.470 (8.46/9), 4.100 ± 0.852 (7.38/9), 3.950 ± 0.759 (7.11/9), 4.050 ± 0.826 (7.29/9), 4.00 ± 0.795 (7.2/9) ve 3.900 ± 0.852 (7.02/9)'dir. İlgili çalışma ile kıyaslama yapabilmek için bu değerleri 9 puana göre uyarladığımızda barımızın puanlamaları 7-8 aralığına tekabül etmektedir. Bu da bizim paraprobiyotikli barımızın duyuşal olarak daha tercih edilebilir olduğunu gösterir.

5.3 Paraprobiyotikli Barların Kimyasal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bu çalışmanın amacı geri dönüşüme katkı sağlayarak besleyici değeri yüksek, paraprobiyotikli işlevsel bir ürün üretmektir. Paraprobiyotikli barda yapılan incelemeler ve diğer çalışmalar ile yapılan kıyaslamalara dayanılarak üretilen paraprobiyotikli ürün işlevsel, duyuşal açıdan tercih edilebilir ve besleyici değeri yüksek bir ürün olmuştur. Üretilen ürünün nem, kül, enerji, karbonhidrat, protein, toplam yağ, doymamış yağ asidi profili, doymuş yağ, toplam şeker, toplam lif, sodyum, potasyum, kalsiyum, demir, magnezyum, çinko, asitlik ve pH değerleri incelenmiştir.

5.3.1 Barların enerji ve besin öğeleri kompozisyonunun değerlendirilmesi

5.3.1.1 Enerji ve toplam lif içeriğinin değerlendirilmesi

Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların enerji değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır Paraprobiyotikli barın 100 gramında ortalama 398 kkal bulunmaktadır. Başlık 4.8’de anlatıldığı üzere atıştırmalık barın en az 1 ara öğünde günlük olarak 1 porsiyon (40 g) tüketileceği varsayılırsa; sağlıklı bir yetişkinin günlük enerji ihtiyacının %6-8’ini karşılayacaktır. Bu miktar ise sağlıklı yetişkin bir bireyin en az bir ideal ara öğün enerjisini karşılamaktadır.

Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların 100 gramındaki toplam lif değerleri sırasıyla 8.2 gr ve 9.8 gr’dır. İki barın lif değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Bu farklılığın nedeni; paraprobiyotikli barın içerdiği muz kabuğu besi yerinde bulunan, inaktive edilmeden önce canlı mikroorganizmalar tarafından üretilen fonksiyonel proteinler/enzimler, bakteriyosin gibi biyoaktif postbiyotiklerin varlığı ve bu maddelerin lignoselülozik maddeleri parçalaması olabilir. *Bacillus amyloliquefaciens* TKU050 suşu kullanılarak pektinaz üretmek için pektin içeren yan ürünlerin işlenmesini sağlamayı amaçlayan bir çalışmada, muz kabuğunun ve pektinin hidrolizinden sağlanan, TKU050 pektinazlar tarafından üretilen hidrolizatların 4 laktik asit bakterisi üzerindeki prebiyotik etkileri

incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda muz kabuğu tozu, pektin ve muz kabuğu tozu hidrolizatlarının glikoza göre bu bakteriler üzerinde daha iyi prebiyotik etkiler gösterdiği bildirilmiştir (125).

Fermente gıdalarda yaygın olarak bulunan laktik asit bakterilerinin (LAB), hücre dışı proteolitik, β -glukosidaz, β -mannosidaz ve β -mannanaz aktiviteleri sergiledikleri gösterilmiştir. Malezya gıdalarından izole edilen yedi *Lactobacillus plantarum* suşunun hücre dışı proteolitik, selüloolitik ve hemiselüloolitik enzim aktivitelerinin karşılaştırılması amacıyla yapılan bir çalışmada, hurma çekirdeği keki biyokütlesi üzerinde çalışılan *L. plantarum* suşlarının asidik pH koşullarından alkali pH koşullarına kadar aktif olan çok yönlü çok hücreli dışı hidrolitik enzim aktiviteleri ürettiği gösterilmiştir (267).

Bakterileri potansiyel probiyotik karakterler ve enzim üretimi için taramayı amaçlayan bir çalışmada, *Lactobacillus fermentum* ve *Lactobacillus sp G3_4_ITO2* maksimum potansiyel probiyotik karakterler gösterdiği ve amilaz enzimi ürettiği bildirilmiştir (268).

Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği Ek-1 Beslenme Beyanları ve Beyan Koşulları'nda yer alan tanımlamaya göre bir gıdanın "yüksek lifli" olarak adlandırılabilmesi için 100 gr gıdadaki lif miktarının en az 6 gr olması gerekir. Bizim çalışmamızda üretilen paraprobiyotikli atıştırmalık barın 100 gramında 8.2 gr; paraprobiyotiksiz barın 100 gramında 9.8 gram lif bulunmaktadır. Her iki ürün de yüksek lifli ürün kategorisine girmektedir.

İbrahim ve ark.; yeni bir atıştırmalık barda kullanılan bal ile Suudi Arabistan Krallığı'ndan gelen hurma meyvesinden yapılan hurma ezmesinin değiştirilmesi olasılıklarını değerlendiren bir çalışmada; farklı hurma püresi konsantrasyonları (%40, %50, %60, %70) kullandıkları barlar üretmiştir. Barın temel malzemeleri; kaju, hurma püresi, yulaf ezmesi, kurutulmuş kiraz, bal (kontrol barı için)'dır. Bu çalışmada üretilen barların 100 gramındaki enerji %40, %50, %60 ve %70 oranında kullanılan hurma püreleri için sırasıyla 372, 362, 352 ve 342 kkaldir (269). Bizim çalışmamızda

Üretilen paraprobiyotikli barın 100 gramında 398 kkal bulunmaktadır. Hem bu çalışmada, hem bizim çalışmamızda üretilen barların ortalama enerji içerikleri piyasadaki yerel ticari barlara (400-450 kkal) yakın, hatta daha düşük enerji içermektedir. Bu da; obezite, diyabet, kalp-damar hastalıkları gibi durumlarda besleyici değeri yüksek bir atıştırmalık barı tüketirken daha az enerji almaya katkıda bulunan olumlu bir özelliktir. Bu çalışmada üretilen barların 100 gramındaki toplam diyet lifi %40, %50, %60 ve %70 oranında kullanılan hurma püreleri için sırasıyla 8.9, 7.9, 6.9 ve 5.9 gr'dır. Bu çalışmada hurma püresinin en fazla olduğu barda lif oranının en az olması, kullanılan diğer malzemelerin oranının değişmesidir. Bizim alışmamızda üretilen paraprobiyotikli atıştırmalık barın 100 gramında yaklaşık 8.2 gr lif bulunmaktadır. Ürünümüz yüksek lifli ürün kategorisine girmektedir. Ürünümüzün yüksek lifli olmasında barın malzemelerinin yüksek lifli ürünlerden (havuç, yulaf ezmesi, kuru üzüm, hurma, keten tohumu, muz) oluşmasıdır. Bu da barımızın temel işlevsel özelliği olan paraprobiyotik içermesinin yanı sıra onu ağırlık yönetimi, sporcu beslenmesi, sindirim sistemi bozuklukları, kalp-damar hastalıkları, diyabet gibi kronik hastalıklarda da tüketilebilecek işlevsel bir ürün haline getirmektedir.

Fasulye ve yulaf unu ile hazırlanmış bir atıştırmalık barın besinsel ve biyoaktif bileşen içeriği ve genel kabul edilebilirliğinin incelendiği bir çalışmada temel bar malzemeleri olarak fasulye unu, yulaf unu, su, emülsifiyer olarak soya lesitini kullanılmıştır. Farklı oranlarda yulaf unu ve fasulye unu kullanılarak 27 farklı formülasyon oluşturulmuştur. 27 formülasyondan tercih edilebilirliklerine göre bir sıralama oluşturulmuş ve bu sıralama ve u nokta karışım tasarımı kullanılarak belirlenen en iyi ana bileşen oranlarına göre 2 formülasyon seçilmiştir. Bu formülasyonlar; F3 (karışım dizaynı: fasülye unu: 0.344 yulaf unu: 0.264 su: 0.334 soya lesitini: 0.059, toplamda 1) ve F21 (karışım dizaynı: fasülye unu: 0.362 yulaf unu: 0.213 su: 0.351 soya lesitini: 0.074, toplamda 1)'dir. F3'n ortalama enerjisi 100 gramda 348 kkal, F21'in ortalama enerjisi 100 gramda 343 kkal'dir. Çalışmada toplam diyet posası da hesaplanmış; F3 için 100 gramda 20±0.08 gr, F21 için 100 gramda 22±0.30 gr olarak bulunmuştur (270). Bizim alışmamızda üretilen paraprobiyotikli barın enerjisi 100 gramda 398±2.00 kkal olup, barımızın günlük enerjiye katkısı daha fazladır. Bizim alışmamızda üretilen paraprobiyotikli bar yüksek lifli ürün grubuna

girmekte, ancak bu çalışmadaki kadar yüksek oranda lif sağlamamaktadır. Bu da bu çalışmada kullanılan çok yüksek lif kaynağı malzemelerin (özellikle fasulye unu) yer alması ve oranlarının bizim barımızdaki yüksek lifli gıdalara oranla daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Besleyici ve sevilen bir meyve olan ve hint ayvası ailesine ait olan Marolo (*Annona crassiflora* Mart) tüketiminin taze meyve olarak sınırlı kalması nedeniyle marolo ununun bu meyveyi değerli kılmak için sağlıklı atıştırmalık barların üretiminde potansiyel kullanımını değerlendirmek ve yemeye hazır alternatif bir besleyici ürün sağlamak amacıyla yapılan bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada barın temel malzemeleri; öğütülmüş mısır nişastası bisküvisi, yulaf gevreği, yağsız süt tozu, pirinç gevreği ve mısır şurubudur. Çalışmada marolo ununun farklı konsantrasyonları (%5, %10, %15, %20) kullanılarak bar üretimleri yapılmış, bu barların toplam diyet lifi içerikleri %5 %10, %15 ve %20 marolo unu kullanılan barlarda sırasıyla 100 gramda 4.65, 4.76, 5.37 ve 6.46 gramdır (271). Bu çalışmada üretilen barlardaki marolo unu miktarı arttıkça beklendiği gibi diyet lifi miktarı da artmaktadır. Bu çalışmadaki barların lif içerikleri bizim paraprobiyotikli barımızın lif içeriğinin ürettiğimiz (8.210 ± 0.259 g/100 g) yaklaşık yarısı kadardır.

Enerji ve demir içeriği yüksek bir enerji barı geliştirmek ve *Moringa oleifera* (Hindistan alt kıtasına özgü Moringaceae familyasının hızlı büyüyen, kuraklığa dayanıklı bir ağacı) tohumları, yeşil kabak çekirdeği, kayısı ve kıızılcık ile birlikte ilave edildiğinde atıştırmalık bir bardaki kabulünün değerlendirilmek istendiği bir çalışmada, barın temel malzemeleri yassı badem parçaları, kabak çekirdeği, ay çekirdeği, kayısı, kıızılcık ve *Moringa oleifera* tohumlarıdır. Bu bileşenlerin formülasyonunu optimize etmek için Tasarım uzmanı karışım tasarımı (Design expert mixture design) kullanılmış ve 3 formülasyon belirlenmiştir. Bu formülasyonların 100 gramındaki enerji değerleri 68-78 kkal arasında değişmektedir. Bu çalışmada 2 numaralı formülasyonun lif içeriğine bakılmıştır ve diyetel posa içeriği %2.1 olarak belirlenmiştir. Yani üretilen barın 100 gramında 2.1 gr lif bulunmaktadır (272). Bu değer bizim ürettiğimiz paraprobiyotikli bardan oldukça düşük bir değerdir.

Hurma meyvesi bazlı atıştırılmalık barların yulaf ile zenginleştirilmesinin bu barların fiziko-kimyasal, besinsel ve duyusal kalitesi üzerine etkilerinin incelenmek istendiği bir çalışmada, bar için kullanılan temel malzemeler; yulaf ezmesi, yağsız süt, kavrulmuş nohut, badem, antep fıstığı, kakule tozu ve karboksi metil selulozdur. Yulaf ezmesi olmayan, 15 gr yulaf ezmesi kullanılan, 25 gr yulaf ezmesi kullanılan ve 35 g yulaf ezmesi kullanılan barların 100 gramındaki enerjiler sırasıyla 367 ± 1.1 , 368.1 ± 1.3 , 368.9 ± 1.6 ve 369.3 ± 1.2 kkaldir. Aynı sırayla 100 gram bardaki toplam lif içerikleri ise 3.5 ± 0.08 , 5.7 ± 0.04 , 6.1 ± 0.06 ve 6.8 ± 0.10 gramdır. Bizim çalışmamızda ürettiğimiz paraprobiyotikli barın enerjisi ile bu barın enerjisi yakın, lif içeriği de bu barlardan yüksektir. Lif farklılığı kullanılan malzemelerin çeşidi ve miktarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır (273).

5.3.1.2 Barların protein ve karbonhidrat içeriğinin değerlendirilmesi

Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların 100 gramdaki protein içerikleri sırasıyla 12.5 ± 0.502 ve 13.1 ± 0.527 gramdır. Bu farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$). Bölüm 4.8’de anlatıldığı üzere üretilen paraprobiyotikli barın 1 porsiyonu tüketildiğinde orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir bireyin protein ihtiyacının %4-8’ini karşılamaktadır. Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği Ek-1 Beslenme Beyanları ve Beyan Koşulları’nda yer alan tanımlamaya göre bir gıdanın protein “Kaynak/İçerir/...ilaveli” olarak adlandırılabilmesi için gıdanın enerji değerinin en az %12’sini protein tarafından sağlanması gerekir. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barın enerji değerlerinin %12’sinden fazlasını (sırasıyla; 12.527 ± 0.502 g; 13.9100 ± 0.020 g/100g protein) oluşturduğu için her iki ürün de “protein ilaveli, protein kaynağı veya protein içeren” atıştırılmalık bir bar kategorisindedir. Paraprobiyotikli barın protein kaynağı olması onu egzersiz yapan bireyler ve enerji ve protein ihtiyacı artmış gruplar ve durumlar (yaşlılar, kanser hastaları, adölesanlar, yanık hastaları v.b) için işlevsel hale getirmektedir. Barların protein kaynağı olmasını özellikle barın içerisinde bulunan peynir altı suyu tozu ve %100 yer fıstığı ezmesinin bulunması etkilemiştir.

Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların 100 gramdaki karbonhidrat içerikleri sırasıyla 59.5 ± 0.500 ve 59.4 ± 0.500 gramdır. Değerler arasında istatistiksel açıdan herhangi bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$). Paraprobiyotikli barın 1 porsiyonunun karbonhidrat değeri Bölüm 4.8’de anlatıldığı üzere orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir bireyin günlük karbonhidrat ihtiyacının %6-10’unu karşılamaktadır.

Baurina ve ark.; ayçiçeği protein tozu ile zenginleştirilmiş atıştırılabilir barların besinsel, fizikokimyasal ve organoleptik özelliklerine etkisini belirlemeyi amaçladıkları bir çalışmada bar üretiminde kullanılan malzemeler ticari olarak temin edilebilen hurma ezmesi, kavrulmuş kaju fıstığı, fındık, hindistan cevizi unu, inulin tozu, kuru hindistan cevizi sütü tozu, tarçın, tuz, ayçiçeği protein konsantresi ve izolatu ve dondurularak kurutulmuş kirazdır. Ayçiçeği protein konsantresi ve ayçiçeği protein izolatlarının farklı oranları kullanılarak 13 farklı bar üretilmiştir. Barların ham protein içerikleri 8.9 ± 0.5 ile 15.9 ± 0.2 arasında değişmektedir. En yüksek protein içeriğine sahip barda kullanılan ayçiçeği protein konsantresi ve izolatlarının en fazla kullanıldığı (Sırasıyla %9,%6); en düşük protein içeriğine sahip barda da tam tersine en az kullanıldığı (sırasıyla %3, %2) görülmüştür (274). Bizim çalışmamızda üretilen paraprobiyotikli barın 100 gramındaki protein değeri 12.527 ± 0.502 gramdır. Bu değer çalışmadaki ayçiçeği proteini ile zenginleştirilmiş barlar ile yakın değerdedir.

Szydlowska ve ark., peynir altı suyu proteini konsantresi, prebiyotik-inülin gibi organik içeriklerin yanı sıra sağlık yararlı katkı maddeleri (kuru meyveler, tahıllar ve kuruyemişler) kullanarak yüksek proteinli barlar geliştirmek istedikleri bir çalışmada kullanılan bar malzemeleri; tahıllar, kuru meyveler, kuruyemişler, çikolata ve diğer malzemelerdir. 3 çeşit organik bar tasarlanmıştır; müsli bar (M), balkabağı bar (P) ve hindistan cevizi (C)bar. Her bir bardan 3 çeşit üretilmiştir; M1-kuru üzümlü, M2-fındıklı, M3-goji berryli, P1-temel, P2-fındıklı, P3-kakaolu, C1-kuş üzümü reçelli, C2-kiraz reçelli, C3-yabani kiraz reçelli. Barların 100 g kuru ağırlık bazında hesaplanan ham protein değerleri; M1: 21.3 ± 0.38 g, M2: 20.4 ± 0.14 g, M3: 20.7 ± 0.40 , P1: 17.3 ± 0.68 , P2: 19.1 ± 0.85 , P3: 18.9 ± 0.32 gr; C1: 21.1 ± 0.11 , C2: 20.9 ± 0.06 , C3: 21.3 ± 0.57 gr’dır. Aynı çalışmada üretilen barların kullanılabilir karbonhidrat

miktarları M1, M2 M3, P1, P2, P3, C1, C2, C3 barları için 100 gr kuru maddede sırasıyla; 26.0 ± 0.32 , 24.6 ± 0.21 , 26.9 ± 0.11 , 28.8 ± 0.14 , 28.8 ± 0.08 , 27.3 ± 0.23 , 23.4 ± 0.05 , 23.4 ± 0.11 24.3 ± 0.1 gramdır (275). Bizim çalışmamızda üretilen paraprobiyotikli barın 100 gram kuru maddesinde 14.03333 ± 0.602771 gr protein bulunmaktadır. Bu da çalışmada üretilen barlardan daha düşüktür, ilgili çalışmanın ana amaçlarından biri yüksek proteinli bir bar geliştirmektir; bizim ana amacımız ise paraprobiyotik ile zenginleştirme yapmaktır. Bu çalışmada üretilen barlardaki karbonhidrat miktarları bizim paraprobiyotikli barımıza oranla daha az miktardadır.

Sağlıklı ve tüketime hazır bir atıştırmalık bar geliştirmek için kullanılan moringa filizi tozunun kullanımına odaklanan bir çalışmada barın temel malzemeleri; yulaf ezmesi, pirinç patlağı, kurutulmuş hindistan cevizi, kurutulmuş muz dilimleri, kinoa ve panela (Orta ve Latin Amerika'ya özgü rafine edilmemiş bütün şeker kamışı)'dır. Çalışmada katı ve sıvı malzemeler ve moringa filizi farklı oranlarda kullanılarak içerikleri incelenmiştir. Bu çalışmada hesaplamalar kuru madde üzerinden yapılmıştır. %18 oranında moringa filizi içeren atıştırmalık barların 100 gram kuru maddesinde yaklaşık 11.62 ± 0.01 g protein, 67.72 ± 0.01 gr karbonhidrat bulunmaktadır (276). Bizim paraprobiyotikli atıştırmalık barımızın 100 gr kuru maddesinde yaklaşık 14.03333 ± 0.602771 gr protein, 66.8 ± 0.6 gr karbonhidrat bulunmaktadır. Bu sonuçlar ilgili çalışmayla yakın değerlerdir. Bizim çalışmamızda üretilen barın protein içeriği daha yüksektir.

Ribeiro ve ark., farklı seviyelerde darı biyokütle unu, pirinç gevreği ve yulaf gevreği ile yapılan atıştırmalık barların fizikokimyasal özelliklerini ve duyuşal kabulünü değerlendirmek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, bahsedilen malzemelerin farklı oranları kullanılarak 8 farklı bar formülasyonu oluşturulmuştur. Genel kabul edilebilirlik ve satın alma talebi en fazla olan 6. Formülasyonun (%14 darı biyokütle unu, %8 yulaf gevreği, %8 pirinç gevreği) besin ögesi değerlendirmesi yapılmıştır. Bu barın 100 gramında bulunan protein miktarı 7.04 ± 0.02 gr, karbonhidrat miktarı 55.39 gramdır (277). İlgili barın protein miktarı bizim paraprobiyotikli barımızın (12.527 ± 0.502 g/100 g) protein içeriğinden oldukça düşük, karbonhidrat içeriği

(59.500±0.500 g/100 g) ile yakın değerdedir. Bu da barımızın paraprobiyotik içeriği yanında bir protein kaynağı olarak da tüketilebildiğini gösterir.

Dokuz Murat ve ark., çölyak hastalarının besin ögesi gereksinimleri dikkate alınarak; İzabella üzüm, ararot unu, karabuğday patlağı, hurma şurubu, arı poleni ve üzüm çekirdeği ile sağlıklı bar üretimini amaçladıkları bir çalışmada İzabella üzümünden elde edilen şıra (100 g), hurma şurubu (%10, %20, %30) ve ararot unundan (5 g, 7.5 g, 10 g) Box Behnken optimizasyon yöntemi ile 15 örnek üretilmiştir. Genel kabul edilebilirlik skoruna göre iç dolgu yapısının formülü elde edilmiştir. Kaplamada kullanılan karabuğday patlağı (5 g, 7.5 g, 10 g), üzüm çekirdeği (5 g, 7.5 g, 10 g) ve polenin (1 g, 2 g, 3 g) iç dolguya ekleneceği miktarlar Box Behnken optimizasyon yöntemi ile belirlenmiş ve duyu analizi ile test edilmiştir. Üretilen barın 100 gramında bulunan karbonhidrat miktarı 31,31±0,79 gr, protein miktarı 1,80±0,20 gramdır (252). Bizim paraprobiyotikli barımızın 100 gramındaki protein miktarı 12.527±0.502 g, karbonhidrat miktarı 59.500±0.500 g'dır. Bu çalışmada üretilen barın makro besin ögesi içeriği ve dolayısıyla enerjisi paraprobiyotikli barımızın makro besin ögesi içeriği ve enerjisinden çok daha düşüktür. Burada bizim ürettiğimiz barın ve ilgili çalışmadaki barın ana üretim amaçlarındaki farklılık öne çıkmaktadır.

5.3.1.3 Barların toplam yağ ve yağ asidi profilinin değerlendirilmesi

Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların toplam yağ içerikleri sırasıyla 14.0200±0.002 ve 13.9100±0.0200 gram/100 gr'dır. Bu fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur (p<0.05). Yağ asidi profiline göre incelendiğinde paraprobiyotikli barların kaproik asit, kaprilik asit, kaprik asit, laurik asit, miristik asit yüzdeleri sırasıyla 0.0600±0.00100, 0.92000±0.0265, 0.8833±0.0764, 5.8467±0.0503 ve 3.113±0.103; paraprobiyotiksiz barların kaproik asit, kaprilik asit, kaprik asit, laurik asit, miristik asit yüzdeleri sırasıyla 0.01667±0.00577, 0.6433±0.0153, 0.6233±0.0569, 5.3433±0.0451, 2.2267±0.0777'dir. Bu yağ asitleri açısından paraprobiyotikli barın yağ asidi içeriği paraprobiyotiksiz bardan daha yüksektir, bu farklılıklar istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur (p<0.05). Bilindiği üzere en zengin kaprilik, kaprik ve kaproik asit kaynağı hindistancevizi yağı ve hindistan cevizidir,

diğer doğal kaynaklar arasında fıstık ezmesi de bulunur. Her iki bardaki bu yağ asitlerinin kaynağı barda kullanılan hindistan cevizi tozu ve yer fıstığı ezmesidir. Toplam yağ ve bahsedilen yağ asitlerinin miktarlarının paraprobiyotikli barda daha yüksek olması, hücre duvarına bağlı biyosümfaktanlar, lipopolisakkaritler, lipoteikoik asitler, kısa zincirli yağ asitleri gibi yapısal bileşenler veya sentezlenmiş metabolitler gibi postbiyotiklerin varlığından kaynaklanmıştır (6,278). Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların linoleik asit % değerleri sırasıyla 21.053 ± 0.138 ve 21.437 ± 0.144 'tür. İki bar arasındaki bu fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların cis-11-aikosenoik asit (gonodoik asit) % değerleri sırasıyla 8.530 ± 0.346 ve 10.167 ± 0.416 'dır. Bu farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Bu farklılıkların kaynağı kesinlik olmamakla birlikte açıklanabilir. Linoleik asit miktarının çok az bir fark ile paraprobiyotikli barda daha az bulunması ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olması, probiyotiklerin inaktive edilmesiyle ortaya çıkan postbiyotiklerden Ekzopolisakkaritlerin (EPS) linoleik asit oksidasyonuna sebep olması olabilir. Abdelkarim Mandhi ve ark.; *L. plantarum*'dan elde edilen EPS'nin antibakteriyel ve antioksidan etkilerini in vitro olarak araştırdıkları bir çalışmada *L. plantarum* tarafından üretilen EPS'nin, linoleik asit oksidasyonu, lipid peroksidasyonu ve *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella typhimurium* tarafından biyofilm oluşumu yoluyla bu bakterinin büyümesini engellediğini bulmuşlardır (279).

Aziz ve ark.; *L. plantarum*, büyümeyi inhibe eden serbest çoklu doymamış yağ asitlerini dönüştürme yeterliliğine sahip bir probiyotik bakteri olduklarını ifade etmiş ve *L. plantarum* 13-3'te Linoleik asidi başka yağ asidi metabolitlerine dönüşüm reaksiyonlarının izomerizasyon, dehidrojenasyon ve indirgeme olduğu bildirilmiştir.

İlgili reaksiyonları katalize eden varsayılan linoleat izomeraz ve dehidrojenaz, *L. plantarum* 13-3'ün tüm genom dizisi kullanılarak tanımlanmıştır. Yani *L. plantarum* 'un sahip olduğu bu enzimler de paraprobiyotik içeren muz kabuğu besiyeri ve bar ortamında böyle bir reaksiyona sebep olarak linoleik asit miktarında bir miktar azalmaya sebep olmuş olabilir (280). Cis-11-aikosenoik asit bitkisel kaynaklarda ve yağlı tohumlarda bulunan bir omega 9 yağ asidi çeşididir. Bu yağ asidi ile *L. plantarum*

ve *L. casei* etkileşimi ile ilgili bir çalışma bulunamamış olmasına rağmen paraprobiyotikli barda bu yağ asidi miktarının daha düşük olması bu probiyotik suşların içerdiği izomerizasyon, dehidrojenasyon ve indirgeme enzimlerine sahip olması ve ilgili yağ asidini başka yağ asidi metabolitlerine dönüştürmüş olması olabilir. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların ALA % değerleri sırasıyla 0.7500 ± 0.0500 ve 0.7267 ± 0.0451 , doymuş yağ içerikleri 4.213 ± 0.258 ve 3.773 ± 0.232 g/100 g'dır. Barlar arasındaki bu farklar istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Yeşil muz unu ve konjac (Güneydoğu Asya'da yenebilir soğanı için yetiştirilen kokulu bir tropikal bitki) glukomannan kullanılarak hazırlanan atıştırılabilir barların besin bileşimini, fizikokimyasal özelliklerini ve duyu kabul edilebilirliğini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, bar yapımında kullanılan malzemeler; kızarmış yulaf ezmesi, yağsız süt tozu, goji berry, kabak çekirdeği, sorbitol ve konjac glukomannandır. Çalışmada farklı oranlarda konjac glukomannan kullanılmıştır. %0.5, %1, %1.5 ve %2 oranlarında konjac glukomannan kullanılan barların toplam yağ içerikleri sırasıyla; 6.92 ± 0.03 , 6.52 ± 0.06 , 5.82 ± 0.16 , 5.25 ± 0.08 gramdır (247). Bizim çalışmamızda üretilen paraprobiyotikli barın toplam yağ içeriği 100 gramda 14.0200 ± 0.002 gramdır. Bizim paraprobiyotikli barımızda kullandığımız malzemelerden özellikle %100 yer fıstığı ezmesi, barın yağ içeriğinin yükselmesine sebep olmaktadır.

Ryland ve ark., yulaf yerine kısmen mikronize tane mercimek ile değiştiren besleyici, kabul edilebilir bir atıştırılabilir bar formüle etmek ve tüketici tarafından kabul edilebilirliğine katkıda bulunan duyu özellikleri belirlemek istedikleri bir çalışmada; bar üretiminde kullanılan malzemeler; tatlandırılmış yoğunlaştırılmış süt (düşük yağlı), bal, kısmen mikronize tane mercimek, granola, kesilmiş kurutulmuş kızılcıktır. Tercih eşleme analizi sonucunda 25 bar formülünden 6'sı seçilmiştir ve bu 6 barın malzeme oranları farklıdır. Bu çalışmada değerler 30 g bar için verilmiştir. 1, 3, 4, 5 ve 6 numaralı barların 30 gramlarında (1 porsiyon) bulunan toplam yağ miktarı sırasıyla 2.3, 2.1, 3.1, 1.6, 1.6 ve 3 gramdır (281). Bizim çalışmamızda barlarımızın 1 porsiyonu 40 gr olarak belirlenmiştir, ancak kıyaslama yapabilmek için

paraprobiyotikli barımızın 30 gramındaki yağ değeri hesaplanmış ve 4.2 gr olarak bulunmuştur. Görüldüğü üzere paraprobiyotikli barımızın yağ içeriği bu çalışmadaki mercimek tanesi içerikli bardan daha yüksektir.

Eraslan ve ark., farklı değerli malzemeler ve farklı kurutma yöntemleri kullanılarak besleyici (sağlıklı) yeni bir atıştırmalık bar üretmek amacıyla yaptıkları bir çalışmada bazı tohumlar (keten tohumu, chia tohumu ve kinoa), elma suyu konsantresi/pekmezi ve antep fıstığı tozu sırasıyla omegaca zengin yağ kaynağı, şeker ikame maddesi ve tatlandırıcı bileşen olarak kullanmışlardır. Üç farklı atıştırmalık bar formülasyonunun (S1: elma suyu konsantreli tohum ve fıstık tozu; S2: melaslı tohum ve fıstık tozu ve S3: elma suyu veya melas içermeyen tohum ve fıstık tozu) bu bileşenlerin farklı kombinasyonlarından hazırlanmasına karar verilmiş ve daha sonra hedonik ölçek yardımıyla en kabul edilebilir bar formülasyonu belirlenmiştir. En kabul edilebilir olan bar formülasyonu ile üretilen barlar mikrodalga fırın, fırın ve vakum fırını ile kurutularak en iyi kurutma metodu belirlenmiştir (210 dk vakum fırını). Üretilen barın son içeriği fıstık tozu (100 gr), chia (20 gr), keten tohumu (12 gr), kinoa (8 gr), su (80 gr) ve konsantre elma suyu (52 gr)'dur. Bu çalışmada elde edilen son ürünün 100 gramında bulunan yağ miktarı 33.17 ± 0.41 gramdır (253). Bizim çalışmamızda üretilen paraprobiyotikli barın toplam yağ içeriği 100 gramda 14.0200 ± 0.002 gramdır. Bu çalışmada bar içeriğini oluşturan malzeme oranlarına bakıldığında çoğunun yağ kaynağı olduğu görülmektedir. Bizim çalışmamızda bitkisel yağ kaynağı ürünler kullanmış olsak da, benzer çoğunlukta tahıl ve meyve de bulunmaktadır.

Sun-Waterhouse ve ark., yüksek diyet lifi ve polifenol içeriğine sahip atıştırmalık barlar geliştirmek istedikleri bir çalışmada atıştırmalık bar tabanı lifsiz (kontrol barı) veya lifli (inülin veya elma diyet posası barı) formüle edilmiştir. Atıştırmalık bar dolgusu, elma polifenol özü ile veya bunlar olmadan formüle edilmiştir. Bar için kullanılan malzemeler; kontrol barı için; pirinç cipsi, glikoz şurubu, bal, bitkisel yağ, hızlı pişirilen yulaf ezmesi, gliserol, peynir altı suyu proteini konsantresi, maltodekstrin, pektin; elma diyet posası veya inülin ile zenginleştirilmiş barda ise hızlı pişirilmiş yulaf ezmesi yerine elma diyet posası veya inülin ilave edilmiştir. İnülin +

elma polifenol özü (İ+EPF) ve elma diyet posası+ elma polifenol özü (EDP+EPF) ilave edilerek üretilmiş atıştırılmalık barların 100 gramında bulunan toplam yağ miktarı sırasıyla 9.59 ± 0.03 ve 8.70 ± 0.11 gramdır (282). Bu değerler bizim paraprobiyotikli barımızın toplam yağ içeriğinden daha düşüktür (14.0200 ± 0.002 g /100 g).

Lima ve ark., formülasyonlarda %0, %25, %50, %75 ve %100 konsantrasyonlarda Brezilya fıncığı (BF) ve Baru badem (BB) yan ürünleri içeren besleyici bir bar geliştirmek ve değerlendirmek istedikleri bir çalışmada kullanılan bar malzemeleri; Baru bademi, Brezilya cevizi, ayçiçeği lesitini, Brezilya cevizi yağı ve baldır. Çalışma sonucunda %0 BF-%100 BB, %25 BF-%75 BB, %50 BF-%50 BB, %75 BF-%25 BB ve %100 BF-%0 BB oranlarında kullanılan Brezilya cevizi ve Baru bademli barların yağ içerikleri sırasıyla 100 g için; 42.1 ± 1.33 , 44.81 ± 0.38 , 50.72 ± 1.16 , 54.77 ± 0.90 ve 61.03 ± 1.38 gramdır (283). İlgili çalışmada kullanılan malzemelerin neredeyse tamamına yakını yağ kaynağı olduğundan burada üretilen barın toplam yağ içeriği bizim çalışmamızda ürettiğimiz paraprobiyotikli barın yağ içeriğinden (14.0200 ± 0.002 g /100 g) çok daha yüksektir.

Keten tohumu ile omega 3'ten zengin enerji barlarının geliştirildiği bir çalışmada; tüketiciye besleyici bir gıda sunmak için çeşitli seviyelerde tatlandırıcılar (%45, 50 ve 55) içeren tahıl ve bakliyalara ek olarak farklı seviyelerde keten tohumu (%0-20) ile enerji bar numunesi hazırlanmıştır. Çalışmada yapılan besinsel analizler sonucunda tatlandırıcı içerikleri %45, %50 ve %55 olan barların Alfa linolenik asit olarak omega 3 yağ asidi içerikleri sırasıyla %0 keten tohumu içeren barlar için yüzde yağ asidi cinsinden %12.4, %11.5 ve %10.7; %5 keten tohumu içeren barlar için sırasıyla yüzde yağ asidi cinsinden %15, %14.1 ve %13.2; %10 keten tohumu içeren barlar için sırasıyla yüzde yağ asidi cinsinden %17.5, %16.6 ve %15.7; %15 keten tohumu içeren barlar için sırasıyla yüzde yağ asidi cinsinden %20, %19.1 ve %18.3; ve %20 oranında keten tohumu içeren barlar için sırasıyla yüzde yağ asidi cinsinden %22.5, %21.7 ve %20.8'dir (284). Çalışmada incelenen tek yağ asidi türü omega 3 tür. Bizim çalışmamızda ürettiğimiz paraprobiyotikli barların ALA içeriği yüzde yağ asidi cinsinden 0.7500 ± 0.0500 'dür. ALA içeriği ilgili çalışmaya göre oldukça düşüktür; ancak ilgili çalışmada özellikle barların omega 3 içeriğinin artırılması amaçlanmıştır.

Bizim çalışmamızda paraprobiyotikli barın omega 3'ten zengin olması öncelikli amaç değildir.

Szydlowska ve ark., peynir altı suyu proteini konsantresi, prebiyotik-inülin gibi organik içeriklerin yanı sıra sağlık yanlısı katkı maddeleri (kuru meyveler, tahıllar ve kuruyemişler) kullanarak yüksek proteinli barlar geliştirmek istedikleri bir çalışmada kullanılan bar malzemeleri; tahıllar, kuru meyveler, kuruyemişler, çikolata ve diğer malzemelerdir. 3 çeşit organik bar tasarlanmıştır; müsli bar (M), balkabağı bar (P) ve hindistan cevizi (C) bar. Her bir bardan 3 çeşit üretilmiştir; M1-kuru üzümlü, M2-fındıklı, M3-goji berryli, P1-temel, P2-fındıklı, P3-kakaolu, C1-kuş üzümü reçelli, C2-kiraz reçelli, C3-yabani kiraz reçelli. Barların hesaplanan doymuş yağ asidi yüzdeleri sırasıyla; 9.0 ± 0.12 , 10.8 ± 0.09 , 10.2 ± 0.17 , 10.2 ± 0.12 , 11.2 ± 0.24 , 11.8 ± 0.10 , 18.8 ± 0.18 , 19.0 ± 0.13 , 18.4 ± 0.11 'dir. Tüm barların omega 3 içeriği %0.1'in altında, omega 6 içeriği yüzdeleri yukarıda bahsedilen sırayla 4.1 ± 0.16 , 4.2 ± 0.11 , 4.3 ± 0.08 , 5.0 ± 0.34 , 5.0 ± 0.27 , 4.6 ± 0.15 , 0.4 ± 0.14 , 0.3 ± 0.13 , 0.3 ± 0.10 bulunmuştur. Bitkisel kaynaklardaki omega 6 kaynağı olan yağ asidi linoleik asit, omega 3 kaynağı olan yağ asidi α -linolenik asittir. Barların omega 9 içeriği yüzdeleri yukarıda bahsedilen sırayla 5.0 ± 0.23 , 4.8 ± 0.10 , 5.0 ± 0.10 , 5.7 ± 0.14 , 6.0 ± 0.09 , 6.0 ± 0.11 , 3.2 ± 0.21 , 2.4 ± 0.11 , 2.4 ± 0.15 'tir. Bitkisel kaynaklardaki omega 9 kaynağı olan yağ asidi temelde oleik asittir. Bu çalışmada temel tekli doymamış yağ asidi kaynağının oleik asit olduğu vurgulandığından omega 9 içeriğinin bu yağ asidine göre verildiği düşünülmektedir. Bizim çalışmamızda paraprobiyotikli barın doymuş yağ asidi miktarı 4.213 ± 0.258 g/100 g, linoleik asit miktarı 2.936667 ± 0.005774 g/100 g, alfa linolenik asit miktarı 0.105 ± 0.007 g/100 g, oleik asit miktarı 5.576667 ± 0.040415 g/100 gramdır. Paraprobiyotikli barımızda bulunan omega 9 yağ asidi kaynakları; oleik asit, erusik asit ve cis 11 Eikasenoik asit (gondoik asit)'tir. Paraprobiyotikli bar ile bu çalışmada üretilen M ve F barların oleik asit miktarları benzer, C barının oleik asit miktarı paraprobiyotikli bardan düşüktür. Bu da özellikle M ve F barlarında kullanılan tekli doymamış yağ asidi kaynağı gıdaların (yer fıstığı ezmesi, susam, fındık, ceviz v.b) C barına ve bizim çalışmamıza göre daha yüksek miktarda kullanılmasıyla ilgilidir. Barımızda omega 9 içeriğini oleik asit ve bahsedilen diğer omega 9 yağ asidi kaynakları cinsinden verirsek bir miktar daha yüksek çıkacaktır. İlgili çalışmada

üretileen barların alfa linolenik asit miktarı bizim çalışmamızda üretileen barlardan daha düşük, ilgili çalışmada üretileen müsli (M) ve balkabağı (P) barların linoleik asit miktarı paraprobiyotikli barın linoleik asit miktarından yüksek; hindistan cevizi (C) barının linoleik asit miktarı paraprobiyotikli barın linoleik asit içeriğinden daha düşüktür. Bu çalışmada üretileen barların doymuş yağ asidi içerikleri bizim çalışmamızda üretileen paraprobiyotikli barlardan daha yüksektir (275). Bizim barımızda kullandığımız bitkisel yağ asidi kaynakları (yer fıstığı ezmesi, keten tohumu, hindistan cevizi tozu) temel bitkisel yağ kaynaklarını oluşturmaktadır. Ancak ilgili çalışma içeriğine bakıldığında özellikle hindistan cevizi yağı, hindistan cevizi unu ve hindistan cevizi taneciklerinin yoğun miktarda kullanımından kaynaklı doymuş yağ asidi miktarı yüksektir. Bizim çalışmamızda da sadece lezzet vermesi amacıyla düşük miktarda hindistan cevizi tozu kullanılmıştır.

Paula ve ark., fonksiyonel bileşenler kullanarak yüksek seviyede lif ve omega 3 içeren tahıl barları üretmek istedikleri bir çalışmada bar üretimi için kullanılan malzemeler; keten tohumu unu, keten tohumu unu, yulaf, soya yağı, mısır glikozu, esmer şeker, kaju fıstığı, kurutulmuş muz ve sudur. Keten tohumu ve keten tohumu ununun %0 (F1), %5 (F2), %10 (F3) ve %20 (F4) oranlarında kullanıldığı 4 farklı formülasyon oluşturulmuştur. Bu barların linoleik asit içerikleri F1, F2, F3, ve F4'ün 100 gramındaki linoleik asit miktarları sırasıyla 3.9, 3.4, 2.8, 2.6 gramdır. Alfa linolenik asit miktarları ise aynı sırayla 0.30, 1.3, 2.1, 4.4 gramdır (285). Bizim çalışmamızda üretileen paraprobiyotikli barın linoleik asit ve alfa linolenik asit miktarları sırasıyla; 2.936667 ± 0.005774 g/100 g, 0.105 ± 0.007 g/100 gram bardır. İlgili çalışmada %0 ve %5 oranında keten tohumu kullanılan barların linoleik asit miktarları bizim paraprobiyotikli barımızın linoleik asit miktarından yüksek; %10 ve %20 oranında keten tohumu kullanılan barların linolenik asit miktarları ise bizim barımızın linolenik asit miktarlarıyla yakın değerdedir. Bu da ilgili çalışmada keten tohumunun hiç kullanılmadığı ya da daha az kullanıldığı (%0 ve %5) ilk 2 barda soya yağı içeriğinin daha yüksek miktarlarda kullanılmasıyla ilgilidir. Keten tohumu içeriği daha yüksek olan (%10 ve %20) barlarda da bizim çalışmamızda olduğu gibi bitkisel yağlardan gelen linoleik asit kaynağı besinler (soya yağı, kaju fıstığı gibi) mevcuttur. İlgili çalışmada kullanılan keten tohumunun hiç kullanılmadığı bardaki ALA miktarı

bile bizim barımızda kullanılanlardan fazla bulunmuştur. Bu farklılık yine çalışmada kullanılan yağ kaynaklarının farklı olmasından ileri gelmektedir.

5.3.1.4 Barların toplam şeker içeriğinin değerlendirilmesi

Yiyeceklerin doğal yapısında bulunan şeker dışında, üretim aşamasında eklenen şekerler ile çay şekeri olarak adlandırılan sakkarozun toplam günlük alım miktarı, ihtiyaç duyulan günlük enerji miktarının %10'unu geçmemelidir. Bu öneri eklenti şeker önerisidir (10). Toplam şeker ise süt ve meyvelerdeki şeker gibi birçok besleyici yiyecek ve içecekte doğal olarak bulunan şekerleri ve ayrıca üründe mevcut olabilecek ilave şekerleri içerir. Toplam şekerler için bir günde tüketilecek toplam miktar için herhangi bir öneri yapılmamıştır (286). Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların toplam şeker miktarları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 24).

Atıştırmalık barların mikro besin durumunu iyileştirmek için ıspanak tozu ilavesi ile kayısı bazlı atıştırmalık barların hazırlandığı bir çalışmada, bar içerisinde kullanılan malzemeler; ön haşlama uygulanmış ıspanak, yağsız süt tozu, mısır unu, badem, antep fıstığı, hindistan cevizi tozu, nohut ve esmer şekerdir. ıspanak miktarları farklı olan 4 farklı formülasyon oluşturulmuştur. Çalışmada 100 g kayısı ezmesine T0: ıspanaksız, T1: 1 g, T2: 2 g, T3: 4 g oranlarında ıspanak ilave edilmiştir. Üretilen barların toplam şeker miktarları (%) T0, T1, T2 ve T3 sırasıyla 67.29 ± 1.09 , 65.08 ± 1.12 , 64.51 ± 1.70 , 64.77 ± 0.91 'dir. Bizim çalışmamızda ürettiğimiz paraprobiyotikli barların 100 gramındaki toplam şeker miktarı 24.567 ± 0.513 gramdır. İlgili çalışmada üretilen bardaki malzeme içerik ve oranlarına bakıldığında kayısı, mısır unu, yağsız süt tozu, nohut gibi toplam şeker kaynaklarını fazla içerdiği görülmektedir (287).

Pintado ve ark; Portekiz'in Beira Interior bölgesinden önemli bir ürün olan ve Korumalı Coğrafi İşarete (PGI) sahip tatlı kirazlı bir atıştırmalık formülasyon geliştirmek ve optimize etmeyi amaçladıkları bir çalışmada, bar içerisinde kullanılan malzemeler; badem, bal ve tatlı kirazdır. Optimizasyon sonrasında en uygun formülasyonun 50 g/100 g tatlı kiraz, 35 g/100 g badem, 15 g /100 g bal içeriği ve

120⁰C’de 13 dakika pişirme olduğu gösterilmiştir. Buna göre 100 gram barın toplam şeker içeriği 40.9±1.3 gramdır (288). Bizim paraprobiyotikli barımızın 100 gramındaki toplam şeker miktarı 24.567±0.513 gramdır. Farklılık, ilgili çalışmada kullanılan malzemelerin çoğunluğunu tatlı kiraz ve bademin oluşturmamasından kaynaklanmaktadır.

Pişmiş meyve yan ürününden elde edilen armut elma ve hurma liflerinin tahıl barlarının fiziko-kimyasal dokusal ve duyuşal özellikleri üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, bar için kullanılan malzemeler; şeker, glikoz şurubu, palm yağı, gliserol, elma posası, hamur işi unu, yulaf, pirinç patlağı, sarı kuru üzüm ve kuru kayısıdır. Elma posası, un, yulaf ve pirinç patlağının farklı oranlarda, diğer malzemelerin aynı oranlarda kullanıldığı 3 farklı bar formülasyonu oluşturulmuştur. Birinci duyuşal analizden sonra ikinci duyuşal analiz için %10 oranında toplam diyet posası içeren, elma (AA), armut (AP) ve hurma (AH) posası (bu üç bara posa ile zenginleştirilmiş bar adı verilmiş) veya ticari buğday kepeğı (BWB) ve elma posası (AF) (bu iki bara ticari posa içeren bar adı verilmiş) kullanılarak 5 farklı formülasyon oluşturulmuştur. Bu barların 100 gram kuru maddedeki toplam şeker miktarı AA, AP, AH, BWB ve AF için sırasıyla 75.27±0.50, 74.06±1.15, 74.06±1.05, 73.27±0.50, 72.94±1.20 gramdır (289). Bizim çalışmamızda paraprobiyotikli barın 100 gram kuru maddesindeki toplam şeker miktarı 27.53333333±0.56862407 gramdır. Görüldüğü üzere ilgili çalışmadaki barların toplam şeker içeriğı bizim barımızın toplam şeker içeriğinden oldukça yüksektir. Bu da ilgili çalışmada beyaz şeker, beyaz un, glikoz şurubu, hurma/elma/armut posası, kuru üzüm ve kuru kayısı gibi hem yapılarında doğal olarak şeker bulunduran, hem de kendisi şeker olan malzemelerin barın ana malzemelerini oluşturmalarıyla ilgilidir. Bizim çalışmamızda üretilen paraprobiyotikli barda eklenti şeker bulunmamakta ve düşük şeker içeriğı de barımızı paraprobiyotikli özelliğinin yanı sıra diyabet, insülin direnci, obezite gibi durumlarda işlevsel hale getirmektedir.

Padmashree ve ark., farklı ambalaj malzemelerinde keten tohumu-yulaf-fındık barının raf stabilitesinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi amacıyla yaptıkları bir çalışmada bar malzemeleri olarak pirinç kepeğı yağı, yulaf gevreğı, buğday irmiğı,

keten tohumu, badem, kaju fıstığı, antep fıstığı, süt beyazlatıcı kullanmışlardır. Bu çalışmada depolamayla bardaki besin ögesi değişiklikleri takip edilmiş ve yağ asidi içerikleri belirlenmiştir. Buna göre ilk anda hesaplanan yağ asidi değerleri % yağ asidi cinsinden kaprik asit:0.13, laurik asit:0.13, miristik asit: 0.36, palmitik asit: 12.63, stearik asit: 3.69, oleik asit: 50.91, linoleik asit: 22.50, linolenik asit: 6.20 olarak bulunmuştur (290). Bizim çalışmamızdaki % yağ asidi değerleri kaprik asit: 0.8833 ± 0.0100 , laurik asit: 5.8467 ± 0.0503 , miristik asit: 3.113 ± 0.103 , palmitik asit: 10.337 ± 0.295 , stearik asit: 3.747 ± 0.228 , oleik asit: 39.893 ± 0.352 , linoleik asit: 21.053 ± 0.138 , alfa linolenik asit: 0.7500 ± 0.0500 'tir. Farkın fazla olduğu yağ asitleri laurik, miristik, linolenik ve bir miktar da oleik asittir. Laurik ve miristik asit kaynakları arasında hindistan cevizi ve süt bulunmaktadır. Çalışmamızda hindistan cevizi tozu kullanmamız bu yağ asidi içeriklerini artırmış olabilir. İlgili çalışmada oleik ve linolenik asit miktarlarının bizim paraprobiyotikli barımıza göre fazla olması; kullanılan yağlı tohumların türü (keten tohumu, badem, kaju fıstığı, antep fıstığı) ve miktarındaki fazlalıktan ileri gelmektedir.

5.3.1.5 Barların toplam fenolik bileşen ve antiradikal aktivite değerlerinin değerlendirilmesi

Bitki fizyolojisinde önemli rolü olan, bitkiye renk, tat ve koku gibi özelliklerini kazandıran en önemli biyoaktif bileşen polifenolik bileşiklerdir. Besin zincirinin bir parçasıdır ve insan sağlığı üzerinde etkilidirler. Antioksidan, enzim inhibitörü ve indükleyicisi, reseptör aktivitesini inhibe edici ve indükleyici, gen ekspresyonunu inhibe edici olarak görev yaparlar. Fenolik bileşikler bu etkileri sayesinde kanser, katarakt, koroner kalp hastalıkları, sinir sistemi hastalıkları ve romatoid artrit gibi pek çok kronik hastalığın gelişiminin önlenmesinde önemli rollere sahiptir. Bu bileşikler temelde fenolik asitler, flavanoidler, stilbenler ve lignanlar olmak üzere dört grupta sınıflandırılırlar (291). Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz bar örneklerinin toplam fenolik madde içeriği mg GAE /g cinsinden hesaplanmıştır. Buna göre paraprobiyotikli barın toplam fenolik madde içeriği 3.210 ± 0.0100 mg GAE/g, paraprobiyotiksiz barın toplam fenolik madde içeriği 3.8500 ± 0.0200 mg GAE/g'dır. İki bar arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Bazı çalışmalar; örneğin *L. casei*'nin süt ürünü olmayan ürünlere eklenmesinin toplam fenolik bileşen ve C vitamini gibi biyoaktif maddelerde artışa neden olabildiği, bazı durumlarda biyoaktif madde artışının probiyotik içeren ürünün asitliğinin artmasına bağlı olduğu bildirilmiştir. Çünkü asit ortamda fenolik bileşenler daha stabil haldedir (292). Ayrıca, *L. casei-01* bazı enzimlere sahiptir ve bir meyve hücresi materyallerinin bozunmasını destekleyen asitler üretebilir; bu da kompleks formlardan fenolik madde salınmasına yardımcı olarak konsantrasyonu artırır (293). Bununla birlikte, diğer çalışmalar, total fenolik bileşen veya C vitamini içeriği ve/veya antioksidan aktivite üzerinde hiçbir etki bildirmemiştir (294-296).

Wang ve ark.; monokültür ve ikili karışımlarda üç *Lactobacillus* suşu (*Lactiplantibacillus plantarum* 90, *Lactobacillus helveticus* 76 ve *Lacticaseibacillus casei* 37) kullanılarak laktik asit fermentasyonunun armuttaki fenolik profil, antioksidan aktivite ve aroma uçucuları üzerindeki etkilerini değerlendirmek istedikleri bir çalışma sonucunda fermentasyon sonrasında armut suyunda toplam flavanoid içeriği azalırken, toplam fenolik bileşen içeriğinin arttığı görülmüştür. Ancak fenolik bileşenler ayrı ayrı incelendiğinde; LAB fermentasyonundan sonra armut suyunda arbutin, vanilik asit ve kafeik asit içerikleri artarken, siringik asit, p-kumarik asit, klorojenik asit, ferulik asit, kateşin ve epikateşin içerikleri azaldığını görmüşlerdir. İkili karışım fermentasyonundan sonra armut suyunda epikateşin ve p-kumarik asit tespit edilememiştir. LAB suşlarının, biyoaktif bileşikleri serbest bırakmak için bitki dokusunun hücre duvarlarını parçalayan enzimler üretebildiği kanıtlanmıştır. *L. casei*, amilaz, laktat dehidrogenazlar ve proteinaz üretebilirken, *L. plantarum*, fermentasyon sırasında amilaz, β -glukosidaz, dekarboksilaz, laktat dehidrogenazlar, fenolik asit dekarboksilazlar, fenol redüktaz, proteinaz ve tanaz üretebilir. Çalışmada LAB suşlarının, hidroksisinamik asitlerin çift bağını hidrojene edebilen, indüklenebilir bir fenolik asit redüktaz aktivitesi sergilediği bildirilmiştir. Bu çalışmadan anlaşılmaktadır ki; fermentasyon sonucunda *L. casei* ve *L. plantarum* suşları postbiyotik olarak kabul edilen enzimler üretmekte ve bu enzimler fenolik madde içeriğinde bazı değişikliklere neden olmaktadır (297).

Tüm bu bilgilerden hareketle bizim çalışmamızda paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barlar arasındaki az miktardaki farklılık paraprobiyotikli muz kabuğu besi yeri ortamında postbiyotik olarak görev yapan enzimlerin bar içerisindeki ve besi yerindeki aktivitelerine bağlı olabilir. Toplam fenolik madde analizi bar üretiminden hemen sonra değil, 15 gün hava geçirmeyen nem alıcı poşetlerde oda sıcaklığında bekletildikten sonra yapılmıştır. Paraprobiyotikli barlarda daha fazla fenolik madde beklenirken bu barlardaki içeriğin paraprobiyotiksiz bara çok yakın bir değerde daha az olması, bu süreç içerisinde depolama esnasındaki fenolik madde kayıplarından da ileri gelmiş olabilir. Gıdaların içeriğinde bulunan toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi, antioksidan aktiviteyi sağlayan hidroksil grupları hakkında fikir vermesi açısından önemlidir.

Genellikle toplam fenol içeriği ve antioksidan aktivitesi arasında oldukça iyi doğrusal bir korelasyon görülür. DPPH yöntemi antioksidan aktivite ölçümünde en çok kullanılan spektrofotometrik yöntemlerden biridir (298). Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların % inhibisyon formunda antiradikal aktivite değerleri sırasıyla 78.67 ± 1.15 ve 75.47 ± 1.15 'tir. Üretilen paraprobiyotikli barların antiradikal aktivitesinin toplam fenolik madde içeriği ile genellikle doğru orantılı olması beklenir. Ancak paraprobiyotikli barda antiradikal aktiviteyi sağlayan tek molekül grubu fenoller değildir. Aydın ve ark. on iki farklı el yapımı fermente sucuk örneğinden izole edilen laktik asit bakterilerindeki postbiyotiklerin ve paraprobiyotiklerin antioksidan aktivitesini DPPH radikal süpürücü etki yöntemi kullanılarak değerlendirmek istedikleri bir çalışmada, kullanılan postbiyotiklerin serbest radikal süpürücü etkisinin %5,65 ile %76,04 arasında, paraprobiyotiklerin etkisinin ise %5,90 ile %18,07 arasında değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, postbiyotiklerin ve paraprobiyotiklerin antioksidan kapasitesinin suşa bağımlı olduğu ve postbiyotiklerin paraprobiyotiklere göre daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir (299). Yani çalışma sonucunda paraprobiyotikli barın antiradikal aktivitesinin paraprobiyotiksiz bardan anlamlı derecede daha yüksek bulunması; paraprobiyotik ve postbiyotiklerin antioksidan etki göstermesinden kaynaklı olabilir .

Atıştırmalık barın besinsel, fitokimyasal ve duyuşal özelliklerindeki nicel değışiklikleri tahmin etmek amacıyla yapılan bir çalışmada; jackfruit (Tayland ve çevresinde yetişen kabak irisi bir meyve (35-45 g), tohumu unu (5-15 g) ve ragi unu (Afrika ve Asya’da yaygın olarak yetiştirilen bir tahıl ürünü) ana malzemeler olarak; palmiye şekeri (25 g), tereyağı (15 g) ve müsli (10 g) ise bağlayıcı ajan, tatlandırıcı ve lezzet artırıcı olarak kullanılmıştır. Malzemeler farklı oranlarda kullanılarak A, B ve C formülasyonları oluşturulmuştur. Bu formülasyonlarda jackfruit tohumu unu: ragi unu oranı sırasıyla %35:15; 40:10; 45:5’tir. Bu çalışmada barların 0, 7, 14, 21 ve 28. Gündeki toplam fenolik madde içerikleri ve antiradikal aktiviteleri değerlendirilmiştir (300). Bizim barımızda yapılan analizler de 15 ve 16. Günlerde yapıldığından 14. depolama günündeki değerler baz alınacaktır. A, B ve C barlarının 14. gündeki toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla 31.83 ± 0.50 , 33.01 ± 0.08 ve 29.38 ± 0.08 mg GAE/g’dır. İlgili çalışmada üretilen barın fenolik madde içeriğı bizim çalışmamızdaki paraprobiyotikli bara göre (3.2 ± 0.00100) oldukça yüksek bulunmuştur. Bu da ilgili çalışmada kullanılan ana malzemelerin fenolik madde içeriğinin yüksekliğinden kaynaklanmaktadır.

Tylewicz ve ark., sarı kivi bazlı çekici ve besin değeri yüksek kurutulmuş atıştırmalıklar üretmek için formülasyonlar ve yöntemler geliştirmek istedikleri bir çalışmada; 3 farklı bar formülasyonu oluşturulmuş; her formülasyonun şeker ilaveli ve şeker ilavesiz formları üretilmiştir. Barlar hava yoluyla (meyve barları) ve dondurarak kurutma (meyve pestilleri) olmak üzere 2 farklı teknikle kurutmaya tabi tutulmuştur. Elde edilen ürünler, toplam polifenoller, flavonoidler ve C vitamini içeriğı ve ayrıca antioksidan aktiviteleri açısından analiz edilmiştir. Bar içerisinde kullanılan malzemeler; sarı kivi, rezene, ıspanak yaprağı, çilek ve organik limon, püre yapımında; narenciye kabuklarından elde edilen pektin jelleştirici; rafine pancar şekeri ve trialoş ise tatlandırıcı olarak kullanılmıştır. 3 farklı formülasyonda kullanılan sebze meyve oranları farklıdır (A: %44 kivi, %21.6 çilek, %12 rezene, %20 pektin, B: %2.4 limon suyu, %52 kivi, %24 rezene, %20 pektin, C: %56 kivi, %16 rezene, % ıspanak, %20 pektin). Her bir meyve barı ve meyve pestilinin sıfır şeker, trialoş ve sükröz ilaveli olmak üzere 3 formu üretilmiştir. Çalışma sonucunda A ve B formülasyonlarının meyve pestilinde çıkan toplam fenolik değerleri meyve barlarınıninkine çok yakın

değerde düşük veya daha yüksek iken C formülasyonunda yer alan meyve barlarının fenolik madde içerikleri meyve pestiline göre yüksektir. Hiç şeker içermeyen C barındaki toplam fenolik madde içeriği 1346 ± 79 mg GAE/100 g kuru madde'dir (301). Bizim çalışmamızda üretilen paraprobiyotikli barın toplam fenolik madde içeriği 3.2100 ± 0.0100 mg GAE/g (321 mg GAE/100 g)'dir. İlgili çalışmada üretilen barlardaki fenolik madde içeriğinin paraprobiyotikli bara göre daha yüksek olması; fenolik madde içeriği yüksek olan sebze-meyvelerin ilgili çalışmada fazla miktarda ve çeşitte kullanılmasından ileri gelmektedir.

Sciammaro ve ark., *Prosopis alba* (Güney Amerika'da bir ağaç türü) ununun şeker ve bal ile birlikte tatlı atıştırmalıkların hazırlanmasında ve fonksiyonel karakterizasyonunda bağlayıcı ajan olarak kullanılması amacıyla yaptıkları bir çalışmada atıştırmalık formülasyon, ticari tahıl barlarının tipik bileşimine dayanıyordu, ancak katkı maddeleri ve koruyucular içermeyen daha dengeli, doğal bir formülasyon elde edilmeye çalışılmıştır. Tatlı atıştırmalıklar, üç çeşit tohum karışımı ile formüle edildi: %7.8 chia, %22 kinoa, %22 amaranth (toplam atıştırmalık ağırlığının %51.8'i). Tamamen chia tohumlarında bulunan lipidlerle değiştirildiği için ekstra yağ eklenmedi. Yulaf, fındık ve baldan oluşan granola ve genellikle ticari örneklerde bulunan patlamış pirinç, amaranth ve kinoa tohumları ile değiştirildi. Ticari atıştırmalıkların (şeker ve bal) bağlayıcıları, *prosopis alba* unu içeren bir karışımla değiştirildi. Bu bileşenler aynı zamanda tatlandırıcı olarak da işlev görmüştür. Malzemelerin farklı oranları kullanılarak 5 farklı formülasyon oluşturulmuştur.

Panelistler tarafından tercih edilebilirliği en yüksek olan A formülasyonunun bal, şeker ve *prosopis alba* unu içeren) total fenolik madde miktarı 0.102 ± 0.008 g GAE/100 g kuru maddedir (302). Bizim ürettiğimiz paraprobiyotikli barın fenolik madde içeriği 3.2100 ± 0.0100 mg GAE/g kuru maddedir (0.320 g GAE /100 g KM). Birim dönüşümü yapıldıktan sonra yapılan kıyaslamada ilgili çalışmada üretilen atıştırmalık barın fenolik madde içeriğinin bizim barımıza göre bir miktar düşük olduğu görülmektedir. Bu da ilgili çalışmada kullanılan malzemelerdeki farklılıklardan ileri gelmektedir (ör: hiç yağlı tohum kaynağı kullanılmaması).

Hurma ezmesine hurma çekirdeği tozu (ikincil ürün) ve soya proteini izolatını ekleyerek besleyici bir atıştırmalık bar formüle etmeyi amaçlayan bir çalışmada, bar için kullanılan malzemeler hurma, kavrulmuş mısır unu, kakule, tuz ve soya protein izolatıdır. 4 farklı formülasyon oluşturulmuştur. T0:Kontrol, T1:soya protein izolatı içeren bar, T2: hurma çekirdeği tozu içeren bar, T3: soya protein izolatı+hurma çekirdeği tozu içeren bar. Barların besin antiradikal aktivite analizleri farklı depolama zamanları için ayrı ayrı incelenmiştir. Minimum Askorbik asit eşdeğeri (T0): 551.12 mmol/g Askorbik asit eşdeğeri, maksimum Askorbik asit eşdeğeri (T2): 733.17 mmol/g Askorbik asit eşdeğeridir (303). Bizim ürettiğimiz paraprobiyotikli barın Askorbik asit cinsinden antiradikal aktivite değeri; 10.223 ± 0.254 mg/g Askorbik asit eşdeğeridir. Bu da 0.058 mmol/g Askorbik asit eşdeğeri demektir. Burada paraprobiyotikli barımızın antiradikal aktivitesinin ilgili çalışmadaki barlara göre oldukça düşük olduğu görülmektedir. Özellikle hurma çekirdeği tozu önemli miktarlarda çeşitli fenolik bileşikler içermesine bağlı olarak antiradikal aktivitesi yüksek bir besindir (304).

Rajagukguk ve ark., antioksidan yük ve demir ile ilgili basit fonksiyonel gıdaların hazırlanmasına genel bir bakış sağlamak için probiyotiklerle birleştirilmiş bakliyat bazlı atıştırmalık barlar geliştirmek istedikleri bir çalışmada; bar üretiminde nohut veya yeşil mercimek, yulaf ezmesi, yüksek fruktozlu mısır şurubu, kurutulmuş kızılcık, badem parçaları, bal, pirinç patlağı, vanilya esansı ve toz tarçın kullanmışlardır. Piştikten sonra %55 kakao içeren bitter çikolata ve probiyotik kültür *Lactobacillus plantarum* karışımını ilave etmişlerdir. Üretilen nohut ve yeşil mercimek bazlı probiyotikli atıştırmalık barların toplam fenolik madde içerikleri 0 ve 1. Aylarda yeşil mercimek bar için sırasıyla 305.90 ± 3.02 ve 277.20 ± 5.59 mg GAE/100 g, nohut bazlı bar için sırasıyla 293.16 ± 4.05 ve 210.01 ± 1.63 mg GAE/100 g'dır. Üretilen nohut ve yeşil mercimek bazlı probiyotikli atıştırmalık barların DPPH metoduyla elde edilen Trolox eşdeğerleri (mg TE/100 g) 0 ve 1. Aylarda nohut bazlı bar için 393.74 ± 4.45 ve 277.40 ± 4.75 , yeşil mercimek bazlı bar için 434.65 ± 3.11 ve 401.94 ± 1.55 'tir. Bizim ürettiğimiz paraprobiyotikli barın fenolik madde içeriği 3.2100 ± 0.0100 mg GAE/g (321 mg GAE /100 g), antiradikal aktivite değeri $14,3567 \pm 0,0493$ mg TE/g (1435.67 mg TE/100 g)'dir (305). Bu sonuçlara

bakıldığında paraprobiyotikli barın fenolik madde içeriği ilgili çalışmadaki barlara göre bir miktar; antiradikal aktivite değeri ise oldukça yüksek bulunmuştur. Bu farklılığın paraprobiyotikli barımızda bulunan paraprobiyotik ve postbiyotiklerin aktivitesinden ileri geldiği düşünülebilir.

Zulaikha ve ark., Tilapia (tatlı su çipurası) yan ürün tozu ile zenginleştirilmiş atıştırmalık barların fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerini incelemek istedikleri bir çalışmada, bar malzemeleri olarak pirinç, tam yulaf ve ince yulaf tanecikleri, tilapia yan ürünü tozu, tilapia hidrolizat yan ürün tozu, kuru üzüm, fruktoz, kristal şeker ve limon suyu kullanmışlardır. Pişirilmiş ve pişirilmemiş olmak üzere kontrol, kontrol+tilapia yan ürün tozu, kontrol+tilapia hidrolizat yan ürünü tozu olarak toplam 6 tür bar üretilmiştir. Bu barların DPPH antiradikal aktivite değerleri %inhibisyon olarak %12.40 ile 26.04 arasında değişmektedir (306). Bizim çalışmamızda ürettiğimiz paraprobiyotikli barların % inhibisyon değeri 78.67 ± 1.15 'tir. Bu farklılık ilgili çalışmadaki barlardan farklı olarak barımızın içerdiği yağlı tohumlar ve parabiyoetik ve postbiyotik aktivitesine bağlanabilir.

Maisto ve ark.; dört farklı potansiyel probiyotik suşun, *Lactiplantibacillus plantarum* subsp. *plantarum* (L. *plantarum*), *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (L. *bulgaricus*), *Lactobacillus acidophilus* (L. *acidophilus*) ve *Lactinocaseibacillus rhamnosus* (L. *rhamnosus*), eklenmesinin etkisini ve meyve bazlı ürünlerin fonksiyonel bir atıştırmalık üretme olasılığını değerlendirmek istedikleri bir çalışmada; öğütülmüş hurma posası, tahıllar ve steril su kullanılarak *lactobacillus* kültürleri bu karışımda 37°C'de 48 saat inkübe edilmiştir. 48 saatlik fermentasyon sonrasında *lactobacillus* kültürleri 10^9 kob/g düzeyine ulaşmıştır. L. *plantarum* eklenen barın toplam fenolik madde içeriği 47.27 ± 0.04 mg GAE/g, DPPH antiradikal aktivite değeri 111.05 ± 0.13 mg TE /g olarak bulunmuştur. Bizim ürettiğimiz paraprobiyotikli barın fenolik madde içeriği 3.2100 ± 0.0100 mg GAE/g, antiradikal aktivite değeri $14,3567 \pm 0,0493$ mg TE/g olarak bulunmuştur. Bu çalışma sonuçlarına bakıldığında L. *plantarum* probiyotik suşu içeren hurma barlarının total fenolik içeriği ve antiradikal aktivite değeri paraprobiyotikli barımızdan oldukça yüksektir (307). İlgili çalışmada bar malzemeleri bizim barımızda kullanılan kadar çeşitli olmamasına rağmen bu farkın

oluşması suşun bu barda canlı kalmasıyla bardaki fenolik maddeleri açığa çıkarması ve suşun kendisinin antiradikal aktivite göstermesi olabilir.

5.3.1.6 Barların mineral içeriğinin değerlendirilmesi

Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların Ca, Mg, Zn, Na, Fe ve K içerikleri incelenmiş; bölüm 4.4'te anlatıldığı üzere paraprobiyotikli barın potasyum içeriği 5.4550 ± 0.0930 mg/g, paraprobiyotiksiz barın potasyum içeriği 3.899 ± 0.312 mg/g'dır. İki bar arasındaki bu farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Diğer mineraller Zn, Mg, Zn ve Fe değerleri her iki barda da oldukça yakın değerde, Na değeri paraprobiyotikli barda daha düşük miktarda bulunmuş, bu farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$). Bu farklılık ekstrate edilen muz kabuğunda potasyumun diğer minerallere göre çok daha fazla olması ve hazırlanan besiyerine geçmesinden kaynaklı olabilir. Üretilen paraprobiyotikli barlardaki minerallerin yetişkin bireylerin mineral ihtiyaçlarını karşılama düzeyleri Bölüm 4.8'de anlatılmıştır. Bu değerlere bakıldığında mineral açısından zengin bir bar üretildiği görülmektedir. Türk Gıda Kodeksi Ek-1 Beslenme Beyanları ve Beyan Koşulları'nda bir ürünün "düşük sodyumlu" olarak nitelenebilmesi için 100 g katı veya 100 mL sıvı gıdada, 0,12 g'dan fazla sodyum bulunmaması gerekir. Paraprobiyotikli barın 100 gramında bulunan sodyum 0.049 gram, paraprobiyotiksiz barın 100 gramında bulunan sodyum 0.0616 gramdır. Yani her iki ürün de düşük sodyumlu ürün kategorisine girmektedir.

Türk Gıda Kodeksi Beslenme Beyanları ve Beyan Koşulları'nda içecekler dışındaki ürünler ile süt ve süt ürünleri için, 100 g veya 100 mL ürünün bu bölümde belirtilen beslenme referans değerinin en az %15'ini karşılaması durumunda, bu miktar belirgin miktar olarak kabul edilir. Bu bilgilerden hareketle; paraprobiyotikli barın 100 gramındaki kalsiyum, potasyum, magnezyum, çinko ve demir miktarları referans önerilerin sırasıyla %12.5, %27, %23.7, %20 ve %35'tir. Paraprobiyotiksiz barın 100 gramındaki kalsiyum, potasyum, magnezyum, çinko ve demir miktarları referans önerilerin sırasıyla %12.4, %19.5, %22, %21.3, %41'dir. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barlarda "belirgin miktar" olarak etikette yer verilmesi gerekli

mineraller potasyum, magnezyum, çinko ve demirdir. Barların özellikle demir önerisini karşılama yüzdesi diğer minerallere göre daha yüksektir.

Sousa ve ark.; bir mısır yan ürünü olan mısır kepeğinin, atıştırmalık barlara uygulanmasını değerlendirerek diyetle yeni bir besin kaynağı olarak potansiyelini göstermeyi amaçladıkları bir çalışmada farklı oranlarda mısır kepeği kullandıkları formülasyonlar elde etmişlerdir. Bar üretiminde kullanılan malzemeler; pirinç, tam yulaf ve ince yulaf taneleri, mısır kepeği, kuru üzüm, mısır glikozu ve kristal şekerdir. Mısır kepeğini %0, 10, 25, 40 ve 55 oranlarında içeren atıştırmalık barlardaki sodyum içeriği sırasıyla 110.29 ± 0.95 , 92.78 ± 2.69 , 93.20 ± 3.86 , 79.04 ± 5.37 , 79.46 ± 4.88 mg/100 g (308). Bizim çalışmamızda üretilen paraprobiyotikli barın sodyum içeriği 0.494 ± 0.157 mg/g (49.4 g/100 g)'dır. Bu içerik farklılığı kullanılan bar malzemelerinden ileri gelmektedir. Global olarak sodyum tüketiminin sınırlandırılması ile ilgili yapılan beslenme önerileri ve teşvikleri düşünüldüğünde, bizim barımız hem paraprobiyotik içermekte, hem de bardan alınan sodyum oranı düşük olmaktadır. Sodyum içeriğinin daha düşük olması onu sağlıklı ve tercih edilebilir bir ürün yapmaktadır.

Rehman ve ark., hurma ezmesi, kuru kayısı ezmesi, yağsız süt tozu, kavrulmuş nohut unu, yer fıstığı ve sodyum kloridin dört farklı oranda kullanılmasıyla atıştırmalık barlar ürettikleri bir çalışmada, yalnızca kuru kayısı püresini farklı oranlarda (T1: 15, T2: 20, T3: 25 ve T4: 30 g) kullanmışlardır. Buna göre formüllerin sodyum içerikleri; T1: 22.73, T2: 23.15, T3: 23.00, T4: 23.36 mg/100g, potasyum içerikleri; T1: 637.64, T2: 639.640, T3: 640.79, T4: 642.12 mg/100 g, kalsiyum içerikleri T1: 102.59, T2: 102.59, T3: 101.06 ve T4: 101.02 mg/100 g, demir içerikleri; T1: 4.85, T2: 4.92, T3: 5.03 ve T4: 5.05 mg/100 g, çinko içerikleri T1: 2.68, T2: 2.73 T3: 2.65 ve T4: 2.75 mg/100 g'dır (309). Bizim çalışmamızda üretilen paraprobiyotikli barın sodyum içeriği 0.494 ± 0.157 mg/g (49.4 mg/100 g), potasyum içeriği 5.4550 ± 0.0930 mg/g (545 mg /100 g), kalsiyum içeriği 0.999 ± 0.100 (99.9 mg/100 g), demir içeriği 0.0500 ± 0.0269 mg/g (5.00 mg/100 g), çinko içeriği 0.02167 ± 0.00289 mg/g (2.167 g/100 g)'dır. İlgili çalışmada üretilen barların mineral içerikleri ile paraprobiyotikli barın çinko, demir ve kalsiyum içerikleri genellikle birbirine yakındır. Paraprobiyotikli

bardaki sodyum içeriği ilgili çalışmadaki barın sodyum içeriğinin nerdeyse 2 katı, potasyum içeriğinin de 100 mg kadar daha az olduğu görülmektedir. İlgili çalışmada sodyum klorit kullanılmasına rağmen paraprobiyotikli barımızın yarısı kadar sodyum içermesi çalışmamızda kullandığımız %70 demineralize peynir altı suyu tozunun yüksek miktarda sodyum içermesi olabilir.

Hussien ve ark.; hurma, hurma şurubu, susam, preslenmiş tam buğday, preslenmiş kabuksuz arpa, preslenmiş arpa, buğday-pirinç karışımları, patlamış mısır ve bunların karışımı kullanılarak yeni bir hurma barı üretmeyi amaçladıkları bir çalışmada, biri kontrol olmak üzere 7 farklı bar üretmişlerdir. Kontrol barında hurma, hurma şurubu ve susam; F1: Kontrol+%30 preslenmiş buğday, F2: Kontrol+preslenmiş arpa, F3: Kontrol+ preslenmiş buğday+ preslenmiş arpa, F4: Kontrol+patlamış mısır F5: Kontrol+preslenmiş buğday pirinç, F6: Kontrol+preslenmiş buğday+preslenmiş arpa+patlamış mısır+preslenmiş pirinç-buğday içermektedir. F6 barı bütün malzemeleri içerdiğinden referans olarak bu barı kullanırsak; bu barın kalsiyum içeriği; 29.61 ± 0.15 , potasyum içeriği 486.50 ± 0.07 , sodyum içeriği 3.58 ± 0.09 , magnezyum içeriği 87.54 ± 0.12 , demir içeriği 5.54 ± 0.05 ve çinko içeriği 3.61 ± 0.03 mg/100 g kuru maddedir (310). Bizim çalışmamızda üretilen paraprobiyotikli barda kuru madde üzerinden yapılan hesaplamalarda sodyum içeriği 0.553 ± 0.175889 (55.3 g/100 g KM), potasyum içeriği 6.126667 ± 0.104083 (612.66 g/100 g KM), kalsiyum içeriği 1.12 ± 0.112694 (112 g/100 g KM) demir içeriği 0.056 ± 0.030315013 (5.6 g/100 g KM), magnezyum içeriği 0.999667 ± 0.009609 (99.9 g/100 g KM) ve çinko içeriği 0.024 ± 0.03464 mg/g (2.4 g/100 g KM) kuru maddedir. İlgili çalışmada üretilen bar ile paraprobiyotikli barın mineral içeriğinde bariz derecede fark olan mineraller kalsiyum ve sodyumdur. Paraprobiyotikli barın kalsiyum ve sodyum içeriği ilgili çalışmada üretilen barınkinden oldukça yüksektir. Bu farklılıklar bizim barımızda besinsel kaynak olarak yer alan yer fıstığı ezmesi, keten tohumu gibi kalsiyumdan zengin yağlı tohumların ve sodyum, kalsiyum ve potasyum içeriği yüksek olan %70 demineralize peyniraltı suyu tozundan ileri gelmektedir.

Tropikal ürünlerin atıştırılabilirlik yiyeceklere dahil edilmesi amacıyla yapılan bir çalışmada kurutulmuş ananas, papaya, muz, yumuşatılmış kuzukulağı kaliksleri, vişne

küspesi ve hindistan cevizi kullanılarak 3 farklı bar formülasyonu oluşturulmuştur. İçerikte kullanılan diğer malzemeler un, tuz ve şurupdur. Kullanılan diğer tüm bileşenler sabit kalırken, kullanılan hindistancevizi miktarı %0 (B1), %10 (B2) ve %20 (B3) olarak değiştirilmiştir. Barların potasyum içerikleri B1, B2 ve B3 olarak sırasıyla 241.25, 250.02 ve 288.55 mg/100 g; sodyum içerikleri 129.88, 144.08 ve 161.64 mg/100 g; kalsiyum içerikleri 50.16, 36.14 ve 27.08 mg/100 g; demir içerikleri 2.37, 2.14 ve 1.91 mg/100 g ve çinko içerikleri 0.40, 0.48 ve 0.59 mg/100 gramdır (311). Bizim çalışmamızda üretilen paraprobiyotikli barın sodyum içeriği 0.494 ± 0.157 mg/g (49.4 g/100 g), potasyum içeriği 5.4550 ± 0.0930 mg/g (545 mg /100 g), kalsiyum içeriği 0.999 ± 0.100 (99.9 mg/100 g), demir içeriği 0.0500 ± 0.0269 mg/g (5.00 mg/100 g), çinko içeriği 0.02167 ± 0.00289 mg/g (2.167 g/100 g)'dır. İlgili çalışmada üretilen bar ve paraprobiyotikli barın mineral içeriği karşılaştırıldığında sodyum hariç diğer bütün minerallerin paraprobiyotikli barda daha yüksek olduğu; sodyum içeriğinin ise ilgili çalışmada üretilen barın neredeyse yarısı olduğu görülmektedir. Bu farklılık ilgili çalışmada kullanılan tuzdan kaynaklı olabilir.

5.3.1.7 Barların nem ve kül içeriğinin değerlendirilmesi

Bir gıdanın külü, organik maddelerin yanmasından sonra kalan inorganik kalıntıdır. Organik maddeler yakıldıklarında su ve karbondioksit oluşur. Geriye mineralleri içeren inorganik kısım kalır. Kül analizi standartlara uygunluğun kontrolü, mikrobiyal stabilite (yüksek mineral konsantrasyonu mikroorganizma gelişimini geciktirebilir), beslenme, suyun sertliğinin belirlenmesi, gıdaların tat, görünüş, tekstür ve stabilitesi, gıdaların elde edildiği kaynakta herhangi bir hastalığın veya anormalliğin varlığı hakkında bilgi (örneğin, süt mineralce zenginse, mastitis belirtisi) gibi nedenlerle yapılmaktadır. Gıda ürünlerinde gerçekleştirilen en temel ve en önemli analitik prosedürlerden birisi su miktarının analizidir. Su uzaklaştırıldıktan sonra geri kalan kuru madde, genellikle toplam kuru madde olarak adlandırılır. Gıdalarda nem analizi yapılmasının nedenleri; standartlara uygunluk kontrolü, gıdanın ticari değerinin belirlenmesi, gıdanın stabilitesi veya muhafaza süresinin belirlenmesi, gıdanın duyu kalite özelliklerinin belirlenmesi ve gıdanın ambalajlama ve taşımaya uygunluğunun belirlenmesidir (312). Paraprobiyotikli barın nem içeriği 11.733 ± 0.808 g/100 g, kül

içeriği 2.410 ± 0.165 g/100 g'dır. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların nem ve kül içerikleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Mahendradatta ve ark., tüketime hazır gıda üretimine katkıda bulunmak amacıyla üretilen bir atıştırmalık barın en iyi formülasyonunu belirlemek ve bu atıştırmalık barın beslenme içeriğinin günlük beslenme yeterlilik oranları ile yeterliliğini belirlemek istedikleri bir çalışmada, organoleptik değerlendirme sonucunda seçilen 3 ayrı formülasyonda bar üretilmiş ve değerlendirilmiştir. Bar üretiminde kullanılan malzemeler, maş fasulyesi unu, muz unu, tereyağı, kuru maş fasulyesi, şeker, bal, süt tozudur. 1,2 ve 3. Formülasyonların muz unu:maş fasulyesi unu oranları sırasıyla 30:50, 35:15 ve 40:10'dur. 1,2 ve 3. barların nem içeriği sırasıyla %5.1, %5.26 ve %5.07; kül içerikleri %2.53, %2.59 ve %2.69'dur (313). Bizim çalışmamızda paraprobiyotikli barın nem içeriği 11.733 ± 0.808 ; kül içeriği 2.410 ± 0.165 'tir. İlgili çalışmada üretilen barın kül içeriği paraprobiyotikli barın kül içeriği ile oldukça yakın, nem içeriği paraprobiyotikli barın nem içeriğinin yaklaşık yarısı kadardır. Bunun nedeni ilgili çalışmada bizim çalışmamıza göre daha kuru hammaddeler kullanılması ve kurutma yöntemlerinin farklılığından kaynaklanmış olabilir.

Silva ve ark.; gelecek vaat eden meyve mahsullerini karakterize etmek ve meyvelerden elde edilen unların atıştırmalık barlarda bir bileşen olarak sürdürülebilir ve ticari kullanımı için fırsatları keşfetmek amacıyla yaptıkları bir çalışmada; bar için kullanılan hammaddeler mısır nişastalı bisküvi, yulaf, yağsız süt tozu, pirinç gevreği, mısır şurubu ve jeriva meyvesi unu (Brezilya'da yetişen bir ağaç türü meyvesi)'dur. %5, %10, %15 ve %20 oranlarında jeriva meyvesi unu kullanılarak hazırlanmış formülasyonlar oluşturulmuştur. Bu formülasyonların kül içeriği ortalama olarak 1.90 g/100 g, nem içeriği ortalama olarak 8.85 g/100g'dır (314). Bizim çalışmamızda paraprobiyotikli barın nem içeriği 11.733 ± 0.808 g/100 g, kül içeriği 2.410 ± 0.165 g/100 g'dır. Kül içeriği farklılığı mineral içeriğinin farklı olmasından; nem farklılığı da bizim çalışmamızda daha az kuru madde kullanılmasından kaynaklanmış olabilir.

Edima ve ark.; mısır unu ve öğütülmüş hindistancevizi taneleri ile tam Afrika ekme meyvesi tohumu ununu (Yiyecek bitkisi olarak ve diğer çeşitli geleneksel

kullanımlar için kullanılabilen Treculia cinsine ait bir ağaç meyvesi) kullanarak yüksek lifli atıştırmalık barlar geliştirmek istedikleri bir çalışmada bar hammaddeleri olarak mısır, hindistan cevizi, tuz, margarin, süt tozu, sodyum bikarbonat ve muskat cevizi unu, karamel, hindistan cevizi yağı ve su kullanmışlardır. Farklı oranlarda 6 formülasyon üretilmiştir. A,B,C,D,E ve F barlarında bulunan Afrika ekme meyvesi tohumu sırasıyla %0, 20, 25, 30, 35 ve 95; mısır unu %95, 75, 70, 65, 60 ve 0'dır. A,B,C,D,E ve F barlarının nem içerikleri sırasıyla 3.65 ± 0.01 , 3.52 ± 0.01 , 3.78 ± 0.10 , 3.59 ± 0.02 , 3.49 ± 0.01 ve 3.63 ± 0.01 ; kül içerikleri sırasıyla 2.12 ± 0.12 , 2.19 ± 0.01 , 2.20 ± 0.00 , 2.67 ± 0.02 , 3.22 ± 0.01 ve 3.25 ± 0.02 'dir (315). Bizim çalışmamızda paraprobiyotikli barın nem içeriği 11.733 ± 0.808 g/100 g, kül içeriği 2.410 ± 0.165 g/100 g'dır. İlgili çalışmada üretilen barların nem değerlerinin paraprobiyotikli bardan çok daha düşük olması bu çalışmada barların 150°C 'de fırınlanma işlemi görmesiyle ilgili olabilir.

5.3.1.8 Barların asitlik ve pH düzeyinin değerlendirilmesi

Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların tartarik asit cinsinden asitlik değerleri sırasıyla 0.8340 ± 0.0151 ve 0.8187 ± 0.0146 ve pH değerleri sırasıyla 5.400 ± 0.100 ve 5.427 ± 0.105 'tir. İki bar arasındaki bu değerlerin birbirine çok yakın olduğu görülmekte ve ufak farklılıkların da istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur ($p > 0.05$).

Yeni geliştirilen barların günde iki porsiyon tüketerek Pakistanlı sporcuların gereksinimlerini karşılayabilmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, bar hammaddeleri olarak cheddar peyniri, whey protein izolatı, hurma ve kayısı kullanılmıştır. Farklı oranlarda kayısı ve hurma kullanılarak 6 farklı formülasyon oluşturulmuştur. Barların pH aralıkları 5.5-6 arasında değişmektedir. % asitlik tartarik, sitrik, malik ve asetik asit, bu ürüne asitlik veren asitlerdir ve barların asitlik yüzdeleri 0. gün $0.3-0.5$ aralığında, 15. gün $1-1.5$ arasında değişmektedir (316). Paraprobiyotikli barda pH değeri 5.400 ± 0.100 , asitlik değeri 0.8340 ± 0.0151 'dir. İlgili çalışmadaki pH değeri paraprobiyotikli barın pH değerine yakındır. Asitlik yüzdesi farklı cinsten hesaplandığından birebir kıyaslama yapılamamaktadır.

Dhiman ve ark.; düşük maliyetli olgun balkabağının sağlık yararları olan işlenmiş ürünlere toplu olarak sunulmasını amaçladıkları bir çalışmada balkabağı, %1.5 sitrik asit, %2 pektini farklı pişirme metotlarıyla kullanmışlardır. C1: hammaddeleri pişirmeden hazırlama, C2: hammaddeleri pişirerek hazırlama, C3: konsantre balkabağı posası kullanılarak ve hammaddeleri pişirmeden hazırlama C4: konsantre balkabağı posası kullanılarak ve hammaddeleri pişirerek hazırlama. C1, C2, C3 ve C4 barlarının pH değerleri sırasıyla 3.74, 3.30, 3.57, 3.40; % asitlik değerleri sitrik asit cinsinden sırasıyla 1.61, 1.72, 1.64, 1.69'dur (317). Paraprobiyotikli barda pH değeri 5.400 ± 0.100 , tartarik asit cinsinden asitlik değeri 0.8340 ± 0.0151 'dir.

Brezilya'da Güney Amerika'ya özgü sütleğen ailesinin, Euphorbiaceae'nin odunsu bir çalısı olan manyok tüketiminin azalması nedeniyle tüketimini artırmak için yeni ürünler geliştirmek amacıyla üretilen bir atıştırmalık barda hammaddeler olarak Brezilya manyok unu, hidrojene ezilmiş sebze yağı, kurutulmuş muz, kaju fıstığı ve glikoz şurubu kullanılmıştır. Üretilen barın titrasyon asitlik derecesi 0. gün 0.23; 30.gün 0.75 mL, pH düzeyi 0. Gün 5.6, 30. gün 5.5'tir. Bizim çalışmamızda üretilen barların asitlik ve pH düzeyi üretimden yaklaşık 10 gün sonra yapıldığı için bu aralıkta bir değerlendirme yapılacak olursa ilgili çalışmadaki barın pH düzeyi paraprobiyotikli bar ile neredeyse aynıdır (318). Depolama süresi ve şartları asitlik ve pH değerleri üzerinde etkili olmaktadır.

Eraslan ve ark. Bölüm 5.3.1.3.'te anlatıldığı üzere yaptıkları bar üretim çalışmasında ürettikleri sağlıklı atıştırmalık bir barda asitlik değerini tartarik asit cinsinden hesaplamış ve %0,91, pH değerini ise 4,06 olarak bulmuşlardır (252). Bu sonuçlar paraprobiyotikli barın sonuçlarına yakın olmakla birlikte asiditesi daha yüksek bir bar üretildiğini göstermektedir.

Asitlik tayini ile ilgili yapılan çalışmalarda farklı asit cinsinden yüzde asitlik hesaplandığından birebir kıyaslama yapılamamakta, pH değerleri kıyaslanabilmektedir.

5.4 Barların Renk ve Doku Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Renk, ürünlerin niteliğini ve kalitesini belirleyen önemli özelliklerden biridir. Gıda ve tarım alanında renk, incelenen malzemenin kalitesini belirlemede kullanılan önemli bir özelliktir. Renk değerinin daha nesnel bir şekilde belirlenmesi için renk ölçüm sistemleri geliştirilmiştir (319).

Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların b^* (sarılık) değerleri sırasıyla 6.81 ± 1.17 ve 8.145 ± 0.531 'dir ve iki bar arasındaki bu farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). İki bar arasındaki bu farklılık, paraprobiyotikli barda sarılık değerinin daha az olmasına sebep olan şeyin rengi kahverengi-kırmızı görünümde olan paraprobiyotikli muz kabuğu besiyerinden kaynaklanmış olabilir. L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık) ve Hue değerleri paraprobiyotikli barda bir miktar daha yüksek, ancak bu farklılık istatistiksel açıdan anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların sertlik (g) ve kırılmalılık(mm) değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Zainal ve ark., Brezilya'da hayvan yemi ve insan beslenmesi için kullanılan bir baklagil olan Canavalia ensiformis enerji barının hem fizikokimyasal özelliklerini hem de duyuşal kabulünü değerlendirmeyi amaçladıkları bir çalışmada, bar için kullanılan hammaddeler bal, badem, C. Ensiformis fasulyesi, kuru üzüm, esmer şeker, ince öğütölmüş yulaf ezmesi ve tereyağıdır. Farklı oranlarda C. Ensiformis ve badem kullanılan A,B,C,D ve E formöasyonları oluşturulmuştur. A, B, C, D ve E formöasyonlarında kullanılan badem ve C. Ensiformis oranları sırasıyla 20-5, 15-10, 10-15, 5-20 ve 0-25 gramdır. A,B,C,D ve E barlarının L^* değerleri sırasıyla 47.52 ± 4.00 , 50.70 ± 3.20 , 52.94 ± 0.43 , 55.44 ± 1.15 ve 52.22 ± 4.79 ; a^* değerleri sırasıyla 5.37 ± 0.39 , 4.75 ± 0.16 , 4.53 ± 0.16 , 3.45 ± 0.67 ve 2.67 ± 0.58 ; b^* değerleri sırasıyla 20.62 ± 4.06 , 24.52 ± 1.99 , 25.18 ± 1.00 , 25.23 ± 1.28 ve 21.38 ± 2.37 'dir. A, B, C, D ve E barlarının sertlik değerleri sırasıyla 6.50 ± 0.94 , 6.55 ± 0.78 , 6.83 ± 0.99 , 7.71 ± 0.37 ve 7.47 ± 0.01 N; kırılmalılık değerleri sırasıyla 45.80 ± 0.27 , 45.28 ± 0.73 , 46.82 ± 0.65 , 45.14 ± 1.06 ve 44.96 ± 0.03 mm'dir (320). Çalışmamızda üretilen paraprobiyotikli barın

L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 44.07 ± 2.79 , 4.993 ± 0.974 ve 6.81 ± 1.17 ; sertlik değeri 3862 ± 504 g (37.86 ± 4.98 N) ve kırılgeanlık değeri 39.868 ± 0.792 mm'dir. İlgili çalışmada üretilen bar ile paraprobiyotikli barın L* ve a* değeri birbiriine yakın, b* değeri ise ilgili çalışmadaki bardan oldukça düşük bulunmuştur. İlgili çalışmada üretilen barın sertlik değeri paraprobiyotikli barın sertlik değerinden oldukça düşük; kırılgeanlık değeri ise bir miktar yüksektir. Bu farklılıklar hammaddeler ve pişirme-kurutma yöntemlerindeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. İlgili çalışmada hammaddeler önceden ayrı ayrı fırınlama ve pişirmeye tabi tutulup, malzemeler daha sonra birleştirilmiş ve analize kadar buzdolabı sıcaklığında bekletilmiştir. Bizim çalışmamızda ise tüm malzemeler çiğden birleştirilip 60°C 'de kurutulmuş ve oda sıcaklığında depolanmıştır.

Prazeres ve ark.; tapyoka unu (Brezilya'nın Kuzey ve Kuzeydoğu bölgelerine özgü bir tür olan manyok bitkisinin köklerinden elde edilen bir un), Brezilya fıstığı ve yerli meyve posaları (açai, cupuaçu, muruci ve taperebá) ile yapılan atıştırmalık barları geliştirmeyi ve bunların fiziksel, fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuusal özelliklerini değerlendirmeyi amaçladıkları bir çalışmada bahsedilen meyve posaları, rafine şeker, maltodekstrin, gliserin, palm yağı, glikoz şurubu, soya lesitini, tapioca unu, yulaf taneleri, kinoa tahılları, Brezilya cevizini bar hammaddeleri olarak kullanmışlardır. Açai, cupuaçu, muruci ve taperebá ile farklı konsantrasyonlarda barlar hazırlanarak duyuusal analiz gerçekleştirilmiş; analiz sonucunda final bar üretiminde bu meyve posalarından %15 konsantrasyonda kullanılmasına karar verilmiştir. Açai, cupuaçu, muruci ve taperebá meyve posaları ilaveli barların L* değeri sırasıyla 46.71 ± 2.9 , 75.01 ± 1.95 , 69.79 ± 1.71 ve 70.22 ± 1.72 ; a* değeri sırasıyla 8.01 ± 0.80 , 2.90 ± 0.33 , 4.85 ± 0.82 ve 5.37 ± 0.79 ; b* değeri sırasıyla 9.66 ± 0.53 , 16.87 ± 1.70 , 23.65 ± 2.40 , 24.09 ± 2.28 ; sertlik değeri 97.68 ± 7.44 , 93.50 ± 18.99 , 108.85 ± 19.47 ve 97.98 ± 21.99 N'dur (321). Çalışmamızda üretilen paraprobiyotikli barın L*, a* ve b* değeri sırasıyla 44.07 ± 2.79 , 4.993 ± 0.974 ve 6.81 ± 1.17 ; sertlik değeri 3862 ± 504 g (37.86 ± 4.98 N)'dır. Renk ve sertlik farklılıkları hammadde ve pişirme-kurutma yöntemi farklılıklarından kaynaklı olabilir.

5.5 Barların Maya-Küf Sayımının Değerlendirilmesi

Üretim sonrası tüketime hazır hale gelen paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barlarda yapılan mikrobiyolojik analizlerde maya-küf tespit edilmemiştir. Üretimde hijyen koşullarına dikkat edilmesinin ve kullanılan hammaddelerin yüksek kalitede olmasının barlarda maya-küf tespit edilmemesinde önemli etkileri olduğu düşünülmektedir.

Aramouni ve ark.; düşük maliyetli, kabul edilebilir, besleyici ve sağlıklı buğday ve soya bazlı barları fırınsız koşullarda üretmek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, bar üretiminde kullanılan hammaddeler; su, mısır şurubu, gliserin, esmer şeker, gum arabic, Panodan 150 K (emülsifiye edici ajan), buğday patlağı, vanilya ekstratı, soya lifi, soya proteini, soya külçesi, buğday rüşeymi, şekerleme kaplaması, katı yağdır. Bu hammaddelerin bazıları kullanılmayarak ve farklı oranlarda kullanılarak 6 farklı bar formülasyonu oluşturulmuştur. Kuru karışımlar, ortalama 3 koloni oluşturan birim ile düşük seviyelerde maya ve küf göstermiş, ancak işleme ısısı maya ve küf plaka sayımlarında, aerobik plaka sayımlarında ve E. coli/coliforms plaka sayımlarında bu bileşenlerde bulunan mikroorganizma sayılarını azaltmıştır (322). Kullanılan üretim yöntemi bir ürün üretmek için yeterli ve kabul edilebilir bir bakteri kalitesine sahiptir.

Singh ve ark., doğal ve yüksek antioksidanlı bir meyve atıştırmalıği geliştirmek için olgunlaşmamış hurmalardan elde edilen hurma ezmesini kullanmayı amaçladıkları bir çalışmada hurma macununun (100 g) pektinle (%2-4) paslanmaz çelik bir tavada, homojen kütle elde edilene kadar açık tavada sürekli karıştırılarak kaynatılarak konsantre edilmesiyle hurma barları hazırlamışlardır. 3 farklı formülasyon oluşturulmuştur: F1 = 2% Pektin + 98% hurma posası, F2 = 3% Pektin + 97% hurma posası, F3 = 4% Pektin + 96% hurma posası. Çalışmada üretilen barlarda maya-küf tespit edilmemiştir (323).

Ekafitri ve ark.; fasulye unu türlerinin (soya fasulyesi, mung ve kanatlı fasulye) yanı sıra pişirme sıcaklıkları ve sürelerinin muz barlarının kimyasal özellikleri, organoleptik ve mikrobiyolojik kalitesi üzerindeki etkisini değerlendirmek istedikleri

bir çalışmada, bar hammaddeleri olarak fasulye unu, muz unu, mor tatlı patates unu, muz püresi, şeker, margarin ve tuz kullanılmıştır. Üç farklı formülasyon oluşturulmuştur; A:120⁰C 40 dk., ardından 100⁰C 10 dakika. B: 125⁰C 40 dk. C:105⁰C 40 dk., ardından 120⁰C 10 dk. fırında pişirme. Üretilen barların hiçbirinde maya-küf tespit edilmemiştir (324).

Bizim çalışmamızda da küf-maya tespit edilmemesi atıştırmalık bar için istenen bir durumdur.

5.6 Barların Enerji ve Besin Öğelerinin Değerlendirilmesi

Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların enerji ve besin öğeleri ile ilgili bulgular Bölüm 4.8’de yer almaktadır. Bu çalışma ile besleyicilik açısından ulaşılmaması istenen hedef; sağlıklı yetişkin bir bireyin 40 gram paraprobiyotikli atıştırmalık barı tükettiğinde hem paraprobiyotik hem de besin öğelerinden zengin bir ürün tüketmesini sağlamak ve en az bir ara öğün ihtiyacını karşılamaktır. Besin öğeleri açısından incelendiğinde Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği Ek-1 Beslenme Beyanları ve Beyan Koşulları’nda paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barlar “az”, “düşük sodyumlu”, “belirgin miktarda” demir, magnezyum, çinko ve potasyum içeren, “protein ilaveli, protein kaynağı veya protein içeren” ve “yüksek lifli” bir ürün olarak sınıflandırılmaktadır. Paraprobiyotikli bar diğer çalışmalarla kıyaslandığında belirgin antiradikal aktivitesi olan, fenolik maddeler içeren besleyici bir ürün olmuştur.

Dokuz Murat ve ark. Bölüm 5.3.1.2’de anlatıldığı üzere yaptıkları bar üretim çalışmasında üretilen barların 100 gramı tüketildiğinde yağ değeri referans değerlerin %2’sini, karbonhidrat değeri %12’sini, protein değeri %4’ünü ve posa değeri %30’unu karşılayabildiğini ortaya koymuşlardır. Çalışmada Ca referans değerinin %5’ini, Mg %6’sını, Fe %6’sını ve Zn miktarının referans değerinin %5’ini karşıladığı bulunmuştur. Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği Ek-1 Beslenme Beyanları ve Beyan Koşulları’na göre değerlendirildiğinde düşük/az yağlı, enerjisi azaltılmış/daha az ve yüksek posalı bir üründür (252).

Eraslan ve ark. Bölüm 5.3.1.3.'te anlatıldığı üzere yaptıkları bar üretim çalışmasında ürettikleri sağlıklı atıştırılabilir bir barın 40 gramında bulunan enerji miktarı 237.92 ± 3.03 kkal, protein miktarı 6.76 ± 0.20 g, yağ miktarı 13.27 ± 0.16 g'dır. Bu çalışmada üretilen barın 1 porsiyonu (40 g) orta düzeyde hareketli sağlıklı yetişkin bir bireyin enerji ihtiyacının %9.5-12, protein ihtiyacının %5-8.5, yağ ihtiyacının %13-17'sini karşılamaktadır.

Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların 1 porsiyonunun (40 g) enerji değerleri sağlıklı yetişkin birey için referans değerlerin %6-8'ini (%15-20/100 g), protein değeri paraprobiyotikli bar için referans değerin %5.5-6.5 (%13-15/100 g), paraprobiyotiksiz bar için referans değerin %6-7'sini (%15-17.5/100 g), yağ değeri her iki bar türü için %8-9.5'ini (%20-24/100 g), karbonhidrat değeri paraprobiyotikli bar için referans değerin %7 (%17.5/100 g)'sini, paraprobiyotiksiz bar için referans değerinin %9 (%22.5/100 g)'unu, kalsiyum değeri her iki bar türü için %4 (%10/100 g)'ünü, çinko değeri her iki bar için %7-9 (%17.5-22.5/100 g)'unu, magnezyum değeri paraprobiyotikli bar için referans değerin %10-12 (%25-30/100 g)'sini, paraprobiyotiksiz bar için %9.4-11 (%23.5-27.5/100 g)'ini, demir değeri paraprobiyotikli bar için referans değerin %15-18'ini (%37.5-45/100 g), paraprobiyotiksiz bar için %17.5-21 (%44-53/100 g)'ini, posa değeri paraprobiyotikli bar için referans değerin %13 (%32.5/100 g), paraprobiyotiksiz bar için %15 (%37.5/100 g)'ini karşılamaktadır.

Yukarıdaki çalışmalarda üretilen barlar ve bizim çalışmamızda üretilen barların ihtiyaç karşılama yüzdeleri karşılaştırıldığında sonuçlar barlarda kullanılan hammaddelere bağlı olarak değişmekle birlikte, barımızın paraprobiyotik ile zenginleştirilmiş olmasının yanı sıra demir, kalsiyum, çinko ve magnezyum, protein, lif açısından da ihtiyaç karşılama oranının yüksek olduğu görülmektedir.

5.7 Paraprobiyotikli Barın Hammadde Maliyetinin Değerlendirilmesi

Bölüm 4.9'da anlatıldığı üzere 1 porsiyon (40 gr) paraprobiyotikli barın hammadde maliyeti 4.15 TL'dir.

Dokuz Murat ve ark., Bölüm 5.3.1.2’de anlatıldığı üzere yaptıkları bar üretim çalışmasında 100 g ürünün hammadde maliyetini 4.20 TL olarak bulmuşlardır (252). Bizim paraprobiyotikli barımızın 40 gramının hammadde maliyeti 4.15 TL, yani maliyeti daha yüksek bulunmuştur. Bu farklılık çalışmaların yapılma yıllarının farklılığından kaynaklanan fiyat farklılıkları ve farklı hammaddelerin kullanımıyla ilgilidir.

Baurina ve ark.; Bölüm 5.3.1.2’de anlatıldığı üzere yaptıkları bar üretim çalışmasında 1 kg ürünün hammadde maliyeti 47.50 \$, yani yaklaşık 860 TL’dir (274). Bizim paraprobiyotikli barımızın 40 gramının hammadde maliyeti 4.15 TL, 1 kg’nın maliyeti yaklaşık 103.75 TL’dir. İlgili çalışmada kullanılan hammaddelerin yüksek maliyetli olması ve ülkemiz dışından (Rusya’da) temin edilmesi ve ürün içerisinde yüksek maliyetli kimyasallar kullanılması bu farklılığın nedenlerindendir.

Dela Pena ve ark.; Colocasia esculenta (Taro olarak bilinen bir kök sebzesi olan yenilebilir soğanları için yetiştirilen tropikal bir bitki) kökü, soya fasulyesi küspesi unu ve Moringa oleifera (Hindistan alt kıtasına özgü Moringaceae familyasının hızlı büyüyen, kuraklığa dayanıklı bir ağacı) yapraklarını içeren bir granola bar ürünü geliştirmeyi amaçladıkları bir çalışmada kullandıkları hammaddeler taro taneleri, taro unu, okara unu, moringa, soya fasulyesi küspesi, pirinç gevreği, ham şeker, tatlandırılmamış yer fıstığı ezmesi, bal, vanilya, tuz ve soya sütüdür. 1 paket (120 g) barın hammadde maliyeti PhP 67.26 (21.74 TL)’dir (325). Bizim paraprobiyotikli barımızın 40 gramının hammadde maliyeti 4.15 TL, 120 gramın maliyeti 12.45 TL’dir. Maliyet farklılığı; ilgili çalışmada kullanılan yöresel hammadde farklılıkları ve çalışmanın Filipinler’de yapılmasından ileri gelmektedir.

5.8 Paraprobiyotikli Besinsel Kalite Özellikleri Bakımından Piyasadaki Bazı Popüler Barlar ile Karşılaştırılması

Paraprobiyotikli atıştırılmalık barın bazı kalite özellikleri (Enerji, protein, lif, şeker, yağ, sodyum, kalsiyum, demir) piyasada popüler olan birkaç bar ile karşılaştırılıp enerji ve besin öğeleri açısından eksik veya fazla yönleri incelenmiştir. İncelenen

ürünler Migros Sanal Market sitesinde arama motoruna “atıştırıcılık bar” yazılarak “çok satanlar” filtresi kullanılarak belirlenmiştir (<https://www.migros.com.tr/arama?q=at%C4%B1%C5%9Ft%C4%B1rmal%C4%B1k%20baar&sayfa=1&sirala=cok-satanlar>, Erişim:19.08.2022). İncelenen barlar ve paraprobiyotikli bara ait bazı değerler Tablo 34’de gösterilmiştir.

Tablo 35. Paraprobiyotikli barın bazı besinsel değerlerinin piyasada satılan bazı popüler barlar ile karşılaştırılması

Bar adı/Besin öğeleri	Paraprobiyotikli bar	Eti Lifalif Bitter Çikolata Yulaf Bar	Nesfit Kırmızı Meyveli Tam Tahıllı Bar	Tadım Kuruyemiş Bar Fındıklı	Züher Balkabaklı Tarçınlı Sebzeli Bar
Enerji (kcal/100 g)	398±2.00	472.0	398.0	517.0	329.0
Protein (g/100 g)	12.527±0.502	9.4	6.8	11.9	7.4
Yağ (g/100 g)	14.0200±0.0200	23.0	11.0	33.6	8.4
Karbonhidrat (g/100 g)	59.500±0.500	51.0	66.0	40.4	57.9
Doymuş yağ (g/100 g)	4.213±0.258	8.4	5.5	4.5	2.6
Şeker (g/100 g)	24.567±0.513	16.0	24.0	29.5	43.7
Lif (g/100 g)	8.210±0.259	8.8	5.5	2.6	15.4
Sodyum (g/100 g)	0.049	0.2	-	-	0.0
Demir (mg/100 g)	5	-	10.6	-	-
Kalsiyum (mg/100 g)	99.9	-	1149.0	-	-

-: Etiket bilgilerine ulaşamamıştır.

Tablo 34’te yer alan bilgilere göre paraprobiyotikli barın enerji değeri Nesfit kırmızı meyveli tam tahıllı barın enerji değeri ile aynı, diğer barların enerji değerinden düşüktür. Yani paraprobiyotikli bar hem işlevsel bir ürün, hem de daha düşük enerjiye sahip olması sebebiyle obezite, ağırlık yönetimi, diyabet gibi durumlarda tercih edilebilir bir ürün haline gelebilir.

Paraprobiyotikli barın protein içeriği diğer barların protein içeriğinden yüksektir. Tadım Fındıklı Kuruyemişli barın protein değerine yakındır. Bu da barımızın yer fıstığı ezmesi ve peynir altı suyu tozu içermesinden ileri gelmektedir. Paraprobiyotikli bar bu özelliği sebebiyle işlevsel bir ürün olmasının yanında sporcu, yaşlı, çocuk, adolesan ve protein ihtiyacı artmış malnütrisyon durumundaki hastalar için tercih edilebilir bir ürün haline gelmektedir.

Paraprobiyotikli barın yağ içeriği diğer barlara göre ortalama bir değerdedir. Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği'ne göre ürünümüz düşük yağlı ürün kategorisinde değildir. Yağ içeriğinin farklılığı, barlarda kullanılan hammaddelerin farklılığından kaynaklanmaktadır. Paraprobiyotikli barın doymuş yağ içeriği karşılaştırma yapılan barlar cerisinde en düşük 2. doymuş yağ asidi içeriğinde sahiptir. Barımızın doymuş yağ içeriği; hindistan cevizi, yer fıstığı ezmesi gibi ürünlerden ileri gelmektedir.

Paraprobiyotikli barın şeker içeriği diğer barlara göre ortalama bir değerdedir. Barımızda kuru meyveler dışında bir şeker kaynağı kullanılmamıştır, şeker içeriği kabul edilebilir bir değerdir.

Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz bar Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği Ek-1 Beslenme Beyanları ve Beyan Koşulları'nda yüksek lifli ürün olarak adlandırılmaktadır. Zber Balkabaklı Tarçınlı Sebzeli Bara göre lif içeriği düşük; diğer barlar ile yakındır.

Paraprobiyotikli barın sodyum içeriği, sodyum ile ilgili etiket bilgilerine ulaşılabilen tek ürün olan Eti Lifalif Bitter ikolatalı Yulaf Barın sodyum içeriğine göre oldukça düşüktür.

Paraprobiyotikli barın demir ve kalsiyum cerikleri bu besin öğeleri ile ilgili etiket bilgilerine ulaşılabilen tek ürün olan Nesfit Kırmızı Meyveli Tam Tahıllı Barın demir ve kalsiyum içeriğinden düşük bulunmuştur. Demir; paraprobiyotikli barda “belirgin miktar” olarak etikette yer verilmesi gerekli mineraller cerisindedir.

6 SONUÇ

Bu araştırmanın amacı; paraprobiyotiklerin insan ve hayvanlar üzerindeki sağlığı geliştirici etkilerinden yola çıkılarak paraprobiyotiklerin tüketilebilir hale gelmesini sağlamak için duyuşal ve besinsel kalitesi yüksek atıştırmalık bir bar geliştirmek ve bu barı geliştirirken sürdürülebilir beslenme ilkelerinden olan çevre dostu beslenmeye (muz kabuğu atıklarını değerlendirmek) katkı sağlamaktır. Homojenize edilen muz kabukları besi yeri ortamına probiyotik suşlar *L. casei* ve *L. plantarum* inoküle edilip fermentasyon gerçekleşmiş, ve probiyotik suşların sayısı artırılmıştır. Elde edilen probiyotikler 80°C’de 30 dakika pastörize edilerek paraprobiyotikler ve postbiyotikler elde edilmiştir. Elde edilen maddeleri içeren besiyeri ortamı bar hammaddeleri ile karıştırılarak paraprobiyotikli atıştırmalık bar elde edilmiştir. Barın bazı besinsel ve duyuşal kalite özellikleri incelenmiştir. Çalışmanın sonuçları aşağıda özetlenmiştir:

1. Muz kabuğu besiyerlerine 1.5×10^6 kob/mL olacak şekilde inoküle edilen lactobacillus kültürleri (*L. casei* ve *L. plantarum*) 30°C’de 72 saat inkübe edildikten sonra besiyeri ortamındaki laktik asit bakterilerinin sayımı MRS Agar (Merck) besiyerinde 30°C’de 48 saat inkübasyon sonrasında yayma kültürel ekim yöntemi ile belirlenmiştir. Inkübasyon sonrasında yapılan sayımlarda kurutularak hazırlanan muz kabuğu besiyeri ortamında *L. casei* ortalama 3×10^9 kob/mL, *L. plantarum* ortalama 1.5×10^9 kob/mL olarak bulunmuştur. Bu sayım sonuçlarına göre; besiyerlerine inoküle edilen 1.5×10^6 kob/mL yoğunluğundaki bakteri sayısı $1.5-3 \times 10^9$ kob/mL bakteri sayısına ulaşmıştır
2. Muz besi yeri başlangıç pH’ı 5.22 iken *L. casei* ile inkübasyon sonrası pH’ı 3.97, *L. plantarum* ile inübasyon sonrası pH 3.87’dir.
3. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barlar arasında yapışkanlık, renk, çiğnenebilirlik, lezzet, dişlere yapışma ve genel kabul edilebilirlik duyuşal skor ortalamaları arasında istatistiki olarak bir fark saptanamamıştır ($p > 0.05$). Her iki bar türünde de barların ele yapışkanlık kriterleri en yüksek puanı almıştır.
4. Üretilen ürünün nem, kül, enerji, karbonhidrat, protein, toplam yağ, doymamış yağ asidi profili, doymuş yağ, toplam şeker, toplam lif, sodyum, potasyum,

kalsiyum, demir, magnezyum, çinko, asitlik ve pH değerleri incelenmiştir. Paraprobiyotikli atıştırmalık bardaki toplam yağ ($14,0200 \pm 0,0200$ g/100 g) ve potasyum ($5,4550 \pm 0,0930$ mg/g) düzeyinin paraprobiyotiksiz bara (Toplam yağ: $13,9100 \pm 0,0200$ g/100 g, potasyum: $3,899 \pm 0,312$ mg/g) göre daha yüksek; toplam lif düzeyinin paraprobiyotiksiz bara göre daha düşük (sırasıyla; $8,210 \pm 0,259$; $9,787 \pm 0,332$ g/100 g) olduğu tespit edilmiştir. İki bar arasındaki bu farklar istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barlar arasında toplam yağ, toplam lif ve potasyum dışında kalan diğer besin öğeleri ve enerji açısından ve tartarik asit cinsinden hesaplanan asitlik ve pH değerleri açısından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$).

5. Üretilen paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz atıştırmalık barların % yağ asidi bazında yağ asidi profili incelenmiş; buna göre, kaproik asit ($0,0600 \pm 0,0100$), kaprilik asit ($0,9200 \pm 0,0265$), kaprik asit ($0,8833 \pm 0,0764$), laurik asit ($5,8467 \pm 0,0503$), miristik asit ($2,2267 \pm 0,0777$) yüzdeleri paraprobiyotikli barlarda anlamlı derecede daha yüksek; Linoleik asit ($21,053 \pm 0,138$) ve cis-11- Aikosenoik asit ($8,530 \pm 0,346$) içerikleri paraprobiyotikli barlarda paraprobiyotiksiz barlara göre anlamlı derecede daha düşük miktarlarda bulunmuştur ($p < 0.05$).
6. Paraprobiyotikli bar örneğinin toplam fenolik madde içeriği ($3,2100 \pm 0,0100$ mg GAE/g) paraprobiyotiksiz bar örneğinden ($3,8500 \pm 0,0200$ mg GAE /g) anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur ($p < 0,05$). Paraprobiyotikli bar örneğinin antiradikal aktivite (%DPPH inhibisyonu), Askorbik asit eşdeğeri (mg AA/g) ve Trolox eşdeğeri (mg TE/G) antioksidan aktivite değerleri sırasıyla $78,67 \pm 1,15$ ve $10,223 \pm 0,254$ ve $14,3567 \pm 0,0493$ olup; paraprobiyotiksiz bar örneğinden (%DPPH inhibisyon: $75,47 \pm 1,15$; Askorbik asit eşdeğeri antioksidan aktivite: $6,472 \pm 0,157$ mg/g, Trolox eşdeğeri antioksidan aktivite: $9,0100 \pm 0,0100$ mg TE/g) anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$).
7. Barlar L* (parlaklık) ve a*(kırmızılık) değerleri açısından anlamlı bir farklılık göstermemekle birlikte; b*(sarılık) değeri açısından paraprobiyotiksiz barın

- sarılık değeri ($8,145 \pm 0,531$) paraprobiyotikli barın sarılık değerinden ($6,81 \pm 1,17$) anlamlı derecede daha yüksek değer göstermiştir ($p < 0.05$).
8. Paraprobiyotikli bar örneğinin sertlik değeri (3862 ± 507 g); paraprobiyotiksiz bar örneğinin (4571 ± 1369 g) sertlik değerinden ve kırılmalık değerinden ($39,868 \pm 0,792$ mm'ye karşı $40,293 \pm 0,544$ mm) daha düşük bulunmuş; bu farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$).
9. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barlarda maya küf tespit edilmemiştir.
10. Bir ara öğünde yetişkin bir birey 40 g atıştırılabilir paraprobiyotikli bar tükettiğinde; günlük ortalama enerji ihtiyacı 2500 kkal olan orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin günlük enerji ihtiyacının %6.3'ünü, günlük ortalama enerji ihtiyacı 2000 kkal olan orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının günlük enerji ihtiyacının %7.9'unu karşılayabilmektedir. Bu kıyaslamalar paraprobiyotiksiz bar için yapıldığında; 40 g paraprobiyotiksiz bar orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin günlük enerji ihtiyacının %6.3'ünü, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının günlük enerji ihtiyacının %7.9'unu karşılamaktadır.
11. Paraprobiyotikli barın 40 gramının toplam yağ değeri orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin toplam yağ ihtiyacının %6-10'unu, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının yağ ihtiyacının %7-12'sini, karbonhidrat değeri orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin toplam karbonhidrat ihtiyacının %6-8'ini, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının karbonhidrat ihtiyacının %8-10'unu, protein değeri orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin toplam protein ihtiyacının %4-7'sini, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının protein ihtiyacının %5-8'ini, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkek ve kadının toplam lif ihtiyacının %13'ünü karşılamaktadır. Orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadın için olan maksimum doymuş yağ önerisinin yaklaşık %7.5'ini, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkek için olan maksimum doymuş yağ önerisinin yaklaşık %6'sını karşılamaktadır. Paraprobiyotiksiz barın 40 gramının toplam yağ değeri orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin toplam yağ ihtiyacının %6-10'unu, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının yağ ihtiyacının %7-12'sini, karbonhidrat değeri orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin

toplam karbonhidrat ihtiyacının %6-8'ini, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının toplam karbonhidrat ihtiyacının %8-10'unu, protein değeri orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin toplam protein ihtiyacının %4-8'ini, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının protein ihtiyacının %5-9'unu, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkek ve kadının toplam lif ihtiyacının %15'ini karşılamaktadır. Orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadın için olan maksimum doymuş yağ önerisinin %7'sini, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkek için olan maksimum doymuş yağ önerisinin %5.4'ünü karşılamaktadır.

12. Bir porsiyon (40 gr) paraprobiyotikli atıştırmalık bar orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkek ve kadının günlük kalsiyum ihtiyacının yaklaşık %4'ünü, günlük potasyum ihtiyacının yaklaşık %4.6'sını, sodyum ihtiyacının %1.3'ünü; orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin günlük demir ihtiyacının %18'ini, magnezyum ihtiyacının %10'unu, çinko ihtiyacının %5-9'unu; orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının günlük demir ihtiyacının %12-18'ini, magnezyum ihtiyacının %12'sini, çinko ihtiyacının %7-11'ini karşılamaktadır. 40 g atıştırmalık paraprobiyotikli bar orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının günlük ALA önerisinin yaklaşık %4'ünü, LA önerisinin %13'ünü, orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin günlük ALA önerisinin %3'ünü, LA önerisinin %10'unu karşılamaktadır. Bir porsiyon (40 g) paraprobiyotiksiz atıştırmalık bar orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkek ve kadının günlük kalsiyum ihtiyacının yaklaşık %4'ünü, günlük potasyum ihtiyacının yaklaşık %3.3'ünü, sodyum ihtiyacının %1.6'sını; orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin günlük demir ihtiyacının yaklaşık %21'ini, magnezyum ihtiyacının %9.4'ünü, çinko ihtiyacının %5-9'unu; orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının günlük demir ihtiyacının %14-21'ini, magnezyum ihtiyacının %11'ini, çinko ihtiyacının %7-11'ini karşılamaktadır. 40 g atıştırmalık paraprobiyotiksiz bar orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir kadının günlük ALA önerisinin yaklaşık %3.5'ini, LA önerisinin %16'sını; orta düzeyde aktif sağlıklı yetişkin bir erkeğin günlük ALA önerisinin %2.7'sini, LA önerisinin %13'ünü karşılamaktadır.

13. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların 1 porsiyonlarının (40 g) orta düzeyde hareketli sağlıklı yetişkin bir erkeğin enerji ve besin öğelerini karşılama yüzdelere bakıldığında farkları arasında anlamlı bulunan besin öğeleri doymuş yağ, ALA, LA, toplam lif, sodyum, potasyum, demir ve magnezyum; orta düzeyde hareketli sağlıklı yetişkin bir kadının enerji ve besin öğelerini karşılama yüzdeleri arasında farkları arasında anlamlı bulunan besin öğeleri doymuş yağ, ALA, LA, toplam lif, sodyum, potasyum ve magnezyumdur ($p<0.05$) (Tablo 33).
14. Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği Ek-1 Beslenme Beyanları ve Beyan Koşulları'nda yer alan tanımlamaya göre bir gıdanın “yüksek lifli” olarak adlandırılabilmesi için 100 gr gıdadaki lif miktarının en az 6 gr olması gerekir. Bizim çalışmamızda üretilen paraprobiyotikli atıştırmalık barın 100 gramında 8.2 gr; paraprobiyotiksiz barın 100 gramında 9.8 gram lif bulunmaktadır. Her iki ürün de yüksek lifli ürün kategorisine girmektedir.
15. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barın enerji değerlerinin %12'sinden fazlasını (sırasıyla; 12.527 ± 0.502 g; 13.9100 ± 0.020 g/100g protein) oluşturduğu için her iki ürün de “protein ilaveli, protein kaynağı veya protein içeren” atıştırmalık bir bar kategorisindedir. Paraprobiyotikli barın protein kaynağı olması onu egzersiz yapan bireyler ve enerji ve protein ihtiyacı artmış gruplar ve durumlar (yaşlılar, kanser hastaları, adölesanlar, yanık hastaları v.b) için işlevsel hale getirmektedir. Paraprobiyotikli barın protein kaynağı olmasını özellikle barın içerisinde bulunan peynir altı suyu tozu ve %100 yer fıstığı ezmesinin bulunması etkilemiştir.
16. Türk Gıda Kodeksi Ek-1 Beslenme Beyanları ve Beyan Koşulları'nda bir ürünün “düşük sodyumlu” olarak nitelenebilmesi için 100 g katı veya 100 mL sıvı gıdada, 0,12 g'dan fazla sodyum bulunmaması gerekir. Paraprobiyotikli barın 100 gramında bulunan sodyum 0.049 gram, paraprobiyotiksiz barın 100 gramında bulunan sodyum 0.0616 gramdır. Yani her iki ürün de düşük sodyumlu ürün kategorisine girmektedir.
17. Türk Gıda Kodeksi Beslenme Beyanları ve Beyan Koşulları'nda içecekler dışındaki ürünler ile süt ve süt ürünleri için, 100 g veya 100 mL ürünün bu

bölümde belirtilen beslenme referans değerinin en az %15'ini karşılaması durumunda, bu miktar belirgin miktar olarak kabul edilir. Bu bilgilerden hareketle; paraprobiyotikli barın 100 gramındaki kalsiyum, potasyum, magnezyum, çinko ve demir miktarları referans önerilerin sırasıyla %12.5, %27, %23.7, %20 ve %35'tir. Paraprobiyotiksiz barın 100 gramındaki kalsiyum, potasyum, magnezyum, çinko ve demir miktarları referans önerilerin sırasıyla %12.4, %19.5, %22, %21.3, %41'dir. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barlarda “belirgin miktar” olarak etikette yer verilmesi gerekli mineraller potasyum, magnezyum, çinko ve demirdir. Barların özellikle demir önerisini karşılama yüzdesi diğer minerallere göre daha yüksektir. Paraprobiyotikli barın nem içeriği 11.733 ± 0.808 g/100 g, kül içeriği 2.410 ± 0.165 g/100 g'dır. Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barların nem ve kül içerikleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$).

18. 1 adet/porsiyon (40 gr) barın hammadde maliyeti 4.15 TL'dir.

Bu çalışma sürdürülebilir beslenmenin ana ilkelerinden olan atık değerlendirmesi kapsamında; işlevsel ve sağlığa yararları kanıtlanmış olan paraprobiyotikleri içeren ve paraprobiyotik haricindeki hammaddeleri de ürünün besin öğeleri ve lif içeriğini artıracak besinlerden seçilmiş olan bir ürün geliştirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma ile besleyicilik açısından ulaşılması istenen hedef; sağlıklı yetişkin bir bireyin 40 gram paraprobiyotikli atıştırmalık barı tükettiğinde hem paraprobiyotik almasını sağlamak, hem de besin öğelerinden zengin ve en az bir ara öğün ihtiyacını karşılamaktır. Elde edilen paraprobiyotikli bar duyuşsal olarak tercih edilebilir, enerji ve bazı besin öğeleri açısından zengin ve paraprobiyotik içermesi nedeniyle de fonksiyonel beslenmeye katkı sağlayacak bir ürün olmuştur.

Paraprobiyotikli ve paraprobiyotiksiz barlar enerji, protein, karbonhidrat, doymuş yağ, Ca, Mg, Zn, Fe, ve Na, toplam şeker değerleri açısından benzer özellikler göstermiştir. Paraprobiyotikli bar üretimi ile sürdürülebilir beslenmeye katkı sağlanırken, enerji ve besin öğeleri açısından değerlendirildiğinde paraprobiyotiksiz bir bar ile benzer özellikler gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca paraprobiyotikli bar

duyusal kriterler açısından paraprobiyotiksiz bardan yüksek veya paraprobiyotiksiz bara yakın puanlar almış, kabul edilebilirliği yüksek bir ürün olmuştur.

Paraprobiyotikli barın paraprobiyotik içermesinin yanında yüksek lifli ve proteinli olması, bir miktar esansiyel yağ asitleri içermesi, eklenti şeker içermemesi, düşük sodyumlu olması ve bazı duyusal kriterler açısından tercih edilebilirliğinin yüksek olması gibi özellikleri onu yaşlılar, sporcular, çocuklar ve adölesanlar, malnütrisyon durumundaki hastalar, diyabet, obezite gibi kronik metabolik hastalıkları olan gruplar tarafından tercih edilebilir kılmaktadır.

Paraprobiyotik üretiminde kullanılan *L. casei* ve *L. plantarum* kültürlerinin homojenize edilen muz kabukları ortamındaki fermentasyonu sonucunda bariz derecede sayılarının artması bu bakterilerin muz kabuğunu bir besiyeri olarak kullanabildiğini göstermektedir. Fermentasyon sonucunda meydana gelen değişiklikler (ör: asiditenin artması) de literatürde yapılan çalışmalarla paraleldir. Bu durumda atık değerlendirme yöntemi olan fermentasyon gerçekleştirilmiş ve sürdürülebilir beslenmeye katkı sağlanmıştır.

Paraprobiyotikli barın nem ve kül değerleri, maya-küf sayımı sonuçları, pH ve asitlik değerleri literatürde yapılan çalışmalarla hemen hemen yakın bulunmuştur.

Paraprobiyotikli barın besin ögesi değerleri, fenolik madde ve antiradikal aktivite değerleri, renk ve doku ölçümleri, duyusal analiz değerlendirmeleri ve hammadde maliyeti ile ilgili sonuçlar yapılan benzer çalışmalarla benzerlik veya farklılıklar göstermiştir. Bu da atıştırılabilir barda kullanılan hammaddelerin çok çeşitli olabilmesi ve bir standardının bulunmaması, pişirme ve kurutma yöntemleri farklılıkları, barın bağlayıcı hammaddelerinin ve istenen bar yapısı farklılığı (örn: pestil kıvamı, granola kıvamı v.s) gibi nedenlere bağlı olabilir.

Paraprobiyotikli bar yüksek lif, protein, belirgin düzeyde potasyum, magnezyum, çinko ve demir içeren; tüketilen diyeteye göre değişmekle birlikte, günlük diyeteye tüketilen fenolik madde miktarına katkı sağlayan bir üründür.

Çalışmanın güçlü yönleri; muz kabuğu besiyerine herhangi bir mineral veya organik madde ilavesi olmadan bakterilerin istenilen şekilde çoğalması, üretilen barın duyuşsal olarak tercih edilebilir, atık değerdendirmeye (dolayısıyla sürdürülebilir beslenmeye) katkı sağlayan, besin öğesi içeriğı yüksek ve ticari olarak üretilebilecek bir ürün olması, toplumun birçok kesimi için işlevsel olması ve sonuç olarak amacımıza uygun bir ürün üretilmiş olmasıdır.

Çalışmanın zayıf yönleri; atıştırmalık bar için standart bulunmaması nedeniyle bazı standartlar açısından karşılaştırma yapılamaması ve barda yapılan bazı analizlerin hizmet alımı şeklinde yapılması ve uygun deneysel malzemelerin üretimden hemen sonra bulunmaması gibi sebeplerle üretimden hemen sonra analiz edilememesi olabilir. Ancak bu bekleme sırasında barlar uygun şartlarda ve materyalde depolanmış ve yaklaşık 15 günlük bir depolamada az da olsa etkilenebilecek veriler literatüre uygun olarak kıyaslanmıştır.

Literatürde paraprobiyotiklerin atıştırmalık tahıl ürünlerine eklenerek bu ürünlerin zenginleştirmesinin yapılmadığı görülmüş; yapılan tüm çalışmalarda paraprobiyotik ilaveli ürünlerin zenginleştirilmesi için çalışmalar yapılması gerektiğı vurgulanmıştır. Bu çalışma paraprobiyotiklerin farklı bir ürüne katılması ve böyle bir ürün üretilirken atık değerdendirilmesi yapılmasını esas almıştır. Paraprobiyotikli ürün geliştirme ve etkileri ile ilgili daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

7 KAYNAKLAR

1. Akgün B, Güzelsoy Na, Yavuz A, İstanbullu Y, Budaklıer A. Alternative Techniques for Fruit and Vegetable Waste Valorization in Turkey. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*. 2019(22):45-53.
2. Demirel B, Pınar H. Determination of possible energy potential of banana residues in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 2019 Dec 21;7(sp2):41-5.
3. Plaza-Diaz J, Ruiz-Ojeda FJ, Gil-Campos M, Gil A. Mechanisms of action of probiotics. *Advances in nutrition*. 2019 Jan 1;10(suppl_1):S49-66.
4. Uğur E., Öner Z. Bektas A, Ulusoy M. Paraprobiyotikler, Postbiyotikler ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Gıda*. 2021 Mar 1;46(2):428-42.
5. Almada CN, Almada CN, Martinez RC, Sant'Ana AS. Paraprobiotics: Evidences on their ability to modify biological responses, inactivation methods and perspectives on their application in foods. *Trends in food science & technology*. 2016 Dec 1;58:96-114.
6. Siciliano RA, Reale A, Mazzeo MF, Morandi S, Silveti T, Brasca M. Paraprobiotics: A new perspective for functional foods and nutraceuticals. *Nutrients*. 2021 Apr;13(4):1225.
7. Shripada, R.; Gayatri, A.J.; Sanjay, P. Paraprobiotics. In *Precision Medicine for Investigators, Practitioners and Providers*; Faintuch, J., Faintuch, S., Eds.; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2020; pp. 39–49.
8. Burlingame B, Dernini S. Sustainable Diets and Biodiversity: Directions and Solutions for Policy. *Research and Action*. 2012:309.
9. Augustin MA, Sanguansri L, Fox EM, Cobiac L, Cole MB. Recovery of wasted fruit and vegetables for improving sustainable diets. *Trends in Food Science & Technology*. 2020 Jan 1;95:75-85.
10. Besler H, Rakıcıoğlu N, Ayaz A, Büyüktuncer Demirel Ze, Gökmen Özel Hü, Samur F, Yıldız E, Bilgiç P, Dikmen D, Göktaş Z, Kızıl M. Türkiye ye Özgü Besin ve Beslenme Rehberi.
11. Australian Bureau of Statistics. National health survey: First results, 2014–15. ABS Cat. No. 4364.0. 55.001). 2015 Oct 21.
12. Panel G. Healthy diets for all: A key to meeting the SDGs. *Policy Brief*. 2017;10.
13. Colapinto, C. K., Graham, J., & St-Pierre, S. (2018). Trends and correlates of frequency of fruit and vegetable consumption. 2007 to 2014. *Health Reports*, 29, 9–14.
14. Mohanty A, Mankoti M, Rout PR, Meena SS, Dewan S, Kalia B, Varjani S, Wong JW, Banu JR. Sustainable utilization of food waste for bioenergy production: A step towards circular bioeconomy. *International Journal of Food Microbiology*. 2022 Mar 16;365:109538.
15. Spiker ML, Hiza HA, Siddiqi SM, Neff RA. Wasted food, wasted nutrients: nutrient loss from wasted food in the United States and comparison to gaps in dietary intake. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2017 Jul 1;117(7):1031-40.

16. Serafini M, Lee WT, Toti E, Bucatariu C, Fonseca JM, Van Otterdijk R. Global variations in micro-nutrient losses in the fruit and vegetables supply chain [Internet]. In: *Presentado en: The First International Congress on Postharvest Loss Prevention 2015* (pp. 4-7).
17. Willett W, Rockström J, Loken B, Springmann M, Lang T, Vermeulen S, Garnett T, Tilman D, DeClerck F, Wood A, Jonell M. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*. 2019 Feb 2;393(10170):447-92.
18. Esparza I, Jiménez-Moreno N, Bimbela F, Ancín-Azpilicueta C, Gandía LM. Fruit and vegetable waste management: Conventional and emerging approaches. *Journal of Environmental Management*. 2020 Jul 1;265:110510.
19. Dahiya S, Kumar AN, Sravan JS, Chatterjee S, Sarkar O, Mohan SV. Food waste biorefinery: Sustainable strategy for circular bioeconomy. *Bioresource technology*. 2018 Jan 1;248:2-12.
20. Kosseva MR. Processing of food wastes. *Advances in food and nutrition research*. 2009 Jan 1;58:57-136.
21. Laufenberg G, Kunz B, Nystroem M. Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. *Bioresource technology*. 2003 Apr 1;87(2):167-98.
22. Otles S, Despoudi S, Bucatariu C, Kartal C. Food waste management, valorization, and sustainability in the food industry. In: *Food waste recovery 2015* Jan 1 (pp. 3-23). Academic Press.
23. Saleemdeen R, Zu Ermgassen EK, Kim MH, Balmford A, Al-Tabbaa A. Environmental and health impacts of using food waste as animal feed: a comparative analysis of food waste management options. *Journal of cleaner production*. 2017 Jan 1;140:871-80.
24. Vickers NJ. Animal communication: when i'm calling you, will you answer too?. *Current biology*. 2017 Jul 24;27(14):R713-5.
25. Breeze PA, Breeze P. Landfill waste disposal, anaerobic digestion, and energy production. *Energy from waste*. 2018:39-47.
26. Pearse LF, Hettiaratchi JP, Kumar S. Towards developing a representative biochemical methane potential (BMP) assay for landfilled municipal solid waste—A review. *Bioresource technology*. 2018 Apr 1;254:312-24.
27. Kibler KM, Reinhart D, Hawkins C, Motlagh AM, Wright J. Food waste and the food-energy-water nexus: a review of food waste management alternatives. *Waste management*. 2018 Apr 1;74:52-62.
28. Kajiwar N, Noma Y, Sakai S. Environmentally sound destruction of hexabromocyclododecanes in polystyrene insulation foam at commercial-scale industrial waste incineration plants. *Journal of environmental chemical engineering*. 2017 Aug 1;5(4):3572-80.
29. Herrero M, Plaza M, Cifuentes A, Ibáñez E. Green processes for the extraction of bioactives from Rosemary: Chemical and functional characterization via ultra-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry and in-vitro assays. *Journal of Chromatography A*. 2010 Apr 16;1217(16):2512-20.

30. Vickers NJ. Animal communication: when i'm calling you, will you answer too?. *Current biology*. 2017 Jul 24;27(14):R713-5.
31. Bharathiraja S, Suriya J, Krishnan M, Manivasagan P, Kim SK. Production of enzymes from agricultural wastes and their potential industrial applications. In *Advances in food and nutrition research* 2017 Jan 1 (Vol. 80, pp. 125-148). Academic Press.
32. Ho H. Xylanase production by *Bacillus subtilis* using carbon source of inexpensive agricultural wastes in two different approaches of submerged fermentation (SmF) and solid state fermentation (SsF). *Journal of Food Processing and Technology*. 2015;6(4).
33. Makris DP. Recovery and applications of enzymes from food wastes. In *Food Waste Recovery* 2015 Jan 1 (pp. 361-379). Academic Press.
34. Narra M, Dixit G, Divecha J, Madamwar D, Shah AR. Production of cellulases by solid state fermentation with *Aspergillus terreus* and enzymatic hydrolysis of mild alkali-treated rice straw. *Bioresource Technology*. 2012 Oct 1;121:355-61.
35. Panda SK, Mishra SS, Kayitesi E, Ray RC. Microbial-processing of fruit and vegetable wastes for production of vital enzymes and organic acids: Biotechnology and scopes. *Environmental research*. 2016 Apr 1;146:161-72.
36. Sharma R, Oberoi HS, Dhillon GS. Fruit and vegetable processing waste: renewable feed stocks for enzyme production. In *Agro-industrial wastes as feedstock for enzyme production* 2016 Jan 1 (pp. 23-59). Academic Press.
37. Soni, R., Production, purification and industrial applications of cellulase from *aspergillus* sp. AMA. PhD Thesis. Guru Nanak Dev University., 2011
38. Uçkun Kiran E, Trzcinski AP, Ng WJ, Liu Y. Enzyme production from food wastes using a biorefinery concept. *Waste and Biomass Valorization*. 2014 Dec;5(6):903-17.
39. Zhou J, Kang L, Wang HW, Yang T, Dai CC. Liquid laccase production by *Phomopsis liquidambari* B3 accelerated phenolic acids degradation in long-term cropping soil of peanut. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*. 2014 Nov 17;64(8):683-93.
40. De Vuyst L, De Vin F, Vaningelgem F, Degeest B. Recent developments in the biosynthesis and applications of heteropolysaccharides from lactic acid bacteria. *International Dairy Journal*. 2001 Jan 1;11(9):687-707.
41. Freitas F, Alves VD, Reis MA. Advances in bacterial exopolysaccharides: from production to biotechnological applications. *Trends in biotechnology*. 2011 Aug 1;29(8):388-98.
42. Murariu M, Dubois P. PLA composites: From production to properties. *Advanced drug delivery reviews*. 2016 Dec 15;107:17-46.
43. Leitner W, Klankermayer J, Pischinger S, Pitsch H, Kohse-Höinghaus K. Advanced biofuels and beyond: chemistry solutions for propulsion and production. *Angewandte Chemie International Edition*. 2017 May 8;56(20):5412-52.
44. Şengül AY, Şengül Ö, Daş A. The Possibilities of Using Fruit Waste in Nutrition of Poultry. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 2019 May 21;7(5):724-30.

45. Zaini HM, Roslan J, Saallah S, Munsu E, Sulaiman NS, Pindi W. Banana peels as a bioactive ingredient and its potential application in the food industry. *Journal of Functional Foods*. 2022 May 1;92:105054.
46. Essien JP, Akpan EJ, Essien EP. Studies on mould growth and biomass production using waste banana peel. *Bioresource Technology*. 2005 Sep 1;96(13):1451-6.
47. Lee EH, Yeom HJ, Ha MS, Bae DH. Development of banana peel jelly and its antioxidant and textural properties. *Food Science and Biotechnology*. 2010 Apr;19(2):449-55.
48. Emaga TH, Andrianaivo RH, Wathelet B, Tchango JT, Paquot M. Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. *Food chemistry*. 2007 Jan 1;103(2):590-600.
49. Khawas P, Deka SC. Comparative nutritional, functional, morphological, and diffractogram study on culinary banana (*Musa ABB*) peel at various stages of development. *International Journal of Food Properties*. 2016 Dec 1;19(12):2832-53.
50. Tsado AN, Okoli NR, Jiya AG, Gana D, Saidu B, Zubairu R, Salihu IZ. Proximate, Minerals, and Amino Acid Compositions of Banana and Plantain Peels. *BIOMED Natural and Applied Science*. 2021;1(01):032-42.
51. Anhwange BA, Ugye TJ, Nyiaatagher TD. Chemical composition of *Musa sapientum* (banana) peels. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. 2009;8(6):437-42.
52. Mohapatra D, Mishra S, Sutar N. Banana and its by-product utilization: an overview. *J Sci Ind Res* 2010; 69: 232–329.
53. Oberoi HS, Sandhu SK, Vadlani PV. Statistical optimization of hydrolysis process for banana peels using cellulolytic and pectinolytic enzymes. *Food and Bioproducts Processing*. 2012 Apr 1;90(2):257-65.
54. Reynolds AN, Akerman AP, Mann J. Dietary fibre and whole grains in diabetes management: Systematic review and meta-analyses. *PLoS medicine*. 2020 Mar 6;17(3):e1003053.
55. Arun KB, Thomas S, Reshmitha TR, Akhil GC, Nisha P. Dietary fibre and phenolic-rich extracts from *Musa paradisiaca* inflorescence ameliorates type 2 diabetes and associated cardiovascular risks. *Journal of Functional Foods*. 2017 Apr 1;31:198-207.
56. Nasrin TA, Noomhorm A, Anal AK. Physico-chemical characterization of culled plantain pulp starch, peel starch, and flour. *International Journal of Food Properties*. 2015 Jan 2;18(1):165-77.
57. Agama-Acevedo E, Sañudo-Barajas JA, Vélez De La Rocha R, González-Aguilar GA, Bello-Perez LA. Potential of plantain peels flour (*Musa paradisiaca* L.) as a source of dietary fiber and antioxidant compound. *CyTA-Journal of Food*. 2016 Jan 2;14(1):117-23.
58. Pathak PD, Mandavgane SA, Kulkarni BD. Valorization of banana peel: a biorefinery approach. *Reviews in Chemical Engineering*. 2016 Dec 1;32(6):651-66.
59. Yousufi MK. Utilization of various fruit wastes as substrate for the production of single cell protein using *Aspergillus oryzae* and *Rhizopus oligosporus*. *Int J Adv Sci Tech Res* 2012; 2: 92–95.
60. Khan M, Khan SS, Ahmed Z, Tanveer A. Production of single cell protein from *Saccharomyces cerevisiae* by utilizing fruit wastes. *Nanobiotechnica Universale*. 2010;1(2):127-32.

61. Kokab S, Asghar M, Rehman K, Asad MJ, Adedyo O. Bio-processing of banana peel for α -amylase production by *Bacillus subtilis*. *International Journal of Agriculture and Biology*. 2003;5(1):36-9.
62. Unakal C, Kallur RI, Kaliwal BB. Production of α -amylase using banana waste by *Bacillus subtilis* under solid state fermentation. *Eur J Exp Biol*. 2012;2:1044-52.
63. Kumar KV, Sankar RN, Shailaja R, Saritha K, Siddhartha E, Ramya S, Giridhar D, Sahaja RV. Purification And Characterization Of [α]-Amylase Produced By *Aspergillus Niger* Using Banana Peels. *Journal of Cell and Tissue Research*. 2011 Aug 1;11(2):2775.
64. Adeniran HA, Abiose SH, Ogunsua AO. Production of fungal β -amylase and amyloglucosidase on some Nigerian agricultural residues. *Food and bioprocess technology*. 2010 Oct;3(5):693-8.
65. Omojasola PF, Jilani OP. Cellulase production by *Trichoderma longi*, *Aspergillus niger* and *Saccharomyces cerevisiae* cultured on waste materials from orange. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2008 Oct 1;11(20):2382-8.
66. Sun HY, Li J, Zhao P, Peng M. Banana peel: A novel substrate for cellulase production under solid-state fermentation. *African Journal of Biotechnology*. 2011;10(77):17887-90.
67. Mohamed SA, Al-Malki AL, Khan JA, Kabli SA, Al-Garni SM. Solid state production of polygalacturonase and xylanase by *Trichoderma* species using cantaloupe and watermelon rinds. *Journal of microbiology*. 2013 Oct;51(5):605-11.
68. Jadhav MS, Chougule D, Rampure S. Lipase production from banana peel extract and potato peel extract. *Int. J. Res. Pure Appl. Microbiol*. 2013;3:11-3.
69. Sathishkumar P, Murugesan K, Palvannan T. Production of laccase from *Pleurotus florida* using agro-wastes and efficient decolorization of Reactive blue 198. *Journal of basic microbiology*. 2010 Aug;50(4):360-7.
70. Vivekanand V, Dwivedi P, Pareek N, Singh RP. Banana peel: a potential substrate for laccase production by *Aspergillus fumigatus* VkJ2. 4.5 in solid-state fermentation. *Applied biochemistry and biotechnology*. 2011 Sep;165(1):204-20.
71. Tock JY, Lai CL, Lee KT, Tan KT, Bhatia S. Banana biomass as potential renewable energy resource: a Malaysian case study. *Renewable Sustainable Energy Rev* 2010; 14: 798–805.
72. Wilaipon P. The effects of briquetting pressure on banana-peel briquette and the banana waste in Northern Thailand. *American Journal of Applied Sciences*. 2009 Jan;6(1):167.
73. Bardiya N, Somayaji D, Khanna S. Biomethanation of banana peel and pineapple waste. *Bioresource technology*. 1996 Oct 1;58(1):73-6.
74. Roozbahani MM, Rouzbahani A, Harirforoush A. Economic and technical comparison of corn stalks and banana peel for electricity production from wastes biogas. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*. 2013;4(6):1514-7.
75. Zafar ZA, Jamil M, Ahmed MA, Imtiaz S, Abid N. Evaluation of mixing cow dung with apple and banana peels on biogas yield. *World Applied Sciences Journal*. 2014;29(7):903-7.
76. Housagul S, Sirisukpoka U, Boonyawanich S, Pisutpaisal N. Biomethane production from co-digestion of banana peel and waste glycerol. *Energy Procedia*. 2014 Jan 1;61:2219-23.

77. Gunaseelan VN. Biochemical methane potential of fruits and vegetable solid waste feedstocks. *Biomass and bioenergy*. 2004 Apr 1;26(4):389-99.
78. Nathoa C, Sirisukpoca U, Pisutpaisal N. Production of hydrogen and methane from banana peel by two phase anaerobic fermentation. *Energy Procedia*. 2014 Jan 1;50:702-10.
79. Itelima J, Onwuliri F, Onwuliri E, Onyimba I, Oforji S. Bio-ethanol production from banana, plantain and pineapple peels by simultaneous saccharification and fermentation process. 2013
80. Benjamin C, Singh PK, Dipuraj PS, Singh A, Rath S, Kumar Y, Masih H, Peter J. Bio-ethanol production from banana peel by simultaneous saccharification and fermentation process using cocultures *Aspergillus niger* and *Saccharomyces cerevisiae*. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2014;3(5):84-96.
81. Brooks AA. Ethanol production potential of local yeast strains isolated from ripe banana peels. *African journal of Biotechnology*. 2008;7(20).
82. Babbar N, Oberoi HS, Uppal DS, Patil RT. Total phenolic content and antioxidant capacity of extracts obtained from six important fruit residues. *Food research international*. 2011 Jan 1;44(1):391-6.
83. Anal AK, Jaisanti S, Noomhorm A. Enhanced yield of phenolic extracts from banana peels (*Musa acuminata* Colla AAA) and cinnamon barks (*Cinnamomum varum*) and their antioxidative potentials in fish oil. *Journal of food science and technology*. 2014 Oct;51(10):2632-9.
84. Rosso SR, Franceschi E, Borges GR, Corazza ML, Oliveira JV, Ferreira SR. Phase equilibrium measurements of ternary systems formed by linoleic and linolenic acids in carbon dioxide/ethanol mixtures. *The Journal of Chemical Thermodynamics*. 2009 Nov 1;41(11):1254-8.
85. Comim SR, Madella K, Oliveira JV, Ferreira SR. Supercritical fluid extraction from dried banana peel (*Musa* spp., genomic group AAB): Extraction yield, mathematical modeling, economical analysis and phase equilibria. *The Journal of Supercritical Fluids*. 2010 Jul 1;54(1):30-7.
86. Pereira A, Maraschin M. Banana (*Musa* spp) from peel to pulp: ethnopharmacology, source of bioactive compounds and its relevance for human health. *Journal of ethnopharmacology*. 2015 Feb 3;160:149-63.
87. Singh JP, Kaur A, Shevkani K, Singh N. Influence of jambolan (*S zzygium cumini*) and xanthan gum incorporation on the physicochemical, antioxidant and sensory properties of gluten-free eggless rice muffins. *International Journal of Food Science & Technology*. 2015 May;50(5):1190-7.
88. Boots AW, Haenen GR, Bast A. Health effects of quercetin: from antioxidant to nutraceutical. *European journal of pharmacology*. 2008 May 13;585(2-3):325-37.
89. Cheng JC, Dai F, Zhou B, Yang L, Liu ZL. Antioxidant activity of hydroxycinnamic acid derivatives in human low density lipoprotein: mechanism and structure–activity relationship. *Food Chemistry*. 2007 Jan 1;104(1):132-9.
90. Nisha P, Mini S. In vitro antioxidant and antiglycation properties of methanol extract and its different solvent fractions of *Musa paradisiaca* L. (Cv. Nendran) inflorescence. *International Journal of Food Properties*. 2014 Feb 7;17(2):399-409.

91. Agourram A, Ghirardello D, Rantsiou K, Zeppa G, Belviso S, Romane A, Oufdou K, Giordano M. Phenolic content, antioxidant potential, and antimicrobial activities of fruit and vegetable by-product extracts. *International Journal of Food Properties*. 2013 Jul 4;16(5):1092-104.
92. Sidhu JS, Zafar TA. Bioactive compounds in banana fruits and their health benefits. *Food Quality and Safety*. 2018 Dec;2(4):183-8.
93. Someya S, Yoshiki Y, Okubo K. Antioxidant compounds from bananas (*Musa Cavendish*). *Food chemistry*. 2002 Nov 1;79(3):351-4.
94. Vu HT, Scarlett CJ, Vuong QV. Phenolic compounds within banana peel and their potential uses: A review. *Journal of Functional Foods*. 2018 Jan 1;40:238-48.
95. Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MT, Mazur M, Telser J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The international journal of biochemistry & cell biology*. 2007 Jan 1;39(1):44-84.
96. Winterbourn CC. Reconciling the chemistry and biology of reactive oxygen species. *Nature chemical biology*. 2008 May;4(5):278-86.
97. Świątek M, Lu YC, Konefał R, Ferreira LP, Cruz MM, Ma YH, Horák D. Scavenging of reactive oxygen species by phenolic compound-modified maghemite nanoparticles. *Beilstein journal of nanotechnology*. 2019 May 20;10(1):1073-88.
98. Mittal M, Siddiqui MR, Tran K, Reddy SP, Malik AB. Reactive oxygen species in inflammation and tissue injury. *Antioxidants & redox signaling*. 2014 Mar 1;20(7):1126-67.
99. Avram I, Gatea F, Vamanu E. Functional Compounds from Banana Peel Used to Decrease Oxidative Stress Effects. *Processes*. 2022 Jan 27;10(2):248.
100. Behiry SI, Okla MK, Alamri SA, El-Hefny M, Salem MZ, Alaraidh IA, Ali HM, Al-Ghtani SM, Monroy JC, Salem AZ. Antifungal and antibacterial activities of *Musa paradisica* L. peel extract: HPLC analysis of phenolic and flavonoid contents. *Processes*. 2019 Apr 15;7(4):215.
101. Saeed S, Baig UU, Tayyab M, Altaf I, Irfan M, Raza SQ, Nadeem F, Mehmood T. Valorization of banana peels waste into biovanillin and optimization of process parameters using submerged fermentation. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2021 Sep 1;36:102154.
102. Tallapally M, Sadiq AS, Mehtab V, Chilakala S, Vemula M, Chenna S, Upadhyayula V. GC-MS based targeted metabolomics approach for studying the variations of phenolic metabolites in artificially ripened banana fruits. *LWT*. 2020 Aug 1;130:109622.
103. González-Montelongo R, Lobo MG, González M. Antioxidant activity in banana peel extracts: Testing extraction conditions and related bioactive compounds. *Food Chemistry*. 2010 Apr 1;119(3):1030-9.
104. Dahham SS, Mohamad TA, Tabana YM, Majid AM. Antioxidant activities and anticancer screening of extracts from banana fruit (*Musa sapientum*). *Academic Journal of Cancer Research*. 2015;8(2):28-34.
105. Durgadevi PK, Saravanan A, Uma S. Antioxidant potential and antitumour activities of Nendran banana peels in breast cancer cell line. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2019 May 27;81(3):464-73.

106. Vijayakumar S, Vaseeharan B, Malaikozhundan B, Gopi N, Ekambaram P, Pachaiappan R, Velusamy P, Murugan K, Benelli G, Kumar RS, Suriyanarayanamoorthy M. Therapeutic effects of gold nanoparticles synthesized using *Musa paradisiaca* peel extract against multiple antibiotic resistant *Enterococcus faecalis* biofilms and human lung cancer cells (A549). *Microbial pathogenesis*. 2017 Jan 1;102:173-83.
107. Phacharapiyangkul N, Thirapanmethee K, Sa-Ngiamsumtorn K, Panich U, Lee CH, Chomnawang MT. Effect of sucrier banana peel extracts on inhibition of melanogenesis through the ERK signaling pathway. *International journal of medical sciences*. 2019;16(4):602.
108. Mokbel MS, Hashinaga F. Antibacterial and antioxidant activities of banana (*Musa*, AAA cv. Cavendish) fruits peel. *American journal of Biochemistry and Biotechnology*. 2005 Sep;1(3):125-31
109. Venkatesh KV, Girish KK, Pradeepa K, Santosh KS. Antibacterial activity of ethanol extract of *Musa paradisiaca* cv. Puttabale and *Musa acuminata* cv. grand naine. *Asian J. Pharm. Clin. Res*. 2013;6(Suppl 2):167-70.
110. Niamah A. Determination, identification of bioactive compounds extracts from yellow banana peels and used in vitro as antimicrobial. *International Journal of Phytomedicine*. 2015 Feb 27;6(4):625-32.
111. Arslan D, Özcan MM. Study the effect of sun, oven and microwave drying on quality of onion slices. *LWT-Food Science and Technology*. 2010 Sep 1;43(7):1121-7.
112. Ozabor PT, Ojokoh AO, Wahab AA, Aramide OO. Effect of Fermentation on the Proximate and Antinutrient Composition of Banana Peels. *The International Journal of Biotechnology*. 2020 Dec 2;9(2):105-17.
113. Hulton SA. The primary hyperoxalurias: a practical approach to diagnosis and treatment. *International Journal of Surgery*. 2016 Dec 1;36:649-54.
114. Getting JE, Gregoire JR, Phul A, Kasten MJ. Oxalate nephropathy due to 'juicing': case report and review. *The American journal of medicine*. 2013 Sep 1;126(9):768-72
115. Lawal OS, Adebawale KO. Effect of acetylation and succinylation on solubility profile, water absorption capacity, oil absorption capacity and emulsifying properties of mucuna bean (*Mucuna pruriens*) protein concentrate. *Food/Nahrung*. 2004 Apr;48(2):129-36.
116. Schlemmer U, Frölisch W, Prieto RM, Grases F. Phytate in foods and significance for humans: food sources, intake, processing, bioavailability, protective role and analysis. *Molecular nutrition & food research*. 2009 Sep;53(S2):S330-75.
117. Ozabor PT, Ojokoh AO, Wahab AA, Aramide OO. Effect of Fermentation on the Proximate and Antinutrient Composition of Banana Peels. *The International Journal of Biotechnology*. 2020 Dec 2;9(2):105-17.
118. ABOU-ARAB, Azza A.; ABU-SALEM, Ferial M. Nutritional and anti-Nutritional composition of banana peels as influenced by microwave drying methods. *International Journal of Nutrition and Food Engineering*, 2018, 11.12: 845-852.

119. Oyeyinka BO, Afolayan AJ. Comparative evaluation of the nutritive, mineral, and antinutritive composition of *Musa sinensis* L. (Banana) and *Musa paradisiaca* L. (Plantain) fruit compartments. *Plants*. 2019 Dec 12;8(12):598.
120. Anhwange BA, Ugye TJ, Nyiaatagher TD. Chemical composition of *Musa sapientum* (banana) peels. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. 2009;8(6):437-42.
121. Gençdağ E, Görgüç A, Yılmaz FM. Recent advances in the recovery techniques of plant-based proteins from agro-industrial by-products. *Food Reviews International*. 2021 May 19;37(4):447-68.
122. Wachirasiri P, Julakarangka S, Wanlapa S. The effects of banana peel preparations on the properties of banana peel dietary fibre concentrate. *Songklanakarin Journal of Science & Technology*. 2009 Nov 1;31(6).
123. Khamsucharit P, Laohaphatanalert K, Gavinlertvatana P, Sriroth K, Sangseethong K. Characterization of pectin extracted from banana peels of different varieties. *Food science and biotechnology*. 2018 Jun;27(3):623-9.
124. Singanusong R, Tochampa W, Kongbangkerd T, Sodchit C. Extraction and properties of cellulose from banana peels. *Suranaree Journal of Science and Technology*. 2014 Jan 1;21(3):201-13.
125. Doan CT, Chen CL, Nguyen VB, Tran TN, Nguyen AD, Wang SL. Conversion of pectin-containing by-products to pectinases by *Bacillus amyloliquefaciens* and its applications on hydrolyzing banana peels for prebiotics production. *Polymers*. 2021 May 4;13(9):1483.
126. Pereira MA, Monteiro CR, Pereira GN, Júnior SE, Zanella E, Ávila PF, Stambuk BU, Goldbeck R, de Oliveira D, Poletto P. Deconstruction of banana peel for carbohydrate fractionation. *Bioprocess and biosystems engineering*. 2021 Feb;44(2):297-306.
127. Zaini HB, Sintang MD, Pindi W. The roles of banana peel powders to alter technological functionality, sensory and nutritional quality of chicken sausage. *Food science & nutrition*. 2020 Oct;8(10):5497-507.
128. Devatkal SK, Kumboj R, Paul D. Comparative antioxidant effect of BHT and water extracts of banana and sapodilla peels in raw poultry meat. *Journal of food science and technology*. 2014 Feb;51(2):387-91.
129. Eshak NS. Sensory evaluation and nutritional value of balady flat bread supplemented with banana peels as a natural source of dietary fiber. *Annals of Agricultural Sciences*. 2016 Dec 1;61(2):229-35.
130. Kurhade A, Patil S, Sonawane SK, Waghmare JS, Arya SS. Effect of banana peel powder on bioactive constituents and microstructural quality of chapatti: unleavened Indian flat bread. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2016 Mar;10(1):32-41.
131. Rehman S, Nadeem M, Ahmad F, Mushtaq Z. Biotechnological Production of Xylitol from Banana Peel and Its Impact on Physicochemical Properties of Rusks, *J. Agr. Sci. Tech.* (2013) Vol. 15: 747-756

132. Santhoskumar AU, Vaishnavi R, Karunakaran T. Studies on mechanical properties and biodegradation of edible food wrapper from banana peel. *Asian J. Adv. Basic Sci.* 2019;7(2):01-4.
133. Sultan NF, Johari WL. The development of banana peel/corn starch bioplastic film: A preliminary study. *Bioremediation Science and Technology Research.* 2017 Jul 31;5(1):12-7.
134. Aguilar-Toalá JE, Estrada-Montoya MC, Liceaga AM, Garcia HS, González-Aguilar GA, Vallejo-Cordoba B, González-Córdova AF, Hernández-Mendoza A. An insight on antioxidant properties of the intracellular content of *Lactobacillus casei* CRL-431. *LWT.* 2019 Mar 1;102:58-63.
135. Malashree L, Angadi V, Yadav S, Prabha R. Postbiotics. One Step Ahead of Probiotics. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.* 2019;8:2049-53.
136. Wegh CA, Geerlings SY, Knol J, Roeselers G, Belzer C. Postbiotics and their potential applications in early life nutrition and beyond. *International journal of molecular sciences.* 2019 Sep 20;20(19):4673.
137. Iraporda C, Errea A, Romanin DE, Cayet D, Pereyra E, Pignataro O, Sirard JC, Garrote GL, Abraham AG, Rumbo M. Lactate and short chain fatty acids produced by microbial fermentation downregulate proinflammatory responses in intestinal epithelial cells and myeloid cells. *Immunobiology.* 2015 Oct 1;220(10):1161-9.
138. Wu X, Wu Y, He L, Wu L, Wang X, Liu Z. Effects of the intestinal microbial metabolite butyrate on the development of colorectal cancer. *Journal of Cancer.* 2018;9(14):2510.
139. Collado Amores MC, Vinderola CG, Salminen S. Postbiotics: Facts and open questions. A position paper on the need for a consensus definition. *Benef Microbes* 2019 Oct 14;10(7):711-719.
140. Zucko J, Starcevic A, Diminic J, Oros D, Mortazavian AM, Putnik P. Probiotic–friend or foe?. *Current Opinion in Food Science.* 2020 Apr 1;32:45-9.
141. Corcoran BM, Stanton C, Fitzgerald G, Ross RP. Life under stress: the probiotic stress response and how it may be manipulated. *Current pharmaceutical design.* 2008 May 1;14(14):1382-99.
142. De Simone C. The unregulated probiotic market. *Clinical Gastroenterology and Hepatology.* 2019 Apr 1;17(5):809-17.
143. Kothari, D.; Patel, S.; Kim, S.K. Probiotic supplements might not be universally-effective and safe: A review. *Biomed. Pharmacother.* 2019, 111, 537–547
144. Costa RL, Moreira J, Lorenzo A, Lamas CC. Infectious complications following probiotic ingestion: a potentially underestimated problem? A systematic review of reports and case series. *BMC complementary and alternative medicine.* 2018 Dec;18(1):1-8.
145. Akter S.; Park, J.H.; Jung, H.K. Potential health-promoting benefits of paraprobiotics, inactivated probiotic cells. *J. Microbiol. Biotechnol.* 2020; 30(4): 477-481
146. EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ), Koutsoumanis K, Allende A, Alvarez-Ordóñez A, Bolton D, Bover-Cid S, Chemaly M, Davies R, De Cesare A, Hilbert F, Lindqvist R. Update of the list of QPS-recommended microbiological agents intentionally added to food or feed as notified to EFSA 16: suitability of taxonomic units notified to EFSA until March 2022. *EFSA Journal.* 2022 Jul;20(7):e07408.

147. Seifert A, Kashi Y, Livney YD. Delivery to the gut microbiota: A rapidly proliferating research field. *Advances in Colloid and Interface Science*. 2019 Dec 1;274:102038.
148. Nataraj BH, Ali SA, Behare PV, Yadav H. Postbiotics-parabiotics: The new horizons in microbial biotherapy and functional foods. *Microbial cell factories*. 2020 Dec;19(1):1-22.
149. Lin TL, Shu CC, Lai WF, Tzeng CM, Lai HC, Lu CC. Investiture of next generation probiotics on amelioration of diseases—Strains do matter. *Medicine in Microecology*. 2019 Dec 15;1:100002.
150. Wilcox H, Carr C, Seney S, Reid G, Burton JP. Expired probiotics: what is really in your cabinet?. *FEMS Microbes*. 2020 Sep;1(1):xtaa007.
151. Taverniti V, Guglielmetti S. The immunomodulatory properties of probiotic microorganisms beyond their viability (ghost probiotics: proposal of paraprobiotic concept). *Genes & nutrition*. 2011 Aug;6(3):261-74.
152. Teame T, Wang A, Xie M, Zhang Z, Yang Y, Ding Q, Gao C, Olsen RE, Ran C, Zhou Z. Paraprobiotics and postbiotics of probiotic lactobacilli, their positive effects on the host and action mechanisms: a review. *Frontiers in nutrition*. 2020 Oct 22;7:570344.
153. Aguilar-Toalá JE, Garcia-Varela R, Garcia HS, Mata-Haro V, González-Córdova AF, Vallejo-Cordoba B, Hernández-Mendoza A. Postbiotics: An evolving term within the functional foods field. *Trends in Food Science & Technology*. 2018 May 1;75:105-14.
154. Warda AK, Rea K, Fitzgerald P, Hueston C, Gonzalez-Tortuero E, Dinan TG, Hill C. Heat-killed lactobacilli alter both microbiota composition and behaviour. *Behavioural Brain Research*. 2019 Apr 19;362:213-23.
155. Majhenič AČ, Lorbeg PM, Treven P. Enumeration and identification of mixed probiotic and lactic acid bacteria starter cultures. *Probiotic dairy products*. 2017 Oct 31:207-51.
156. Adams CA. The probiotic paradox: live and dead cells are biological response modifiers. *Nutrition research reviews*. 2010 Jun;23(1):37-46.
157. Fiore W, Arioli S, Guglielmetti S. The neglected microbial components of commercial probiotic formulations. *Microorganisms*. 2020 Aug 3;8(8):1177.
158. Doron S, Snyderman DR. Risk and safety of probiotics. *Clinical Infectious Diseases*. 2015 May 15;60(suppl_2):S129-34.
159. Guimarães JT, Balthazar CF, Silva R, Rocha RS, Graça JS, Esmerino EA, Silva MC, Sant'Ana AS, Duarte MC, Freitas MQ, Cruz AG. Impact of probiotics and prebiotics on food texture. *Current Opinion in Food Science*. 2020 Jun 1;33:38-44.
160. Chandrapala J, Oliver C, Kentish S, Ashokkumar M. Ultrasonics in food processing—Food quality assurance and food safety. *Trends in Food Science & Technology*. 2012 Aug 1;26(2):88-98.
161. Parkin J, Cohen B. An overview of the immune system. *The Lancet*. 2001 Jun 2;357(9270):1777-89.
162. Pj D. Roitt IM. The immune system: First of two parts. *N Engl J Med*. 2000;343:37-49.
163. Delves PJ, Roitt IM. The immune system. Part 2. *N Engl J Med* 2000; 343: 108–17.
164. Bermudez-Brito, M.; Plaza-Díaz, J.; Muñoz-Quezada, S.; Gómez-Llrente, C.; Gil, A. Probiotic mechanisms of action. *Ann. Nutr. Metab*. 2012, 61, 160–174.

165. Westendorf, A.M.; Fleissner, D.; Hansen, W.; Buer, J. T cells, dendritic cells and epithelial cells in intestinal homeostasis. *Int. J. Med. Microbiol.* 2010, 300, 11–18.
166. Chapot-Chartier, M.P.; Vinogradov, E.; Sadovskaya, I.; Andre, G.; Mistou, M.Y.; Trieu-Cuot, P.; Furlan, S.; Bidnenko, E.; Courtin, P.; Péchoux, C.; et al. Cell surface of *Lactococcus lactis* is covered by a protective polysaccharide pellicle. *J. Biol. Chem.* 2010, 285, 10464–11047.
167. Besselink MG, van Santvoort HC, Buskens E, Boermeester MA, van Goor H, Timmerman HM, Nieuwenhuijs VB, Bollen TL, van Ramshorst B, Witteman BJ, Rosman C. Probiotic prophylaxis in predicted severe acute pancreatitis: a randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *The Lancet.* 2008 Feb 23;371(9613):651-9.
168. Sanders, M.E.; Akkermans, L.M.; Haller, D.; Hammerman, C.; Heimbach, J.; Hörmannspurger, G.; Huys, G. Safety assessment of probiotics for human use. *Gut Microbes* 2010, 1, 164–185.
169. Zawistowska-Rojek, A.; Tyski, S. Are probiotic really safe for humans? *Pol. J. Microbiol.* 2018, 67, 251–258.
170. Chuang, L.; Wu, K.G.; Pai, C.; Hsieh, P.S.; Tsai, J.J.; Yen, J.H.; Lin, M.Y. Heat-killed cells of lactobacilli skew the immune response toward T helper 1 polarization in mouse splenocytes and dendritic cell-treated T cells. *J. Agric. Food Chem.* 2007, 55, 11080–11086.
171. Lopez, M.; Li, N.; Kataria, J.; Russell, M.; Neu, J. Live and ultraviolet-inactivated *Lactobacillus rhamnosus* GG decrease flagellin-induced interleukin-8 production in Caco-2 cells. *J. Nutr.* 2008, 138, 2264–2268.
172. Jorjão, A.L.; de Oliveira, F.E.; Leão, M.V.P.; Carvalho, C.A.T.; Jorge, A.O.C.; de Oliveira, L.D. Live and heat-killed *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469 may induce modulatory cytokines profiles on macrophages RAW 264.7. *Sci. World J.* 2015, 716749.
173. Song, M.W.; Jang, H.J.; Kim, K.T.; Paik, H.D. Probiotic and Antioxidant Properties of Novel *Lactobacillus brevis* KCCM 12203P Isolated from Kimchi and Evaluation of Immune-Stimulating Activities of Its Heat-Killed Cells in RAW264.7 Cells. *J. Microbiol. Biotechnol.* 2019, 29, 1894–1903.
174. Castro-Herrera, V.M.; Rasmussen, C.; Wellejus, A.; Miles, E.A.; Calder, P.C. In Vitro Effects of Live and Heat-Inactivated *Bifidobacterium animalis* Subsp. *Lactis*, BB-12 and *Lactobacillus rhamnosus* GG on Caco-2 Cells. *Nutrients* 2020, 12, 1719.
175. Kanauchi O, Andoh A, AbuBakar S, Yamamoto N. Probiotics and paraprobiotics in viral infection: clinical application and effects on the innate and acquired immune systems. *Current pharmaceutical design.* 2018 Feb 1;24(6):710-7.
176. Aiello, A.; Farzaneh, F.; Candore, G.; Caruso, C.; Davinelli, S.; Gambino, C.M.; Ligotti, M.E.; Zareian, N.; Accardi, G. Immunosenescence and its hallmarks: How to oppose aging strategically? A review of potential options for therapeutic intervention. *Front. Immun.* 2019, 10, 2247.
177. Keilich, S.R.; Bartley, J.M.; Haynes, L. Diminished immune responses with aging predispose older adults to common and uncommon influenza complications. *Cell. Immunol.* 2019, 345, 103992.
178. Oh, S.J.; Lee, J.K.; Shin, O.S. Aging and the immune system: The impact of immunosenescence on viral infection, immunity and vaccine immunogenicity. *Immune Netw.* 2019, 19, e37.

179. Kawase, M.; He, F.; Miyazawa, K.; Kubota, A.; Yoda, K.; Hiramatsu, M. Orally administered heat-killed *Lactobacillus gasseri* TMC0356 can upregulate cell-mediated immunity in senescence-accelerated mice. *FEMS Microbiol. Lett.* 2012, 326, 125–130.
180. Kimoto-Nira, H.; Mizumachi, K.; Okamoto, T.; Sasaki, K.; Kurisaki, J. Influence of long-term consumption of a *Lactococcus lactis* strain on the intestinal immunity and intestinal flora of the senescence-accelerated mouse. *Br. J. Nutr.* 2009, 102, 181–185.
181. Kotani, Y.; Shinkai, S.; Okamatsu, H.; Toba, M.; Ogawa, K.; Yoshida, H.; Fukaya, T.; Fujiwara, Y.; Chaves, P.H.; Kakumoto, K.; et al. Oral intake of *Lactobacillus pentosus* strain b240 accelerates salivary immunoglobulin A secretion in the elderly: A randomized, placebo-controlled, double-blind trial. *Immun. Ageing* 2010, 7, 11.
182. Shinkai, S.; Toba, M.; Saito, T.; Sato, I.; Tsubouchi, M.; Taira, K.; Kakumoto, K.; Inamatsu, T.; Yoshida, H.; Fujiwara, Y.; et al. Immunoprotective effects of oral intake of heat-killed *Lactobacillus pentosus* strain b240 in elderly adults: A randomised, doubleblind, placebo-controlled trial. *Br. J. Nutr.* 2013, 109, 1856–1865.
183. Murata, M.; Kondo, J.; Iwabuchi, N.; Takahashi, S.; Yamauchi, K.; Abe, F.; Miura, K. Effects of paraprobiotic *Lactobacillus paracasei* MCC1849 supplementation on symptoms of the common cold and mood states in healthy adults. *Benef Microbes* 2018, 9, 855–864.
184. Hirose, Y.; Murosaki, S.; Yamamoto, Y.; Yoshikai, Y.; Tsuru, T. Daily intake of heat-killed *Lactobacillus plantarum* L-137 augments acquired immunity in healthy adults. *J. Nutr.* 2006, 136, 3069–3073.
185. Suganya, K.; Koo, B.S. Gut-brain axis: Role of gut microbiota on neurological disorders and how probiotics/prebiotics beneficially modulate microbial and immune pathways to improve brain functions. *Int. J. Mol. Sci.* 2020, 21, 7551.
186. Nishida, K.; Sawada, D.; Kawai, T.; Kuwano, Y.; Fujiwara, S.; Rokutan, K. Para-psychobiotic *Lactobacillus gasseri* CP2305 ameliorates stress-related symptoms and sleep quality. *J. Appl. Microbiol.* 2017, 123, 1561–1570.
187. Sawada, D.; Sugawara, T.; Ishida, Y.; Aihara, K.; Aoki, Y.; Takehara, I. Effect of continuous ingestion of a beverage prepared with *Lactobacillus gasseri* CP2305 inactivated by heat treatment on the regulation of intestinal function. *Food Res. Int.* 2016, 79, 33–39.
188. Nobutani, K.; Sawada, D.; Fujiwara, S.; Kuwano, Y.; Nishida, K.; Nakayama, J.; Kutsumi, H.; Azuma, T.; Rokutan, K. The effects of administration of the *Lactobacillus gasseri* strain CP2305 on quality of life, clinical symptoms and changes in gene expression in patients with irritable bowel syndrome. *J. Appl. Microbiol.* 2017, 122, 212–224.
189. Zeng, J.; Jiang, J.; Zhu, W.; Chu, Y. Heat-killed yogurt-containing lactic acid bacteria prevent cytokine-induced barrier disruption in human intestinal Caco-2 cells. *Ann. Microbiol.* 2016, 66, 171–178.

190. Berni Canani, R.; De Filippis, F.; Nocerino, R.; Laiola, M.; Paparo, L.; Calignano, A.; De Caro, C.; Coretti, L.; Chiariotti, L.; Gilbert, J.A.; et al. Specific signatures of the gut microbiota and increased levels of butyrate in children treated with fermented cow's milk containing heat-killed *Lactobacillus paracasei* CBA L74. *Appl. Environ. Microbiol.* 2017, 83, e01206–e01217.
191. Liu, Z.M.; Xu, Z.Y.; Han, M.; Guo, B.H. Efficacy of pasteurised yoghurt in improving chronic constipation: A randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Int. Dairy J.* 2015, 40, 1–5.
192. Rodríguez-Figueroa, J.C.; González-Córdova, A.F.; Astiazaran-García, H.; Hernández-Mendoza, A.; Vallejo-Cordoba, B. Antihypertensive and hypolipidemic effect of milk fermented by specific *Lactococcus lactis* strains. *J. Dairy Sci.* 2013, 96, 4094–4099.
193. Murata, M.; Kondo, J.; Iwabuchi, N.; Takahashi, S.; Yamauchi, K.; Abe, F.; Miura, K. Effects of paraprobiotic *Lactobacillus paracasei* MCC1849 supplementation on symptoms of the common cold and mood states in healthy adults. *Benef. Microbes* 2018, 9, 855–864.
194. Buckley, M.; Lacey, S.; Doolan, A.; Goodbody, E.; Seamans, K. The effect of *Lactobacillus reuteri* supplementation in *Helicobacter pylori* infection: A placebo-controlled, single-blind study. *BMC Nutr.* 2018, 4, 48.
195. Mehling, H.; Busjahn, A. Non-viable *Lactobacillus reuteri* DSMZ 17648 (Pylopass™) as a new approach to *Helicobacter pylori* control in humans. *Nutrients* 2013, 5, 3062–3073.
196. Xiao, S.D.; De Zhang, Z.; Lu, H.; Jiang, S.H.; Liu, H.Y.; Wang, G.S.; Xu, G.M.; Zhang, Z.B.; Lin, G.J.; Wang, G.L. Multicenter, randomized, controlled trial of heat-killed *Lactobacillus acidophilus* LB in patients with chronic diarrhea. *Adv. Ther.* 2003, 20, 253–260.
197. Sawada, D.; Kuwano, Y.; Tanaka, H.; Hara, S.; Uchiyama, Y.; Sugawara, T.; Fujiwara, S.; Rokutan, K.; Nishida, K. Daily intake of *Lactobacillus gasseri* CP2305 relieves fatigue and stress-related symptoms in male university Ekiden runners: A double-blind, randomized, and placebo-controlled clinical trial. *J. Funct. Food.* 2019, 57, 465–476.
198. Sugawara, T.; Sawada, D.; Ishida, Y.; Aihara, K.; Aoki, Y.; Takehara, I.; Takano, K.; Fujiwara, S. Regulatory effect of paraprobiotic *Lactobacillus gasseri* CP2305 on gut environment and function. *Microb. Ecol. Health Dis.* 2016, 27, 30259.
199. Nishida, K.; Sawada, D.; Kuwano, Y.; Tanaka, H.; Sugawara, T.; Aoki, Y.; Fujiwara, S.; Rokutan, K. Daily administration of paraprobiotic *Lactobacillus gasseri* CP2305 ameliorates chronic stress-associated symptoms in Japanese medical students. *J. Funct. Food.* 2017, 36, 112–121.
200. Barros, C.P.; Grom, L.; Guimaraes, J.T.; Balthazar, C.F.; Rocha, R.S.; Silva, R.; Almada, C.N.; Pimentel, T.C.; Venâncio, E.L.; Junior, I.C.; et al. Paraprobiotic obtained by ohmic heating added in whey-grape juice drink is effective to control postprandial glycemia in healthy adults. *Food Res. Int.* 2020, 140, 109905.
201. Hirose, Y.; Murosaki, S.; Yamamoto, Y.; Yoshikai, Y.; Tsuru, T. Daily intake of heat-killed *Lactobacillus plantarum* L-137 augments acquired immunity in healthy adults. *J. Nutr.* 2006, 136, 3069–3073.

202. Reale, A.; Di Renzo, T.; Coppola, R. Factors affecting viability of selected probiotics during cheese-making of pasta filata dairy products obtained by direct-to-vat inoculation system. *LWT Food Sci. Technol.* 2019, 116, 108476.
203. Reale, A.; Ianniello, R.G.; Ciocia, F.; Di Renzo, T.; Boscaino, F.; Ricciardi, A.; Coppola, R.; Parente, E.; Zotta, T.; McSweeney, P.L. Effect of respirative and catalase-positive *Lactobacillus casei* adjuncts on the production and quality of Cheddar-type cheese. *Int. Dairy J.* 2016, 63, 78–87.
204. Meybodi, N.M.; Mortazavian, A.M.; Arab, M.; Nematollahi, A. Probiotic viability in yoghurt: A review of influential factors. *Int. Dairy J.* 2020, 109, 104793.
205. Ranadheera, C.S.; Vidanarachchi, J.K.; Rocha, R.S.; Cruz, A.G.; Ajlouni, S. Probiotic delivery through fermentation: Dairy vs. non-dairy beverages. *Fermentation* 2017, 3, 67.
206. Wang, Y.; Jiang, Y.; Deng, Y.; Yi, C.; Wang, Y.; Ding, M.; Liu, J.; Jin, X.; Shen, L.; He, Y.; et al. Probiotic supplements: Hope or hype? *Front. Microbiol.* 2020, 11, 160.
207. Cuevas-González, P.F.; Liceaga, A.M.; Aguilar-Toalá, J.E. Postbiotics and paraprobiotics: From concepts to applications. *Food Res. Int.* 2020, 136, 109502.
208. Aspri M, Papademas P, Tsaltas D. Review on non-dairy probiotics and their use in non-dairy based products. *Fermentation*. 2020 Feb 26;6(1):30.
209. Min M, Bunt CR, Mason SL, Hussain MA. Non-dairy probiotic food products: An emerging group of functional foods. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2019 Sep 8;59(16):2626-41.
210. Hochwallner H, Schulmeister U, Swoboda I, Spitzauer S, Valenta R. Cow's milk allergy: From allergens to new forms of diagnosis, therapy and prevention. *Methods*. 2014 Mar 1;66(1):22-33.
211. Vijaya Kumar B, Vijayendra SV, Reddy OV. Trends in dairy and non-dairy probiotic products-a review. *Journal of food science and technology*. 2015 Oct;52(10):6112-24.
212. Liu Y, Poon S, Seeman E, Hare DL, Bui M, Iuliano S. Fat from dairy foods and 'meat' consumed within recommended levels is associated with favourable serum cholesterol levels in institutionalised older adults. *Journal of nutritional science*. 2019;8.
213. Fehér A, Gazdecki M, Véha M, Szakály M, Szakály Z. A Comprehensive Review of the Benefits of and the Barriers to the Switch to a Plant-Based Diet. *Sustainability*. 2020 May 19;12(10).
214. Welsh JA, Braun H, Brown N, Um C, Ehret K, Figueroa J, Barr DB. Production-related contaminants (pesticides, antibiotics and hormones) in organic and conventionally produced milk samples sold in the USA. *Public health nutrition*. 2019 Nov;22(16):2972-80.
215. Pimentel TC, da Costa WK, Barão CE, Rosset M, Magnani M. Vegan probiotic products: A modern tendency or the newest challenge in functional foods. *Food Research International*. 2021 Feb 1;140:110033.
216. Sanders, M.E.; Merenstein, D.J.; Reid, G.; Gibson, G.R.; Rastall, R.A. Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: From biology to the clinic. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 2019, 16, 605–616.
217. Goldberg I. Functional foods: designer foods, pharmafoods, nutraceuticals. *Springer Science & Business Media*; 2012 Dec 6..

218. Martirosyan D, Miller E. Bioactive compounds: The key to functional foods. *Bioactive Compounds in Health and Disease*. 2018;1(3):36-39.
219. Boukid F, Klerks M, Pellegrini N, Fogliano V, Sanchez-Siles L, Roman S, Vittadini E. Current and emerging trends in cereal snack bars: implications for new product development. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2022 Feb 19:1-20.
220. Yadav L. Chapter-1 Health Bars: An Introduction. *Advances in Nutrition*, 2020, 1.
221. Ayad AA, Williams LL, Gad El-Rab DA, Ayivi R, Colleran HL, Aljaloud S, *et al*. A review of the chemical composition, nutritional and health benefits of dates for their potential use in energy nutrition bars for athletes. *Cogent Food & Agriculture*, 2020;6(1):1809309.
222. N, Darappa I. Effect of ingredients on rheological, nutritional and quality characteristics of fibre and protein enriched baked energy bars. *Journal of food science and technology*. 2015;52(5):3006-3013.
223. Nadeem M, Muhammad Anjum F, Murtaza MA, Mueen-ud-Din G. Development, characterization, and optimization of protein level in date bars using response surface methodology. *The Scientific World Journal*. 2012 Jun 18;2012.
224. Constantin OE, Istrati DI. Functional properties of snack bars. In *Functional foods*. Rijeka, Croatia: Intech Open, 2018, 1-14.
225. Altoaimi B. Developing a gluten, soy, dairy, and nut free energy bar with a suggested haccp plan. King Saud University Bachelor of Science in Food Science and Human Nutrition, Master Thesis, 2011, Riyadh (Adviser: McGlynn W.)
226. Gill A, Meena GS, Singh AK. Snack bars as functional foods: A review., *The Pharma Innovation Journal* 2022; SP-11(3): 1324-1331
227. Space Food Sticks Preservation Society, 2013. Retrieved from <http://spacefoodsticks.com/pdf/skylab.pdf>.
228. Degaspari CH, Blinder EW, Mottin F. Perfil nutricional do consumidor de barras de cereais. *Vis,o Acadêmica*. 2008; 9(1):49-61.
229. Booth RG. *Snack Food*. An avi book published by Van Nostrand Reinhold, New York, 1990, 291-295.
230. Bruce S, Crawford B. *Cerealizing America: The Unsweetened Story of American Breakfast Cereal*. Faber and faber publisher, first edition. 1995; 8:243-246.
231. Bodger L. *The Four-Sided Cookie*. St. Martin's Griffin, 2000. ISBN 978-0-312-20675-8. Retrieved 30.
232. Regulatory Issues: Meal Replacements-Convenience or Compromise? *Food Processing*, 2000. Archived from the original on 2013-08-15. Retrieved 2013-05-31.
233. Roberfroid MB. Defining functional foods. In: Gibson GR, Williams CM, editors. *Functional foods*, 9. Cambridge England: Woodhead Publishing Limited; 2000
234. Wang C, Li S. Functional Foods and nutraceuticals potential role in human health. In: *Clinical aspects of functional foods and nutraceuticals*. 1 st ed. Vol. 2015 . Boca Raton: CRC Press. Pp. 51-76

235. Sharanya Rani D, Penchalaraju M. A review different types of functional foods and their health benefits. *International Journal of Applied and Natural Sciences*. 2016; 5(3):19-28
236. Howlett J. Functional foods: from science to health and claims. ILSI Europe; 2008.
237. Hasler CM, Brown AC. Position of the American Dietetic Association: functional foods. *Journal of the American Dietetic Association*. 2009 Apr 1;109(4):735-46.
238. Ozen AE, Pons A,, Tur JA. Worldwide consumption of functional foods: A systematic review. *Nutrition Reviews*. 2012;70(8):472-481
239. Bower JA, Whitten R. Sensory characteristics and consumer linking for cereal bar snack foods. *Journal of Sensory Studies*. 2000;15:327-345.
240. Green F., *Energy Balls & Bars*, Hardie Grant Books (January 26, 2017)
241. Yöney Z., *Süt ve Mamülleri Kürsüsü*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 421(148)
242. AOAC 968.28-1969(2000), Total sugars in molasses as invert sugar, Lane-eynon constant volume volumetric method Pages:2
243. FAO Food Nut.Paper 1986 Vol:14/7
244. Aldai N, Murray BE, Nájera AI, Troy DJ, Osoro K. Derivatization of fatty acids and its application for conjugated linoleic acid studies in ruminant meat lipids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2005 May;85(7):1073-83
245. Deutsch MJ. AOAC official method 985.29, total dietary fiber in foods, enzymatic-gravimetric method. *Official methods of analysis of AOAC international*. 1995.
246. Ough CS, Amerine MA. *Methods for analysis of musts and wines*. J. Wiley; 1988.
247. Ho LH, Che Dahri N. Effect of watermelon rind powder on physicochemical, textural, and sensory properties of wet yellow noodles. *CyTA-Journal of Food*. 2016 Jul 2;14(3):465-72.
248. Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*. 1965 Jan 1;16(3):144-58.
249. Dorman HJ, Peltoketo A, Hiltunen R, Tikkanen MJ. Characterisation of the antioxidant properties of de-odourised aqueous extracts from selected Lamiaceae herbs. *Food chemistry*. 2003 Nov 1;83(2):255-62.
250. AACC, *Approved methods of the AACC*, American Association of Cereal Chemists, Saint Paul, MN., 2002
251. Francis F., Colour analysis. In "Food Analysis" SS Nielsen. 1998:559-612
252. Murat BD., *Glutensiz Fonksiyonel Bar Üretimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin İncelenmesi* (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey). 2021
253. Eraslan S. *Production of a Healthy Snack Bar*, M.Sc. Thesis in Food Engineering, Gaziantep University (Turkey). 2019
254. Koch W, Baj T, Kukula-Koch W, Marzec Z. Dietary intake of specific phenolic compounds and their effect on the antioxidant activity of daily food rations. *Open Chemistry*. 2015 Jan 1;13(1).
255. Pyar HA, Liong MT, Peh KK. Potentials of pineapple waste as growth medium for *Lactobacillus* species. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2014;6(1):142-5.

256. Zahid HF, Ranadheera CS, Fang Z, Ajlouni S. Utilization of mango, apple and banana fruit peels as prebiotics and functional ingredients. *Agriculture*. 2021 Jun 24;11(7):584.
257. Esivan SM, Rashid R, Zaharudin NA, Mahmood NA. Growth and survival of *Lactobacillus casei* in rice bran and banana peel medium. *International Journal of Nano and Biomaterials*. 2016;6(3-4):151-61.
258. Kompala DS, Ramkrishna D, Tsao GT. Cybernetic modeling of microbial growth on multiple substrates. *Biotechnology and bioengineering*. 1984 Nov;26(11):1272-81.
259. Hofvendahl K, Hahn-Hägerdal B. Factors affecting the fermentative lactic acid production from renewable resources1. *Enzyme and microbial technology*. 2000 Feb 1;26(2-4):87-107.
260. Zainol A, Sarmidi MR, Ramlan A. Production of *Lactobacillus salivarius*, a new probiotic strain isolated from human breast milk, in semi-industrial scale and studies on its functional characterization. *Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology*,2010;2:1196–1204.
261. Umesh, M., and Preethi, K., Fermentative Utilization of Fruit Peel Waste for Lactic Acid Production by *Lactobacillus plantarum*, *Indian Journal of Applied Research*,.2014;4(9):449-451.
262. Tsen JH, Lin YP, King VA. Banana puree fermentation by *Lactobacillus acidophilus* immobilized in Ca-alginate. *The Journal of general and applied microbiology*. 2003;49(6):357-61.
263. Sultan AC, Hülya GÜ. Mikroenkapsüle Çam Propolisinin Top Kek Üretiminde Kullanılması. *Journal of the Institute of Science and Technology*. 2021;11(2):1205-17.
264. Vitorino KC, Chambo AP, Coradini MF, Matiucci MA, Graton Michka JM, Goes ES, Gonçalves AA, Souza ML. Cereal bars flavored with fish protein concentrate from different species. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 2020 Jan 2;29(1):65-72.
265. Ihuoma A, Marvellous OI, Ndukwe M. Microbiological, nutritional and sensory evaluation of snack bars developed using Bambara groundnut (*Vigna subterranean L.*) and maize (*Zea mays*). *African Journal of Microbiology Research*. 2022 Jan 31;16(1):8-23.
266. Agbaje R, Hassan CZ, Arifin N, Rahman AA. Sensory preference and mineral contents of cereal bars made from glutinous rice flakes and Sunnah foods. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*. 2014 Dec 11;8(12):26-31.
267. Lee FH, Wan SY, Foo HL, Loh TC, Mohamad R, Abdul Rahim R, Idrus Z. Comparative study of extracellular proteolytic, cellulolytic, and hemicellulolytic enzyme activities and biotransformation of palm kernel cake biomass by lactic acid bacteria isolated from Malaysian foods. *International journal of molecular sciences*. 2019 Oct 9;20(20):4979.
268. Padmavathi T, Bhargavi R, Priyanka PR, Niranjana NR, Pavitra PV. Screening of potential probiotic lactic acid bacteria and production of amylase and its partial purification. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*. 2018 Dec 1;16(2):357-62.
269. Ibrahim SA, Fidan H, Aljaloud SO, Stankov S, Ivanov G. Application of date (*Phoenix dactylifera L.*) fruit in the composition of a novel snack bar. *Foods*. 2021 Apr 22;10(5):918.

270. Ramírez-Jiménez AK, Gaytán-Martínez M, Morales-Sánchez E, Loarca-Piña G. Functional properties and sensory value of snack bars added with common bean flour as a source of bioactive compounds. *LWT*. 2018 Mar 1;89:674-80.
271. Silva EP, Siqueira HH, do Lago RC, Rosell CM, Vilas Boas EV. Developing fruit-based nutritious snack bars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2014 Jan 15;94(1):52-6.
272. Abidin NA. Development Of High Iron And High Energy Snack Bar: Nutritional Content Analysis And Sensory Evaluation. *Enhanced Knowledge in Sciences and Technology*. 2021 Jul 29;1(2):201-7.
273. Munir M., Nadeem M, Qureshi TM, Qayyum A, Suhaib M, Zeb F, Ashokkumar M. Addition of oat enhanced the physico-chemical, nutritional and sensory qualities of date fruit based snack bars. *Journal of Food and Nutrition Research*. 2018;6(4):271-6.
274. Baurina AV, Baurin DV, Shakir IV, Panfilov VI. Use of Sunflower Protein in Snack Bars. *Chemical Engineering Transactions*. 2021 Jul 1;87:1-6.
275. Szydłowska A, Zielińska D, Lepecka A, Trzaskowska M, Neffe-Skocińska K, Kołożyn-Krajewska D. Development of functional high-protein organic bars with the addition of whey protein concentrate and bioactive ingredients. *Agriculture*. 2020 Sep 3;10(9):390.
276. Coello KE, Frias J, Martinez-Villaluenga C, Cartea ME, Velasco P, Penas E. Manufacture of healthy snack bars supplemented with moringa sprout powder. *LWT*. 2022 Jan 15;154:112828.
277. Ribeiro AE, Oliveira AR, Silva AC, Garcia MC, Ribeiro KD, Caliarí M, Soares Júnior MS. High fiber content snack bars made with maize biomass flour, rice flakes and oat flakes: Physicochemical properties and sensory acceptance. *Food Science and Technology International*. 2022 Mar 7:10820132221085154.
278. Erginkaya Z, Konuray Altun G. Potential biotherapeutic properties of lactic acid bacteria in foods. *Food Bioscience*. 2022 Apr 1;46:101544.
279. Mahdhi A, Chakroun I, Espinosa-Ruiz C, Messina CM, Arena R, Majdoub H, Santulli A, Mzoughi R, Esteban MA. Dietary administration effects of exopolysaccharide from potential probiotic strains on immune and antioxidant status and nutritional value of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Research in veterinary science*. 2020 Aug 1;131:51-8.
280. Aziz T, Sarwar A, Fahim M, Al-Dalali S, Din ZU, Din JU, Fill TP, Yang Z. conversion of linoleic acid to different fatty acid metabolites by *Lactobacillus Plantarum* 13-3 and in silico characterization of the prominent reactions. *Journal of the Chilean Chemical Society*. 2020 Sep;65(3):4879-84.
281. Ryland D, Vaisey-Genser M, Arntfield SD, Malcolmson LJ. Development of a nutritious acceptable snack bar using micronized flaked lentils. *Food Research International*. 2010 Mar 1;43(2):642-9.
282. Sun-Waterhouse D, Teoh A, Massarotto C, Wibisono R, Wadhwa S. Comparative analysis of fruit-based functional snack bars. *Food Chemistry*. 2010 Apr 15;119(4):1369-79.

283. Lima DS, Egea MB, Cabassa ID, de Almeida AB, de Sousa TL, de Lima TM, Loss RA, Volp AC, de Vasconcelos LG, Dall'Oglio EL, Hernandez T. Technological quality and sensory acceptability of nutritive bars produced with Brazil nut and baru almond coproducts. *LWT*. 2021 Feb 1;137:110467.
284. Mridula D, Singh KK, Barnwal P. Development of omega-3 rich energy bar with flaxseed. *Journal of Food Science and Technology*. 2013 Oct;50(5):950-7.
285. Silva de Paula N, Gomes Natal DI, Aparecida Ferreira H, de Souza Dantas MI, Machado Rocha Ribeiro S, Stampini Duarte Martino H. Characterization of cereal bars enriched with dietary fiber and omega 3. *Revista chilena de nutrición*. 2013 Sep;40(3):269-73.
286. US Food and Drug Administration. Added Sugars: Now Listed on the Nutrition Facts Label (<https://www.fda.gov/media/135299/download>, Erişim Tarihi: 23.08.2022)
287. Munir M, Ahad A, Gull A, Qayyum A, Siddique NR, Mumtaz A, Safdar N, Ali B, Nadeem M, Qureshi TM. Addition of Spinach Enhanced the Nutritional Profile of Apricot Based Snack Bars. *Pakistan Journal of Agricultural Research*. 2019 Sep 1;32(3).
288. Pintado CM, Veloso A, Maria Z, Silveira A, Beato H, de Andrade LP, Delgado F. New flavour bars with cherry, almond and honey. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2020 Nov 8:857-63.
289. Bchir B, Jean-François T, Rabetafika HN, Blecker C. Effect of pear apple and date fibres incorporation on the physico-chemical, sensory, nutritional characteristics and the acceptability of cereal bars. *Food Science and technology international*. 2018 Apr;24(3):198-208.
290. Padmashree A, Sharma GK, Govindaraj T. Development and evaluation of shelf stability of flaxoat nutty bar in different packaging materials. *Food and Nutrition Sciences*, 2013, 4, 538-546
291. Uyar BB, Gezmen-Karadağ M, ŞANLIER N, Günyel S. Toplumumuzda sıklıkla kullanılan bazı bitkilerin toplam fenolik madde miktarlarının saptanması. *Gıda*. 2013;38(1):23-9.
292. Santos MA, Costa GM, Dias SS, Klososki SJ, Barão CE, Gomes RG, Pimentel TC. Pasteurised sugarcane juice supplemented with *Lactobacillus casei* and prebiotics: physicochemical stability, sensory acceptance and probiotic survival. *International Food Research Journal*. 2019 Aug 1;26(4).
293. Miranda, R.F., da Silva, J.P., Machado, A.R.F., da Silva, E.C., de Souza, R.C., Marcolino, V.A., Klososki, S.J., Pimentel, T.C. and Barão, C.E., 2019. Impact of the addition of *Lactobacillus casei* and oligofructose on the quality parameters of orange juice and hibiscus tea mixed beverage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(12), p.e14249.
294. Costa GM, de Carvalho Silva JV, Mingotti JD, Barão CE, Klososki SJ, Pimentel TC. Effect of ascorbic acid or oligofructose supplementation on *L. paracasei* viability, physicochemical characteristics and acceptance of probiotic orange juice. *LWT*. 2017 Jan 1;75:195-201.
295. Kemsawasd V, Chaikham P. Survival of probiotics in soyoghurt plus mulberry (cv Chiang Mai 60) leaf extract during refrigerated storage and their ability to tolerate gastrointestinal transit. *LWT*. 2018 Jul 1;93:94-101.

296. Miranda RF, de Paula MM, da Costa GM, Barão CE, da Silva AC, Raices RS, Gomes RG, Pimentel TC. Orange juice added with *L. casei*: is there an impact of the probiotic addition methodology on the quality parameters?. *Lwt*. 2019 Jun 1;106:186-93.
297. Wang L, Zhang H, Lei H. Phenolics Profile, Antioxidant Activity and Flavor Volatiles of Pear Juice: Influence of Lactic Acid Fermentation Using Three *Lactobacillus* Strains in Monoculture and Binary Mixture. *Foods*. 2021 Dec 21;11(1):11.
298. Seyhan SA. DPPH Antioksidan Analizinin Yeniden Değerlendirilmesi. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*. 2019;9(2):125-35.
299. Aydın B, Çiydem T, Esra KA, Leyla AÇ. Evaluation of the Antioxidant Effects of Postbiotics and Paraprobiotics in Lactic Acid Bacteria Isolated from Traditional Fermented Sausages. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 2021(28):849-52.
300. Meethal SM, KAur N, Singh J, Gat Y. Effect of addition of jackfruit seed flour on nutrimental, phytochemical and sensory properties of snack bar. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*. 2017 Aug 20;5(2):154-8.
301. Tylewicz U, Nowacka M, Rybak K, Drozdal K, Dalla Rosa M, Mozzon M. Design of healthy snack based on kiwifruit. *Molecules*. 2020 Jul 21;25(14):3309.
302. Sciammaro L, Ferrero C, Puppo C. Physicochemical and nutritional characterization of sweet snacks formulated with *Prosopis alba* flour. *LWT*. 2018 Jul 1;93:24-31.
303. Rukh L, Nadeem M, Kausar T, Murtaza MA, Luqman M, Shahid MB, Shaukat A. Studies on effect of addition of date pit powder and soy protein isolate on physicochemical properties of date bars. *Sarhad Journal of Agriculture*. 2021 Dec 1;37(4):1134-43.
304. Messaoudi R, Abbeddou S, Mansouri A, Calokerinos AC, Kefalas P. Phenolic profile and antioxidant activity of date-pits of seven Algerian date palm fruit varieties. *International Journal of Food Properties*. 2013 Jul 4;16(5):1037-47.
305. Rajagukguk YV, Arnold M, Sidor A, Kulczyński B, Brzozowska A, Schmidt M, Gramza-Michałowska A. Antioxidant Activity, Probiotic Survivability, and Sensory Properties of a Phenolic-Rich Pulse Snack Bar Enriched with *Lactiplantibacillus plantarum*. *Foods*. 2022 Jan 24;11(3):309.
306. Zulaikha Y, Yao SH, Chang YW. Physicochemical and functional properties of snack bars enriched with *Tilapia* (*Oreochromis niloticus*) by-product powders. *Foods*. 2021 Aug 17;10(8):1908.
307. Maisto M, Annunziata G, Schiano E, Piccolo V, Iannuzzo F, Santangelo R, Ciampaglia R, Tenore GC, Novellino E, Grieco P. Potential Functional Snacks: Date Fruit Bars Supplemented by Different Species of *Lactobacillus* spp. *Foods*. 2021 Jul 29;10(8):1760.
308. Sousa MF, Guimarães RM, de Oliveira Araújo M, Barcelos KR, Carneiro NS, Lima DS, Dos Santos DC, de Aleluia Batista K, Fernandes KF, Lima MC, Egea MB. Characterization of corn (*Zea mays* L.) bran as a new food ingredient for snack bars. *LWT*. 2019 Mar 1;101:812-8.
309. Nadeem M, Haseeb M, Aziz Awan J. Development and physico-chemical characterization of apricot-date bars. *Journal of Agricultural Research* (03681157). 2012 Jul 1;50(3):409-421

310. Hussien HA, Salem EM, Masoud MR. Innovation of high nutritional value snack bars from dates and extruded cereals. *Egyptian Journal of Agricultural Research*. 2018 Mar 6;96(1):149-58.
311. Onfry SA, Wickham LD, Mohammed M. Formulation and assessment of selective Physico-chemical, microbiological, nutritional and sensory properties of three snack bars. In III International Conference on Postharvest and Quality Management of Horticultural Products of Interest for Tropical Regions 1047 2013 Jul 1 (pp. 287-294).
312. Erciyes Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Gıda Analizleri ve Teknolojisi Laboratuvar Föyü s:1-4
313. Mahendradatta M, Laga A, Nurhisna NI. Study of snack bar combination of banana flour (*Musa paradisiaca*) and mung bean flour blending as emergency food. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2020 Apr 1 (Vol. 486, No. 1, p. 012054). IOP Publishing.
314. Silva EP, Siqueira HH, Damiani C, VILAS BOAS EV. Physicochemical and sensory characteristics of snack bars added of jerivá flour (*Syagrus romanzoffiana*). *Food Science and Technology*. 2016 Jun 20;36:421-5.
315. Edima-Nyah AP, Ojmelukwe PC, Nwabueze TU. In Vitro Nutrient Analysis of High Fibre Snack Bars Produced From Blends of African Breadfruit, Maize and Coconut. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*. 2019;13(10):52-61.
316. Jabeen S, Huma N, Sameen A, Zia MA. Formulation and characterization of protein-energy bars prepared by using dates, apricots, cheese and whey protein isolate. *Food science and technology*. 2020 Aug 5;41:197-207.
317. Dhiman AK, Thakur P, Attri S, Kathuria D, Ramachandran P. Utilization of ripe pumpkin (*Cucurbita moschata*) for the development of fruit bar. *Curr J Appl Sci Technol*. 2020:63-73.
318. Silva EC, Santos Sobrinho VD, Cereda MP. Stability of cassava flour-based food bars. *Food Science and Technology*. 2013;33:192-8
319. Keskin M, Setlek P, Demir S. Renk ölçüm sistemlerinin gıda bilimleri ve tarımda kullanım alanları. In International Advanced Researches & Engineering Congress 2017 Nov (pp. 16-18).
320. Zainal Abidin NA, Abdullah MA, Rusli ND, Zainol MK. Physicochemical properties and sensory acceptance of *Canavalia ensiformis* tempeh energy bar. *Food Research Food Research*. 2020;4;(5):1637 – 1645
321. Prazeres IC, Domingues AF, Campos AP, Carvalho AV. Elaboration and characterization of snack bars made with ingredients from the Amazon. *Acta Amazonica*. 2017 Apr;47:103-10.
322. Aramouni FM, Abu-Ghoush MH. Physicochemical and sensory characteristics of no-bake wheat–soy snack bars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2011 Jan 15;91(1):44-51.
323. Singh V, Aggarwal P, Kaur S, Kaur N. Development, characterization, and shelf life studies of phytonutrient-rich date bar from immature dates (*Phoenix dactylifera* L.). *Biomass Conversion and Biorefinery*. 2022 Jul 19:1-2.
324. Ekafitri R, Desnilasari D, Isworo R, Affandi DR, Lutfiyanti R. The Effect of Beans and Baking on Banana Bar Qualities. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 2022 Jun 30;33(1):52-9.

325. Pena CJ, Fabito M, Jacinto MJ, Balagtas M. Development of granola bars with taro (*colocasia esculenta*) root, okara pulp floor, and moringa oleifera leaves. Adventist University of the Philippines. Journal of Health Sciences. 2018;1 (1):13-19.



8 EKLER

EK 1. Etik Kurul Kararı



EK 1. Etik Kurul Kararı (devam)



EK 1. Etik Kurul Kararı (devam)



EK 2. Duyusal Analiz Puanlama Testi

Panelistin Adı-Soyadı:

Tarih:/...../2022

Ürün: Atıştırmalık bar

Saat:

Açıklama: Aşağıda verilmiş olan kalite kriterleri açısından size verilen kodlu örnekleri ayrı ayrı 5 puan üzerinden değerlendiriniz.

Kalite kriterleri	Örnekler	
	Numune 1	Numune 2
Renk		
Yapışkanlık (Ele)		
Yapışkanlık (Dişlere)		
Lezzet		
Çiğnenebilirlik		
Aroma		
Genel kabul edilebilirlik		

Puan değerleri ile ilgili açıklamalar: 1=Çok kötü, 2=Kötü, 3=Orta, 4=İyi, 5 =Çok iyi

9 ÖZGEÇMİŞ



