

**AKASYA GAMI VE PEKTİN İLAVESİNİN SİYAH HAVUÇ KATKILI  
PROBİYOTİK YOĞURTLARIN FONKSİYONEL VE TEKNOLOJİK  
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Saliha KARAMAN MUTLU**



T.C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AKASYA GAMI VE PEKTİN İLAVESİNİN SİYAH HAVUÇ KATKILI  
PROBİYOTİK YOĞURTLARIN FONKSİYONEL VE TEKNOLOJİK  
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Saliha KARAMAN MUTLU**  
0000-0003-2702-4793

Doç. Dr. Tülay ÖZCAN  
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI


BURSA - 2019

## TEZ ONAYI

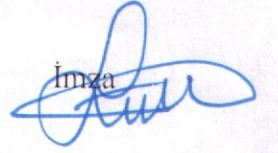
Saliha KARAMAN MUTLU tarafından hazırlanan "Akasya Gamı ve Pektin İlavesinin Siyah Havuç Katkılı Probiyotik Yoğurtların Fonksiyonel ve Teknolojik Özelliklerine Etkisinin Araştırılması" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman :** Doç. Dr. Tülay ÖZCAN

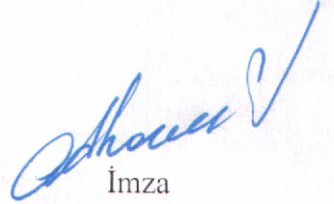
**Başkan :** Doç. Dr. Tülay ÖZCAN  
0000-0002-0223-3807  
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

  
İmza

**Üye :** Doç. Dr. Lütfiye YILMAZ ERSAN  
0000-0001-9588-6200  
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

  
İmza

**Üye :** Dr. Öğr. Üyesi Gökhan AKARCA  
0000-0002-5055-2722  
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

  
İmza

**Yukarıdaki sonucu onaylarım.**

  
**Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN**  
Enstitü Müdürü  
23/09/2019

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

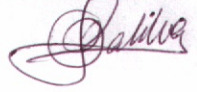
- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,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

**beyan ederim.**

23/09/2019

İmza

Saliha KARAMAN MUTLU



## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### AKASYA GAMI VE PEKTİN İLAVESİNİN SİYAH HAVUÇ KATKILI PROBİYOTİK YOĞURTLARIN FONKSİYONEL VE TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

**Saliha KARAMAN MUTLU**

Bursa Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Doç. Dr. Tülay ÖZCAN

Bu çalışmada, siyah havuç püresi katkı, akasya gamı ve pektin ilavesiyle üretilen probiyotik yoğurtların depolama süresi boyunca mikrobiyolojik, fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyuşal özelliklerinde meydana gelen değişimler araştırılmış ve üretilen fonksiyonel ürünlerin teknolojik özellikleri belirlenmiştir.

Yoğurt üretiminde süte %0,2 oranında akasya gamı ve pektin ilave edilmiştir. Akasya gamı ve pektin içeren yoğurtlar %8 siyah havuç püresi ile hazırlanmıştır. Probiyotik yoğurtların üretiminde *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* kültürleri kullanılmıştır. Depolama süresi boyunca 1., 7., 14. ve 21. günlerde probiyotik bakteri sayısı, fiziko-kimyasal analizler olarak pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, renk ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $\Delta E^*$ ,  $H^\circ$ ,  $C^*$ ), tekstürel olarak sıklık, konsistens, iç yapışkanlık değerleri ve duyuşal olarak görünüş, yapı ve tekstür, aroma, genel kabul edilebilirlik ve satın alınabilirlik değerleri belirlenmiştir. Üretim sonrası probiyotik yoğurt örneklerinde kuru madde, kül, toplam antioksidan aktivite (DPPH ve FRAP), toplam fenolik madde, antosiyanin ve indirgen şeker analizi gerçekleştirilmiştir.

Pektin, akasya gamı ile siyah havuç püresi ilavesinin probiyotik yoğurtlarda depolama süresince yoğurt ve probiyotik bakterilerin gelişimini teşvik ettiği ve mikroorganizma canlılık seviyesinin biyoterapötik seviyede ( $>6 \log_{10}$  kob/g) kaldığı belirlenmiştir. En yüksek *L. acidophilus* ve *B. animalis* subsp. *lactis* sayısı siyah havuç ve akasya gamı içeren yoğurt örneğinde bulunmuştur. Siyah havuç, pektin ve akasya gam ilavesi probiyotik yoğurtlarda toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktiviteyi artırırken, tekstürel özellikleri de iyileştirmiştir. Duyuşal beğenilirlik depolama boyunca artarken, akasya gamı ve siyah havuç katkı örnek duyuşal açıdan daha çok beğenilmiştir.

Sonuç olarak, pektin, akasya gamı ve siyah havuç püresinin yoğurtlarda *L. acidophilus* ve *B. animalis* subsp. *lactis* türleri için potansiyel prebiyotik etki gösterdiği, teknolojik özellikleri geliştirdiği ve ürüne fonksiyonel özellik kazandırdığı belirlenmiştir. Bu katkıların içerdikleri renk, antioksidan ve fenolik gibi biyoaktif bileşenler ile probiyotik süt ürünlerinde kullanılabileceği saptanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Yoğurt, probiyotik, siyah havuç, akasya gamı, pektin

**2019, x + 127 sayfa.**

## ABSTRACT

MSc Thesis

### INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ACACIA GUM AND PECTIN ADDITION ON THE FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF BLACK CARROT ADDED PROBIOTIC YOGURT

SALIHA KARAMAN MUTLU

Bursa Uludag University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering

**Supervisor:** Assoc. Prof. Dr. Tülay OZCAN

In this study, changes in microbiological, physico-chemical, textural and sensory properties of probiotic yogurts produced with addition of black carrot puree, acacia gum and pectin throughout storage were investigated and technological properties of the produced functional products were determined.

In the production of yogurt, 0,2% acacia gum and pectin were added to the milk. Yogurts containing acacia gum and pectin were prepared with 8% black carrot puree. *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* cultures were used in production of probiotic yogurts. The number of probiotic bacteria, pH and titratable acidity, serum separation, colour values ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $\Delta E^*$ ,  $H^\circ$ ,  $C^*$ ), texturally firmness, consistency, cohesiveness and sensorial appearance, structure and texture, aroma, general acceptability and affordability values were determined on the 1., 7., 14., and 21. days of storage. After production, dry matter, ash, total antioxidant capacity (DPPH and FRAP), total phenolic, anthocyanin and reduced sugar contents were analyzed in the samples.

It was found that addition of pectin, acacia gum and black carrot puree to probiotic yogurt stimulated the growth of probiotic bacteria and yogurt development during storage and the viability of the probiotic bacteria was determined within the biotherapeutic level ( $>6 \log_{10}$  cfu/mL). The highest number of *L. acidophilus* and *B. animalis* subsp *lactis* were found in yogurt sample containing black carrot and acacia gum. It was detected that black carrot, pectin and acacia gum addition increased the total phenolic content and antioxidant activity of probiotic yogurts as well as improving textural properties. Sensorial attributes increased throughout storage whereas yogurts containing acacia gum and black carrot displayed higher scores for sensorial attributes.

As a result, it was determined that acacia gum, pectin and black carrot puree supplementation had potential prebiotic on *L. acidophilus* and *B. animalis* subs *lactis* species, as well as enhancing the technological properties and increasing the functional properties of yogurt. These additives could be used in development of probiotic dairy products due to their colour, antioxidant and phenolic components.

**Key words:** Yogurt, probiotic, black carrot, acacia gum, pectin

**2019, x + 127 pages.**

## ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Tülay Özcan danışmanlığında tarafımda hazırlanmış, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne yüksek lisans tezi olarak sunulmuştur.

Yüksek lisans eğitimim boyunca desteğini ve bilgisini esirgemeyen, çalışkanlığını ve azmini örnek aldığım değerli hocam Doç. Dr. Tülay Özcan'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmama değerli katkıları için Doç. Dr. Lütfiye Yılmaz Ersan'a, bu aşamada bana yardımcı olan Esra Topçuoğlu'na ve destekleri için Tuğçe Özdemir'e teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, her zaman yanımda olan sevgili annem Leyla Karaman ve babam Cemil Karaman başta olmak üzere tüm aile fertlerime, her zaman destek olan sevgili eşim Burak Mutlu'ya teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Saliha KARAMAN MUTLU  
23/09/2019

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
2.1. Probiyotikler ve Prebiyotikler.....	8
2.2. Akasya Gamı ve Süt Ürünlerinde Kullanımı.....	22
2.3. Pektin ve Süt Ürünlerinde Kullanımı.....	30
2.4. Siyah Havuç ve Süt Ürünlerinde Kullanımı.....	36
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	49
3.1. Materyal.....	49
3.1.1. Yağsız süt tozu.....	49
3.1.2. Bakteri kültürleri.....	49
3.1.3. Akasya gamı.....	49
3.1.4. Pektin.....	49
3.1.5. Siyah havuç.....	50
3.2. Yöntem.....	52
3.2.1. Deneme deseni.....	52
3.2.2. Yoğurt kültürünün aktive edilmesi.....	52
3.2.3. Siyah havuç püresinin hazırlanması.....	53
3.2.4. Yoğurt üretimi.....	53
3.3. Yoğurt Örnekleri ve Siyah Havuca Uygulanan Analizler.....	54
3.3.1. Mikrobiyolojik analizler.....	55
3.3.2. Fiziko-kimyasal analizler.....	57
3.3.3. Tekstürel analizler.....	61
3.3.4. Duyusal analizler.....	62
3.3.5. İstatistiksel analizler.....	62
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	64
4.1. Mikrobiyolojik Özellikler.....	64
4.2. Fiziko-kimyasal Özellikler.....	76
4.2.1. Fermantasyon ve depolama boyunca pH değişimi.....	76
4.2.2. Titrasyon asitliği.....	79
4.2.3. Serum ayrılması.....	82
4.2.4. Renk değerleri ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ , $\Delta E^*$ , $H^\circ$ ve $C^*$ ).....	84
4.2.5. Siyah havuç katkılı pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurtların genel bileşimi.....	91
4.3. Tekstürel Özellikler.....	95



	<b>Sayfa</b>
4.3.1. Sıkılık (Firmness).....	95
4.3.2. Konsistens (Consistency).....	96
4.3.3. İç yapışkanlık (Cohesiveness).....	98
4.4. Duyusal Özellikler .....	100
5. SONUÇ .....	106
KAYNAKLAR .....	110
ÖZGEÇMİŞ .....	127

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
$\log_{10}$	10 tabanında logaritma
$\alpha$	Alfa
ssp.	Alt tür
$\beta$	Beta
dk	Dakika
FeSO <sub>4</sub>	Demir sülfat
g	Gram
g.s	Gramsaniye
g/L	Gram/Litre
HCl	Hidroklorik asit
Ca	Kalsiyum
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
COO-	Karboksil grubu
kcal/g	Kilokalori/gram
kDa	Kilo dalton
kg	Kilogram
kob	Koloni oluşturan birim
L	Litre
CH <sub>4</sub>	Metan
m <sup>2</sup>	Metrekare
$\mu\text{m}$	Mikron
mg	Miligram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
ppm	Milyonda bir
-OH	Hidroksil grubu
H <sub>2</sub>	Hidrojen
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Hidrojen peroksit
H <sub>2</sub> S	Hidrojen sülfür
K	Potasyum
rpm	Revolution per minute (Dakikada devir sayısı)
sn	Saniye
°C	Santigrat derece
cm	Santimetre
cm <sup>3</sup>	Santimetreküp
Na	Sodyum
NaCl	Sodyum klorür
%	Yüzde

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
DPPH	2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil
TROLOX	6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametil-kroman-2-karboksilik asit
ANOVA	Analisis of varience (Varyans analizi)
AB	Avrupa Birliği
MRS	de Man, Rogosa and Sharpe
FRAP	Demir(III) indirgeyici antioksidan aktivite
LM	Düşük esterleşme dereceli
FC	Folin-ciocalteu
FAO	Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
FDA	Food and Drug Administration (Gıda ve İlaç Dairesi)
FOSHU	Foods for Specified Health Use (Özel Sağlık Kullanımı İçin Olan Gıdalar)
FTS	Fizyolojik tuzlu su
FOS	Frukto-oligosakkarit
GAE	Gallik asit eşdeğeri
GOS	Galakto-oligosakkarit
GRAS	Generally recognized as safe (Genellikle güvenli olarak kabul edilen)
GI	Gastrointestinal
GPx	Glutasyon peroksidaz
GR	Glutasyon redüktaz
GST	Glutasyon-s-transferaz
ADI	Günlük alım miktarı
JECFA	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (Gıda Katkı Maddeleri FAO/WHO Ortak Uzman Komitesi)
CAT	Katalaz
KZYA	Kısa zincirli yağ asitleri
QE	Kuersetin eşdeğeri
IBS	Kolon-irritabl bağırsak sendromu
LAB	Laktik asit bakterileri
LSD	Least significant difference (En küçük anlamlı fark)
ns	Not significant (Önemli değil)
TPTZ	Tripiridiltriazin
TAE	Tris-acetate-EDTA
TE	Trolox eşdeğeri
RFO	Rafinoz ailesi oligosakkaritleri
SOD	Süperoksit dismutaz
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
HM	Yüksek esterleşme dereceli
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Probiyotiklerin sağlık üzerine etkileri ve etki mekanizması.....	14
Şekil 2.2. Fermente süt ürünlerinde kullanılan probiyotiklerin canlılığını etkileyen etmenler.....	15
Şekil 2.3. İnsan bağırsak sistemi ve aktivitesi.....	19
Şekil 2.4. Prebiyotiklerin etkileri.....	20
Şekil 2.5. Akasya gamı sızıntısı ve granül şekli.....	23
Şekil 2.6. Akasya gamı üretim akış şeması.....	24
Şekil 2.7. Pektinin bitkilerde bulunması.....	31
Şekil 2.8. Pektin yapısının şematik gösterimi.....	32
Şekil 2.9. Siyah havuç ( <i>Daucus carota</i> ssp. <i>Sativus</i> var. <i>Atrorubens</i> Alef.).....	37
Şekil 2.10. Fenolik bileşenlerin sağlık üzerine etkileri.....	39
Şekil 2.11. Bazı karoten türlerinin yapısı.....	40
Şekil 2.12. Antioksidanların sınıflandırılması.....	42
Şekil 2.13. Reaktif oksijen türlerinden kaynaklanan hastalıklar.....	43
Şekil 2.14. Antosiyanin temel yapısı.....	45
Şekil 4.1. Depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerindeki <i>S. thermophilus</i> sayısındaki değişim ( $\log_{10}$ kob/g).....	67
Şekil 4.2. Depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerinin <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayısındaki değişim ( $\log_{10}$ kob/g).....	69
Şekil 4.3. Depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerinin <i>L. acidophilus</i> sayısındaki değişim ( $\log_{10}$ kob/g).....	72
Şekil 4.4. Depolama süresi boyunca <i>B. animalis</i> subsp. <i>lactis</i> sayısında ( $\log_{10}$ kob/g) meydana gelen değişim.....	74
Şekil 4.5. Probiyotik yoğurt örneklerinin fermantasyon boyunca pH değişimi.....	77
Şekil 4.6. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca pH değişimi.....	79
Şekil 4.7. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinde görülen titrasyon asitliği (%) değişimi.....	81
Şekil 4.8. Depolama süresince probiyotik yoğurtlarda meydana gelen serum ayrılması (mL/25g) değerlerinin değişimi.....	84
Şekil 4.9. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin a) ( $L^*$ ), b) ( $a^*$ ), c) ( $b^*$ ) değeri değişimi.....	88
Şekil 4.10. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin a) ( $\Delta E^*$ ), b) ( $H^\circ$ ), c) ( $C^*$ ) değeri değişimi.....	90
Şekil 4.11. Depolama süresince yoğurt örneklerinin sıklık değerlerindeki değişim.....	96
Şekil 4.12. Depolama süresince yoğurt örneklerinin konsistens değerlerindeki değişim.....	98
Şekil 4.13. Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık değerleri değişimi.....	100
Şekil 4.14. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca genel kabul edilebilirlik değerlerindeki değişim.....	103
Şekil 4.15. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca satın alma niyeti değerlerindeki değişim.....	103
Şekil 4.16. Yoğurt örneklerinin depolama süresi boyunca duyu özelliklerindeki değişim.....	103

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Türkiye’de içme sütü üretim miktarları (ton/yıl) .....	7
Çizelge 2.2. Türkiye’de yoğurt üretim miktarları (ton/yıl) .....	7
Çizelge 2.3. Probiyotik olarak bilinen mikroorganizmalar .....	11
Çizelge 2.4. Bazı <i>Bifidobacterium</i> türlerinin izole edildiği kaynaklar.....	17
Çizelge 2.5. Akasya gamının yapısal içeriği.....	24
Çizelge 2.6. Akasya gamının gıdalarda kullanımı .....	26
Çizelge 2.7. Akasya gamının sağlık etkileri.....	27
Çizelge.2.8. Bazı meyve ve bitkilerdeki pektin içeriği.....	33
Çizelge 2.9. Pektinin gıda endüstrisinde kullanımı ve etki mekanizması.....	34
Çizelge 2.10. Flavanoidlerin gruplandırılması, bileşen ve gıda kaynakları.....	43
Çizelge 3.1. Akasya gamı ürün özellikleri.....	50
Çizelge 3.2. Pektin ürün özellikleri.....	51
Çizelge 3.3. Siyah havucun fiziko-kimyasal özellikleri.....	51
Çizelge 3.4. Yoğurt örneklerine ait deneme deseni.....	52
Çizelge 4.1. Siyah havuç katkı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurtlarda depolama süresi boyunca bakteri sayısındaki değişim ( $\log_{10}$ kob/g).....	65
Çizelge 4.2. Siyah havuç katkı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince <i>S. thermophilus</i> sayısında meydana gelen değişim ( $\log_{10}$ kob/g).....	66
Çizelge 4.3. Siyah havuç katkı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerindeki <i>S. thermophilus</i> sayısındaki değişime ilişkin LSD testi sonuçları ( $\log_{10}$ kob/g).....	67
Çizelge 4.4. Siyah havuç katkı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayısında meydana gelen değişim ( $\log_{10}$ kob/g).....	68
Çizelge 4.5 Siyah havuç katkı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerindeki <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayısındaki değişime ilişkin LSD testi sonuçları ( $\log_{10}$ kob/g).....	69
Çizelge 4.6. Siyah havuç katkı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince <i>L. acidophilus</i> sayısında meydana gelen değişim ( $\log_{10}$ kob/g).....	71
Çizelge 4.7. Siyah havuç katkı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerindeki <i>L. acidophilus</i> sayısındaki değişime ilişkin LSD testi sonuçları ( $\log_{10}$ kob/g).....	72
Çizelge 4.8. Siyah havuç katkı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince <i>B. animalis</i> subsp. <i>lactis</i> sayısında meydana gelen değişim ( $\log_{10}$ kob/g).....	73
Çizelge 4.9. Siyah havuç katkı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerindeki <i>B. animalis</i> subsp. <i>lactis</i> sayısındaki değişime ilişkin LSD testi sonuçları ( $\log_{10}$ kob/g).....	74
Çizelge 4.10. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca pH değişimi.....	78
Çizelge 4.11. Siyah havuç katkı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları.....	78

Çizelge 4.12. Probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerindeki değişim.....	80
Çizelge 4.13. Siyah havuç katkılı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları.....	81
Çizelge 4.14. Probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerlerindeki değişim (mL/25 g).....	82
Çizelge 4.15. Siyah havuç katkılı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları.....	83
Çizelge 4.16. Probiyotik yoğurt örneklerinin $L^*$ , $a^*$ ve $b^*$ değerlerindeki değişim.....	86
Çizelge 4.17. Siyah havuç katkılı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerinin $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları.....	87
Çizelge 4.18. Siyah havuç katkılı pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurtların $\Delta E^* H^\circ$ ve $C^*$ değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları.....	89
Çizelge 4.19. Siyah havuç katkılı pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurtların genel bileşimi.....	91
Çizelge 4.20. Yoğurt örneklerinin sıklık (g) değerlerindeki değişim.....	95
Çizelge 4.21. Yoğurt örneklerinin konsistens (gs) değerlerindeki değişim.....	97
Çizelge 4.22. Yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık (g) değerlerindeki değişim.....	99
Çizelge 4.23. Siyah havuç katkılı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerinin sıklık, konsistens, iç yapışkanlık değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları.....	100
Çizelge 4.24. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca belirlenen duyusal değerlendirme puanları.....	102
Çizelge 4.25. Probiyotik yoğurt örneklerinin duyusal değerlendirmesine ait LSD testi.....	104

## 1. GİRİŞ

Günümüzde benimsenen hızlı hayat temposu ve kolay ulaşılabilen hızlı tüketim ürünlerinin artması, dengesiz bir beslenme alışkanlığının yaygınlaşmasına neden olmaktadır. Obezite, kalp damar hastalıkları, çeşitli kanser türlerinin giderek artması ile bunları azaltmak ve engellemek için tıp ve teknolojide meydana gelen değişimler ile de birlikte sağlıklı beslenme bilincini giderek önem kazanmaktadır. Bu aşamada fonksiyonel ve nutrasötik gıdalar ön plana çıkmaktadır (Betoret ve ark. 2011).

Fonksiyonel gıdalar beslenmenin ötesinde, insan fizyolojisine ve metabolik etkinlikleri üzerine önemli faydaları olan, hastalıklardan koruma etkisine sahip, sağlıklı yaşamada etkinlik gösteren gıda veya gıda bileşenleridir. Fonksiyonel gıdalar, kronik hastalıkların oluşma riskini büyük ölçüde azaltan temel bileşenleri içermektedir (Stanton 2005, Csapó ve Némethy 2018, Karaman ve Özcan 2018).

Probiyotikler ve prebiyotikler fonksiyonel gıdalar arasında yer almaktadır. Probiyotikler, canlılığın doğal bağırsak mikrobiyotasını olumlu yönde değiştirirerek ve patojenlere karşı direncini arttırarak sağlığa yararlı etkiler sağlayan canlı mikrobiyel gıda kaynaklarıdır (Soccol ve ark. 2010, Tripathi ve Giri 2014).

Probiyotiklerin, bağırsak mikroflorasının korunmasında, bağışıklık sisteminin güçlendirilmesinde, serum kolesterol seviyesinin ve kan basıncının düşürülmesinde ve antibiyotik kullanımının yol açtığı bağırsak enfeksiyonlarına karşı etkili olduğu tespit edilmiştir (D'Aimmo ve ark. 2007, Araujo 2010). Süt ürünlerinde en çok kullanılan probiyotik suşların *L. acidophilus*, *B. bifidum*, *B. animalis* subsp. *lactis*, *L. rhamnosus* ve *L. casei* olduğu bilinmektedir. Yapılan çalışmalarda, fermente süt, peynir, yoğurt, dondurma, krema ve sütlü tatlı gibi süt ürünlerinin yüksek laktoz içeriği gibi bazı besinsel özellikleri sebebiyle probiyotik bakterilerin gelişimi için uygun olduğu belirlenmiştir (Leroy ve De Vuyst 2014, Santana ve ark. 2014).

Prebiyotikler, probiyotik mikroorganizmaların gelişmesini teşvik eden ve aktivitelerini seçici olarak uyaran sindirilemeyen gıda bileşenleridir. Fonksiyonel süt ürünlerinin

bileşenlerinin hazırlanmasında en yaygın olarak kullanılan prebiyotikler fruktanlar (inulin ve frukto-oligosakaritler) ve galakto-oligosakaritler'dir (GOS) (Gibson ve Roberfroid 2008, Brunser ve Gotteland 2010). Diyet lifleri, bitkilerin hücre duvarından elde edilen farklı tip karbonhidratlardır ve insan sindirim sistemi tarafından hidrolize edilemeyen bileşenlerdir. Suda çözünebilir ve suda çözünemeyen lifler olarak ikiye ayrılmaktadırlar.  $\beta$ -glukan, inulin, dirençli nişasta, gamlar ve pektin suda çözünür lifler olarak prebiyotik potansiyeli olan bileşikler arasında yer almaktadır (Jalili 2001, Glibowski ve Skrzypczak 2017).

Gamlar, bitkisel veya hayvansal kaynaklardan mikrobiyolojik fermantasyon ya da polisakaritlerin kimyasal modifikasyonlarından elde edilen suda çözünebilir karbonhidratlardır. Gıdalarda yapıyı iyileştirici, kıvam arttırıcı, emülsifiye edici ve stabilizatör özellikleri ile katkı maddesi olarak kullanılmaktadırlar. Gıdanın teknolojik ve fonksiyonel özelliklerini geliştirmenin yanısıra kolesterol düşürücü, diyabet ve kalp-damar hastalık riskini azaltıcı etkilere de sahiptirler (Masood ve ark. 2007, Clemens ve Pressman 2017).

Pektin, meyve ve sebzelerde yüksek oranda bulunan bir polisakarit olup, metille esterleşmiş galakturonik asit zincirinden meydana gelen kompleks bir yapıya sahiptir. Ticari olarak çoğunlukla turunçgil kabukları ve elma posasından elde edilen pektin, gıdalarda emülgatör, jelleştirici ve stabilizatör olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır (Harholt ve ark. 2010, Ciriminna ve ark. 2015). Pektin, bağırsakta yararlı bakteriler tarafından fermente edilebilmekte ve aktivitelerini arttırmakta, gastrik boşalma zamanını azaltmakta, mineral absorpsiyonunu geliştirmekte ve sindirim sistemini olumlu şekilde etkilemektedir (Wüstenberg 2014, Chung ve ark. 2016, Chung ve ark. 2017).

Akasya gamı, *Acacia senegal* ve *Acacia seyal* türü ağacın dal ve yapraklarından elde edilen çözünür lif bakımından zengin, viskoz olmayan doğal bir polisakarittir (Phillips ve Williams 2000, Patel ve Goyal 2015). Mide ve bağırsak sisteminde sindirime dirençlidir fakat gastrointestinal sistemde fermente olabilmektedir. Fermantasyonu sonucunda kısa zincirli yağ asitlerinin (KZYA) oluşması nedeni ile prebiyotik etki



göstermekte ve yararlı bakterilerin aktivitesini olumlu etkilemektedir (Phillips ve Phillips 2011, Wüstenberg 2014).

Fenolik bileşikler, meyve, sebze ve diğer bitkilerin duyuşal ve besinsel kalitesinde önemli belirleyiciler olan ikincil bitki metabolitleridir. Meyve ve sebzeler yüksek fenolik madde içeriğine sahip olmaları sebebiyle antioksidatif ve antimikrobiyel etkiye sahiptirler (Fang ve ark. 2009, Ignat ve ark. 2011).

Siyah havuç, sağlığı geliştirici ve kronik hastalıkların önlenmesinde etkin rol oynayan antosiyanin ve antioksidan bakımından zengin önemli bir polifenol kaynağıdır. Siyah havuçta mevcut olan bu polifenollerin, birçok kanser ve diyabet türü, kardiyovasküler hastalıklar ve oksidatif stres dahil olmak üzere bazı hastalıklara karşı etkili olduğu tespit edilmiştir (Metzger ve Barnes 2009, Akhtar ve ark. 2017).

Siyah havuç, içerdiği yüksek oranda antosiyanin sebebiyle mor-siyah renge sahiptir ve yüksek ısıya dayanıklı olması, ışık ve pH kararlılıkları sayesinde doğal renklendirici olarak da kullanılabilir (Montilla ve ark. 2011). Meyve suları, alkolsüz içecekler, şekerlemeler, süt ürünleri ve bir çok gıda ürününde renklendirici olarak kullanılmasının yanı sıra bu ürünlerin besleyici ve nutrasötik değerini de yükseltmektedir (Khandare ve ark. 2011, Murali ve ark. 2015).

Antioksidan ve fenolik bileşenleri yüksek oranda içeren siyah havuç bitkisinin fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde kullanılabilir nispeten ucuz fakat değerli bir polifenol kaynağı olması sebebiyle kullanımı giderek artmıştır. Ayrıca Dünya’da ve Türkiye’de de doğal gıda renklendiricilerine talebin artması, ülkemiz iklim koşullarının siyah havuç yetiştirilmesine elverişli olması üretimini artmasına sebep olmuştur (Siro ve ark 2008, Kamiloglu 2016, Akhtar ve ark. 2017).

Bu çalışmada probiyotik yoğurdun doğal renk maddesi içeriği siyah havuç ile zenginleştirilerek duyuşal özelliklerinin iyileştirilmesi, yüksek antioksidan özelliği ile besin değerinin arttırılması, prebiyotik potansiyelinin araştırılması ve ürüne fonksiyonel özellik kazandırılması; akasya gamı ve pektin ilavesiyle, prebiyotik etkinin arttırılması ve

ayrıca bu bileşenlerin stabilizasyon etkisi ile teknolojik özelliklerinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçlar doğrultusunda;

1. Stabilizasyon ve prebiyotik etkili akasya gamı ve pektinin teknolojik ve fonksiyonel etkilerinden yararlanılarak probiyotik, nutrasötik yoğurt üretim teknolojisini geliştirmek,
2. *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* bakterilerinin gelişimini ve canlılığını izlemek ve ayrıca üretilen yoğurt modelinde prebiyotik potansiyeli belirlemek,
3. Akasya gamı, pektin ve siyah havuç püresiyle üretilen yoğurtların fiziko-kimyasal analizler (pH, asitlik, serum ayrılması, renk, kurumadde, kül, toplam antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, şeker analizi) ile ürün özellikleri ve bileşimini belirlemek,
4. Probiyotik yoğurt örneklerine ait tekstürel (sıklık, konsistens, iç yapışkanlık) özelliklerin belirlenmesi ile ürünlerin tekstürü ve teknolojik özelliklerini incelemek,
5. Eğitimli bir panelist grubu tarafından gerçekleştirilen duyuşal değerlendirmeler ile yoğurt çeşitlerinin genel kabul edilebilirlik ve tüketici satın alma niyetini saptamaktır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Beslenme, insan sağlığının korunması, vücutun normal fizyolojik işlevlerinin yerine getirebilmesi ve sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla besinlerin yeterli miktarda vücuda alınması ve sindirilmesidir (Özdemir 2017).

Son yıllarda, küreselleşme, nüfus artışı, ticarileşme, artan sağlık sorunları gibi nedenlerle beslenme alışkanlıkları değişmeye başlamıştır. Sağlık hizmetleri maliyetindeki artış, yaşam standartlarının yükselmesi, beslenme ve sağlık ilişkileri ile ilgili farkındalığın artması ve gıda teknolojisindeki ilerlemeler gibi bir çok etmen beslenme anlayışının değişmesini ve fonksiyonel gıdaların ön plana çıkmasını sağlamıştır (Saarela 2011, Bigliardi ve Galati 2013).

Fonksiyonel gıda, beslenme ihtiyacının ötesinde, bir veya daha fazla etkili bileşene bağlı olarak, düzenli olarak tüketildiğinde beden fizyolojisi ve metabolik fonksiyonlara ek faydalar sağlayan, sağlığı koruyucu ve hastalık riskini azaltıcı etkilere sahip gıda veya gıda bileşenleridir (Niva 2007, Csapó ve Némethy 2015, Karaman ve Özcan 2018, Santeramo ve ark. 2018).

Fonksiyonel gıdalar, 1980 yıllarının başından itibaren gıda fonksiyonlarının geliştirilmesi ve işlevsel gıdalar üzerine araştırmalar yapan Japonya'da ortaya çıkmıştır. Klinik çalışmalarda etkinlik göstermesi, güvenli olması ve aktif/etkili bileşenlerinin belirlenmiş olması şartını sağlayan gıdalar için FOSHU (Foods For Specific Health Use) kavramı oluşturulmuş ve yasal hale getirilmiştir. 1998 yılında da Amerika'da FDA tarafından fonksiyonel gıda terimi onaylanmıştır. Dünya genelinde, nutrasötikler (nutraceuticals), tasarım gıdalar (designer foods), farma gıdalar (f(ph)armafood), tıbbi gıdalar (medifood), vitafood vb. gibi terimler yaygınlaşarak kullanılmaya başlanmıştır (Roberfroid 2000, Saarela 2011, Martirosyan ve Singh 2015).

Türkiye'de fonksiyonel gıdalar, 2000'li yıllarda gıda pazarına girmiş ve 2011 yılında özel beslenme amaçlı gıdalar ve genetik modifiye gıdaların da yer aldığı 5179 sayılı kanunda tanımlanmıştır (Dölekoğlu 2012, Taş 2012).

Fonksiyonel gıdaların içerisinde çoğunlukla süt ürünleri, unlu mamüller, içecekler, yağlar, et ve yumurta gibi hayvansal ürünler ve bunların bileşenleri yer almaktadır. Türkiye’de ise çoğunlukla fonksiyonel süt ürünleri ön plana çıkmaktadır (Gok ve Ulu 2018).

Süt yapısında yağ, protein, laktoz, vitamin, mineral ve organik asit gibi maddeler ile önemli besin öğelerini içeren temel gıdalardandır. Süt içerdiği kazein,  $\beta$ -laktoglobulin,  $\alpha$ -laktalbumin, immünoglobulin, laktoferrin ve serum albümini ile obezite, kardiyovasküler hastalıklar, kemik erimesi, hipertaniyon, kanser vb. çeşitli hastalıkların önlenmesinde etkili olduğu bilinmektedir (Bharti ve ark. 2012, Nagpal ve ark. 2012).

Süt fermantasyonu sırasında kullanılan laktik asit bakterileri (LAB), laktozu laktik asite dönüştürmekte ve artan asitlik sonucu LAB dışındaki mikroorganizmaların gelişimi engellenmekte, aynı zamanda bakteriyosin ve diasetil gibi antimikrobiyel maddeler üretilmektedir (Fernández ve ark. 2015). Fermente süt ürünlerinin üretilmesinde LAB temel mikroorganizmalar olup, en yaygın şekilde kullanılan LAB cinsleri *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Lactococcus* ve *Leuconostoc* türleridir (Shiby ve Mishra 2013, Demirgül ve Sağdıç 2018).

Fermente süt ürünleri Türk Gıda Kodeksi’nde ‘Sütün uygun mikroorganizmalar tarafından fermantasyonu ile pH değerinin koagülasyona yol açacak veya açmayacak şekilde düşürülmesi sonucu oluşan ve içermesi gereken mikroorganizmaları yeterli sayıda, canlı ve aktif olarak bulunduran süt ürünleri’ şeklinde tanımlanmaktadır (2009/25 No’lu Fermente Süt Ürünleri Tebliği). Fermente Süt Ürünleri Tebliği’nde ayrıca yoğurt, asidofiluslu süt, kefir, kıymız, ayran, çeşnili fermente süt ürünleri vb. süt formülasyonları da yer almaktadır (Anonim 2009).

Yoğurt, protein, laktoz, kalsiyum, fosfor, riboflavin, tiamin, B<sub>12</sub>, folik asit, nisain, magnezyum ve çinko varlığı nedeniyle insan beslenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Yoğurt üretimi *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* mikroorganizmalarının uygun sıcaklık ve çevresel koşullar altında fermantasyonu ile gerçekleşmektedir. Sakkarolitik ve fermantatif laktik asit bakterilerinin

fermantasyonu sonucu oluşan asitlik, patojen mikroorganizmaların gelişimini engellemekte; kazeinin koagülasyonuna ve yoğurdun karakteristik tat ve dokunun oluşmasını sağlamaktadır (Hekmat ve Reid 2006, Kim ve Oh 2013).

Yoğurt üretiminde en önemli aşama olan yoğurt pıhtısı oluşumunda sütün %80'ini oluşturan kazein ( $\alpha$ 1-,  $\alpha$ 2-,  $\beta$ - ve  $\kappa$ -kazein) ve %20'sini oluşturan serum proteinleri etkili olmaktadır. LAB'nin gelişimi veya ortamda bulunan asitlerin etkisiyle pH değerinin 6,5'tan 4,7'ye (izoelektrik nokta) düşmesi sonucu kazein miselleri pıhtılaşmaktadır. Koagüle olan kazein ve yüksek ısı işlem ( $>65^{\circ}\text{C}$ ) etkisiyle denatüre olan serum proteinlerinin birlikte interaksiyonu sonucu yoğurt pıhtısı oluşmaktadır (Gür ve ark. 2010, Pires ve ark. 2018).

Süt ürünleri içerisinde içme sütü üretiminin her geçen yıl arttığı ve bu oranın 2018 yılında bir önceki yıla göre %7,2 oranında fazla olduğu bildirilmiştir. 2018 yılında tüm hayvansal kaynaklı sütlerin toplamı 22 120 716 ton'dur. Türkiye'de son 5 yılda üretilen içme sütü miktarının yıllara göre dağılımı Çizelge 2.1'de, son 5 yıldaki yoğurt üretim miktarı da Çizelge 2.2'de verilmiştir (TÜİK 2018).

**Çizelge 2.1.** Türkiye'de içme sütü üretim miktarları (ton/yıl)

Yıl	2014	2015	2016	2017	2018
Üretim miktarı (ton/yıl)	1 325 548	1 378 524	1 433 541	1 547 844	1 661 785

**Çizelge 2.2.** Türkiye'de yoğurt üretim miktarları (ton/yıl)

Yıl	2014	2015	2016	2017	2018
Üretim miktarı (ton/yıl)	1 101 261	1 123 017	1 173 577	1 172 195	1 198 796

Yapılan çalışmalarda, yoğurt tüketiminin yanısıra nutrasötik özellikleri ile laktoz intoleransına sahip kişilerde probiyotik bakterileri içeren süt ürünleri tüketiminin de sindirime faydalı olduğu belirtilmektedir. Fermente bir ürün olan yoğurdun da laktoz intoleransına sahip kişiler tarafından rahatlıkla tüketildiği düşünüldüğünde yoğurt tüketimi giderek artış göstermektedir (Deng ve ark. 2015).

Yoğurt tüketiminin; inflamatuvar bağırsak hastalığı, laktoz intolerans, bakteriyel enfeksiyonlar, kolon kanseri, gastrointestinal hastalıklar, diyare vb. hastalıkların önlenmesinde etkili olduğu klinik çalışmalarla tespit edilmiştir (Mazahreh ve Ershidat 2009, Shah 2013, Fernández ve ark. 2015).

## **2.1. Probiyotikler ve Prebiyotikler**

Gastrointestinal sistem boyunca ağızdan anorektal sisteme dağılmış trilyonlarca bakteri, sindirimi ve bağırsak homeostazını (kendi iç ortamını ve metabolizmasını dengede tutması) kolaylaştırmaktadır. Bağırsak mikrobiyotası beslenmeye, hastalıklara ve diğer çevresel etmenlere bağlı olarak değişebilen canlı organizmalardan oluşan dinamik bir topluluktur (David ve ark. 2014).

Bağırsak mikrobiyotası ve hastalıklar arasındaki ilişki ilk kez, 1684 yılında Anton van Leeuwenhoek tarafından ishal olan bir hastanın bağırsak mikrobiyotasının sağlıklı kişilerdekinden farklı olduğunu tespit etmesiyle ortaya konmuştur. Daha sonra yapılan çalışmalar, beslenmenin bağırsak mikrobiyotasının bileşimini ve etkinliğini doğrudan etkilediğini ve beslenmenin kronik hastalıkların önlenmesinde etkin rol oynadığını ortaya koymuştur (Turnbaugh ve ark. 2009, de Vos ve de Vos 2012).

Besin ögesi yükü, kısa sürede mikrobiyotayı değiştirebilmektedir. Bağırsak mukozasının alanı 200 m<sup>2</sup> olup yaklaşık 500 farklı mikroorganizma barındırmaktadır. Sağlıklı bir sindirim sisteminde yararlı mikroorganizmalar zararlı mikroorganizmaları kontrol altında tutarak, doğal flora dengesini korumakta, immün fonksiyonların düzenlenmesine yardımcı olmakta ve besin ögeleri hasarlarının önlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Gill ve Guarner 2004, Oflaherty ve Klaenhammer 2010).

Bağırsak mikrobiyotası, gastrointestinal kanalında (GI) bulunan bakteri, arkea, fungus, protozoa ve virüsleri içeren çok geniş bir mikroorganizma topluluğundan oluşmaktadır. Mikrobiyotada bulunan bakteri gruplarından *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Actinobacteria*, *Proteobacteria* ve *Verrucomicrobia* baskın durumda olanlardır (Tremaroli ve Backhed 2012, Morgan ve ark. 2013).

Beslenme ve gastrointestinal sistem mikrobiyotası arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar sonucunda, bağırsak mikrobiyotasının doğumdan önceki dönemlerde oluşmaya başladığı ve doğum şekli, anne sütü, ek gıda içeriği, annenin mevcut mikrobiyotası, antibiyotik, probiyotik kullanımı gibi etmenlerle şekillendiği görülmüştür (Palmer ve ark. 2007, Fouhy ve ark. 2012).

Bağırsak mikrobiyotası konağın bağışıklık sistemi ile birlikte gelişmekte olup mukozal bağışıklık hücrelerinin ve bağışıklık sisteminin gelişimini ve genişlemesini etkilemektedir. Bu mikrobiyotanın temel işlevleri gıdaların sindirimi, patojenlere karşı koruma, bağırsak epitel hücre büyümesi ve farklılaşmasının kontrolünü sağlamaktır (Rowland ve ark. 2018, Sittipo ve ark. 2018).

Bağırsak sisteminde mikrobiyel dengenin bozulması (lokal bağırsak inflamasyonu, intestinal geçirgenlik, besin ögesi sentezinin ve emiliminin bozulması, oksidatif stress, enzim aktivitesinin bozulması) ve zararlı bakterilerin artması mikrobiyel disbiyozis olarak adlandırılan patolojik duruma sebep olmaktadır. Mikrobiyel disbiyozis; obezite, kanser, diyabet, enflamatuar bağırsak hastalığı, kardiyovasküler hastalık, astım, parkinson, çölyak gibi birçok hastalıkla ilişkilendirilmiştir (Turnbaugh ve ark. 2009, Yüksel-Altuntaş ve Batman 2017, Ozcan ve ark. 2019).

Probiyotik, ‘pro’ ve ‘biota’ kelimelerinden oluşmakta ve ‘yaşam için’ anlamına gelmektedir. FAO/WHO tarafından ise probiyotikler ‘yeterli miktarda tüketildiğinde konakçı sağlığına faydalı olan canlı mikroorganizmalar’ olarak tanımlanmıştır. Bağırsaktaki yararlı mikroorganizmaları arttırmak için probiyotik, prebiyotik ve simbiyotik içeren gıdaların tüketilmesi gerekmektedir. Probiyotiklerin terapötik etkilerinin görülebilmesi için gıdalarla birlikte alınması gereken minimum miktarın  $10^6$ - $10^7$  kob/g olduğu belirtilmiştir (Tripathi ve Giri 2014, Kumar ve ark. 2015, Akhter ve ark. 2015, Yahfoufi ve ark. 2018).

Probiyotik, beslenme ile birlikte yeterli miktarda alındığında konakçı sağlığına faydalı olan patojen olmayan canlı mikroorganizma suşlarıdır. Probiyotikler, kanserojenik ve patojenik mikroorganizmalara karşı koruyucu, asit ve safra tuzlarına dayanıklı, bağırsak

mukozaına tutunabilen ve bağırsakta metabolize olabilen, antibiyotiklere karşı dirençli, güvenli canlı mikrobiyel gıda bileşenleridir (Dicks ve Bots 2010, Sip ve Grajek 2010, Kumar ve ark. 2015).

Probiyotik kavramı, Rus bilim adamı Elie Metchnikoff'un 20. yy'ın başlarında Bulgar köylülerin uzun ve sağlıklı yaşam sırrının, fazla miktarda fermente süt ürünlerinin kullanımı sonucu olduğu hipotezini ileri sürmesiyle ortaya çıkmıştır (Sharma ve ark 2012).

Probiyotik terimi ilk kez 1954 yılında Ferdinand Vergin tarafından, antimikrobiyel maddeler ve yararlı bakterilerin ("Probiotika") etkileşiminden bahsedildiği "Anti- und Probiotika" makalesinde kullanılmıştır (Corthier 2004).

1965 yılında Lilly ve Stillwell çalışmalarında, probiyotiklerin diğer mikroorganizmaların gelişmesini teşvik edici olduğunu belirtmiş ve antibiyotik terimi ile karşılaştırmışlardır (Sharma ve ark. 2012).

Probiyotiklerin tanımı daha sonra Fuller tarafından 1989 yılında "intestinal mikrobiyel dengeyi geliştirerek konakçıyı olumlu yönde etkileyen canlı mikrobiyel kültürler" olarak tekrar tanımlanmıştır (Khan ve Naz 2013). Probiyotik olduğu bilinen mikroorganizmalar Çizelge 2.3'te verilmiştir (Tripathi ve Giri 2014, Fazilah ve ark. 2018).

Probiyotik mikroorganizmaların sahip olması gereken bazı özellikler (Borchers 2009):

- Asit ve safraya karşı toleranslı olmalıdır,
- İnsan bağırsağında mukozal yüzeylere yapışabilmeli ve kolonileşebilmelidir,
- Patojenik mikroorganizmalara ve kanserojenik maddelere karşı antagonistik etkiye sahip olmalıdır,
- Transfer edilebilir antibiyotik direnç genleri taşımamalıdır,
- Antimikrobiyel madde üretimi sağlamalıdır,
- Güvenilir (GRAS) olmalı, insan ve hayvanlarda yan etkiye sebep olmamalıdır,
- Toksik üretmemeli ve patojenik olmamalıdır,
- İnsan orjinli olmalıdır,



- *Helicobacter pylori* 'nin gelişimini engelleyebilmelidir,
- Tüketim ve depolama boyunca canlılığını sürdürebilmelidir,
- Klinik olarak belgelenmiş ve onaylanmış sağlık etkilerine sahip olmalıdır, şeklinde tanımlanmıştır.

**Çizelge 2.3.** Probiyotik olarak bilinen mikroorganizmalar (Tripathi ve Giri 2014, Fazilah ve ark. 2018).

<b><i>Lactobacillus</i> Türleri</b> <i>Lactobacillus bulgaricus</i> <i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Lactobacillus delbrueckii</i> <i>Lactobacillus brevis</i> <i>Lactobacillus cellobiosus</i> <i>Lactobacillus reuteri</i> <i>Lactobacillus curvatus</i> <i>Lactobacillus fermentum</i> <i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Lactobacillus johnsonii</i> <i>Lactobacillus rhamnosus</i> <i>Lactobacillus helveticus</i> <i>Lactobacillus salivarius</i> <i>Lactobacillus gasseri</i>	<b><i>Bacillus</i> Türleri</b> <i>Bacillus subtilis</i> <i>Bacillus pumilus</i> <i>Bacillus lentus</i> <i>Bacillus licheniformis</i> <i>Bacillus coagulans</i>	<b><i>Bifidobacterium</i> Türleri</b> <i>Bifidobacterium bifidum</i> <i>Bifidobacterium breve</i> <i>Bifidobacterium adolescentis</i> <i>Bifidobacterium infantis</i> <i>Bifidobacterium longum</i> <i>Bifidobacterium thermophilum</i>
	<b><i>Propionibacterium</i> Türleri</b> <i>Propionibacterium shermanii</i> <i>Propionibacterium freudenreichii</i>	<b><i>Leuconostoc</i> Türleri</b> <i>Leuconostoc mesenteroides</i>
	<b><i>Bacteriodes</i> Türleri</b> <i>Bacteriodes capillus</i> <i>Bacteriodes suis</i> <i>Bacteriodes ruminicola</i> <i>Bacteriodes amylophilus</i>	<b><i>Streptococcus</i> Türleri</b> <i>Streptococcus cremoris</i> <i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Streptococcus intermedius</i> <i>Streptococcus lactis</i> <i>Streptococcus diacetilactis</i>
<b>Küf Türleri</b> <i>Aspergillus niger</i> <i>Aspergillus oryzae</i>	<b><i>Pediococcus</i> Türleri</b> <i>Pediococcus cerevisiae</i> <i>Pediococcus acidilactici</i> <i>Pediococcus pentosaceus</i>	<b><i>Maya</i> Türleri</b> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Candida torulopsis</i>

Probiyotik bakteriler, inhibitor antimikrobiyel peptit (bakteriyosin, mikrosin) üreterek patojen mikroorganizmalar üzerine antagonistik etki oluşturmaktadır. İkinci etki mekanizmaları ise, laktik ve asetik asit gibi organik asitler sentezleyerek ortam pH'sını düşürmek ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sentezleyerek patojen gelişimini engellemektir. Asit oluşumu ile de zararlı bakteriler için uygun olmayan çevre koşullarının oluşması sağlanmaktadır (Heczko ve ark. 2006). Bu bakteriler, bağırsak epitel hücrelerinin patojenik mikroorganizmalar ve toksik ajanlardan korunmak için oluşturduğu mukozal bariyer bütünlüğünü korumakta ve bağırsak yüzeyine yapışarak patojen mikroorganizmaların çoğalması için gereksinim duyduğu besin elementlerini tüketerek çoğalmalarını engellemekte, immün yanıtı modüle etmektedirler (Habil ve ark. 2014, Yahfoufi ve ark 2018).

Probiyotiklerin bağışıklık sistemi etkileri üzerine çalışmalar giderek artmaktadır. Alerji, kanser, *Helicobacter pylori* (*H. pylori*) gelişiminin engellenmesi, ürogenital sistem hastalıkları, laktoz intoleransına karşı pozitif etkilerinin olduğu da belirtilmektedir (Brunser ve Gotteland 2010). Probiyotikler, antibiyotik alımıyla kaybedilen faydalı mikroorganizmaların geri kazanımında ve antibiyotiğe bağlı diyarede etkili olmaktadır (D'souza 2002). İnflamatuar bağırsak hastalıklarından ülseratif kolit, chron hastalığı, spastik kolon-irritabl bağırsak sendromu (IBS), *H. pylori*'nin tedavisinde etkili oldukları da saptanmıştır. Probiyotik bakteriler, bağırsak pH'sının düşmesine sebep olması ve amonyak geçirgenliğini azaltma mekanizmasıyla da hepatik ensefalopat yani karaciğer yetmezliğine karşı etkilidirler. Bazı probiyotik türleri, safra asitlerini konjuge edebilmekte ve serum düzeyini düşürücü etki göstermektedirler (Solga 2003, Brunser ve Gotteland 2010, Donaldson ve ark. 2016, Sanders ve ark. 2018). Probiyotiklerin sağlık üzerine etkileri ve etki mekanizması Şekil 2.1'de özetlenmiştir.

Probiyotiklerin vücuda alımı, fermente süt ürünleriyle, probiyotik takviyesi yapılmış gıdanın tüketilmesiyle ve probiyotik bakteri içeren farmakolojik ürünlerle olmak üzere üç temel kaynaktan sağlanmaktadır. Probiyotik kaynağı olarak en fazla fermente süt ya da yoğurt ön plana çıkmaktadır. Ticari olarak probiyotik yoğurt üretiminde yoğurt bakterilerinin yanısıra *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, ve *Lactobacillus casei* suşlarının kullanımı iyi bir probiyotik kaynağı olarak görülmektedir (Ramchandran 2009, Santana ve ark. 2014).

Yoğurdun karakteristik tat bileşenlerinin büyük çoğunluğu, başlangıç kültürü olarak kullanılan mikroorganizmaların aktivitesi sonucu oluşan asetaldehit, laktik asit, diasetil, aseton, etanol vb. ikincil metabolitlerden kaynaklanmaktadır.

Fermantasyon sırasında bu mikroorganizmalar süt bileşenlerinin üç ana biyokimyasal dönüşümünü gerçekleştirmektedirler:

- i. karbonhidratın laktik asit veya diğer metabolitlere dönüşümü (glizoliz),
- ii. kazeinlerin peptidlere ve serbest amino asitlere (proteoliz) hidrolizi
- iii. süt yağının serbest yağ asitlerine ayrılması (lipoliz) (Chen ve ark. 2017).

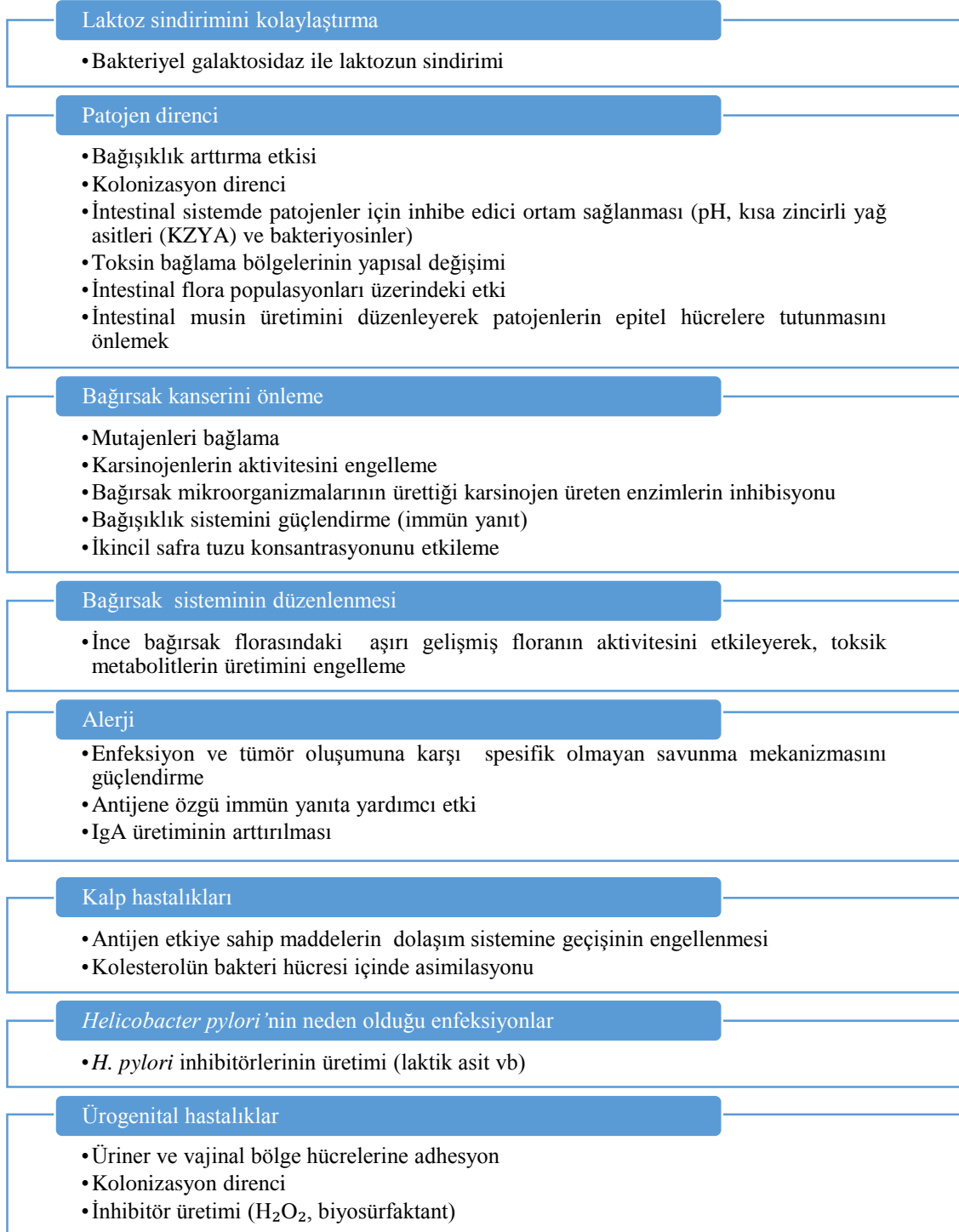
Laktik asit bakterileri, *Alloiococcus*, *Globicatella*, *Carnobacterium*, *Aerococcus*, *Oenococcus*, *Enterococcus*, *Dolosigranulum*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Vagococcus*, *Weissella*, *Lactosphaera*, *Tetragenococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* ve *Lactobacillus* cinslerini içermektedir. Birkaç tür dışında, laktik asit bakterileri, “genel olarak güvenli” (GRAS) olarak bilinen patojenik olmayan organizmalardır. Gram (+), spor oluşturmeyen, katalaz negatif, asit toleranslı, fakültatif anaerobik özellik göstermektedirler. Anaerobik, fakültatif ve mikroaerofilik gelişim göstermekte ve şeker oranının yüksek olduğu ortamlarda çok iyi gelişmektedirler (Garrote ve ark. 2010, Dianawati ve ark. 2016).

*L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus delbrueckii*’nin bir alt türüdür. Hücre duvarı peptidoglukan yapıda, gram (+), hareketsiz, termofilik, tekli, ikili ya da zincir formda bulunabilen çubuk şeklinde, sporsuz bir bakteridir. Optimum gelişme sıcaklığı 42-45°C optimum pH’sı ise 5,2-5,5’tir. Zorunlu homofermantatif bir bakteri olan *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, laktoz, glikoz ve fruktozu fermente edebilmekte; fermentasyon sonucu laktik asit, asetaldehit, etil alkol ve uçucu yağ asitleri oluşturmaktadır. Yoğurt fermentasyonu sırasında sentezlediği bileşenler ile *S. thermophilus*’un gelişimini desteklemektedirler (Tamime ve Robinson 2007, de Souza Oliveira ve ark. 2012).

*Lactobacillus* türleri, insan vücudunda sindirim sistemi, boşaltım sistemi ve genital bölgede doğal olarak bulunan önemli mikroorganizmalardır. *L. acidophilus*, çubuk şeklinde ve kısa zincir yapısında olup, katalaz (-), anaerob veya fakültatif anaerob ve homofermantatif özellik göstermektedir. Optimum gelişme sıcaklığı 37 °C, optimum pH değeri 5,5-6’dır. Fruktoz, glikoz, galaktoz, mannoz, sellobiyoz, trehaloz, amigdalin, eskülin, maltoz ve sakkarozu fermente edebilmekte, mannitolü kullanamamaktadır (Gopal 2011, Yang ve ark. 2018). Fermentasyon sonucu, laktik asit, laktosidin, asidofilin, laktasin B, laktaz F, asitosin A ve B, hidrojen peroksit gibi antimikrobiyel maddeler üreterek bağırsak patojenlerine karşı antagonistik etki göstermektedirler (Heczko ve ark. 2006, Gopal 2011).

*L. acidophilus*, hayvan veya insan bağırsaklarında kolonileşebilme kabiliyetleri ve konakçı için sağlık faydaları sağlamaları nedeniyle probiyotik olarak kabul edilen bakterilerdir. *L. acidophilus*, insan fekal bakteri enzimlerinin seviyesini değiştirebilmekte

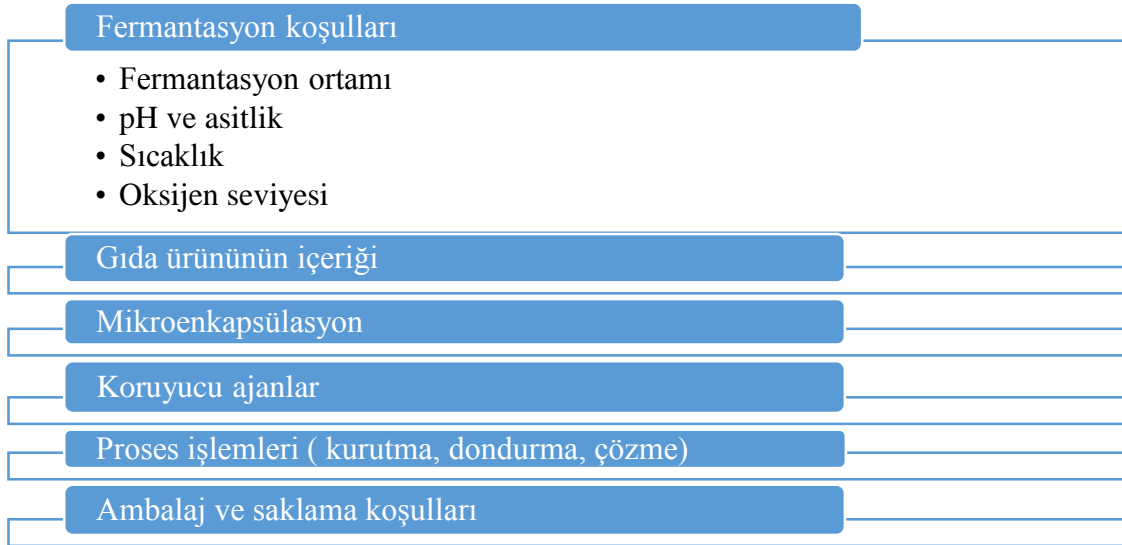
ve fekal bakteriyel  $\beta$ -glukuronidaz ve nitroredüktaz aktivitelerini modüle edebilmektedir (Yang ve ark. 2018).



**Şekil 2.1.** Probiyotiklerin sağlık üzerine etkileri ve etki mekanizması (Çakır 2003, Martinez ve ark. 2009, Jones ve ark. 2012, Sanders ve ark. 2018).

Probiyotiklerin fermente süt ürünlerindeki canlılığını fermantasyon koşulları, ortamda bulunan çözülmüş oksijen ve hidrojen peroksit, paketlenme, gıda bileşenleri vb. birçok etmen etkilemektedir (Şekil 2.2.) (Tripathi ve Giri 2014, Mortazavian ve ark. 2006, Barat ve Ozcan 2018).

*S. thermophilus*, gram pozitif, çapı 1 µm'den küçük, yuvarlak ve uzun zincirler halinde bulunmakta, hücre duvarı yapısı ise N-asetilglukozamin ve Nasetilmuramik asitten oluşmaktadır. Gelişme sıcaklıkları 10-50°C arasında olup optimum gelişme sıcaklığı 37-42°C, optimum pH'sı 6-6,5'tur. *S. thermophilus*, homofermantatif yapıda ve fakültatif anaerobiktir. Laktoz ve sakkarozu fermente edebilmekte, fermantasyon sonucu laktik asit (%5-1,0), diasetil, asetaldehit ve laktat oluşturmaktadır. Proteolitik aktivitesi zayıf olmakla birlikte gelişimi için gerekli olan lösin, glutamik asit, sistein gibi temel aminoasitleri dış kaynaklardan temin etmektedir (Tamime ve Robinson 2007, Herve-Jimenez ve ark. 2008, Özer ve Akdemir-Evrendilek 2014).



**Şekil 2.2.** Fermente süt ürünlerinde kullanılan probiyotiklerin canlılığını etkileyen etmenler (Mortazavian ve ark. 2006, Tripathi ve Giri 2014, Barat ve Ozcan 2018).

*Bifidobacterium* türleri, yaşam boyunca insanlarda normal bağırsak mikrobiyotasının büyük bir bölümünü oluşturmaktadırlar. Yetişkin bir insanın kolonundaki *bifidobacteria* sayısı  $10^{10}$ - $10^{11}$  kob/g'dır, ancak bu sayı yaşla birlikte azalmaktadır (De Vrese ve ark. 2008). Bu bakteri Freshman Tissier tarafından ilk kez 1899 yılında anne sütüyle beslenen

sağlıklı bir bebeğin dışkılarından izole edilmiş ve *Bacillus bifidus comminus* olarak isimlendirilmiştir (Dianawati ve ark. 2016).

*Bifidobacterium* türlerinin hücre duvarları, polisakkaritleri, proteinleri içeren kalın bir peptidoglikan zarından oluşan tipik bir gram-pozitif yapıya sahiptir. Karakteristik bir morfolojiye sahip olup, hareketsiz, şekilsiz, çubuk biçiminde ve dallanmış yapıda bulunmaktadır. Bazı türleri ise, tek biçimli dallı, çatallanmış Y ve V formlarında bulunabilmektedir (Bhaskar ve ark. 2017). Hareketsiz, spor oluşturmeyen, katalaz, nitrat redüksiyonu ve jelatin hidrolizi negatif, anaerobik mikroorganizmalardır. Bifidobakteriler anaerobik mikroorganizmalar olup *B. animalis* subsp. *lactis* ve *Bifidobacterium thermophilum* gibi bazı suşları mikroaerofiliktir (Li ve ark. 2010, Dianawati ve ark. 2016).

İnsan orjinli *Bifidobacterium* türlerinin optimum gelişim sıcaklıkları 36-38°C iken hayvan orjinli türler, 41-43°C sıcaklıkta iyi gelişme göstermektedirler (Leahy ve ark. 2005). *Bifidobacterium* türleri aside dayanıklı olup büyüme için optimum pH değerleri 6,5 ile 7,0 arasındadır. 4,5 pH'nın altında ve 8-8,5 pH'nın üzerinde tutulan *Bifidobacterium* suşları canlı kalamamaktadır (Biavati ve Mattarelli 2015). Bu bakteriler sakkarolitik organizmalardır olup karakterize edilen tüm suşları glikoz, galaktoz ve fruktozu fermente edebilme kabiliyetine sahiptirler. Glikoz fermantasyonu ile CO<sub>2</sub> oluşturmaksızın, Fruktoz-6-fosfat yolu ile fermantasyon sonucu (3:2) oranında; asetik asit ve L(+) laktik asit oluşturmaktadırlar. Oluşturdukları asit sonucu bağırsak sisteminin asitliğini arttırarak bağırsak pH'sını düzenlemekte ve bağırsak rahatsızlıklarını azaltmaktadırlar. Aynı zamanda ürettikleri antimikrobiyel maddeler ile *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus cereus*, *Shigella dysenteriae*, *Salmonella typhosa*, *Bacteroides vulgatus* gibi mikroorganizmaları inhibe etmektedirler (Biavati ve Mattarelli 2006, Heczko ve ark. 2006, Bermudez ve ark. 2012).

*B. animalis* subsp. *lactis*'in, oksijen de dahil olmak üzere stres faktörlerine, en sık kullanılan tür olan diğer *Bifidobacterium* türlerinden daha dirençli olduğu bilinmektedir. *B. animalis* subsp. *lactis* ayrıca yüksek oksijen toleransı göstermektedir ve bu nedenle süt

ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Gueimonde ve ark. 2012, dos Santos Cruxen ve ark. 2017).

Bazı probiyotik *Bifidobacterium* türlerinin izole edildiği kaynaklar Çizelge 2.4'te verilmiştir (Leahy ve ark. 2005).

**Çizelge 2.4.** Bazı *Bifidobacterium* türlerinin izole edildiği kaynaklar (Leahy ve ark. 2005).

Tür	İzole edildiği kaynak
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	Yetişkin insan ve bebek dışkısı, dana dışkısı
<i>Bifidobacterium breve</i>	Yetişkin insan dışkısı, vajina, dana dışkısı
<i>Bifidobacterium adolescentis</i>	Yetişkin insan dışkısı
<i>Bifidobacterium infantis</i>	Yetişkin insan dışkısı
<i>Bifidobacterium longum</i>	Yetişkin insan ve bebek dışkısı, vajina
<i>Bifidobacterium thermophilum</i>	Sığır rumeni, domuz ve dana dışkısı

Prebiyotikler, gastrointestinal sistemde sindirilmeden kolona ulaşabilen ve burada bulunan probiyotik bakterilerin çoğalmasını spesifik bir fermantasyon ile gerçekleştiren ve konakçı sağlığına faydalı etki mekanizmalarının oluşmasını sağlayan substratlardır. Prebiyotik tanımı ilk kez 1995 yılında kullanılmaya başlanmıştır (Rolim 2015). Mide ve bağırsakta gelişim gösteren *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* vb. faydalı mikroorganizmaların gelişimi için substrat görevi görmekte ve patojenlere karşı direnci artırarak ‘‘prebiyotik etki’’ sağlamaktadırlar. Prebiyotik etki, genel anlamda fonksiyonel gıdaların tüketilmesiyle ve probiyotiklerin sayısı ve aktivitesi artmasıyla ortaya çıkmaktadır (Gibson ve Roberfroid 2008, Akhter ve ark. 2015, Yahfoufi ve ark. 2018).

Bir gıda bileşeninin prebiyotik olarak nitelendirilebilmesi için bazı özelliklere sahip olması gerekmektedir (De Vrese ve ark. 2008):

- Enzimatik sindirim ve bağırsak emilimine direnç göstermelidir.
- Kolonda bulunan mikroorganizmalar tarafından hidrolize edilmelidir.
- Bir veya daha çok bakterinin gelişimini teşvik etmelidir.
- Konakçı sağlığına olumlu etkileri olmalıdır.

Genel olarak frukto-oligosakkaritler, galakto-oligosakkaritler, soya oligosakkaritleri, gluko-oligosakkaritler, laktuloz, çözümlü diyet lifleri gibi nişasta olmayan karbonhidratlar prebiyotik bileşenler olarak sayılabilmektedir. Prebiyotik substratlar kimyasal yapı itibarıyla protein/peptit, sakkarit ve yağ olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadırlar. Sakkaritler ise kendi içinde oligosakkaritler, disakkaritler ve polisakkaritler olarak sınıflandırılmaktadır (Saad ve ark. 2013, Buriti ve ark. 2016, Karaman ve Özcan 2018).

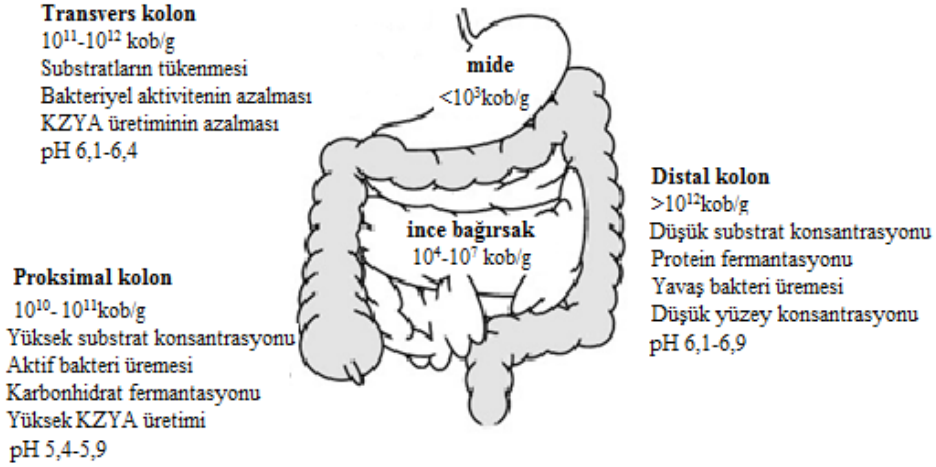
Hindiba, yabani soğan, sarımsak, kuşkonmaz, muz yüksek miktarda frukto-oligosakkarit içermektedir. Enginar, pırasa, sarımsak ve soğanın iyi bir inülin kaynağı olduğu bilinmektedir. Anne sütünde de doğal olarak bazı oligosakkaritler bulunmaktadır (Gibson ve Roberfroid 2008, Sabater-Molina ve ark. 2009,).

Prebiyotiklerin gıdalarda kullanım olanağı oldukça geniştir. Yoğurt, tatlı, kek ve şekerlemelerde şeker ikamesi, tat ve lif kaynağı olarak; unlu mamüller, diyetetik ürünlerde tekstür düzenleyici ve lif katkısı olarak; bebek mamaları ve alkollü içeceklerde hoş tat sağlamak ve stabilizatör olarak; et ürünleri ve peynirde yağ ikamesi olarak kullanılmaktadır (Wang 2009, Aydınol ve Ozcan 2018).

Prebiyotikler değişikliğe uğramadan kolona ulaşabilmekte ve kolonda bağırsak mikrobiyotası tarafından spesifik mikrobiyel glikozidaz enzimleri ile hidroliz olmaktadır. Bağırsaktaki bakteriler sindirilemeyen polisakaritleri ve proteinleri hidrolize etmektedir. Kalın bağırsakta hidrolize edilmiş polisakaritlerin mikrobiyel fermantasyonu sonucu: asetat, propiyonat ve butirat gibi kısa zincirli yağ asitleri (KZYA), ayrıca laktat, format, etanol ve gazlar ( $CO_2$ ,  $H_2$ ,  $CH_4$ ) oluşmaktadır (Robert ve Bernalier-Donadille 2003, Payne ve ark. 2012). Proteinin disimilatör metabolizması sonucu ise amonyak, aminler, merkaptanlar ve  $H_2S$ 'in yanı sıra bazı fenolik bileşikler üretilmektedir. Hidrolize edilmiş nişastaların, liflerin ve diyet karbonhidratlarının mikrobiyel fermantasyonundan kaynaklanan KZYA üretimi, enerji ihtiyacının %5-10' unu oluşturmakta ve bağırsak pH'sının düşürerek patojen mikroorganizmalar için inhibe edici etki yaratmaktadır (LeBlanc ve ark. 2017).



Prebiyotiklerin, probiyotiklerin gelişimini uyararak bağışıklık sistemini güçlendirdiği, bağırsakta iltihap önleyici etki sağladığı, kalsiyum ve magnezyum gibi minerallerin emilimini arttırdığı bilinmektedir (Chung ve ark. 2017, Chakravarty ve ark. 2019). İnsan bağırsak sistemi ve aktivitesi Şekil 2.3'te verilmiştir (Payne ve ark. 2012).

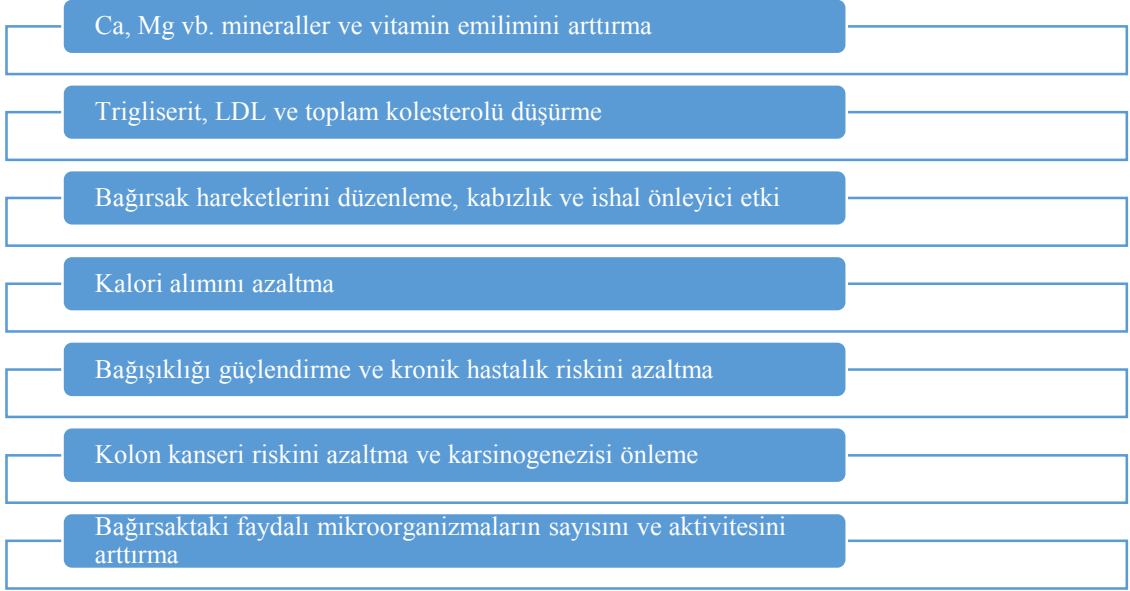


**Şekil 2.3.** İnsan bağırsak sistemi ve aktivitesi (Payne ve ark. 2012).

Prebiyotiklerin yararlı etkileri şu şekilde sayılabilmektedir (de Morais 2016, Roberfroid 2000, Karaman ve Özcan 2018) (Şekil 2.4.):

- Bağırsaktaki faydalı mikroorganizmaların büyümesini teşvik ederek floranın modülasyonunu sağlamaktadırlar,
- Müsin üretimini arttırarak kabızlık ve ishalin önlenmesinde etkili olmaktadır,
- İkincil safra asitleri ve kanseri teşvik eden enzimlerin yanısıra toksik, mutajenik veya genotoksik maddelerin ve bakteri metabolitlerinin konsantrasyonunu azaltmaktadırlar,
- Kolesterol, trigliserit ve serum lipit miktarını dengelemektedirler,
- Bağırsak pH'sını düşürmekte patojen mikroorganizmaların gelişimini önleyerek enfeksiyonlara karşı direnç sağlamaktadırlar,
- Bağırsakta Mg ve Ca gibi minerallerin emilimini kolaylaştırmakta; vitamin emilimini arttırmaktadırlar,
- Peptit duyarlılığını azaltmakta ve atopiyi önleyebilmektedirler,

- Atopik bünyeli kişilerde, immün sistemin şekillenmesini sağlamaktadırlar,
- Tümör önleyici etkiye sahiptirler,
- Bebeklerde bağırsak sağlığını olumlu etkilemektedirler.



**Şekil 2.4.** Prebiyotiklerin etkileri (Karaman ve Özcan 2018).

Probiyotik meyveli yoğurttaki probiyotik canlılık, fiziko-kimyasal ve duyuşsal özelliklerin incelendiği bir çalışmada, *S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. acidophilus* LA-5, *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 ve *Propionibacterium jensenii* 702 bakterileri incelenmiştir. Meyve katkısı olarak elma, portakal, çarkıfelek meyvesi, ananas suyu, mango ve muz püresinden oluşan bir meyve suyu karışımı kullanılmış %5, 10, 15 oranında yoğurda katılmıştır. Depolama sonunda canlılık seviyelerinin, *P. jensenii* 702  $10^8$  kob/g, *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 yaklaşık  $10^7$  kob/g düzeyinde olduğu, *L. acidophilus* LA-5'in terapötik seviyenin altında kaldığı görölmüştür. Meyve suyu katkısının viskoziteyi ve su tutma kapasitesini azalttığı, duyuşsal beğenilirliği arttırdığı görölmüştür (Ranadheera ve ark. 2012).

akmakı ve ark. (2012), muz marmelatı (%15) ile ürettikleri probiyotik yoğurdun bazı kalite kriterleri ve mikrobiyolojik özelliklerini incelemişlerdir. Yoğurt bakterileri ve probiyotik *L. acidophilus*, *B. bifidum* türlerini içeren yoğurt örnekleri 14 gün boyunca depolanmış ve depolamanın 1, 3, 5, 7, 10 ve 14. günlerinde asitlik, pH, mikrobiyolojik ve

duyusal özellikleri incelenmiştir. En yüksek *L. acidophilus* (8,14 log<sub>10</sub> kob/g) sayısı 3. günde *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren yoğurtta bulunmuştur. En yüksek *B. bifidum* sayısı ise 6,38 log<sub>10</sub> kob/g olarak yalnızca *B. bifidum* bulunan yoğurt örneğinde tespit edilmiştir. 7. gün itibari ile yoğurtların probiyotik özelliği azalmıştır.

Mikroenkapsülasyon yönteminin probiyotik kültürlerinin etkisi üzerine yapılan bir çalışmada, *L. acidophilus*, *B. bifidum* ve *L. casei* kültürleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda enkapsüle edilmiş probiyotik bakteri sayısının, enkapsüle olmayan bakterilerden daha yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir. *B. bifidum* kültürünün 7 log<sub>10</sub> kob/g üzerinde kaldığı görülmüştür (Krasaekoopt ve ark. 2006).

Martínez-Villaluenga ve Gómez (2007), yaptığı bir çalışmada *B. animalis* subsp. *lactis* ve *L. acidophilus* türlerinin fermente sütte canlılığı ve metabolit etkilerini araştırmışlardır. Acı bakla tohumundan elde edilen oligosakkarit (raffinose family oligosaccharides (RFOs)) ile zenginleştirilmiş sütün 21 gün boyunca fiziksel ve kimyasal özellikleri araştırılmıştır. Depolama sonunda kontrol örneğinde, *L. acidophilus* 6,15 log<sub>10</sub> kob/mL, *B. animalis* subsp. *lactis* 6,20 log kob/mL, oligosakkarit katkılı örnekte *L. acidophilus* 7,09 log<sub>10</sub> kob/mL, *B. animalis* subsp. *lactis* 7,20 log<sub>10</sub> kob/mL değerlerinde bulunmuştur. RFOs kullanımının probiyotikler üzerine etkili olduğu görülmüştür.

Cruz ve ark. (2013) oligofruktozların probiyotik olarak kullanılmasının, yoğurdun reolojik, fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Yoğurtlar %0, 2, 4, 6, 8 oranında oligofruktoz ilavesi ile üretilmiştir. Örnekler arasında bakteri canlılığı açısından önemli derecede farklılık gözlenmemiştir. Oligofruktoz konsantrasyonunun artmasıyla tiksotropi ve viskozite değerinin arttığı tespit edilmiştir. %2,58 üzerinde oligofruktoz kullanımının tüketiciler tarafından duyusal olarak daha az beğenildiği görülmüştür.

Kailasapathy ve ark. (2008) bazı meyve türlerinin probiyotik etkisini incelemek amacıyla *L. acidophilus* ve *B. animalis* subsp. *lactis* türleriyle üretilen probiyotik yoğurtları 35 gün boyunca gözlemlemişlerdir. Mango, orman meyveleri, çarkıfelek ve çilek %5 ve %10 oranında yoğurda eklenmiştir. %10 çarkıfelek ve *L. acidophilus* içeren

yoğurt ile, % 10 orman meyvesi ve *L. acidophilus* içeren yoğurt hariç meyve eklenmesinin probiyotik canlılık üzerine önemli bir etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Meyve ilave edilmiş yoğurtların 35 günlük depolama süresi sonunda  $10^6$ - $10^7$  kob/g düzeyinde olduğu görülmüştür.

## 2.2. Akasya Gamı ve Süt Ürünlerinde Kullanımı

Genel olarak bitkilerden sızan yapışkan, zamksı maddeleri tanımlamak için kullanılan gam terimi teknik olarak kıvam arttırıcı ve jelleştirici etkiye sahip suda çözünebilir polimerik karbonhidratlar anlamına gelmektedir. Gamlar nem tutucu özellikte olmalarını sağlayan hidrofilik kolloid yapıları nedeniyle ‘‘hidrokolloidler’’ olarak adlandırılmaktadırlar (Khalil ve ark. 2017). Gamlar, deniz yosunu, bitki ve çekirdeklerden ekstrakte edilmesiyle veya mikrobiyel fermantasyon sonucu elde edilmektedirler (Wüstenberg 2014).

Akasya gamı *Acacia senegal* ve *Acacia seyal* türü akasya ağaçlarının kurumuş kök ve dallarındaki sızıntıdan elde edilmektedir. Kuraklık, zayıf toprak verimliliği, yaralanma gibi stres koşullarında oluşturmaktadırlar. Sızıntı, viskoz olmayan yapıda ve çözünür lif bakımından zengindirler (Phillips ve Williams 2000). Akasya gamı sızıntısı ve granül şekli Şekil 2.5’te verilmiştir.

Akasya gamının kullanımı 5000 yıl öncesine dayanmakta olup, genel olarak Afrika ve Batı Asya’da yetiştirilmektedir. Bu bitkilerin coğrafi dağılışı, Afrika'nın batısından Hint yarımadasına kadar uzanmaktadır. Akasya gamının çoğu kurak Sudan, Çad, Nijerya, Senegal ve Etiyopya topraklarından toplanmaktadır. Sudan, akasya gamı ticaretinin % 80'ini oluşturan en büyük ihracatçısı konumundadır. Gam arabik ismini Avrupa'ya tanıtan ve popülerliğinde kilit rol oynayan Arap tüccarlardan almıştır (Elhassaneen ve ark. 2014).

Akasya gamı, polisakarit ve glikoproteinden oluşan karmaşık bir yapıya sahiptir. Ana zinciri, 1,3-bağlanmış  $\beta$ -D-galaktopiranosil birimlerinden oluşmaktadır. Yan zincirler, ana zincire 1,6-bağları ile birleştirilen iki ila beş 1,3-bağlı  $\beta$ -D-galaktopiranosil

biriminden oluşmaktadır. 200-600 kDa molekül ağırlığına sahiptir (Lopez-Torrez ve ark. 2015, Alla ve Sadeek 2018).



**Şekil 2.5.** Akasya gamı sızıntısı ve granül şekli (Patel ve Goyal 2015).

Akasya gamı arabinoz, ramnoz, galaktoz, glukoranik asit gibi çeşitli karbonhidratlar ve kısmen Na, K, Ca, Mg tuzlarını içermektedir (Nasir ve ark. 2008). *A. senegal* ve *A. seyal* arasında yapı ve içerik bakımından bazı farklılıklar bulunmaktadır (Çizelge 2.5.). *A. senegal* daha fazla protein, L-ramnoz, glukuronik asit ve galaktoz içermektedir. *A. seyal* zamkı ise yapısında önemli ölçüde daha fazla 4-O-metil-d-glukuronik asit ve *A. senegal*'den daha az L-ramnoz ve glukuronik asit içermektedir (Lopez-Torrez ve ark. 2015, Daoub ve ark. 2018). *A. seyal* molekülleri *A. senegal*'inkinden daha kompakttır ve daha düşük dispersiyon özelliği göstermektedir (Sanchez ve ark. 2018).

Akasya gamı ham hali ile genellikle gıda sektöründe kullanılmamakta ve bazı ön işlemlerden geçmesi gerekmektedir. Ham haldeki gam ezildikten sonra suda tamamen çözülmekte ve çözünmeyen kısım filtrasyonla uzaklaştırılmaktadır. Bakteriyel kontaminasyonu önlemek amacıyla ısıtma işlemi uygulandıktan sonra çeşitli kurutucularla son ürün %25-35 kurumadde içeriğine gelinceye kadar kurutulmaktadır (Şekil 2.6.). Kurutma işlemi gam üretiminde kritik noktalardandır.

Silindir (vals) kurutma, şiddetli ısı işlem sağladığından dolayı emülsüfiye edici özelliği zarar görmektedir. Sprey kurutucular ise daha iyi fiziksel, fonksiyonel özellikler sağlamakta ve topaklanma olmadan suda çözünürlüğünü arttırmaktadır (Thevenet 2010).

**Çizelge 2.5.** Akasya gamının yapısal içeriği (Al-Asaf ve ark. 2005, Hassan ve ark. 2005).

	<i>Acacia senegal</i> ( <i>Vulgares species</i> )	<i>Acacia seyal</i> ( <i>Gummifera species</i> )
Galaktoz (%)	44	38
Arabinoz (%)	27	46
Rhamnoz (%)	13	4
Glukuronik asit (%)	14,50	6,50
4-0 Metilglukuronik asit (%)	1,50	5,50
Spesifik rotasyon derecesi	30	51
İntrinsik viskozite (mL/g)	16-24	13-17
Nitrojen (%)	0,29	0,14
Kül (%)	3,93	2,87



**Şekil 2.6.** Akasya gamı üretim akış şeması (Thevenet 2010).

Akasya gamının kullanımı uzun bir geçmişe dayanmaktadır ve insan sağlığı için olumsuz etkisi olmadığı ilk kez JECFA (Gıda Katkı Maddeleri Uzman Komitesi) tarafından yılında onaylanmıştır. Gıda katkı maddelerinin güvenilirliği kapsamında yapılan subkronik toksisite ve kanserojenlik çalışmalarında test edilen en yüksek dozda dahi herhangi bir yan etki bulunmaması sebebiyle JECFA herhangi bir ADI (günlük alım

miktarı) belirlememiştir. Akasya gamı E414 koduyla gıda katkı maddesi olarak literatürde yer almaktadır (Mortensen ve ark. 2017).

Akasya gamı, gıdalarda kıvam arttırıcı, emülsüfiye edici ve stabilizatör olarak kullanılmasının yanısıra ilaç endüstrisi ve kozmetik sektördünde de kullanılmaktadır. Gıdada kullanımının yanısıra film oluşturma yeteneği sayesinde ilaç sektöründe, hap ve pastil kaplamada, bağlayıcı özelliğinden dolayı kozmetik sektöründe krem ve losyon formülasyonlarında, baskı ve boya yapımında ve tekstil sektöründe kullanılmaktadır (Paulino ve ark. 2010, Patel ve Goyal 2015).

Son yıllarda, akasya gamı birçok gıda ürünüde denenmiş ve son ürünün organoleptik özelliklerini etkilemeden potansiyel sağlık faydaları sağladığı görülmüştür. Bu sayede gıda alanında kullanımı yaygınlaşmıştır. Tahıl ürünleri, şekerleme, süt ürünleri, enerji ve spor içecekleri, et ürünleri, hazır yemeklerde sıklıkla kullanılabilir (Çizelge 2.6.). Özellikle dondurma, jel, şeker, sakız, alkolsüz içecekler ve şurup üretiminde ön plana çıkmaktadır (Su ve ark. 2006, Daoub ve ark. 2018).

Akasya gamı, ince bağırsakta sindirilemeyip kolondaki yararlı bakteriler tarafından fermente edilmektedir. Patojen gastrointestinal mikroorganizmaların azalmasında, yararlı mikroorganizmaların çoğalmasında ve aktivitesinin artmasında etkili olduğu için prebiyotik olarak tanımlanmaktadır (Montenegro ve ark. 2012, Abedalrahman ve Chechan 2014).

Diyet lifi olarak sınıflandırılabilen akasya gamı bu özellikleri nedeniyle, glikoz emilimini geciktirmekte, dışkıyı arttırmakta, bağırsak sağlığını olumlu etkilemektedir. Bağırsak bakterileri tarafından KZYA ve özellikle propiyonik aside fermente edilmektedir (Kishimoto ve ark. 2006).

Prebiyotik etkiye sahip olduğu için sağlıklı bireylerde laktik asit bakterilerini ve bifidobakteri oranlarını seçici bir şekilde arttırdığı görülmüştür. Akasya gamının günde 10 g tüketimi sonucu *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* ve *Bacteroides* türlerinde artışa sebep olduğu tespit edilmiştir (Calame ve ark. 2008).

Anti-enflamatuar, anti-koagulant, anti-mikrobiyel, anti-oksidan etkisinin yanısıra kronik böbrek hastağının tedavisinde ve kandaki kolesterol seviyesinin düşürülmesinde etkiye sahip olduğu da belirtilmektedir (Ali ve ark. 2009, Ali ve ark. 2013). Akasya gamının sağlık üzerine etkileri Çizelge 2.7’de verilmiştir.

**Çizelge 2.6.** Akasya gamının gıdalarda kullanımı (Thevenet 2010, Montenegro ve ark. 2012, Alarifi ve ark. 2018).

Şeker üretimi	Şekerlerde sert ve sıkı tekstür sağlamaktadır.
Sakız üretimi	Jelatin ile birlikte sakız yapısını oluşturmakta ve daha dayanıklı olmasını sağlamaktadır.
Şekersiz sert şekerleme	Sorbitol, maltitol veya mannitol içeren şekersiz bir sert şekerleme formülasyonunda poliollerin kristalleşmesini önlemektedir.
Kaplama	Gıda ve pastil yapımında bağlayıcı olarak kullanılmaktadır.
Draje üretimi	Film tabakası oluşturarak şekerin okside olmasını ve yağ sızıntısını engellemektedir. Orjinal tadın korunmasını sağlamaktadır.
Alkolsüz içecekler	Alkolsüz içecekler için konsantre emülsiyonların hazırlanmasında kullanılmaktadır. Yağda çözünen vitaminleri veya doymamış yağ asitlerini stabilize etmektedir.
Enkapsülasyon	Su bağlama özelliklerinden dolayı akasya gamı, higroskopisiteyi azaltmaktadır. Maltodekstrinle birlikte sprey kurutmada kullanılmaktadır.
Fırıncılık	Ürünün şeklini korumasını sağlamaktadır. Nem tutucu özelliği sayesinde gevreklik kazandırır ve raf ömrünü uzatmaktadır.
Şarap üretimi	Filtrasyondan önce düşük seviyelerde şaraba eklenerek bakır, demir veya tartarik tadın engellenmesini sağlamaktadır.
Probiyotik ürünler	Prebiyotik amaçla kullanılmaktadır.



**Çizelge 2.7.** Akasya gamının sağlık etkileri (Onishi ve ark. 2008, Glover ve ark. 2009, Nasir ve ark. 2012, Ali ve ark. 2013, Patel ve Goyal 2015).

Sağlık etkileri

---

Kalp, böbrek, bağırsak ve diş sağlığını koruyucu	Sistolik kan basıncını düşürmektedir. Mg ve Ca'nın bağırsak ve böbrekten atılımını arttırmaktadır. Kreatinin tarafından temizlenen kan miktarını arttırmaktadır. Böbrekte Na atılımını azaltarak, böbrekten fazla su atılmasını engellemektedir. Plazma fosfat ve üre konsantrasyonlarını azaltmaktadır. Dişleri asitliğe karşı korumakta ve remineralizasyonu arttırmaktadır. KZYA üretimini arttırmakta ve bağırsak koşullarını iyileştirmektedir.
Obeziteye karşı koruyucu	Enerji alımını azaltmakta, yağ dokularını uyararak yaşa bağlı yağ birikmesini azaltmaktadır.
Kan şekerini düzenleyici	Nişastanın sindirimini azaltmakta ve gastrik boşaltımı yavaşlatmaktadır.
Anti-mikrobiyel etki	<i>Candida albicans</i> , <i>Cryptococcus neoformans</i> ve <i>Cryptococcus neoformans</i> türlerini inhibe etmektedir. Kandaki parazit seviyesini azaltmaktadır.
Anti-enflamatuar etki	Serbest radikal süpürücü etki ve DNA hasarı iyileştirici etki göstermektedir.
Anti-koagulant etki	Bağırsağı ilaçların yan etkilerine karşı korumaktadır. Oksidatif stresi ve DNA hasarını iyileştirmektedir. Anti-koagülasyon etki göstermektedir.
İlaç sektöründe kullanım	Doku mühendisliğinde kullanılabilir. İlaçların sürekli salınımına yardımcı olmaktadır (FeSO <sub>4</sub> , naproksen, primakuin) pH'ya duyarlı hidrojel gelişimi için modifikasyona uygun olmaktadır. Kolloidal yapının kararlılığını arttırarak nanopip uygulamalarının gerçekleşmesine olanak sağlamaktadır.

---

Son yıllarda akasya gamının gıdalarda kullanımı, prebiyotik ve sağlık üzerine etkisi hakkında birçok çalışma yapılmıştır (Dhewa ve ark. 2006, Min ve ark. 2012, Niamah ve ark. 2016, Babiker ve ark. 2017, Alarifi ve ark. 2018, Dimitrovski ve ark. 2018, Mahmoud Mohamed Elgazouly ve ark. 2018).

Min ve ark. (2012), *B. animalis* subsp. *lactis* ve akasya gamı içeren yoğurt tüketiminin etkisi üzerine bir araştırma yapmışlardır. Çalışma hassas bağırsak sendromuna sahip, rastgele seçilmiş 130 hasta üzerinde 8 hafta süreyle gerçekleştirilmiştir. Akasya gamı ve *B. animalis* subsp. *lactis* ( $\geq 10^{11}$  kob), içeren yoğurdu tüketen hastaların kontrol yoğurdu tüketen hastalara kıyasla, kabızlık ve ishal semptomlarında önemli derecede iyileşme görülmüştür.

Abdalrahman ve Chechan (2014) yaptıkları çalışmada, prebiyotik fermente sütlerde farklı oranlarda akasya gamı kullanımının patojen mikroorganizmalara karşı inhibe etme yeteneğini incelemiştir. Fermente süt *L. plantarum* ve *L. acidophilus* bakterileri ve %0,5-1 oranında akasya gamı ilavesi ile üretilmiştir. Patojen mikroorganizma olarak *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Shigella dysenteriae*, *Salmonella typhimurium* türleri kullanılmıştır. En iyi sonuç *L. plantarum* ve %1 akasya gamı içeren yoğurttan elde edilmiştir. İnhibisyon testinde en yüksek değer *Staphylococcus aureus* için 24 mm olarak bulunmuştur.

Alarifi ve ark. (2018) akasya gamının prebiyotik etkisini *in vitro* çalışmayla incelemiştir. %1 ve %2 oranında akasya gamı ve (FOS) fruktooligosakkarit içeriğinde, *in vitro* ortamda bakterilerin pH ve sıcaklık kontrolünde 0, 5, 10, 24 ve 48. saatlerde bakteriyel gelişimleri ve etkinlikleri analiz edilmiştir. Akasya gamının fermantasyonu KZYA üretimine; 10. 24. ve 48. saatte asetat, 48. saat propiyonat, 24 ve 48 saat sonra butirat oluşumunun artmasına neden olmuştur. Akasya gamının bağırsak mikrobiyotasını FOS'a benzer şekilde modüle ettiği ve potansiyel prebiyotik özellikleri gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Niamah ve ark. (2016) yaptıkları bir çalışmada, prebiyotik yoğurt üretiminde akasya gamının prebiyotik olarak kullanılmasının yoğurdun fiziksel, kimyasal özellikleri ve

probiyotik bakterilerin canlılığı üzerine etkisini incelemişlerdir. Yoğurt üretiminde *S. thermophilus*, *L. acidophilus* LA-5 ve *B. bifidum* Bb-12 suşları ile birlikte %0,0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 ve 1,0 oranında gam denenmiştir. En iyi sonucu %1 oranında akasya gamı kullanımının verdiği görülmüştür. Gam ilavesi ayrıca karbonhidrat, toplam kurumadde miktarını ve probiyotik bakterilerin canlılığı arttırmıştır.

Dhewa ve ark. (2009), akasya gamı, bal ve inülinin *Lactobacillus* türleri (*L. plantarum*, *L. fermentum*, *L. casei*) üzerine prebiyotik etkisini araştırmışlardır. %0,5, 1, 3, 5 oranında farklı prebiyotikler içeren (akasya gamı, bal ve inülin) *Lactobacillus* türleri 37°C'de 24 saat boyunca inkübe edilmiştir. 0-6, 6-18, 18-24 saat aralıkları olmak üzere 3 farklı zaman diliminde mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Bal ve inülin için en iyi prebiyotik etki 0-6 saat aralığında ve %5 oranında, akasya gamı için ise 6-18 saat aralığında ve %3 oranında kullanım sonucu görülmüştür.

Farklı stabilizörler kullanılarak yoğurdun fizikokimyasal özellikleri ve kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Stabilizör madde olarak %0,5 jelatin, %0,5 akasya gamı, %0,15 karragenan, %0,2 pektin, %0,5 lesitin kullanılmıştır. 21 günlük depolama süresi boyunca 1., 3., 7., 14., ve 21. günlerde analizler gerçekleştirilmiştir. En yüksek pH değeri karregenan, en yüksek asitlik derecesi jelatinli yoğurt örneğinde görülmüştür. Jelatin, lesitin ve akasya gamının viskoziteyi arttırdığı, pektin ve karregenanın viskoziteyi olumsuz etkilediği saptanmıştır. Akasya gamının ayrıca pıhtı sertliğini arttırdığı saptanmıştır (Güven 1998).

Mahmoud Mohamed Elgazouly ve ark. (2018), iki farklı akasya gamı türünün, *B. longum* BB536 suşu içeren yer fıstığı sütü üzerine prebiyotik ve fizikokimyasal etkilerini incelemişlerdir. %10 oranında *A. seyal* ve *A. senegal* gamı içeren yer fıstığı sütü, *B. longum* BB536 ile ve 37 ° C'de 24 saat inkübe edilmiştir. İki haftalık depolama boyunca, pH, asitlik, toplam şeker, nem ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. Depolama sonunda kontrol, *A. senegal*, *A. seyal*, *A. senegal* ve *A. seyal* içeren fermente sütlerdeki canlılık seviyesi sırasıyla: 4,65, 5,81, 5,68, 6,73 log<sub>10</sub> kob/mL olarak bulunmuştur. Akasya gamı içeren fermente sütlerin nem ve toplam şeker içeriğinin daha

yüksek olduğu ve *A. senegal* ve *A. seyal* takviyeli fermente yer fıstığı sütünün *B. longum* suşu için iyi bir taşıyıcı olduğu belirtilmiştir.

Babiker ve ark. (2017), tip 2 diyabetik hastalarda akasya gamının serum glikoz düzeyi, lipitler ve vücut kitle indeksi düzeyine etkisini değerlendirmiştir. 100 kişi üzerinde 3 ay süre ile yapılan çalışmada, hastalara 30 gr akasya gamı (*Acacia Senegal*), plasebo grubuna ise 3 ay boyunca 5 gr plasebo verilmiştir. Akasya gamı verilen grupta, açlık plazma glikozu ( $P<0.05$ ), LDL kolesterol (%5,95), toplam kolesterol (%8,28), trigliserit (% 10,95) ve vücut kitle indeksinin %2,06 oranında azaldığı görülmüştür.

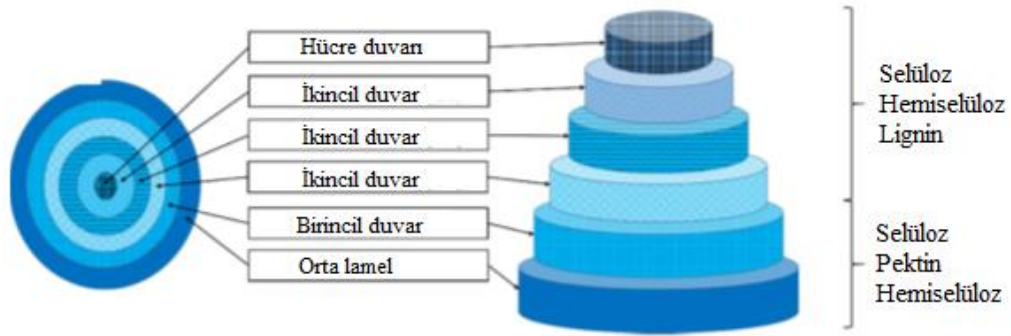
Dimitrovski ve ark. (2018), akasya gamının fermente sütte kullanımı, sağlık faydalarını ve kalite parametrelerini incelemiştir. Bu amaçla, *S. thermophilus*, *L. acidophilus* LA-5, ve *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 içeren kültür ile %1,5 fruktooligosakaritler (FOS), %0,75 FOS + %0,75 akasya gamı, %1,5 akasya gamı (AG) ile zenginleştirilmiş üç farklı fermente süt üretimi gerçekleştirilmiştir. Fermantasyon ve depolanması sırasında fermente sütteki probiyotik bakteri sayısı ve pH gelişimi, depolama boyunca ise ürünün karbonhidrat profili, diyet lifi içeriği, tekstür, mikrobiyolojik ve duyu analizler gerçekleştirilmiştir. Sütün fermantasyonu sırasında hücre konsantrasyonu ve pH değişimi ile ilgili olarak, örnekler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Depolama sonunda en düşük laktoz miktarı ve en yüksek canlılık seviyesi akasya gamı içeren fermente sütte belirlenmiştir. Diyet lifi içeriği bütün örneklerde depolama boyunca azalmıştır.

### **2.3. Pektin ve Süt Ürünlerinde Kullanımı**

Pektin, jelleştirici ajan ve stabilizatör olarak yaygın kullanılan yüksek değerli fonksiyonel bir gıda maddesidir. Ayrıca, tüm kara bitkilerinin hücre duvarlarının yapısını oluşturan çok fonksiyonlu bir bileşendir (Yapo 2011). Bitkilerde, pektin miktarı orta lamel ve birincil hücre duvarlarında yüksek miktarda bulunurken, ikincil hücre duvarlarında ve plazma membranına doğru azalmaktadır (Şekil 2.7.)(Chan ve ark. 2017).

D-Galakturonik asit molekülleri,  $\alpha$ -1,4 glikozidik bağlarla birbirlerine bağlanarak anyonik bir polisakarit zinciri oluşturmaktadır. Pektini oluşturan galakturonik asit

birimleri metanolle esterleşmekte ve esterleşme miktarına göre düşük (LM) ve yüksek esterleşme dereceli (HM) olarak 2'ye ayrılmaktadır. Esterleşen galakturonik asit birimi %50'nin üzerinde ise, yüksek esterleşme dereceli; %50'nin altında ise düşük esterleşme dereceli olarak adlandırılmaktadır. Esterleşme oranı jel oluşturma özelliğini etkilemektedir. Yüksek esterleşme derecesine sahip pektinin jelleşmesi için ortam asidik ( $pH < 3,6$ ) olmalı ve %55 ve üzeri şeker bulundurması gerekmektedir. Düşük metoksilli pektinin jelleşmesi için şeker konsantrasyonu miktarı önemli olmamakta ve geniş pH aralığında Ca gibi divalent katyonlar ile jel oluşturabilmektedir (Yapo 2011, Pereira ve ark. 2016).

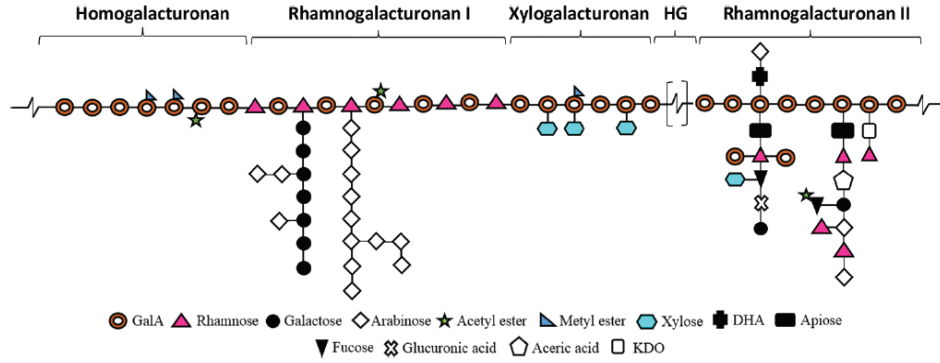


**Şekil 2.7.** Pektinin bitkilerde bulunması (Chan ve ark. 2017)

Pektin yapısında D-arabinoz, D-galaktoz ve L-ramnoz başlıca olmak üzere 13 farklı monosakkarit bulundurmakta ve bu monosakkaritler 20 farklı şekilde bağlanabilmektedir (Christiaens ve ark. 2016). Doğal pektinde, homogalakturnan, ksilogalakturnan, ramnogalakturnan I ve II gibi polisakkaritler bulunmaktadır. Pektinler yapı olarak, C-6'da metillenebilen ve  $\alpha$ -1,4 bağlarıyla bağlanan galakturonik asit birimlerinin (GalA) düz zincir şeklinde bulunması ve bu zincire 1,2 bağlı  $\alpha$ -L-ramnoz birimlerinden oluşmaktadır (Maric ve ark. 2018) (Şekil 2.8.).

Homogalakturnan, pektinin %60-65'ini oluşturan lineer bir homopolimerdir. Galakturonik asite  $\alpha$ -1,4 bağı ile bağlanmaktadır. Ksilogalakturnan, ana zincire  $\beta(1 \rightarrow 3)$ -D-Ksiloz grubunun yan zincir olarak bağlanmasıyla oluşmaktadır. Ramnogalakturnan I, pektinin %7-14'ünü oluşturmakta ve  $\alpha$ -1,4-galakturnosil ve  $\alpha$ -1,2 ramnosil birimlerini içermektedir (Ele-Ekouna ve ark. 2011).

Ramnogalakturonan II, 12 farklı monosakkaritten oluşan kompleks yapının, yaklaşık dokuz galakturonik asit ana zincirine, yan zincir olarak bağlanmasıyla oluşmaktadır (Pabst ve ark. 2013, Maric ve ark. 2018).



**Şekil 2.8.** Pektin yapısının şematik gösterimi (Miguez ve ark. 2016).

Pektin tüm bitkilerin hücre duvarlarında bulunmakta ancak ticari üretimi için kullanılabilen kaynaklar sınırlı olmaktadır. Bitki veya gıdanın, pektin içeriği, metilleşme derecesi, üretim durumu gibi özellikler ticari pektin üretiminde önemli parametrelerdendir. Narenciye kapukları, elma, zeytin, şeker pancarı küspesi, dut ve patates yüksek miktarda pektin içermekte ancak ticari olarak pektin üretiminde sıklıkla turunçgil kabuğu, elma posası kullanılmaktadır (Babbar ve ark. 2016, Perussello ve ark. 2017, Grassino ve ark. 2018).

Pektin üretimi ekstraksiyon, saflaştırma ve kurutma aşamalarından oluşmaktadır. Sıcaklık, basınç, süre, çözücü türü, hammadde partikül büyüklüğü ve hammaddede bulunan enzimler ekstraksiyona etki etmektedir. Pektin üretiminde hammaddenin taze olması, kabuk kullanılacak ise şeker ve asitleri uzaklaştırmak amacıyla yıkandıktan sonra kurutulması tavsiye edilmektedir. Ekstraksiyon işlemi yüksek sıcaklık ve asit kullanımıyla gerçekleşmektedir. Yüksek asit, hammaddede pektini tutan bağları kırmakta ve polimerleri sıvı hale geçmesine sebep olmaktadır. Sıvı hale geçen kısım daha sonra filtrasyon veya santrifüj uygulamasıyla katı kısımdan ayrılmaktadır. Elde edilen ekstraktan pigment, şeker, polifenol gibi bileşenler alkolle yıkanarak uzaklaştırılmakta ve filtrasyon işleminden sonra kurutulup öğütülmektedir (Dominiak 2014, Grassino ve ark. 2018).

Pektin içeren bazı gıdalar ve pektin içeriği Çizelge 2.8’de verilmiştir (Chan ve ark. 2017).

**Çizelge 2.8.** Bazı meyve ve bitkilerdeki pektin içeriği (Chan ve ark. 2017).

<b>Pektin içeren gıdalar</b>	<b>Pektin içeriği</b>
Elma	%4,6-21
Portakal	%11-25
Greyfurt	%22-28
Limon	%21-31
Muz	%2,5-21,7
Misket limonu	%9-33,5
Şeker pancarı	%4-25
Karpuz kabuğu	%13-25,6
Pomelo	%8,3-27,6
Ayçiçeği	%7,5-11,5
Tutku meyvesi	%2,3-30
Mango	%9,2-31,8

Son yıllarda, pektin üretiminde çözücü kullanımı ve enerji tüketimini azaltmak amacıyla, asitle ekstraksiyon tekniğine alternatif olarak mikrodalga, ultrasonik, enzimatik, sub-kritik su ekstraksiyonu gibi yöntemler geliştirilmeye çalışılmaktadır (Maric ve ark. 2018).

Pektin endüstriyel olarak gıda, kozmetik ve ilaç sektörlerinde kullanılmaktadır. FAO/WHO komiteleri tarafından günlük tüketiminde herhangi bir sınırlama olmaksızın güvenli (GRAS) kabul edilmiştir (Ciriminna ve ark. 2016). Pektinin gıdalarda daha çok jelleştirici, düzenleyici, stabilizatör ve emülgatör özelliğiyle kullanılmaktadır (Çizelge 2.9.)

Reçel, jöleler, şekerleme, içecek ve soslarda, konservelede, dondurulmuş gıdalarda, süt ürünlerinde sıklıkla gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Yüksek metoksil pektin (HM), reçel ve reçel üretimi için gıda endüstrisinde jelleştirici ajan, dengeleyici, emülgatör ve koyulaştırıcı olarak kullanılabilirken, düşük metoksil pektin (LM) dondurma ve süt ürünlerinin stabilizasyonunda, düşük kalorili gıdalarda yağ ve şeker ikamesi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, pektin, gıda bileşenlerinin kapsüllemesi için taşıyıcı polimer olarak da kullanılabilmekte ve böylece biyomoleküllerin kontrollü salınımının korunmasına ve desteklenmesine yardımcı olmaktadır (Perussello ve ark. 2017, Maric ve ark. 2018).

**Çizelge 2.9.** Pektinin gıda endüstrisinde kullanımı ve etki mekanizması (Bakan ve ark. 2016, Naqash ve ark 2017).

<b>Etki</b>	<b>Mekanizması</b>
Jelleştirici	HM pektin düşük pH seviyelerinde ve yüksek şeker konsantrasyonunda (>%55) ısıya dayanıklı jeller oluşturmaktadır. LM pektin düşük şeker konsantrasyonunda (<%55) ve Ca varlığında jel oluşturmaktadır.
Kıvam verici	LM pektin Ca konstantrasyonu ve reaktivitesine bağlı kıvam ve reolojik özellik sağlamaktadır.
Stabilizatör	HM pektin süt ürünlerinde kazeini kaplayarak birleşmelerini önlemekte ve çökelmeyi engellemektedir.
Vizkozite Arttırıcı	HM pektinler, alkolsüz içeceklerde viskozite arttırıcı olarak kullanılabilir.

Pektin türevli bileşiklerin prebiyotik potansiyeli üzerine yapılan araştırmalarda, *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* suşları gibi yararlı bakterilerin büyümesinin seçici uyardığı, mikrobiyotayı modüle ettiği ve *Clostridium* gibi patojenik bakterileri inhibe etksinin olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, pektinin *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Clostridium*, *Erwinia*, *Escherichia* ve *Eubacterium* suşları gibi bağırsak florasının bazı bakterileri tarafından fermentasyon için substrat olarak kullanıldığı da bilinmektedir (Holck ve ark. 2014, Gómez ve ark. 2016, Chung ve ark. 2017).

Pektinin sağlık üzerine olumlu etkileri şu şekildedir:

- ✓ Fermantasyonu sonucu kolonda KZYA üretimini arttırmaktadır,
- ✓ Kronik akciğer enfeksiyonuna karşı bağışıklık oluşturmaktadır,
- ✓ Mineral madde absorpsiyonunu geliştirmektedir,
- ✓ Anti-diyare etkisi göstermektedir,
- ✓ Kandaki kolesterol ve serum glikosol seviyesini düşürmektedir,
- ✓ Kanseri oluşumunu azaltmaktadır,
- ✓ Bağışıklık sistemini uyarmakta ve kolon sağlığını iyileştirmektedir (Wang ve ark. 2014, Wüstenberg 2014, Ho ve ark. 2017, Min ve ark. 2015, Zhang ve ark. 2018).



Arioui ve ark. (2017), *Citrus sinensis* kabuğundan elde edilen pektin içeren yoğurdun fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyuşal özelliklerini 21 günlük depolama süresi boyunca incelemişlerdir. Ayrıca fermantasyon boyunca bakteriyel canlılığı tespit etmişlerdir. *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* yoğurt bakterileri ve %0, 0,1, 0,3, 0,6 oranında pektin ilavesiyle üretim gerçekleştirilmiştir. %0,6 oranında pektin ilavesinin, yoğurdun reolojik kalitesini, özellikle de viskozite ve yapışkanlık gibi parametrelerini önemli ölçüde iyileştirdiği ve serum ayrılmasını azalttığı saptanmıştır. Fermantasyon döneminde ise *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un daha iyi çoğaldığı görülmüştür. Yoğurtlarda pektin miktarının artmasıyla duyuşal olarak beğenilirliğin arttığı da görülmüştür.

Yapılan bir çalışmada %0, 0,1, 0,15, 0,2 oranında Yuza pektin (*Citrus junos*) ilavesiyle yoğurt üretimi gerçekleştirilmiş, 4°C'de 5 gün boyunca depolanmıştır. Depolama sonunda yoğurtların fiziko-kimyasal, mikrobiyel, reolojik ve duyuşal özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. En yüksek mikrobiyolojik canlılık seviyesi  $7,00 \times 10^9$  kob/g ile %0,2 pektin içeren yoğurtta, en düşük canlılık seviyesi  $2,50 \times 10^9$  ise kontrol yoğurdunda bulunmuştur. %0,2 pektin içeren yoğurdun en düşük pH (4,40) seviyesine ve en yüksek viskozite 0,47 (Pa.s) ve konsistens 10,25 (Pa.s) değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Renk değerleri ve duyuşal özellik bakımında örnekler arasında önemli farklılık bulunmamıştır (Yoon ve ark. 2016).

Gyawali ve Ibrahim (2018), pektin ve peyniraltı suyu proteini katkısının set tipi yoğurt özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* bakterilerini yoğurtta starter olarak kullanmış, %0,5 pektin ve %1 peyniraltı suyu proteini (WPC) ilave edilmiştir. Kontrol örneğinde *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* sayıları 7,06 ve 8,79 log<sub>10</sub> kob/g olarak bulunmuştur. Pektin ilave edilmiş yoğurttaki *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (7,06 log<sub>10</sub> kob/g), *S. thermophilus* (8,94 log<sub>10</sub> kob/g) canlılığı kontrol örneğine kıyasla daha yüksek bulunmuştur. En yüksek *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (7,20 log<sub>10</sub> kob/g) ve *S. thermophilus* (8,99 log<sub>10</sub> kob/g) canlılığı, pektin ve WPC ile kombinasyonu üretilmiş yoğurtta belirlenmiştir.

Chatterjee ve ark. (2016), laktik asit bakterilerinin, meyvelerden elde edilen bazı pektin matrislerinde büyüme ve gelişmesini araştırmışlardır. Laktik asit kültürü olarak, *L. acidophilus*, *B. bifidum*, *L. casei* suşları, pektin kaynağı olarak ise *Citrus limetta*, *Citrullus lanatus*, *Musa acuminata*, *Solanaum lycopersicum*, *Psidium guajava* pektinleri kullanılmıştır. Laktik asit bakterileri %0,4 oranında pektin ilave edilmiş MRS agarda 37°C’de 48 saat inkübe edilmiş ve gelişmeleri 48. saat ve 60. saatte optik yoğunluk (660 nm) ölçümleriyle ölçülmüştür. 48. saatte absorbans değeri *L. casei*, *L. acidophilus*, *B. bifidum* için sırasıyla, 1, 0,8, 0,6; 60. saatte ise 0,98, 0,77, 0,56 bulunmuştur. Pektin kullanımı laktik asit bakterilerinin gelişmesini arttırmış ve en yüksek gelişme oranı, *S. lycopersicum* ve *L. caesi*’de (2,4 OD/660nm) görülmüştür. Meyvelerden elde edilen pektinin, etkin bir prebiyotik kaynağı olarak kullanılabilceği belirtilmiştir.

Zhang ve ark. (2015), yağ ikamesi olarak ısıtılmış peynir altı suyu protein konsantresi (HWPC) ve stabilizör madde olarak pektin kullanımının probiyotik keçi sütü yoğurdunun fizikokimyasal yapısı ve probiyotik özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla, peynir altı suyu protein konsantresi (HWPC), peynir altı suyu protein konsantresi+pektin (WPC), sadece pektin içeren yağsız keçi sütü yoğurtları ve pektin içeren inek sütü yoğurdu üretilmiş ve 4°C’de 10 hafta depolanmıştır. Yoğurtlar, kimyasal bileşim, serum ayrılması, mikro yapı, pH ve viskozite, küf, maya ve koliform sayıları bakımından depolama boyunca analiz edilmiş, en yüksek viskozite değeri HWPC, en yüksek serum ayrılması pektin içeren yoğurt örneğinde tespit edilmiştir. *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. sayısı depolama boyunca en yüksek HWPC örneğinde bulunmuş ve depolama boyunca azalmıştır. *Bifidobacterium* spp. depolama boyunca canlılığını korumuştur.

#### **2.4. Siyah Havuç ve Süt Ürünlerinde Kullanımı**

En önemli köksü sebze bitkilerinden olan havuç, Apiaceae (Eski adı *Umbelliferae*) familyasına ait olup bilimsel adı *Daucus carota* L.’dir. Havuç bitkisinin çiçekleri beyaz, sık ve şemsiye şeklinde olup yaprakları parçalıdır. Yapraklarının boyu 30-35 cm kadar uzamaktadır. Koni biçimdeki etli bir köke sahiptir ve bu kökün ortasında bulunan kısım çeşitli çaplarda ve özelliklerdedir (İyiçınar 2007, Montilla ve ark. 2011).

Havucun botanik olarak sınıflandırılması yapılmış ve ikiye ayrılmıştır. Antosiyanin grup (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) Türkiye, Afganistan, Pakistan ve Mısır'da yetişmektedir. Bu grup kırmızı, mor antosiyanin pigmentlerini içermektedir. Karoten grubu (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *sativus*) ise dünya genelinde yetişen batı grubunu oluşturmakta; turuncu, beyaz, sarı ve kırmızı renkli pigmentleri içermektedir (Kammerer ve ark. 2005). Turuncu havuçlar çoğunlukla  $\alpha$  ve  $\beta$ -karoten, sarı ve kırmızı havuçlar sırasıyla lutein ve likopen, siyah havuç ise antosiyanin bakımından zengin olmaktadır (Kammerer 2004b, Leja ve ark. 2013).

Antosiyanin grubunda yer alan siyah havucun (*Daucus carota* ssp. *Sativus* var. *Atrorubens* Alef.) kökeni Türkiye, Orta ve Uzak doğu olup 3000 yıl öncesine dayanmaktadır (Schwarz 2004) (Şekil 2.9.). Avrupa'da, Orta Çağ'dan 18. yüzyıla kadar siyah havuç üretimi devam etmiştir. Günümüzde turuncu havuç daha yaygın üretilmesine rağmen siyah havuç tüketimi de artmaktadır (Algarra ve ark. 2014). Siyah havuç Şekil 2.9'da verilmiştir.



**Şekil 2.9.** Siyah havuç (*Daucus carota* ssp. *Sativus* var. *Atrorubens* Alef.)(Bilen 2015).

Siyah havuç, değerli bir karbonhidrat, mineral ve vitamin kaynağı olmasının yanısıra içerdiği yüksek antosiyanin değeri, yüksek ısı, ışık ve pH stabilitesine sahip olması sebebiyle gıdalarda doğal renklendirici olarak kullanılabilir (Montilla ve ark. 2011). Codex Alimentarius Komisyonu tarafından kullanılan numaralandırma sistemine

göre, antosiyaninler, Avrupa Birliği mevzuatı tarafından doğal bir renklendirici olarak listelenmekte ve E163 olarak kodlanmaktadır (Mateus 2008).

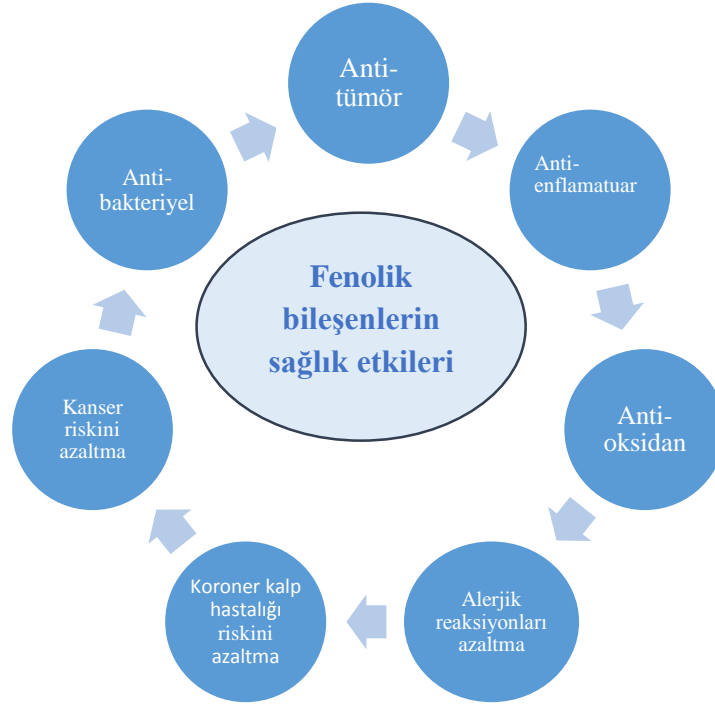
Gıdalarda asidik pH'da parlak kırmızı mor renk veren siyah havuç; meyve suları, nektarlar, reçel ve şekerlemeler, konserveler, alkolsüz içecekler ve çeşitli gıda matrislerinde içerdiği yüksek besinsel değer sayesinde besleyici/fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılmaktadır (Khandare ve ark. 2011, Murali ve ark. 2015).

Siyah havuç, C ve E vitaminleri gibi antioksidanlar, fenolik bileşikler, fitokimyasallar ve havuca rengini veren yüksek miktarda antosiyanin bulundurması sebebiyle, koroner kalp hastalığı, hipertansiyon, obezite, diyabet, kanserler ve enflamatuvar bağırsak hastalığı gibi sağlık problemlerine karşı koruyucu etki göstermektedir (Metzger ve Barnes 2009, Tsuda 2012).

Siyah havuçlarda tanımlanan temel antosiyaninler, siyanidin bazlı olmak üzere; %45 siyanidin-3-galaktozid-ksilozid-glikozid-ferulik asit, %22 siyanidin-3-galaktozid-ksilozid-glukosid-kumarik asit, %17 siyanidin-3-galaktozid-ksilozid-glukosid-sinapik asit, %10 siyanidin-3-galaktozid-ksilozid-glukosid ve %6 siyanidin-3-galaktozid-ksilozid'den oluşmaktadır (Kammerer ve ark. 2003, Algarra ve ark. 2014). Siyah havuç polifenol içeriğini %78,06 antosiyaninler, %17,89 fenolik asitler ve %4,06 diğer flavonoidlerden oluşturmaktadır (Smeriglio ve ark. 2018).

Fenolik bileşikler, tüm bitkilerde; meyve, tohum, kök, ağaç kabuğu ve yapraklarda bulunabilen pentoz fosfat, shikimate (enzim sistemi) ve fenilpropanoid metabolik yolu ile sentezlenen ikincil metabolizma ürünü olarak tanımlanmaktadır. Yapısında birden fazla fenol grubu, bu gruba bağlı hidroksil (-OH) ve fonksiyonel grup bulunduran bitki dokularında 8000'den fazla farklı fenolik bileşik saptanmıştır. Bu bileşikler bitkilerde monomerler, oligomerler, polimerler şeklinde bulunmakta ve basit fenoller, aldehitler ve fenolik asitler, hidroksisünamik ve hidroksibenzoik alkoller, flavonoidler, stilbenler ve lignanlar olmak üzere çeşitli alt gruplara ayrılmaktadır. Meyveler, sebzeler özellikle kahve, yeşil çay ve şarap fenolik bileşen bakımından zengindirler (El Gharras 2009, Mark ve ark. 2019).

Son yıllarda fenolik bileşenlerle zenginleştirilmiş besinlerin kanser, diyabet, nörodejeneratif ve kardiyovasküler hastalıklar gibi çeşitli hastalıkları önlemeye yardımcı olabileceği belirtilmiştir (Shahidi ve Ambigaipalan 2015). Fenolik bileşenlerin sağlık üzerine etkileri şekil 2.10'da verilmiştir.



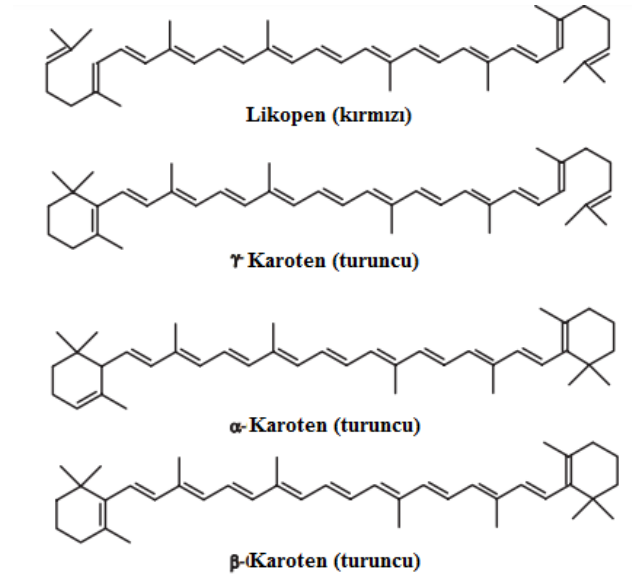
**Şekil 2.10.** Fenolik bileşenlerin sağlık üzerine etkileri (Mark ve ark. 2019).

Siyah havuçta bulunan diğer fenolik bileşikler, fenolik asitler olup çoğu hidrokisinsamik asit türevlerinden oluşmaktadır. Kafeik ve kinik asit esteri olan klorojenik asidin (54,1 mg/100 g) siyah havuçta en fazla bulunan fenolik asit olduğu belirlenmiştir. Neoklorojenik asit (5-kafeoilkuinik asit), kriptoklorojenik asit (4-kafeoilkuinik asit), kafeik asit ve ferulik asit önemli miktarda bulunmaktadır (Kammerer ve ark. 2004a, Netzel ve ark. 2007, Chatatikun ve Chiabchalard 2013).

Karotenoidler, bitkilerin kromoplastlarında, algler gibi fotosentetik organizmalarda, bazı mantar ve bakteri türlerinde çeşitli fonksiyonları yerine getirilmesini sağlayan doğal pigmentlerdir. 650'den fazla çeşidi bulunan karotenoid, fonksiyonel gruplar temelinde; lutein ve zeaksantin dahil fonksiyonel grup olarak oksijen içeren ksantofiller ve  $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten ve likopen gibi herhangi bir fonksiyonel grup içermeyen sadece ana

hidrokarbon zinciri içeren karotenler olarak iki gruba ayrılmaktadır. Bitkilerde sarı, turuncu ve kırmızı çiçekler, meyveler ve köklerde bulunabilmektedir. Başlıca karotenoidler lutein, violaksantin ve neoksantindir. Gıdalarda sarı turuncu, kırmızı gibi renk sağladığından önemli kalite parametrelerindedir (Nisar ve ark. 2015, Carle ve Schweiggert 2016, Galanakis ve ark. 2016).

Karotenoidler, konjuge çift bağlı 40 karbon atomundan (tetraterpenler) ve 8 izomer ünitesinden oluşmaktadır. Karotenoid molekülünün merkez kısmını oluşturan, konjuge polien zincir, ayırt edici moleküler şekil, kimyasal reaktivite ve renklerin oluşumunu sağlamaktadır. Bazı karotenoid türlerinin yapısı Şekil 2.11’de verilmiştir (Yahia 2017).



**Şekil 2.11.** Bazı karoten türlerinin yapısı (Yahia 2017).

Karotenoidler havuç ve tatlı patatesten β-karoten, domatesten ve karpuzda likopen, kırmızı biberde kapsantin ve kapsorubin ve kadife çiçeğinde lutein bakımından zengindir. Yeşil yapraklı sebzelerde ise lutein (yaklaşık %45) ve β-karoten (%25-30) bunu takiben violaksantin (%10-15) ve neoksantin (%10-15) baskın karotenoid formlarıdır (Nisar ve ark. 2015).

Karotenoidlerin en önemli fonksiyonlarından biri olan provitamin A aktivitesi, karotenoidlerin, karoten dioksijenazın etkisiyle A vitamini (retinol ve retinal) oluşturma

kabiliyetidir.  $\beta$ -karoten,  $\alpha$ -karoten,  $\gamma$ -karoten ve  $\beta$ -kriptoksantin bu grupta yer alırken,  $\beta$ -karoten iki  $\beta$ -iyonon halkası içerdiğinden, %100 provitamin A aktivitesine sahip, likopen ise  $\beta$ -iyonon halkasının bulunmamasından dolayı provitamin A aktivitesinden yoksundur (Saini ve ark. 2015).

Karotenoidler, anti-karsinojenik, anti-enflamatuar etkiler ve anti-oksidan aktiviteye sahiptirler. Kardiyovasküler hastalık, yaşa bağlı moleküler dejenerasyon, kanser riskinde azalma ve diğer kronik hastalıklar dahil olmak üzere çeşitli hastalık tiplerinin önlenmesiyle ilişkilendirilmiştir (Yahia 2017, Zhang ve ark. 2018).

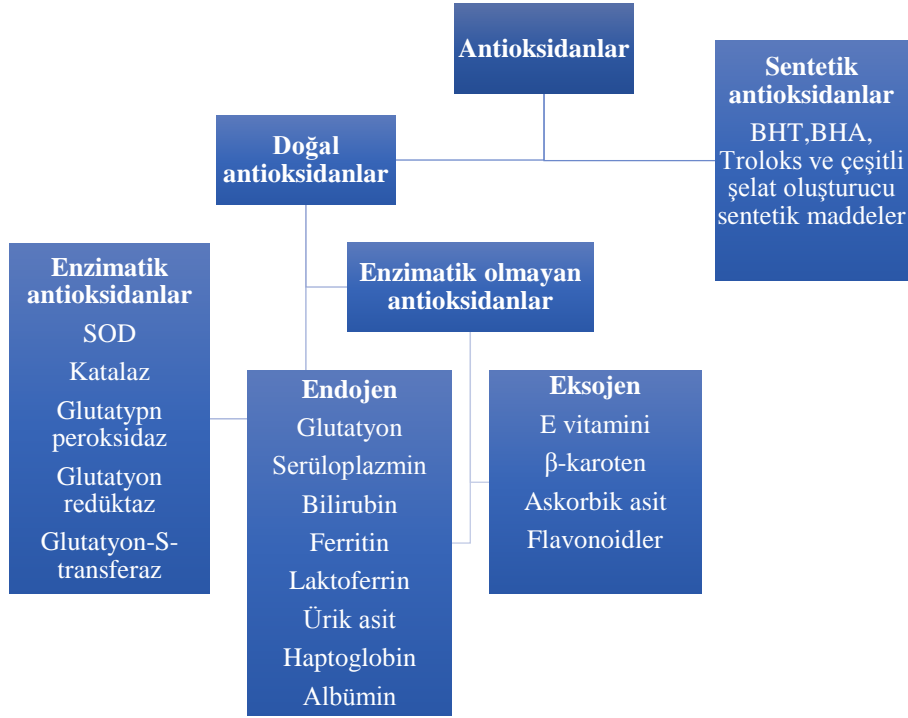
Benzer şekilde, karotenoidler, poliasetilenler, falkarindiol, falkarindiol-3-asetat ve antosiyaninler (siyanidin, delfinidin, petunidin, peonidin, malvidin ve pelargonidin) gibi sayısız biyoaktif bileşenler bulundurmaktadır. Siyah havuç, kırmızı ve turuncu çeşitlere kıyasla nispeten daha yüksek flavonoid içeriğine sahiptir. Kuersetin, luteolin, kaempferol ve mirisetin, havuçta bulunan başlıca flavonoidler olarak belirlenmiştir (Arscott ve Tanumihardjo 2010).

Antioksidanlar, serbest radikalleri ve reaktif oksijen türlerinin oluşumunu engelleyerek sağlığı koruyucu etki gösteren fenolik bileşenler olarak tanımlanmaktadır. Literatürde "okside edilebilir substratlara kıyasla düşük konsantrasyonda bile, serbest radikallerin oksidasyonunu önemli oranda engelleyen veya geciktiren bileşenler" olarak geçmektedirler (Mandal ve ark. 2009, Shebis ve ark. 2013, Akbarirad ve ark. 2016).

Birçok meyve ve sebze doğal olarak bulunan antioksidanlar doğal ve sentetik olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Antioksidanların yapısal sınıflandırılması Şekil 2.12'de verilmiştir (Yavaşer 2011).

Doğal antioksidanlar enzimatik aktiviteye göre sınıflandırılmaktadır. Oluşturdukları çeşitli mekanizmalarla serbest radikal süpürücü etki gösteren enzimatik antioksidanlardan en önemlileri, Süperoksit Dismutaz (SOD), Katalaz (CAT), Glutasyon Peroksidaz (GPx), Glutasyon Redüktaz (GR), Glutasyon-S-Transferaz (GST)'dir (Kumar 2011).

Enzimatik olmayan antioksidanlar ise meyve, sebze ve bitki dokularında doğal olarak bulunan veya bitkisel, hayvansal gıdaların işlem görmesi sonucu meydana gelen bileşikler olup en önemli üyelerini askorbik asit, tokoferol gibi vitaminler (A, E, C), enzim kofaktörleri (Q10), mineraller (çinko ve selenyum), peptitler (glutatyon), fenolik asitler ve azot bileşikleri oluşturmaktadır (Carocho ve Ferreira 2013).



**Şekil 2.12.** Antioksidanların sınıflandırılması (Yavaşer 2011).

Antioksidanlar, mide-bağırsak, kalp ve akciğer sağlığını korumaya yardımcı olmakta ve reaktif oksijen türlerinden kaynaklanan kanser, katarakt, eklem iltihabı gibi hastalıkların önlenmesinde etkili olmaktadır (Şekil 2.13.) (Karaman ve Özcan 2018).

Flavonoidler, C<sub>3</sub> köprüsüyle birbirine bağlanmış iki aromatik halka içeren bir flavon halkasından oluşan fenilbenzopiran bir yapıya sahiptir. Kimyasal yapı olarak ise flavonoidler, heterosiklik bir piran halka (C) ile bağlanmış iki benzoik halka içeren 15 karbonlu bir iskelettir. Sahip olduğu halka yapısına bağlı olarak kateşinler, lokoantosiyeninler, antosiyeninler, flavononlar, flavonlar, flavonoller, kalkonlar vb. gruplardan oluşmaktadır (Çizelge 2.10.). Çeşitli meyve ve sebzelerde, çiçek ve



tohumlarda, ağaç kabuğunda, bal, çay, şarap gibi bazı gıdalarda yaygın olarak bulunmaktadır (Saewan ve Jimtaisong 2013, Ozcan ve ark. 2014, Teplova ve ark. 2018).



**Şekil 2.13.** Reaktif oksijen türlerinden kaynaklanan hastalıklar (Karaman ve Özcan 2018).

**Çizelge 2.10.** Flavanoidlerin gruplandırılması, bileşen ve gıda kaynakları (Wang ve ark. 2009).

Alt sınıf	Bileşen	Gıda kaynağı
Flavanoller	(+) Kateşin, (-) epikateşin, epigallokateşin	Çay
Flavonlar	Rutin, luteolin, luteolin glikozitleri	Meyve kabuğu, kırmızı şarap, kırmızı biber, domates, karabuğday
Antosiyaninler	Apigendin, siyanidin,	Kiraz, çilek, havuç
Flavanoller	Mirisetin, dihidro-mirisetin, dihidro-kuersetin, kaempferol, pinokembrin kuersetin, rutin, galangin	Soğan, kırmızı şarap, zeytin
Flavanonlar	Naringin, naringenin, taksifolin, hesperidin	Turunçgiller
İzoflavonlar	Genistin, diadzin	Soya
Kalkon	2', 4' -dihidroksikalkon, karvakrol	Lavanta

Fenolik asitler, fenol halkasına -COOH grubunun bağlanmasıyla meydana gelen fenolik bileşenlerin önemli bir grubudur. Farklı fenolik asitler bu yapıya -OH ve -OCH<sub>3</sub> gruplarının bağlanmasıyla oluşmaktadır. Hidroksibenzoik asitler ve hidroksisinamik asitler olarak iki farklı gruba ayrılmaktadır (Heleno ve ark. 2015). Sinamik asitlerin esterleşmesi sonucu oluşan hidroksisinamik asit C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub> fenilpropan yapısına sahiptir.

Ferulik asit, kafeik asit, sinapik asit, p-kumarik asit, hidroksisinamik asit türlerinden bazılarıdır. Siyah havuçta yüksek oranda bulunan klorojenik asit bu grupta yer almaktadır (Chatatikun ve Chiabchalard 2013).

Hidroksibenzoik asitler, hidroksisinamik asitten yağ asitlerinin oksidasyonu ile oluşan, C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub> fenilmetan bileşimine sahip bir fenolik asittir. Gıdalarda iz miktarda (10 ppm) bulunmaktadır. Salisilik asit, gallik asit, siringik asit, p-hidroksibenzoik asit, vanilik asit, protokateşik asit, hidroksibenzoik asit grubuna dahildir (Khanam ve ark. 2012, Heleno ve ark. 2015, Shahidi ve Ambigaipalan 2015).

Fenolik bileşenlerin bir diğer grubu olan antosiyaninler, meyve, sebze ve çiçeklerin doğal yapısında bulunan kırmızı-mor tonlarında renk veren sekonder metabolitlerdir. Antosiyanin terimi, Yunanca antho (mavi) ve kyaneos (çiçek) kelimelerinden oluşmaktadır (He ve Giusti 2010, Pervaiz ve ark. 2017).

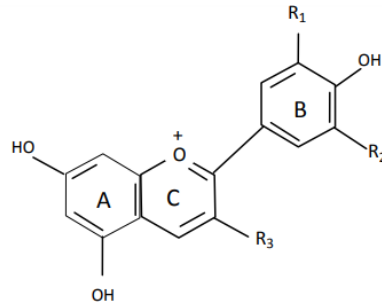
Doğada yaklaşık 17 antosiyanidin bulunmaktadır. Siyanidin, delfinidin, petunidin, peonidin, pelargonidin ve maldivin ise meyve ve sebzelerde yaygın şekilde görülmektedir. (Khoo ve ark. 2017). Bulunduğu bitkiye kırmızı, pembe, mavi ve mor renk veren antosiyanin renk çeşitliliği; monosakkaritlerin sayısına ve bağlanma şekline, hidroksillerin sayısı ve metilasyon derecesine, karboksilik asitlerin sayısına, ortamın asitlik derecesine, şekere bağlı bulunan aromatik asitlerin yapı ve sayısına bağlı olmaktadır (Delgado-Vargas ve ark. 2000).

Yapısında en çok bulunan şekerler, glikoz, rutinoz, ramnoz, ksiloz, galaktoz, arabinoz şekerleri olup modosiyanidinlere farklı formlarda bağlı şekilde bulunmaktadır (Fang 2014).

Kararsız ve çabuk bozulma eğiliminde olan antosiyaninlerin stabilitesini oksijen, pH, enzim, sıcaklık ve ışık gibi pek çok etmen etkilemektedir. Antosiyanin pigmentleri pH>4,5 değerinde renksizleşmekte, pH<3,5 asidik ortamda kırmızı rengi korumaktadır (Fernandes ve ark. 2014).

Kimyasal olarak antosiyaninler flavilium tuzlarının glikozitleri olup 15 karbondan oluşan yapısı A ve B olarak tanımlanan iki fenil halkasının köprü ile birbirine bağlanmasıyla meydana gelmektedir. Antosiyanin temel yapısı Şekil 2.14’te verilmiştir.

Antosiyanin pigmentleri, B fenil halkasına bağlanan farklı ikame bileşenlere göre değişmektedir. B halkasına bağlanan OH grubu rengin mavileşmesine ve doyumluğunun artmasına, metoksil gruplarının artması doyumluğun azalmasına sebep olmaktadır. (Tsuda 2012).



- R<sub>1</sub> = H, R<sub>2</sub> = H ise pelargonidin
- R<sub>1</sub> = OH, R<sub>2</sub> = H ise siyanidin
- R<sub>1</sub> = OH, R<sub>2</sub> = OH ise delphinidin
- R<sub>1</sub> = OCH<sub>3</sub>, R<sub>2</sub> = H ise peonidin
- R<sub>1</sub> = OCH<sub>3</sub>, R<sub>2</sub> = OH ise petunidin
- R<sub>1</sub> = OCH<sub>3</sub>, R<sub>2</sub> = OCH<sub>3</sub>, ise malvidin
- R<sub>3</sub> = OH ise 3-hidroksiantosiyanidin

**Şekil 2.14.** Antosiyanin temel yapısı (Tsuda 2012).

Özen (2008), yaptığı çalışmada havuç suyu konsantresinin renklendirici olarak Türk lokumunda kullanılmasını ve depolama boyunca stabilitesini incelemiştir. Araştırma sonucunda, siyah havuç antosiyaninlerinin stabilitesinin pH, sıcaklık ve depolama süresi arttıkça olumsuz etkilendiği görülmüştür. Depolama süresi ve sıcaklığın artmasının antosiyaninlerin degradasyon hızının artmasına, kırmızı renk değerlerinin (*a\** değeri) azalmasına ve parlaklık değerinde (*L\** değeri) artışa sebep olduğu belirtilmiştir.

Tamminen ve ark. (2013), havuç suyunun probiyotikler için alternatif taşıyıcı olarak kullanılmasını araştırmışlardır. Pastörize havuç suyu probiyotiklerle anaerobik koşullarda 37°C’de fermente edilmiş ve depolama boyunca canlılık seviyesi incelenmiştir. Başlangıçta 10<sup>6</sup>-10<sup>7</sup> kob/mL seviyelerinde bulunan laktobasil sayıları

$10^9$ - $10^{10}$  kob/mL'ye yükselmiştir. Dört haftalık depolama süresince *Lactobacillus* seviyesi değişmeden kalmış ve 12 hafta sonunda ise  $10^7$ - $10^9$  kob/mL olduğu görülmüştür. Ancak *Bifidobacterium* depolama süresince gelişmemiş, iki hafta sonra canlılık seviyesi düşmeye başlamış ve 8 hafta sonra tespit edilememiştir. Fermente edilmiş havuç suyunun, probiyotik laktobasiller için iyi bir taşıyıcı olduğu, *Bifidobacterium* türleri için ise uygun olmadığı görülmüştür.

Salwa ve ark. (2004), yaptıkları çalışmada havuç suyu içeren yoğurdun duyuusal, kimyasal, mikrobiyolojik özelliklerini incelemişlerdir. Yoğurt örnekleri %5, 10, 15 ve 20 oranında havuç suyu ile üretilmiş ve 21 gün boyunca analiz edilmiştir. Havuç suyu oranının artması asitlikte artışa, çözünür azot/toplam azot oranında ve pıhtı sıklığında azalmaya sebep olmuştur. Depolama boyunca havuç suyu içeren yoğurtlarda *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* sayısında önemli değişiklik görülmezken küf, maya, koliform gelişimini önemli ölçüde engellemiştir ( $p>0,05$ ).

Uyan-Ersus (2004) siyah havuç antosiyaninlerinin mikroenkapsülasyonu ile ilgili çalışmasında, siyah havucun toplam antioksidan aktivite değeri  $EC_{50} = 30,23 \pm 1,17$ , antosiyanin içeriği  $125,17 \pm 17,22$  mg/100g, renk değerleri ise  $L^* = 29,95 \pm 3,82$ ,  $a^* = 11,35 \pm 8,39$ ,  $b^* = -0,73 \pm 0,59$ ,  $H^\circ = -3,68$ ,  $C^* = 11,37$  olarak belirtilmiştir.

Algarrá ve ark. (2014) iki farklı siyah havuç türünün toplam antioksidan aktivitesi ve antosiyanin içeriğini incelemişlerdir. Antonina ve purple haze siyah havuç türünün toplam antioksidan aktivitesini sırasıyla DPPH yöntemi ile  $17,6 \pm 9,0 - 240,0 \pm 54,0$  mM TE/100 g fw, FRAP yöntemi ile  $86,4 \pm 8,0 - 182,0 - 27,0$  mM TE/100 g fw olarak ölçmüşlerdir. Toplam fenol içerikleri ise  $187,8 \pm 9,0 - 492,0 \pm 63$  (mg GAE/100 g fw) olarak bulunmuştur.

Siyah havuç tozu ile üretilen ayranın fiziksel ve kimyasal özellikleri araştırılması amacıyla %0,25, 0,5 ve 1 oranında siyah havuç tozu ile ayran üretimi gerçekleştirilmiş ve  $4^\circ\text{C}$ 'de 1 gün depolanmıştır. Yapılan analizlerde siyah havuç tozu ilavesinin örneklerin yağ, protein, kurumadde, pH ve tuz değerlerini önemli ölçüde etkilemediği görülmüştür ( $p<0,05$ ). Toplam antioksidan aktivite analizi DPPH yöntemi ile 0., 5., ve 20. dakikada

gerçekleştirilmiş ve en düşük değer kontrol örneğinde %5,88 ve %6,08, en yüksek değer %1 havuç tozu içeren ayran örneğinde %19,90 ve %21,6 bulunmuştur (Say ve ark. 2018).

El Samh ve ark. (2013), siyah havuç, kabak ve çilek reçeli ile ürettikleri probiyotik yoğurtların toplam antioksidan aktivitelerini, mikrobiyolojik, fiziko-kimyasal ve tekstürel özelliklerini incelemişlerdir. Bu amaçla, *S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *B. animalis* subsp. *lactis* B-12 suşları kullanılarak, kontrol (K), %8 şeker içeren yoğurt (ŞY), ve ayrı ayrı %0,5, 1, 1,5 oranında siyah havuç reçeli (SHY), kabak reçeli (KY) ve çilek reçeli (ÇY) içeren yoğurt olmak üzere 5 farklı grup yoğurt üretilmiştir. 10 günlük depolama süresi boyunca en yüksek *B. animalis* subsp. *lactis* canlılık seviyesi  $2,78 \times 10^8$  kob/g ile %0,5 SHY içeren örnekte tespit edilmiş, kontrol örneği hariç tüm örneklerde gelişim  $10^8$  kob/g düzeyinde kalmıştır. Toplam fenolik madde içeriği bakımından en yüksek değerler %1,5 ÇY (28,48 mg TAE/100g), %1,5 SHY (27,44 mg TAE/100g), %1,5 mg KY (22,92 TAE/100g); flavonoid içeriği bakımından en yüksek değerler %1,5 ÇY (15,78 mg QE/100g), %1,5 SHY (12,61 mg QE/100g), %1,5 mg KY (10,76 QE/100g) olarak bulunmuştur. Toplam antioksidan aktivite değerleri, ÇY örneğinde % 46,80, SHY örneğinde %45,35 ve KY örneğinde %42,73 ölçülmüştür.

Shin ve ark. (2015), siyah havuç ekstraktı içeren *Aspergillus oryzae* ile fermente edilmiş probiyotik sütün mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerini incelemişlerdir. Örnekler, %10 ve 15 oranında siyah havuç ekstraktı ile zenginleştirilmiş ve *Aspergillus oryzae* ile fermente edilmiştir. Fermantasyon özellikleri, pH, renk, viskozite, canlı hücre sayıları ve duyuşal değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. Örnekler arasında pH ve asit değerleri bakımından farklılık bulunmamıştır. Canlı hücre sayıları, fermantasyon sonrası kontrole kıyasla %15 siyah havuç ekstraktı içeren fermente sütte anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Viskozite değeri tüm örneklerde artış göstermiştir. Duyusal değerlendirmede en çok, %15 siyah havuç ekstraktı içeren fermente süt beğenilmiştir.

Havuç suyunun probiyotik süt üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, %6,5 şeker, %0,2 oranında yüksek metoksisilli pektin, %30 havuç suyu ve *L. acidophilus* LA5, *B. animalis* subsp. *lactis* B-12, *L. rhamnosus* ve *L. plantarum* suşları kullanılarak probiyotik içecek hazırlanmıştır. İçecekler, 20 günlük depolama boyunca canlı hücre

sayısı, pH, asitlik, sedimentasyon ve duysal kalite açısından 5 gün ara ile değerlendirilmiştir. En yüksek canlılık seviyesi *L. acidophilus* LA5 rneğinde (6,64 log<sub>10</sub> kob/mL) bulunmuştur. Depolama sırasında tüm suşların canlı hücre sayımlarındaki değişiklikler önemsiz bulunmuştur. Depolama sonunda *L. acidophilus* LA5 ve *L. rhamnosus* içeren örneklerdeki bakteri sayısı 10<sup>6</sup> kob/mL seviyesinde kalırken, *L. plantarum* ve *B. animalis* subsp. *lactis* B-12 içeren süt örnekleri 10<sup>5</sup> kob/mL seviyesine dşmştir. Çalışma sonucunda, *L. acidophilus* LA5 , *L. plantarum* ve *B. animalis* subsp. *lactis* B-12'nin havuç suyu içeren süt ieceğinde kullanım için uygun probiyotik türleri olduğu grlmştir (Daneshi ve ark. 2013).

### **3. MATERYAL ve YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Yağsız süt tozu**

Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan rekonstitue sütün hazırlanmasında kullanılan yağsız süt tozu Eker A.Ş.'den temin edilmiştir. Bileşimi şu şekildedir:

- Nem: %3,76
- Yağ: %0,33
- pH: 6,66
- Asitlik: %0,13
- Yoğunluk: 0,55 g/cm<sup>3</sup>

##### **3.1.2. Bakteri kültürleri**

Çalışmada, yoğurt kültürü olarak Danisco (France) firmasından temin edilen *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* içeren YO-MIX 205 LYO 250 (DCU) karışık probiyotik yoğurt kültürü kullanılmıştır.

##### **3.1.3. Akasya gamı**

Yapılan çalışmada akasya gamı, Nexira (Rouen, France) firmasından temin edilmiştir. Akasya gamının bileşimi Çizelge 3.1'de verilmiştir.

##### **3.1.4. Pektin**

Çalışmada kullanılan pektin, düşük metoksilli pektin olup elma pulpundan elde edilmiştir. Pektin, Yantai Andre Pectin Co. Ltd. (Yantai, China) firmasından temin edilmiştir. Bileşimi Çizelge 3.2'de verilmiştir.

### 3.1.5. Siyah havuç

Siyah havuç katkılı probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan *Daucus carota* ssp. *Sativus* var. *Atrorubens* Alef. türü havuç piyasadan temin edilmiştir.

Çalışmada kullanılan siyah havucun genel bileşimi Bursa Uludağ Üniversitesi bölümü laboratuvarında yapılan analizlerle belirlenmiş (Bölüm 3.3.) ve Çizelge 3.3'te verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Akasya gamı ürün özellikleri

Parametre	Metod	Özellik
Görünüm	Duyusal değerlendirme	Sarımsı beyaz-beyaz
%25'lik çözeltinin pH'sı	Eur. Ph 2.2.3	4,7
%25'lik çözeltinin rengi	Lovibond	10
%25'lik çözeltinin viskozitesi	Brookfield LVF 60 rpm	70 mPa.s
Nem (5 saat, 105°)	USP 921 Method III	%9
Asitte çözünmeyen madde	Eur. Ph	%0,07
Toplam kül	Eur. Ph	%3,50
Asitte çözünmeyen kül	USP 561	< %0,5
Tane boyutu	Vibro sleving	< %15
Kurşun	ICP-OES/ICP-MS	< 0,1 ppm
Arsenik	ICP-OES/ICP-MS	< 0,5 ppm
Civa	SAA	< 0,1 ppm
Kadmiyum	ICP-OES/ICP-MS	< 0,1 ppm
Toplam ağır metal	FCC Method II	< 5 ppm
Aerobik mezofilik sporlu bakteri	ISO 4833-1	< 300/g
Maya ve küf	ISO 6611	< 100/g
<i>E. coli</i>	ISO 7251	ABS/25g
<i>Salmonella</i>	ISO 6579-1	ABS/25g



**Çizelge 3.2.** Pektin ürün özellikleri

<b>Parametre</b>	<b>Özellik</b>
Görünüm	Toz
Renk	Açık kahverengi
pH (%2 çözelti)	3,8-4,5
Kalsiyum reaktivitesi	Yüksek
Esterleşme derecesi	% 30
İyileştirme derecesi	% 20
Pektin içeriği	>% 50
Galakturonik asit	>% 65
Nem miktarı	<% 12
Asitte çözünmeyen kül	< % 1
Azot içeriği	< % 1
SO <sub>2</sub>	<10 mg/kg
Serbest metil, etil ve izopropil alkol	< % 1
Kurşun	<5 mg/kg
Arsenik	<3 mg/kg
Kadmiyum	<1 mg/kg
Civa	<1 mg/kg
Maya ve küf	<100/g
Koliform	Tespit edilmedi
<i>E. coli</i>	Tespit edilmedi
<i>Staphylococcus aureus</i>	Tespit edilmedi
Enerji (100 g)	550-650 kJ
Protein	< %0,5
Karbonhidrat	% 25-35
Şeker	% 25-35
Yağ	< %0,5
Lif	% 65-75

**Çizelge 3.3.** Siyah havucun fiziko-kimyasal özellikleri

<b>Parametre</b>	<b>Özellik</b>
pH	5,53
Renk değeri ( <i>L*</i> , <i>a*</i> , <i>b*</i> )	<i>L*</i> : 28,94 <i>a*</i> : 3,22 <i>b*</i> : 1,00
Toplam asitlik (%)	0,26
Kül miktarı (%)	0,93
Kurumadde miktarı (%)	11,07
Briks	11,00
Toplam antioksidan aktivite (DPPH) (mg Trolox/100g)	97,90
Toplam antioksidan aktivite (FRAP) (mg Trolox/100g)	105,18
Toplam fenolik madde (mg GAE/100g)	289,00
Şeker (%glikoz)	0,77
Toplam antosiyanin miktarı (mg/kg)	216,04

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Deneme deseni

Çalışmada tesadüf parselleri deneme deseni kullanılarak kontrol yoğurtları da dahil olmak üzere 6 farklı tip yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Depolama süresinin 1., 7., 14. ve 21. günlerinde mikrobiyolojik, fiziko-kimyasal, tekstürel, duyuusal ve istatistiksel analizler yapılmıştır. Çizelge 3.4'te çalışmada kullanılan yoğurt örneklerine ait deneme deseni görülmektedir. Ön deneme üretimleri sırasında probiyotik yoğurtların duyuusal ve tekstürel niteliklerini optimize etmek açısından farklı oranlarda siyah havuç (%6-10), akasya gamı ve pektin (%0,1-1,0) ilavesi değerlendirilmiş ve belirlenen ön deneme sonuçlarına göre, siyah havuç %8, akasya gamı ve pektin %0,2 oranında hammadde süte katılarak üretim gerçekleştirilmiştir.

**Çizelge 3.4.** Yoğurt örneklerine ait deneme deseni

Yoğurt Çeşidi	Uygulama	Depolama Süresi (Gün)			
		1	7	14	21
YC	Kontrol				
YH	% 8 siyah havuç				
YP	%0,2 pektin				
YPH	%0,2 pektin + %8 siyah havuç püresi				
YG	%0,2 akasya gamı				
YGH	%0,2 akasya gamı + %8 siyah havuç püresi				

### 3.2.2. Yoğurt kültürünün aktive edilmesi

Yoğurt kültürü Barat ve Ozcan (2018)'ın daha önce belirttiği yönteme göre hazırlanmıştır. Yağsız süt tozunun (130 g/L oranında saf su ile hazırlanarak) iyice çözünmesini sağlamak amacıyla rekonstitue süt 2 saat oda sıcaklığında karıştırılmıştır. Elde edilen rekonstitue süt daha sonra (%11,5 KM) özel kapaklı şişelere aktarılmış ve otoklavda 121°C'de 15 dakika sterilize edilmiştir. Daha sonra 40°C'ye soğutulan sütün içerisine aseptik koşullarda yoğurt kültürü (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* aşılantısı ve pH 4,8'e gelene kadar inkübasyona bırakılmıştır.

### 3.2.3. Siyah havuç püresinin hazırlanması

Piyasadan temin edilen siyah havuçlar, yıkanıp kabukları soyulduktan sonra, 1 cm kalınlığında kesilmiş ve buharda 10 dk süre ısıtma işlemi (85-90°C) uygulanmıştır. Daha sonra steril paralayıcıdan geçirilerek püre haline getirilmiştir.

### 3.2.4. Yoğurt üretimi

*YC (Kontrol) ve YH grubu yoğurtların üretimi:* %11,5 KM içecek şekilde hazırlanan rekonstitue sütlerle 90°C'de 10 dk süre ile ısıtma işlemi uygulanmıştır. Rekonstitue süt 50°C'ye soğuduktan sonra YH grubuna %8 oranında siyah havuç püresi ilave edilmiştir. YC ve YH grubu örnekler daha sonra 40°C'ye soğutulmuştur. Uygun aseptik koşullar sağlandıktan sonra *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* içeren probiyotik yoğurt kültüründen %3 oranında inokule edilmiş ve 40°C'de pH 4,7'ye ulaşana kadar inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonu tamamlanan yoğurtlar 30 dk süreyle oda sıcaklığında (20°C) bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda polistiren ambalajlardaki yoğurtların kapakları kapatılmış ve depolama süreleri boyunca (21 gün) 4°C'de muhafaza edilmiştir.

*YP ve YPH grubu yoğurtların üretimi:* %11,5 KM içecek şekilde hazırlanan rekonstitue süt 40°C'ye ısıtılıp, YP ve YPH gruplarına %0,2 pektin ilave edildikten sonra, iyice karışması sağlanmıştır. Her iki grup örneğe 90°C'de 10 dk süre ile ısıtma işlemi uygulanmıştır. Kontrollü şekilde soğutulmaya başlanan sütün sıcaklığı 50°C'ye düştüğünde YGH örneğine %8 oranında siyah havuç püresi eklenmiştir. Sıcaklık 40°C'ye düştüğünde aseptik koşullar *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* içeren probiyotik yoğurt kültürününün %3 oranında inokülasyonu gerçekleştirilmiştir. Örnekler 40°C'de pH 4,7'ye ulaşana kadar inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda yoğurtlar 30 dk süreyle oda sıcaklığında (20°C) bekletilmiş ve 21 gün boyunca 4°C'de muhafaza edilmiştir.

*YG ve YGH grubu yoğurtların üretimi:* Rekonstitue süt (%11,5 KM) hazırlandıktan sonra, süt ısıtılmaya başlanmış 40°C'ye ulaştığında YG ve YGH grubuna %0,2 oranında akasya gamı ilave edilmiş ve homojen şekilde karışması sağlanmıştır. Her iki grup örnek 90°C'de 10 dk süre ile ısıtılmıştır. Kontrollü şekilde soğutulmaya başlanan sütün sıcaklığı 50°C'ye düştüğünde YGH örneğine %8 oranında siyah havuç püresi eklenmiştir. Sıcaklık 40°C'ye düştüğünde *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* içeren probiyotik yoğurt kültüründen %3 oranında inoküle edilmiştir. 40°C'de pH 4,7'ye düşene kadar inkübasyona bırakılmıştır. Örnekler inkübasyon sonrası oda sıcaklığında (20°C) bekletilmiş ve daha sonra polistiren ambalajlardaki yoğurtların kapakları kapatılarak 21 gün boyunca 4°C'de muhafaza edilmiştir.

### **3.3. Yoğurt Örnekleri ve Siyah Havuca Uygulanan Analizler**

Çalışmada, hammadde olarak kullanılan siyah havuçta kurumadde, kül, pH ve titrasyon asitliği, renk ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), şeker, toplam antioksidan aktivite, antosiyanin ve toplam fenolik madde analizleri gerçekleştirilmiştir.

Probiyotik yoğurtların fermantasyonu boyunca pH değerleri ölçülmüştür. Ayrıca probiyotik yoğurtlarda 1. günde, ürün analizleri olarak toplam antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, antosiyanin, kurumadde, kül ve şeker analizleri gerçekleştirilmiştir.

Kontrol grupları, siyah havuç, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurtlar depolama süresinin 1., 7., 14. ve 21. günlerinde mikrobiyolojik analizler, renk ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $\Delta E^*$ ,  $H^\circ$ ,  $C^*$ ), pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, tekstür (sıklık, konsistens, iç yapışkanlık) ve duyu analizlere tabi tutulmuştur.

### 3.3.1. Mikrobiyolojik analizler

#### Örneklerin analize hazırlanması

8,5g NaCl/L saf su olacak şekilde yeterli miktarda hazırlanan fizyolojik tuzlu su, özel cam şişelere 90 mL, tüplere 9 mL ilave edildikten sonra 121°C’de 1.2 atm basınçta 15dk süreyle otoklavda sterilize edilmiştir. Yoğurt örneklerinden homojen şekilde alınan 10g örnek, aseptik koşullar altında 90 mL sterilize fizyolojik tuzlu su (FTS) içeren cam şişelere aktarılmıştır. Daha sonra 9 mL’lik FTS tüplerinde 10<sup>-9</sup> a kadar dilüsyonlar hazırlanmıştır. 3 paralel olacak şekilde ekimler gerçekleştirilmiştir (Abdollahzadeh ve ark. 2018).

#### *Streptococcus thermophilus* sayısının belirlenmesi

*Streptococcus thermophilus*, sayısının belirlenmesinde M17-Agar (Merck, Germany) besiyeri kullanılmıştır. 10<sup>-1</sup>-10<sup>-10</sup>luk dilüsyonlardan 1’er mL alınarak steril petri kutularına aktarılmıştır. Sterilize edilmiş M17-Agar 40-45°C’ye soğutulduktan sonra ince bir tabaka halinde petri kutularına dökülmüştür. Besiyeri ve dilüsyonun iyice karışması sağlanmıştır.

Petripler ters çevrilerek aerobik olacak şekilde 37°C’de 3 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda oluşan yuvarlak sarımsı koloniler (30-300) sayılarak g’daki mikroorganizma sayısı adet olarak belirlenmiştir. Sonuçlar logaritmik olarak hesaplanmıştır (Vianna ve ark. 2017).

#### *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısının belirlenmesi

*L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısının belirlenmesi için MRS-Agar (Merck, Germany) kullanılmıştır. Agar, 1 M HCl ile pH 5,2’ye ayarlanarak *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* için selektif hale getirilmiştir. 10<sup>-10</sup>’a kadar seyreltilmiş dilüsyonlardan steril petri kaplarına 1’er mL aktarılmıştır. 5,2 pH’ya getirilmiş MRS-Agar petri kaplarına 12-15 mL dökülüp rotasyon hareketiyle dilüsyon ve besiyeri karıştırılmıştır. Petri kapları ters

çevrilerek anaerobik koşullarda 37°C’de 3 gün inkübasyona bırakılmıştır. Anaerobik inkübasyonu sağlamak amacıyla anaerobik jar (Merck, Germany) ve oksijeni uzaklaştırmak amacıyla da AnaeroGen (Oxoid, England) kullanılmıştır. İnkübasyon sonunda oluşan koloniler (30-300) sayılarak, istatistiksel değerlendirmede bu sayı logaritmik olarak verilmiştir (Van de Castele ve ark. 2007).

### ***Lactobacillus acidophilus* sayısının belirlenmesi**

*Lactobacillus acidophilus* sayımı için besiyeri olarak 1,5 g/L oranında Bile (Ox bile dried pure, Merck, Germany) tartılıp gerekli miktarda MRS-Agar hazırlanmıştır. Steril petri kutularına  $10^{-1}$ - $10^{-12}$ ’lik dilüsyonlardan 1’er mL ekim yapılmış, üzerine selektif (MRS Agar-Bile) besiyeriden 12-15 mL aktarılmış ve besiyeri ve sıvının karışması sağlanmıştır. Besiyeri katılaştıktan sonra 37°C’de 3 gün anaerobik olarak inkübasyona bırakılmıştır. Anaerobik inkübasyonu sağlamak için anaerobik jar (Merck, Germany) ve oksijeni uzaklaştırmak amacıyla AnaeroGen (Oxoid, England) kullanılmıştır. İnkübasyon süresi sona erdiğinde oluşan koloniler (30-300) sayılarak mL’de *L. acidophilus* sayısı saptanmış ve istatistiksel değerlendirmede sonuçlar logaritmik olarak verilmiştir (Muelas ve ark. 2018).

### ***Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* sayısının belirlenmesi**

*B. animalis* subsp. *lactis* sayımı için kullanılan MRS-Agara uygun gelişme ortamını sağlamak için 2 g/L oranında Lityum Klorit, 3 g/L sodyum propiyonat eklenmiştir.  $10^{-1}$ - $10^{-12}$ ’lik dilüsyonlardan 1’er mL alınarak steril petri kutularına dökme plak yöntemiyle ekimler yapılmış üzerine lityum klorit ve sodyum propiyonat içeren MRS-Agar’dan yaklaşık 12-15 mL aktarılmış, dairesel hareketle besiyeri ve sıvı karıştırılmıştır. Besiyerinin katılaşmasının ardından petri kutuları ters çevrilmiş, anaerojen jar (Merck, Germany) ve AnaeroGen (Oxoid, England) kullanılarak 37°C’de 3 gün anaerobik inkübasyona tabi tutulmuştur. İnkübasyon sonunda oluşan koloniler (30-300) sayılarak g’da *B. animalis* subsp. *lactis* sayısı saptanmış ve istatistiksel değerlendirmede sonuçlar logaritmik olarak verilmiştir (Sims ve ark. 2014).

### 3.3.2. Fiziko-kimyasal analizler

#### pH analizi

Probiyotik yoğurtlarda fermentasyon ve depolama boyunca pH değeri, pH 315i/SET (WTW, Germany) marka pH metre ile ölçülmüştür. Cihaz oda sıcaklığında (20°C) pH 4 ve pH 7'lik tampon çözeltilerle kalibre edildikten sonra, cihazın elektrodu probiyotik yoğurt örneklerinin içerisine daldırılarak pH değerleri ölçülmüş ve kaydedilmiştir (AOAC 2012).

#### Titrasyon asitliği tayini

Probiyotik yoğurt örneklerinin renklerinin pembe olması nedeni ile asitliğini belirlemek amacıyla, 10 g örnek 8,1 pH 'ya ulaşana kadar 0,1 N NaOH ile titre edilmiştir. Asitlik miktarı (%) laktik asit cinsinden aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Agil ve Hosseinian 2012).

$$\% \text{ Titrasyon Asitliği (\%LA)} = \frac{S \times 0,009}{\ddot{O}} \times 100$$

S = Titrasyonda kullanılan 0,1 N NaOH çözeltisi (mL)

Ö = Titrasyonda kullanılan yoğurt miktarı

#### Serum ayrılması tayini

Yoğurt örnekleri 25 g tartılarak filtre kağıdından süzölmeye bırakılmıştır. +4°C'de 2 saat süre beletildikten sonra mL cinsinden süzölen miktar okunmuştur. Sonuç mL/25g olarak verilmiştir (Delikanli ve Ozcan 2014).

#### Renk tayini

Probiyotik yoğurt örneklerinde rengin belirlenmesi amacıyla, MSEZ-4500L HunterLab (Virginia, USA) cihazı ve renk değerlerini standartlaştırmak amacıyla siyah ve beyaz

tablalar kullanılmıştır. Yoğurt örneklerinin farklı noktalarından olacak şekilde 3 kez okuma yapılmış ve ortalamaları alınmıştır.  $L^*$  (parlaklık),  $a^*$  (+kırmızı, -yeşil) ve  $b^*$  (+sarı, -mavi) değerleri belirlenmiştir. Toplam renk farklılığının sayısal değeri olan toplam renk farklılığı (TCD),  $\Delta E^*$  olarak ifade edilmiş ve aşağıdaki eşitlikte belirtilmiştir. Eşitlikte;  $\Delta E^*$  : Isıl işlem sonrasında örneklerde meydana gelen toplam renk farklılığını,  $\Delta L^*$  : Siyah-beyaz renk değişimini,  $\Delta a^*$  : Kırmızı-yeşil renk değişimini,  $\Delta b^*$  : Sarı-mavi renk değişimini, ifade etmektedir.

$$\text{TCD } (\Delta E) = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

Örnek rengini belirleyen renk tonunu veren Hue açısı ( $H^\circ = \tan^{-1} (b^*/a^*)$ ) ve doygunluk indeksi olarak tanımlanan kroma (renksel parlaklık) değeri  $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$  formülleri kullanılarak hesaplanmıştır. Kromatik çemberde  $H^\circ$  değerleri 0°'den 360°'ye doğru (magenta kırmızısı) rengin zayıfladığını göstermekte, 90° sarı, 180° mavimsi yeşil ve 270° (veya - 90°) mavi rengi temsil etmektedir (Kurtuldu ve Ozcan 2018).

### **Kurumadde tayini**

Kurumadde tayininde kullanılacak olan kurutma kapları etüvde kurutulup oda sıcaklığına geldikten sonra darası alınmıştır. Kaplara 2-3 g arasında olacak şekilde probiyotik yoğurt örneği konulmuş ve 105°C'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutma sonunda kurumadde % kurumadde cinsinden hesaplanmıştır (Barat ve Ozcan 2018).

$$\% \text{ Kurumadde} = ((A1-A)/(A2-A)) \times 100$$

A =Kurutma kabı ağırlığı (g)

A1=Kurutma kabı ve kurutulmuş örnek ağırlığı (g)

A2=Örnek ve kurutma kabı ağırlığı (g)

### **Kül tayini**

Probiyotik yoğurt örneklerinin kül miktarını tespit etmek için daha önceden kurutulup darası alınmış krozelere 2-3 g arasında olacak şekilde örnek konulmuştur. Etüvde



kurutulduktan sonra kül fırınında 550°C'yi geçmeyen sıcaklıkta tamamen beyaz kalıntı elde edilinceye kadar yakılmıştır. Kül miktarı % olarak belirlenmiştir (Barat ve Ozcan 2018).

$$\%K\ddot{u}l = (K1 - K) / (K2 - K) \times 100$$

K = Kroze ağırlığı (g)

K1 = Kroze ve kurutulmuş örnek ağırlığı (g)

K2 = Numune ve kroze ağırlığı (g)

### **Suda çözüner kurumadde (briks) tayini**

Havuç örneklerinde suda çözüner kurumadde miktarını ölçmek için KEM Refractometer RA-500 (Tokyo, Japan) cihazı kullanılmış ve % olarak saptanmıştır (Barat ve Ozcan 2018).

### **Toplam antioksidan aktivite tayini (DPPH yöntemi)**

Yoğurt örnekleri, 20 mL metanol-su (%70:30, v/v) çözeltisiyle karıştırılmış, 20° C'de karanlıkta 4 saat süreyle çalkalanmış, süre sonunda ekstraktlar 3500 rpm'de 10 dakika santrifüjlenmiştir. Elde edilen çözeltiden berrak kısım filtrelenerek, toplam antioksidan aktivite ve toplam fenol içeriğini analiz etmek için kullanılmıştır (Ozcan ve ark. 2019).

DPPH stok çözeltisi hazırlamak amacıyla, 0,039g DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) metanolde çözdürölüp 100 mL'ye tamamlanmıştır (1mM:  $1 \times 10^{-3}$  M). Hazırlanan stok çözeltiden 6 mL alınarak 100 mL'ye tamamlanmıştır ( $6 \times 10^{-5}$ M). Analiz için hazırlanan ekstraktlardan daha önce yapılan denemeler sonucu uygun olan miktar alınmış, üzerine 3,9 mL  $6 \times 10^{-5}$  M DPPH çözeltisi eklenmiştir. 30 dk karanlıkta bekletildikten sonra 515 nm'de metanole karşı spektrofotometrik olarak okunmuştur. Absorbans değerleri 125 mg/L lik stok trolox çözeltisinden farklı konstantrasyonlarda hazırlanmış olan trolox kurvesinden oluşturulan formülle “mg Trolox/g” olarak hesaplanmıştır (Oliveira ve ark. 2009).

### **Toplam antioksidan aktivite tayini (FRAP Yöntemi)**

FRAP yöntemi ile toplam antioksidan aktivite tayini Smet ve ark. (2008) tarafından tanımlanan yöntem modifiye edilerek belirlenmiştir. FRAP yöntemi fenoliklerin  $Fe^{+3}$ 'ü  $Fe^{+2}$ 'ye indirgeyebilme kapasitesini ölçmeye dayalı olan bir metottur. FRAP çözeltisini hazırlamak amacıyla, 25 mL 0,3 mol/L asetat tampon çözeltisi (pH 3,6), 2,5 mL 20 mmol/L  $Fe_3Cl \times 6H_2O$  ve 2,5 mL 10 mmol/L TPTZ çözeltisi (40 mmol/L HCl ile hazırlanan) karıştırılarak hazırlanmıştır. 100  $\mu$ L ekstraksiyon sıvısı üzerine günlük olarak hazırlanmış 3 mL FRAP çözeltisi (37°C) eklenerek karışması sağlanmıştır. Tanık ve diğer örnekler 37°C'de 30 dk bekletildikten sonra oluşan mavi renk 595 nm'de okunmuştur. Trolox çözeltisinden farklı konsantrasyonlarda hazırlanan kurve yardımıyla elde edilen formülden "mg Trolox/g" olarak hesaplanmıştır.

### **Toplam fenolik madde tayini**

Probiyotik yoğurt örneklerinde toplam fenolik madde miktarı Ryan ve Prescott (2010) tarafından belirtilen Folin-Ciocalteu (FC) kolorimetrik metodunun modifiye edilmesi ile belirlenmiştir. Fenolik maddelerin kendisi oksitlenmiş forma dönüşürken, FC ayracını indirgemıştır. Reaksiyon sonlandığında ayracın indirgenmesiyle oluşan mavi renk spektrofotometrik olarak belirlenmiştir.

Daha önceden belirlenen miktarda alınan ekstraksiyon sıvısı cam tüpe alınmış, üzerine 2,3 mL saf su ile hacimce 1:5 oranında saf su ile seyreltilmiş 0,15 mL FC ayracı eklenmiştir. Karışım vorteks yardımıyla karıştırılmış 5 dk sonra 0,3mL %35'lik (doymuş)  $Na_2CO_3$  çözeltisi ilave edilip karanlık ortamda 2 saat süre ile bekletilmiştir. Süre sonunda örneklerin absorbansı, su ile hazırlanan tanığa karşı 725 nm'de okunmuştur. 500 mg/L'lik stok gallik asit çözeltisinden farklı konsantrasyonlarda hazırlanan gallik asit kurvesinden elde edilen formül yardımıyla "mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g" olarak hesaplanmıştır.

### **Diferansiyal pH yöntemi ile toplam monomerik antosiyanin tayini**

Antosiyanin analizi için yoğurt örneklerinden 5 g, siyah havuç örneğinden ise 1 g alınarak 25 mL asitlendirilmiş metanolla 4 ° C’de 24 saat bekletilmiş, süre sonunda 5900 rpm’de 15 dk santrifüj uygulanıp filtrelenmiştir (Cemeroğlu 2010).

Analiz pH diferansiyal yöntemine uygun olarak absorbans ölçümleri, pH 1 ve pH 4,5’e ayarlanarak iki farklı pH değerinde, 510 nm ve 700 nm dalga boyunda yapılmıştır. Belirlenen seyreltme oranında seyreltildikten sonra 30 dk oda sıcaklığında bekletilmiş ve 510 ve 700 nm’de absorbans ölçülmüştür. Sonuçlar mg siyanidin-3-glikozit/L olarak hesaplanmıştır (Wada ve Ou 2002).

### **Şeker analizi (Dns Yöntemi)**

İndirgen şeker analizinde kullanılacak olan Dinitrosalisilik asit (Dns) çözeltisi, 1 g Dns, 20 mL NaOH (2M) , 20g Na-K-Tartarat’ın saf su ile 100 mL’ ye tamamlanmasıyla elde edilmiştir. İndirgen şeker analizi için yoğurt ve havuç örnekleri yeterli oranda seyreltildikten sonra 5’er mL Carez I ve Carez II çözeltileriyle durultulmuş ve tamamen berrak hale gelmesi amacıyla aktif kömürle muamele edilmiştir. Elde edilen süzüntüden 2 mL alınarak üzerine 6 mL dinitrosalisilik asit çözeltisi ilave edilmiş ve 5 dk süre ile kaynatılmıştır. Soğutma işleminin ardından tanığa karşı 540 nm’de spektrofotometrik olarak okunmuş standart eğriden elde edilen formül yardımıyla hesaplanmıştır (Kumral 2005).

### **3.3.3. Tekstürel analizler**

Kontrol örnekleri ve siyah havuç katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin tekstürel değerlerinin belirlenmesi amacıyla, Joon ve ark. (2017)’nin belirttiği yöntem modifiye edilerek Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü bünyesinde bulunan, Texture Analyser TA-Plus (Lloyd Instruments) cihazı kullanılmıştır. Spesifik ters ekstrüzyon probu ile back ekstrüzyon testi uygulanmıştır. Yoğurt örnekleri standardı sağlamak amacıyla derinliği 4 cm olan 100 g’lık kaplarda ve 25°C’de test edilmiştir.

Uygulanan back ekstrüzyon testi analizde baskılama işlemi 1 mm.s<sup>-1</sup> crosshead hızında, 40 mm çapında ve 45 mm derinliğindeki silindir probun yoğurt örneğine daldırılması ile sağlanmıştır. Back ekstrüzyon tekniğinde, prop örneğe daldırıldığında pozitif, yoğurttan çıktığında ise negatif alan elde edilmesine bağlı olarak güç-zaman grafiği oluşturulmuştur. Probiyotik yoğurt örneklerinin tekstürel özelliklerinin belirlenmesinde Texture Exponent 32 (2007) software (Stable Micro Systems, Godalming, UK) yazılımı kullanılmıştır. Analiz sonucu değerlendirmeye alınan parametreler sertlik (firmness; g) maksimum pozitif kuvvet, iç yapışkanlık (cohesiveness; g) maksimum negatif kuvvet, konsistens (consistency; gs) pozitif bölge alanı olarak belirlenmiştir.

### **3.3.4. Duyusal analizler**

Kontrol örnekleri ve siyah havuç püresi içeren yoğurt örneklerinin tüketici beğenisini ve tüketim kalitesini test edebilmek amacıyla Pimentel ve ark. (2013) ve Nor-Khaizura ve ark. (2018) tarafından kullanılan duyusal analiz skalaları modifiye edilerek duyusal analiz gerçekleştirilmiştir. Duyusal analizler, B.U.Ü. Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri ve lisansüstü öğrencilerinden oluşan 9 kişilik eğitimli panelistlerden oluşan grubun değerlendirmesine sunulmuştur. Duyusal analiz sırasında tat ve aroma farklılıklarının daha rahat ayırt edilmesi amacıyla su ve kraker ikram edilmiştir. Probiyotik yoğurt örneklerinde, ‘görünüş’, ‘aroma’, ‘tekstür’ değerleri’ ve ‘genel kabul edilebilirlik’ 1-9 puan aralığında, ‘satın alma niyeti’ 1-5 puan aralığında değerlendirilmiştir. Yoğurt örneklerinin spesifik duyusal özellikleri de belirlenmiştir (Görünüş: renk, parlaklık, serum ayrılması, sıklık, pürüzsüzlük/homojenlik; Aroma: duyusal asitlik/ekşilik, tatlımsı tat, burukluk, fermente süt tadı, aroma (tat-koku), koku, asetaldehit aroması; Tekstür: kremamsı yapı, homojenlik, sıklık/yapı, pütürlülük, yapışkanlık, taneli yapı).

### **3.3.5. İstatistiksel analizler**

Denemelerde kontrol grubu dahil olmak üzere 6 farklı yoğurt üretilmiş ve tüm analizler 3 paralelli çalışılmıştır. Çalışmada, akasya gamı, pektin, ve siyah havuç içeren örnekler arasındaki ürün çeşitleri ve depolama boyunca uygulanan analizlerde meydana gelen farklılıklar, tesadüf parselleri deneme deseni uygulanarak belirlenmiştir. Çıkan sonuçlara

bağlı olarak varyans analizi uygulanmış (ANOVA), alınan ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testi ile karşılaştırılmıştır (( $p < 0,05$ ,  $p < 0,01$ )).

## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1. Mikrobiyolojik Özellikler

Sütte bulunan laktoz temel enerji ve karbon kaynağı olarak, LAB tarafından fermente edilmekte ve oluşan metabolitler de fermente süt ürünlerinin üretilmesinde kullanılmaktadır (Fernández ve ark. 2015).

Yoğurt bakterileri olarak da bilinen *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* glikoliz, proteoliz ve lipoliz gibi biyokimyasal olaylarla yoğurt jelinin oluşumunda önemli bakterilerdir. Her iki bakteri sentezledikleri bileşenler ile “*protokooperasyon*” olarak adlandırılan bir ilişki içerisinde bulunmaktadırlar. Fermantasyon başlangıcında baskın durumda olan *S. thermophilus* laktik asit miktarını arttırmakta ve ortam pH’sını 5.5’e düşürmektedir. *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ise kazeinden sentezlediği amino asit ve peptitler (sistein, histidin, glutamik asit, lösin, metiyonin, valin) ile gelişmiş proteolitik aktiviteye sahip olmayan *S. thermophilus*’un gelişimini teşvik etmektedir. *S. thermophilus* tarafından üretilen formik asit ve CO<sub>2</sub> ise *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*’ un gelişimini stimüle etmektedir (Uriot ve ark. 2017).

Yapılan çalışmada siyah havuç, pektin ve akasya gamının probiyotik yoğurt örneklerinde probiyotik bakterilerin gelişimi üzerine prebiyotik etkisinin araştırılması amacıyla, depolamanın 1., 7., 14., ve 21. günlerinde mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir. YC, YH, YP, YPH, YG ve YGH örneklerinde *S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. acidophilus* ve *B. animals* subsp. *lactis* sayısı belirlenmiştir. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan ortalama bakteri sayıları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Siyah havuç katkılı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurtlarda depolama süresi boyunca bakteri sayısındaki değişim ( $\log_{10}$  kob/g)

Probiyotik Yoğurt Çeşidi	Mikroorganizma	Depolama Süresi (Gün)			
		1	7	14	21
YC	<i>S. thermophilus</i>	9,48	9,16	9,50	9,25
	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	9,15	9,26	8,00	8,07
	<i>L. acidophilus</i>	8,25	8,00	8,00	7,61
	<i>B. animalis</i> subsp. <i>lactis</i>	8,10	8,45	7,61	6,90
YH	<i>S. thermophilus</i>	9,63	9,32	9,66	9,55
	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	9,45	9,26	8,00	8,07
	<i>L. acidophilus</i>	8,20	8,35	8,54	7,61
	<i>B. animalis</i> subsp. <i>lactis</i>	7,54	8,51	7,45	7,00
YP	<i>S. thermophilus</i>	9,39	9,46	9,78	9,49
	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	9,48	9,15	8,53	8,39
	<i>L. acidophilus</i>	8,26	8,04	8,20	8,04
	<i>B. animalis</i> subsp. <i>lactis</i>	7,47	8,44	7,77	7,00
YPH	<i>S. thermophilus</i>	9,59	9,10	9,46	9,35
	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	9,51	9,01	8,32	8,30
	<i>L. acidophilus</i>	9,04	8,07	8,11	7,53
	<i>B. animalis</i> subsp. <i>lactis</i>	8,11	8,26	7,95	7,84
YG	<i>S. thermophilus</i>	9,65	9,65	9,60	9,51
	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	9,16	9,60	8,63	8,39
	<i>L. acidophilus</i>	8,32	8,00	8,32	8,00
	<i>B. animalis</i> subsp. <i>lactis</i>	8,60	8,68	8,11	7,00
YGH	<i>S. thermophilus</i>	9,76	9,87	9,96	9,67
	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	9,26	9,85	8,50	8,44
	<i>L. acidophilus</i>	9,39	8,30	8,41	7,90
	<i>B. animalis</i> subsp. <i>lactis</i>	8,19	8,83	8,20	7,90

Siyah havuç katkılı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerinde depolama boyunca belirlenen ortalama *S. thermophilus* sayısı Çizelge 4.2’de verilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Siyah havuç katkılı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince *S. thermophilus* sayısında meydana gelen değişim ( $\log_{10}$  kob/g)

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)			
	1.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün
YC	9,48	9,16	9,50	9,25
YH	9,63	9,32	9,66	9,55
YP	9,39	9,46	9,78	9,49
YPH	9,59	9,10	9,46	9,35
YG	9,65	9,65	9,60	9,51
YGH	9,76	9,87	9,69	9,67
Minimum	9,39	9,10	9,46	9,25
Maksimum	9,76	9,87	9,78	9,67
Ortalama	9,58	9,43	9,62	9,47

Örneklerde *S. thermophilus* sayısı 9,10 ile 9,87  $\log_{10}$  kob/g arasında değişmiştir. Ortalama *S. thermophilus* sayısı incelendiğinde ise en düşük değer 9,43  $\log_{10}$  kob/g ile depolama süresinin 7. gününde, en yüksek değer 9,62  $\log_{10}$  kob/g ile depolama süresinin 14. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.2.).

Siyah havuç katkılı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerindeki *S. thermophilus* sayılarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Varyans analizi değerlendirildiğinde, örneklerdeki *S. thermophilus* sayıları arasındaki farklılık probiyotik yoğurt çeşidi, depolama süresi, probiyotik yoğurt çeşidi ve depolama süresi etkisi açısından istatistiksel bakımdan  $p < 0,01$  düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3.).

Yoğurt örneklerinin *S. thermophilus* sayısına ait LSD testi sonuçları incelendiğinde, en yüksek *S. thermophilus* sayısı 9,75  $\log_{10}$  kob/g ile akasya gamı ve siyah havuç içeren YGH örneğinde, en düşük ise 9,35  $\log_{10}$  kob/g ile kontrol-YC örneğinde saptanmıştır. Yoğurt örneklerindeki depolama süresince en yüksek *S. thermophilus* sayısı 9,62  $\log_{10}$  kob/g ile 14. günde ve 9,58  $\log_{10}$  kob/g ile 1. günde; en düşük *S. thermophilus* sayısı ise 7. gün (9,43  $\log_{10}$  kob/g) ve 21. günde (9,47  $\log_{10}$  kob/g) belirlenmiştir (Çizelge 4.3.).

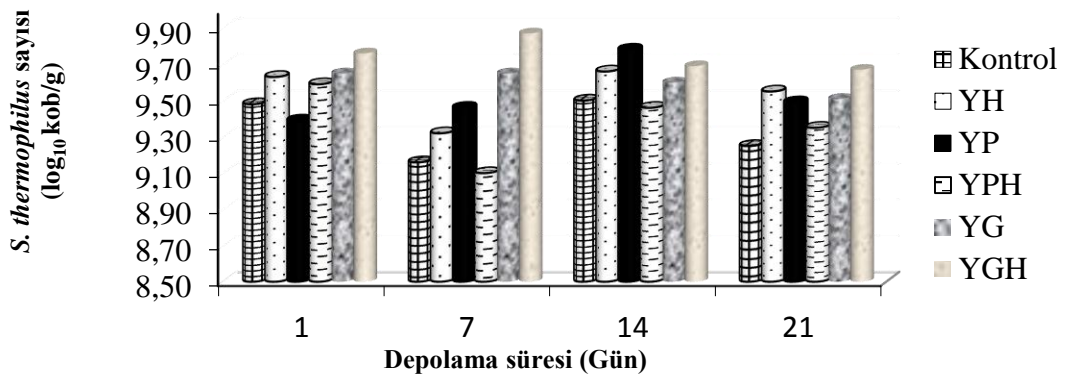


**Çizelge 4.3.** Siyah havuç katkılı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerindeki *S. thermophilus* sayısındaki değişime ilişkin LSD testi sonuçları ( $\log_{10}$  kob/g)

Yoğurt Çeşidi	N	<i>S. thermophilus</i>
YC	12	9,35 <sup>d</sup>
YH	12	9,54 <sup>c</sup>
YP	12	9,53 <sup>c</sup>
YPH	12	9,38 <sup>d</sup>
YG	12	9,60 <sup>b</sup>
YGH	12	9,75 <sup>a</sup>
<b>Depolama Süresi (Gün)</b>		
1	18	9,58 <sup>a</sup>
7	18	9,43 <sup>b</sup>
14	18	9,62 <sup>a</sup>
21	18	9,47 <sup>b</sup>
<b>Anova</b>		
Örnek (Ö)	5	**
Depolama Süresi (D)	3	**
Ö x D	15	**
Hata	48	

(\* )  $p < 0,05$  düzeyinde önemli, ( \*\* )  $p < 0,01$  düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

Şekil 4.1'de depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerindeki *S. thermophilus* sayısındaki değişim profili verilmiştir.



**Şekil 4.1.** Depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerindeki *S. thermophilus* sayısındaki değişim ( $\log_{10}$  kob/g)

Örneklerde *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı ise 8,0 ile 9,85 log<sub>10</sub> kob/g arasında değişmiştir. Ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı incelendiğinde ise en düşük değer 8,27 log<sub>10</sub> kob/g ile depolama süresinin 21. gününde, en yüksek değer 9,41 log<sub>10</sub> kob/g ile depolama süresinin 7. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.4.).

**Çizelge 4.4.** Siyah havuç katkılı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısında meydana gelen değişim (log<sub>10</sub> kob/g)

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)			
	1.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün
<b>YC</b>	9,15	9,60	8,31	8,04
<b>YH</b>	9,45	9,26	8,00	8,07
<b>YP</b>	9,48	9,15	8,53	8,39
<b>YPH</b>	9,51	9,01	8,32	8,30
<b>YG</b>	9,16	9,60	8,63	8,39
<b>YGH</b>	9,26	9,85	8,50	8,44
<b>Minimum</b>	9,15	9,01	8,00	8,04
<b>Maksimum</b>	9,51	9,85	8,63	8,44
<b>Ortalama</b>	9,34	9,41	8,38	8,27

Siyah havuç katkılı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Varyans analizi değerlendirildiğinde, örneklerdeki *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları arasındaki farklılık probiyotik yoğurt çeşidi, depolama süresi, probiyotik yoğurt çeşidi ve depolama süresi interaksyonunu istatistiksel bakımdan p<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.5.).

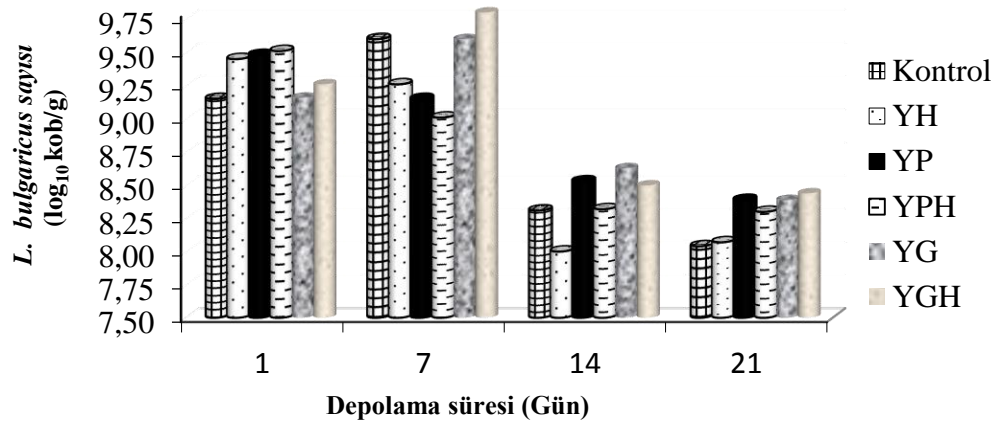
Yoğurt örneklerinin *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısına ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir. En yüksek *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı 9,01 log<sub>10</sub> kob/g ile akasya gamı ve siyah havuç içeren YGH örneğinde, en düşük ise 8,69 log<sub>10</sub> kob/g ile siyah havuç içeren YH örneğinde saptanmıştır. Yoğurt örneklerindeki depolama süresince en yüksek *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı 9,41 log<sub>10</sub> kob/g ile 7. günde, en düşük *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı ise 8,27 log<sub>10</sub> kob/g ile 21. günde belirlenmiştir (Çizelge 4.5.).

**Çizelge 4.5.** Siyah havuç katkılı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısındaki değişime ilişkin LSD testi sonuçları (log<sub>10</sub> kob/g)

Yoğurt Çeşidi	N	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>
YC	12	8,78 <sup>c</sup>
YH	12	8,69 <sup>d</sup>
YP	12	8,89 <sup>b</sup>
YPH	12	8,79 <sup>c</sup>
YG	12	8,95 <sup>b</sup>
YGH	12	9,01 <sup>a</sup>
<b>Depolama Süresi (Gün)</b>		
1	18	9,34 <sup>b</sup>
7	18	9,41 <sup>a</sup>
14	18	8,38 <sup>c</sup>
21	18	8,27 <sup>d</sup>
<b>Anova</b>		
Örnek (Ö)	5	**
Depolama Süresi (D)	3	**
Ö x D	15	**
Hata	48	

(\* ) p<0,05 düzeyinde önemli, ( \*\* ) p<0,01 düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

Şekil 4.2’de depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısındaki değişim profili verilmiştir.



**Şekil 4.2.** Depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerinin *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarındaki değişim (log<sub>10</sub> kob/g)

*S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* bakterilerinin canlılık seviyeleri incelendiğinde akasya gamının yoğurt bakterileri üzerinde pozitif etkisi olduğu ve bakteri gelişimini teşvik ettiği belirlenmiştir. *S. thermophilus* sayısının depolamanın 14. gününde arttığı, 21. güne doğru azalmaya başladığı, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısının ise, 7. güne kadar arttığı ve depolama sonuna doğru azaldığı saptanmıştır (Çizelge 4.3. ve Çizelge 4.5.).

Meyve ve sebze ekstraktlarının yoğurtta kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalar, fenolik bileşikler ve diyet liflerinin depolama döneminin başında laktik asit bakterilerinin sayısını ve aktivitesini arttırdığı belirtilmiştir (Espirito Santo ve ark. 2011, Barat ve Ozcan 2018, Yıldız ve Ozcan 2019).

Ariouri ve ark. (2017), yoğurtta kullanılan pektinin post-asidifikasyon döneminde *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* tarafından karbon kaynağı olarak kullanıldığını ve bakteri sayısını arttırdığını tespit etmiştir.

Ancak yapılan bu çalışmada, pektin ilavesi bakteri sayısı üzerinde akasya gamından daha düşük oranda etkili olmuştur (Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.5.). Akasya gamının yapısında bulunan galaktozun *S. thermophilus* tarafından fermente edildiği ve bakteri sayısını arttırdığı belirtilmiştir (Abrahamson 2015).

Pektin ve akasya gamının yoğurt bakterilerinin gelişimini arttırdığını gösteren sonuçlar Pak ve ark. (2013), Kumar ve Mishra (2004), Gyawali ve İbrahim (2018), Niamah ve ark. (2016) tarafından belirtilmiştir.

Örneklerde *L. acidophilus* sayısı 7,53 ile 9,39 log<sub>10</sub> kob/g arasında değişmiştir. Ortalama *L. acidophilus* sayısı incelendiğinde ise en düşük değer 7,78 log<sub>10</sub> kob/g ile depolama süresinin 21. gününde, en yüksek değer 8,58 log<sub>10</sub> kob/g ile depolama süresinin 1. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.6.).

**Çizelge 4.6.** Siyah havuç katkılı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince *L. acidophilus* sayısında meydana gelen değişim ( $\log_{10}$  kob/g)

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)			
	1.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün
<b>YC</b>	8,25	8,00	8,00	7,61
<b>YH</b>	8,20	8,35	8,54	7,61
<b>YP</b>	8,26	8,04	8,20	8,04
<b>YPH</b>	9,04	8,07	8,11	7,53
<b>YG</b>	8,32	8,00	8,30	8,00
<b>YGH</b>	9,39	8,3	8,41	7,90
<b>Minimum</b>	8,25	8,00	8,00	7,53
<b>Maksimum</b>	9,39	8,35	8,54	8,04
<b>Ortalama</b>	8,58	8,13	8,26	7,78

Siyah havuç katkılı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus* sayılarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Varyans analizi değerlendirildiğinde, örneklerdeki *L. acidophilus* sayıları arasındaki farklılık probiyotik yoğurt çeşidi, depolama süresi, probiyotik yoğurt çeşidi ve depolama süresi etkisi açısından istatistiksel bakımdan  $p < 0,01$  düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7.)

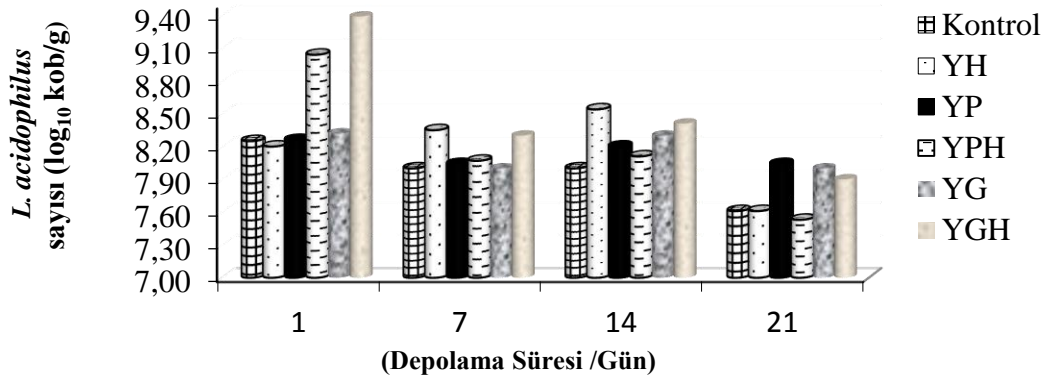
Yoğurt örneklerinin *L. acidophilus* sayısına ait LSD testi sonuçlarına göre ise en yüksek *L. acidophilus* sayısı 8,50  $\log_{10}$  kob/g ile akasya gamı ve siyah havuç ile üretilmiş YGH örneğinde, en düşük ise 7,96  $\log_{10}$  kob/g ile kontrol-YC örneğinde saptanmıştır. Yoğurt örneklerindeki depolama süresince en yüksek *L. acidophilus* sayısı 8,58  $\log_{10}$  kob/g ile 1. günde, en düşük *L. acidophilus* sayısı ise 7,78  $\log_{10}$  kob/g ile 21. günde belirlenmiştir (Çizelge 4.7.).

Depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerinin *L. acidophilus* sayılarındaki değişim ( $\log_{10}$  kob/g) Şekil 4.3’te verilmiştir.

**Çizelge 4.7.** Siyah havuç katkılı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus* sayısındaki değişime ilişkin LSD testi sonuçları ( $\log_{10}$  kob/g)

Yoğurt Çeşidi	N	<i>L. acidophilus</i>
YC	12	7,96 <sup>c</sup>
YH	12	8,18 <sup>b</sup>
YP	12	8,14 <sup>b</sup>
YPH	12	8,19 <sup>b</sup>
YG	12	8,16 <sup>b</sup>
YGH	12	8,50 <sup>a</sup>
Depolama Süresi (Gün)		
1	18	8,58 <sup>a</sup>
7	18	8,13 <sup>c</sup>
14	18	8,26 <sup>b</sup>
21	18	7,78 <sup>d</sup>
Anova		
Örnek (Ö)	5	**
Depolama Süresi (D)	3	**
Ö x D	15	**
Hata	48	

(\* )  $p < 0,05$  düzeyinde önemli, (\*\*)  $p < 0,01$  düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.



**Şekil 4.3.** Depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerinin *L. acidophilus* sayılarındaki değişim ( $\log_{10}$  kob/g)

Örneklerde *B. animalis* subsp. *lactis* sayısı 6,90 ile 8,83  $\log_{10}$  kob/g arasında değişmiştir. Ortalama *B. animalis* subsp. *lactis* sayısı incelendiğinde ise en düşük değer 7,27  $\log_{10}$  kob/g ile depolama süresinin 21. gününde, en yüksek değer 8,53  $\log_{10}$  kob/g ile depolama süresinin 7. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.8.).

**Çizelge 4.8.** Siyah havuç katkılı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince *B. animalis* subsp. *lactis* sayısında meydana gelen değişim ( $\log_{10}$  kob/g)

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)			
	1.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün
<b>YC</b>	8,10	8,45	7,61	6,90
<b>YH</b>	7,54	8,51	7,45	7,00
<b>YP</b>	7,47	8,44	7,77	7,00
<b>YPH</b>	8,11	8,26	7,95	7,84
<b>YG</b>	8,60	8,68	8,11	7,00
<b>YGH</b>	8,19	8,83	8,20	7,90
<b>Minimum</b>	7,47	8,26	7,61	6,90
<b>Maksimum</b>	8,60	8,83	8,20	7,84
<b>Ortalama</b>	8,00	8,53	7,85	7,27

Siyah havuç katkılı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerindeki *B. animalis* subsp. *lactis* sayılarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir. Varyans analizi değerlendirildiğinde, örneklerdeki *B. animalis* subsp. *lactis* sayıları arasındaki farklılık probiyotik yoğurt çeşidi, depolama süresi, probiyotik yoğurt çeşidi ve depolama süresi interaksiyonu açısından istatistiksel bakımdan  $p < 0,01$  düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9.).

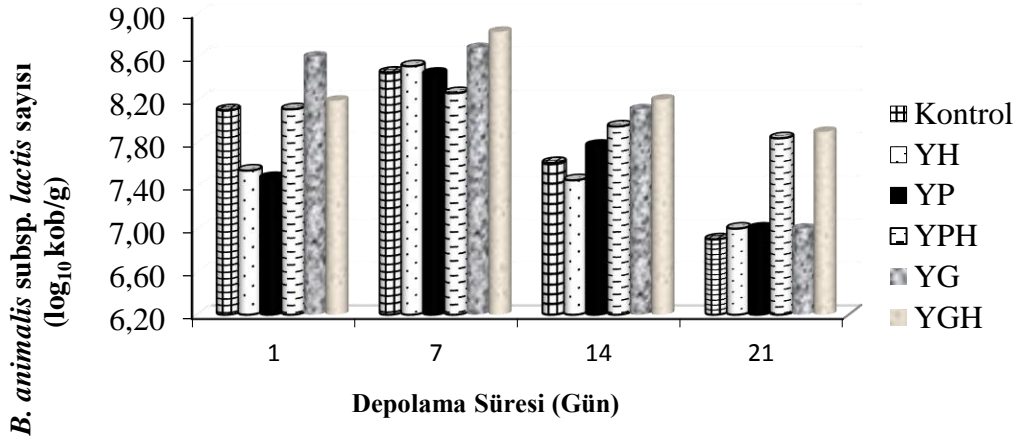
Yoğurt örneklerinin *B. animalis* subsp. *lactis* sayısına ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir. En yüksek *B. animalis* subsp. *lactis* sayısı 8,28  $\log_{10}$  kob/g ile akasya gamı ve siyah havuç katkılı YGH örneğinde, en düşük ise 7,63  $\log_{10}$  kob/g ile siyah havuç katkılı YH ve pektin katkılı YP (7,67  $\log_{10}$  kob/g) örneğinde saptanmıştır. Yoğurt örneklerindeki depolama süresince en yüksek *B. animalis* subsp. *lactis* sayısı 8,53  $\log_{10}$  kob/g ile 7. günde, en düşük *B. animalis* subsp. *lactis* sayısı ise 7,27  $\log_{10}$  kob/g ile 21. günde belirlenmiştir (Çizelge 4.9.).

Depolama süresi boyunca *B. animalis* subsp. *lactis* sayısında ( $\log_{10}$  kob/g) meydana gelen değişim Şekil 4.4’te verilmiştir.

**Çizelge 4.9.** Siyah havuç katkılı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerindeki *B. animalis* subsp. *lactis* sayısındaki değişime ilişkin LSD testi sonuçları ( $\log_{10}$  kob/g)

Yoğurt Çeşidi	N	<i>B. animalis</i> subsp. <i>lactis</i>
YC	12	7,77 <sup>c</sup>
YH	12	7,63 <sup>d</sup>
YP	12	7,67 <sup>d</sup>
YPH	12	8,04 <sup>b</sup>
YG	12	8,10 <sup>b</sup>
YGH	12	8,28 <sup>a</sup>
<b>Depolama Süresi (Gün)</b>		
1	18	8,00 <sup>b</sup>
7	18	8,53 <sup>a</sup>
14	18	7,85 <sup>c</sup>
21	18	7,27 <sup>d</sup>
<b>Anova</b>		
Örnek (Ö)	5	**
Depolama Süresi (D)	3	**
Ö x D	15	**
Hata	48	

(\* )  $p < 0,05$  düzeyinde önemli, ( \*\* )  $p < 0,01$  düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.



**Şekil 4.4.** Depolama süresi boyunca *B. animalis* subsp. *lactis* sayısında ( $\log_{10}$  kob/g) meydana gelen değişim

*L. acidophilus*' un canlılık seviyesinin pektin ve akasya gamı içeren yoğurt örneklerinde daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.7. ve Çizelge 4.9.). Niamah ve ark. (2016),



akasya gamının çoğunlukla L-arabinoz, D-galaktoz ve L-Ramnoz birimlerinden oluşan yüksek oranda karbonhidrat içeriği sebebiyle *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* türleri tarafından prebiyotik olarak kullanılan önemli bir kaynak olduğunu belirtmişlerdir.

Pektinde yapısında, D-arabinoz, D-galaktoz ve L-ramnoz başlıca olmak üzere 13 farklı monosakkarit; homogalakturnan, ksilogalakturnan, ramnogalakturnan I ve II vb. polisakkaritler bulundurmaktadır. Bu yapısı itibariyle probiyotik bakterilerin gelişimi için karbonhidrat kaynağı sağlayarak gelişimlerini teşvik ettiği açıklanmıştır (Christiaens ve ark. 2016, Maric ve ark. 2018).

Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre, *B. animalis* subsp. *lactis* sayısının 7. güne kadar arttığı, depolama sonlarına doğru canlılık seviyesinin azaldığı belirlenmiştir. Bakterilerin tekrar aktive olması, strese adapte olmaları ile açıklanmaktadır. Düşük pH hücrelerde farklı genlerin düzenlenmesini tetiklemekte ve canlılıklarını devam ettirebilmelerini sağlamaktadır. Oluşan yeni hücreler de ortama adapte olmakta ve genlerini hücre bölünmesi için yeniden aktive edebilmektedirler (Jin ve ark., 2015). Depolamanın 7. gününe kadar tüm örneklerde pH'nın düşmesi ve *B. animalis* subsp. *lactis* sayısının artması bu durum ile açıklanabilmektedir (Çizelge 4.8. ve Çizelge 4.10.).

Akasya gamı içeren YGH örneğinde *B. animalis* subsp. *lactis* sayısı daha yüksek bulunmuştur. Terpend ve ark. (2013), *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* türlerinin akasya gamını oluşturan temel polisakkarit arabinogalaktanın parçalanmasında rol aldığı düşünülen  $\beta$ -galaktosidaz ve  $\alpha$ -arabinofuranosidaz vb. enzimleri salgılayarak arabinogalaktanı prebiyotik kaynağı olarak kullanabildiğini belirtmiştir.

Siyah havuç içeren yoğurt örneklerinin (YH, YPH, YGH) kontrol örneklerine kıyasla daha yüksek probiyotik bakteri sayısına sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.7. ve Çizelge 4.9.). Meyve ve sebzelerin içerdiği fenolik bileşikler, diyet lifleri, frukto-oligosakkaritler vb. nişasta olmayan karbonhidratlar probiyotik bakteriler tarafından hidrolize edilerek prebiyotik kaynağı olarak kullanılmaktadır (Soccol ve ark. 2010, Saad ve ark. 2013). Siyah havucun yapısında bulundurduğu fitokimyasallar, yüksek

miktarda antosiyanin, fenolik asit gibi polifenoller ve antioksidanların probiyotik bakterilerin gelişimini teşvik etmiş olabileceği düşünülmektedir.

Yapılan çalışmalar, siyah havucun süt ürünleri ile kullanımının probiyotik bakteri gelişimini arttırdığı sonucunu desteklemektedir (El Samh ve ark. 2013, Tamminen ve ark. 2013, Shin ve ark. 2015). Bununla birlikte 21 günlük depolama süresi boyunca bütün örneklerde probiyotik bakterilerin canlılık seviyesinin terapötik etki gösteren değerin ( $\geq 10^6$  kob/g, Tian ve ark. 2015) üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Probiyotik bakterilerin sayısı depolama boyunca incelendiğinde, probiyotik bakteri sayısının 7. güne kadar arttığı, daha sonra azaldığı ve en düşük probiyotik bakteri sayısının 21. günde olduğu görülmüştür. Probiyotik bakteri sayısının, oluşan asitlik ve metabolitler, oksijen miktarı, depolama koşulları gibi etmenlerle depolama boyunca azalması araştırmacılar tarafından da doğrulanmaktadır (Shah ve ark. 2010, Sharma ve Mishra 2013).

## **4.2. Fiziko-kimyasal Özellikler**

### **4.2.1. Fermantasyon ve depolama boyunca pH değişimi**

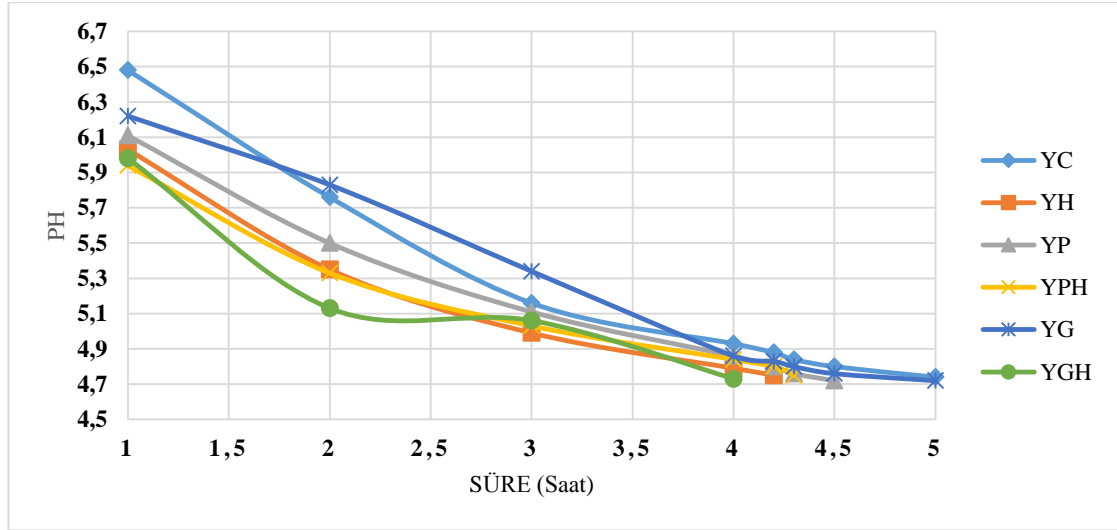
pH, hidrojen  $[H^+]$  ve hidroksil iyonlarının  $[OH^-]$  konsantrasyonlarına bağlı olarak asitlik ve bazlık derecesini logaritmik olarak ifade etmektedir (Sadler ve Murphy 2010).

Yoğurt üretiminde fermantasyonu sağlamak amacıyla kullanılan starter bakterileri, laktozu hidrolize ederek uçucu karbonil bileşikler, uçucu ve uçucu olmayan asitler gibi aroma bileşiklerini meydana getirmekte, bunun sonucunda pH'yı 4,6'ya düşürerek kazeini pıhtılaştırmakta ve yoğurt jelinin yapısını sağlamaktadır (Kim ve Oh 2013). Yoğurttaki pH değeri de peyniraltı suyu proteinlerinin yapısına bağlı olarak gelişmekte ve depolama koşulları ile de zamanla artabilmektedir (Guggisberg ve ark. 2007).

Yoğurt örneklerinde fermantasyon boyunca ölçülen pH değişimi değerleri Şekil 4.5'te verilmiştir. pH değişimi incelendiğinde siyah havuç içeren yoğurt örneklerinin pH'sının daha hızlı düştüğü ve yoğurt jelinin oluşumunun daha erken gerçekleştiği görülmektedir.

Siyah havucun yoğurtlarda asitliği arttırdığı ve yapısında bulundurduğu şeker ile mikroorganizmaların gelişimini sağladığı, artan mikroaktivite sonucu da pH'da daha hızlı bir düşüşe sebep olduğu düşünülmektedir. Fermantasyon sürecini en erken tamamlayan örnekler akasya gamı ve siyah havuç katkıli YGH (4 saat), siyah havuç katkıli YH (4 saat 20 dk) ve ardından pektin ve siyah havuç katkıli YPH (4 saat 30 dk) örnekler olmuştur.

Arioui ve ark. (2017), pektinin yoğurtta kullanımını araştırdıkları çalışmalarında, pektin ilavesinin fermantasyon süresince laktik asit değerini arttırdığını ve pH'da düşüşü hızlandırdığını belirtmişlerdir.



**Şekil 4.5.** Probiyotik yoğurt örneklerinin fermantasyon boyunca pH değişimi

Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca belirlenen pH analizi sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinde pH değeri 4,26 ile 4,67 arasında değişmiştir. Siyah havuç katkıli, akasya gamı ve pektin içeren probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama pH değerlerinde en düşük değer 21. gün (4,28), en yüksek değer ise 1. günde (4,65) belirlenmiştir (Çizelge 4.10.).

Depolama süresince örneklerdeki pH değişimine dair yapılan varyans analizi sonucunda ise; yoğurt çeşidi, depolama süresi farklılıkları ile yoğurt çeşidi x depolama süresi interaksiyonu istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ) (Çizelge 4.11.).

Probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde en düşük pH değeri akasya gamı ve siyah havuç içeren YGH (4,41) örneğinde saptanmıştır.

**Çizelge 4.10.** Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca pH değişimi

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)			
	1.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün
YC	4,67	4,53	4,29	4,26
YH	4,67	4,55	4,30	4,29
YP	4,65	4,50	4,27	4,28
YPH	4,63	4,51	4,34	4,33
YG	4,66	4,54	4,31	4,26
YGH	4,61	4,49	4,29	4,26
Minimum	4,61	4,49	4,29	4,26
Maksimum	4,67	4,55	4,34	4,33
Ortalama	4,65	4,52	4,30	4,28

**Çizelge 4.11.** Siyah havuç katkılı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları

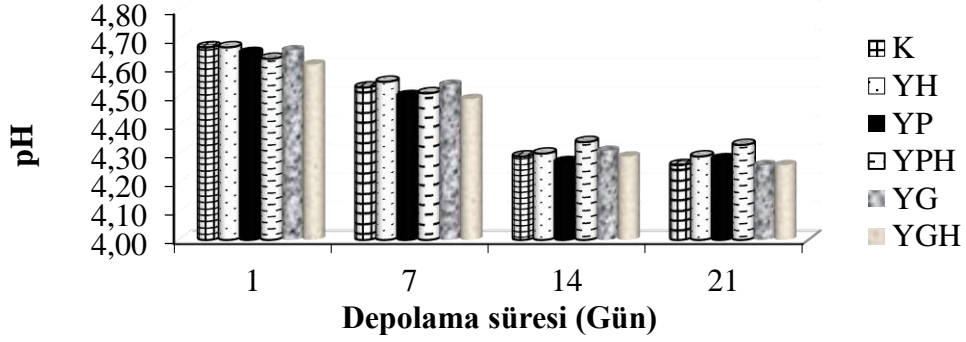
Yoğurt Çeşidi	N	pH
YC	12	4,44 <sup>a</sup>
YH	12	4,45 <sup>a</sup>
YP	12	4,43 <sup>ab</sup>
YPH	12	4,45 <sup>a</sup>
YG	12	4,44 <sup>a</sup>
YGH	12	4,41 <sup>b</sup>
Depolama Süresi (Gün)		
1	18	4,65 <sup>a</sup>
7	18	4,52 <sup>b</sup>
14	18	4,30 <sup>c</sup>
21	18	4,28 <sup>d</sup>
Anova		
Örnek (Ö)	5	**
Depolama Süresi (D)	3	**
Ö x D	15	**
Hata	60	

(\*) p<0,05 düzeyinde önemli, (\*\*) p<0,01 düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

Probiyotik yoğurt örneklerinde laktik asit artışı sonucu şekillenen pH değeri depolama boyunca azalmıştır (Çizelge 4.11.). Yoğurt bakterilerinin enzim aktivitelerinin, yoğurt oluşumu sonrası soğutma ile birlikte azalması ile birlikte ve depolama süresi boyunca

kısıtlı olarak da olsa devam etmesi sonucu laktik asit miktarı artmakta ve pH değeri düşmektedir (Akin ve Ozcan 2017).

Şekil 4.6’da depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerlerindeki değişim görülmektedir.



Şekil 4.6. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca pH değişimi

#### 4.2.2. Titrasyon asitliği

Titrasyon asitliği, bir çözeltilerde bulunan dissosiyeye olmuş ve olmamış tüm asidik karakterli moleküllerin miktarını göstermekte ve gıda maddelerinde en çok bulunan organik asit cinsinden ifade edilmektedir, gelişen asitlik de yoğurt jelinin oluşumunda önemli olmaktadır (Kurdal ve ark. 2019).

Probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri Çizelge 4.12’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde titrasyon asitliği değerleri %0,82 ile %1,17 arasında değişmiş olup; en düşük asitlik değeri depolamanın 1. gününde, en yüksek asitlik değeri ise 21. gününde ölçülmüştür (Çizelge 4.12.). Probiyotik yoğurt örneklerinde belirlenen tüm titrasyon asitliği değerlerinin Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği’nde belirtilen (% laktik asit miktarı) değerlere (%0,60-1,50) uygun olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.12.** Probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerindeki değişim

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)			
	1.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün
YC	0,85	1,08	1,11	1,10
YH	0,83	1,03	1,09	1,10
YP	0,83	1,06	1,10	1,12
YPH	0,82	1,02	1,06	1,09
YG	0,85	1,10	1,12	1,17
YGH	0,87	1,11	1,11	1,16
Minimum	0,82	1,02	1,06	1,10
Maksimum	0,87	1,11	1,12	1,17
Ortalama	0,84	1,07	1,10	1,12

Depolama süresince örneklerdeki titrasyon asitliği değişimine dair yapılan varyans analizi sonucunda; yoğurt çeşidi, depolama süresi farklılıkları ( $p<0,01$ ) ve yoğurt çeşidi x depolama süresi interaksiyonu ( $p<0,05$ ) istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13.).

Probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları Çizelge 4.13'te verilmiştir. Yoğurt örneklerinde en yüksek titrasyon asitliği değeri (%1,06) akasya gamı katkılı YG ve siyah havuç ve akasya gamı katkılı YGH örneğinde; en düşük titrasyon asitliği değeri ise pektin ve siyah havuç katkılı YPH ve siyah havuç katkılı YH örneğinde ölçülmüştür. Akasya gamı içeren YG ve YGH örneklerinde, bakteri sayısı ve aktivitelerinin yüksek olması sonucu (*S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. acidophilus* ve *B. animalis* subsp. *lactis*) asitliğin daha fazla geliştiği görülmüştür (Çizelge 4.3., Çizelge 4.5., Çizelge 4.7., Çizelge 4.9.).

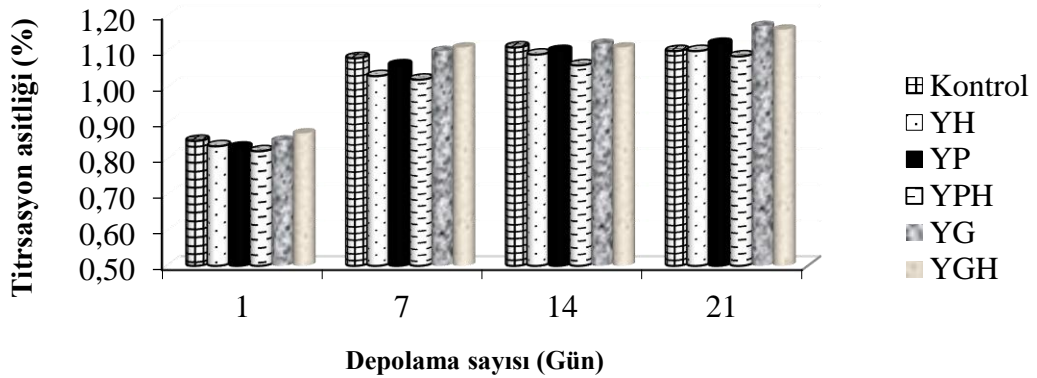
Depolama boyunca pH değerindeki azalmayla orantılı olarak titrasyon asitliği değerlerinin de arttığı gözlenmiştir. Yoğurt bakterilerinin metabolik aktivitesi soğutma ile azalmakta, ancak enzimatik faaliyet devam etmektedir. Bu nedenle inkübasyon tamamlandıktan sonra, depolama boyunca da yoğurtta laktik asit miktarında artma ve pH değerlerinde azalma görülmektedir (Yildiz ve Ozcan 2019).

**Çizelge 4.13.** Siyah havuç katkılı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları

Yoğurt Çeşidi	N	Titrasyon Asitliği
YC	12	1,04 <sup>b</sup>
YH	12	1,01 <sup>c</sup>
YP	12	1,03 <sup>ab</sup>
YPH	12	1,00 <sup>c</sup>
YG	12	1,06 <sup>a</sup>
YGH	12	1,06 <sup>a</sup>
<b>Depolama Süresi (Gün)</b>		
1	18	0,84 <sup>d</sup>
7	18	1,07 <sup>c</sup>
14	18	1,10 <sup>b</sup>
21	18	1,12 <sup>a</sup>
<b>Anova</b>		
Örnek (Ö)	5	**
Depolama Süresi (D)	3	**
Ö x D	15	*
Hata	48	

(\* ) p<0,05 düzeyinde önemli, ( \*\* ) p<0,01 düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

Şekil 4.7' de depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerindeki değişim görülmektedir.



**Şekil 4.7.** Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinde görülen titrasyon asitliği (%) değişimi

### 4.2.3. Serum ayrılması

Serum ayrılması, dıştan herhangi bir etki olmaksızın jel yapısında meydana gelen zayıflama sonucu yoğurttan görülen su veya serum olarak tanımlanmaktadır. Depolama boyunca değişen serum ayrılması miktarı pıhtı stabilitesini belirlemekte, tekstürel ve duyuşsal özellikleri önemli ölçüde etkilemektedir (Salvador ve Fiszman 2004).

Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama boyunca görülen serum ayrılması değerleri Çizelge 4.14'te verilmiştir. Örneklerde serum ayrılması değerleri 3,20 mL/25g ile 6,70 mL/25g arasında değişmiştir. Ortalama serum ayrılması değerleri değerlendirildiğinde ise en düşük değer 5,17 mL/25g olarak depolamanın 7. ve 21. gününde, en yüksek değer ise 6,13 mL/25g olarak 1. gününde ölçülmüştür (Çizelge 4.14.).

Yoğurt örneklerindeki serum ayrılması değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre; serum ayrılması değerlerindeki yoğurt çeşidi, depolama süresi farklılıkları ve yoğurt çeşidi x depolama süresi interaksyonu istatistiksel açıdan  $p < 0,01$  düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.15.).

**Çizelge 4.14.** Probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerlerindeki değişim (mL/25 g)

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)			
	1.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün
YC	6,50	5,20	5,93	6,00
YH	6,93	5,00	6,70	5,00
YP	5,93	5,75	5,50	5,03
YPH	5,80	3,20	4,67	4,33
YG	5,80	6,50	6,10	5,00
YGH	5,80	5,35	5,70	5,65
Minimum	5,80	3,20	4,67	4,33
Maksimum	5,93	6,50	6,70	6,00
Ortalama	6,13	5,17	5,77	5,17

Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca ölçülen serum ayrılması değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde en düşük serum ayrılması değeri (4,50 mL/25g) pektin ve siyah havuç katkılı YPH örneğinde saptanmıştır (Çizelge 4.15.).



**Çizelge 4.15.** Siyah havuç katkılı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları

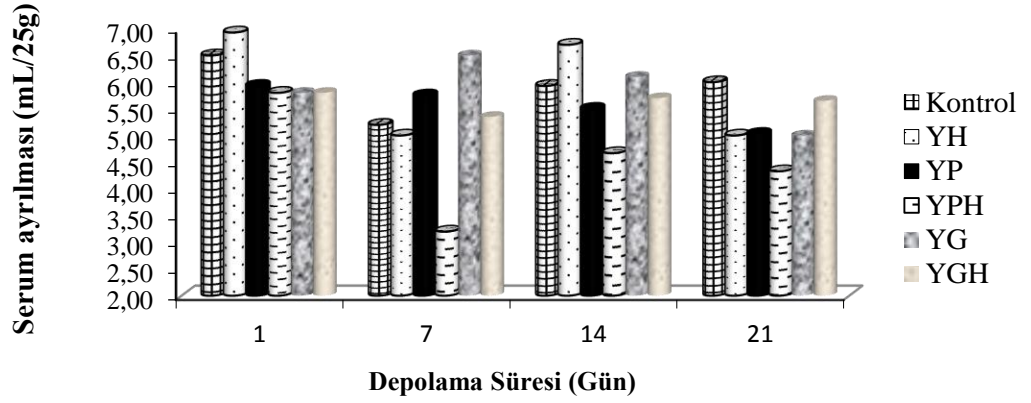
<b>Yoğurt Çeşidi</b>	<b>N</b>	<b>Serum Ayrılması</b>
<b>YC</b>	<b>12</b>	5,91 <sup>a</sup>
<b>YH</b>	<b>12</b>	5,91 <sup>a</sup>
<b>YP</b>	<b>12</b>	5,55 <sup>a</sup>
<b>YPH</b>	<b>12</b>	4,50 <sup>b</sup>
<b>YG</b>	<b>12</b>	5,85 <sup>a</sup>
<b>YGH</b>	<b>12</b>	5,63 <sup>a</sup>
<b>Depolama Süresi (Gün)</b>		
<b>1</b>	<b>18</b>	6,13 <sup>a</sup>
<b>7</b>	<b>18</b>	5,17 <sup>b</sup>
<b>14</b>	<b>18</b>	5,77 <sup>a</sup>
<b>21</b>	<b>18</b>	5,17 <sup>b</sup>
<b>Anova</b>		
<b>Örnek (Ö)</b>	<b>5</b>	**
<b>Depolama Süresi (D)</b>	<b>3</b>	**
<b>Ö x D</b>	<b>15</b>	**
<b>Hata</b>	<b>48</b>	

( \* ) p<0,05 düzeyinde önemli, ( \*\* ) p<0,01 düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

Örneklerin serum ayrılması değerleri incelendiğinde, pektin ve siyah havuç içeren YPH örneğinde serum ayrılmasının daha az olduğu görülmüştür. Pektin gıda endüstrisinde suyu bağlayıcı özelliği nedeniyle jelleştirici, stabilize edici, emülgatör ajanı olarak da kullanılmaktadır (Maric ve ark. 2018). Ayrıca diyet liflerince zengin sebzelerin, yoğurda ilavesinin yoğurttaki suyu bağlayarak ya da protein ağındaki interaksyonu güçlendirerek sertliği ve viskoziteyi arttırmış olabileceğinden serum ayrılması değerinde düşme meydana getirdiği düşünülebilir.

Genel olarak yoğurtlara katılan meyve ve sebzelerin hem kurumaddeyi hem de pektin oranını arttırmasından dolayı su tutma kapasitesini arttırdığı da araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Ayar ve ark. 2005).

Şekil 4.8’de depolama süresince probiyotik yoğurtlarda meydana gelen serum ayrılması (mL/25g) değerlerinin değişimi görülmektedir.



**Şekil 4.8.** Depolama süresince probiyotik yoğurtlarda meydana gelen serum ayrılması (mL/25g) değerlerinin değişimi

#### 4.2.4. Renk değerleri ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ , $\Delta E^*$ , $H^\circ$ ve $C^*$ )

Gıdalarda renk, tüketici beğenilirliğini ve tercihlerini etkileyen önemli parametrelerden biridir. Probiyotik yoğurtların renk değerlerinin ölçülmesinde  $L^*$  (parlaklık)  $a^*$  (kırmızılık/yeşillik),  $b^*$  (sarılık/mavilik)  $\Delta E^*$ ,  $H^\circ$  ve  $C^*$  değeri olmak üzere farklı parametreler belirlenmiştir.

Yoğurt örneklerinde  $L^*$  değerleri 59,10 ile 81,22 arasında değişiklik göstermiş; ortalama  $L^*$  değerlerine göre en düşük değer (69,51) depolamanın 21. gününde, en yüksek değer (70,98) ise 1. günde belirlenmiştir (Çizelge 4.17.).

Yoğurt örneklerinde belirlenen  $a^*$  değerleri -3,65 ile 12,42 arasında değişim göstermiştir. Ortalama  $a^*$  değerleri incelendiğinde ise en düşük değer 4,17 olarak depolama süresinin 14. gününde ölçülürken, en yüksek değer 4,39 olarak 1. günde saptanmıştır (Çizelge 4.17.). Yoğurt örneklerinde  $b^*$  değerleri 1,60 ile 8,94 arasında değişim göstermiştir. Çizelge 4.17’de belirtilen ortalama  $b^*$  değerlerine göre en düşük değer depolamanın 1. gününde (5,04), en yüksek değer ise 21. günde (6,02) ölçülmüştür.

Probiyotik yoğurt örneklerinde renk parametrelerine ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ) dair varyans analizi sonuçlarına göre; yoğurt örneklerinin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri arasındaki yoğurt çeşidi ve depolama süresi farklılıkları ile yoğurt çeşidi ve depolama süresi interaksyonu istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ) (Çizelge 4.16.).

Çizelge 4.16’da probiyotik yoğurt örneklerinin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları verilmiştir. En yüksek  $L^*$  değeri (80,75) YC örneğinde, en yüksek  $a^*$  değeri (12,02) YGH örneğinde, en yüksek  $b^*$  değeri 8,37 ve 8,34 olarak YG ve YP örneklerinde, bulunmuştur. Depolama süresine ilişkin LSD testi sonuçlarına göre  $L^*$  değeri depolama boyunca azalmış,  $b^*$  değeri artmış  $a^*$  değeri ise çok fazla değişmemiştir (Çizelge 4.16.).

Sonuçlar incelendiğinde parlaklığın ( $L^*$ ) depolama boyunca azaldığı, kırmızılık değerinin ( $a^*$ ) siyah havuç içeren örneklerde (YH, YPH, YGH) daha fazla bulunduğu ve sarılık ( $b^*$ ) değerinin ise rengin degradasyonundan dolayı meydana gelen açılma ile depolama boyunca arttığı görülmüştür (Şekil 4.9a,b,c).

YH, YPH, YGH örneklerinde kırmızılık değerinin yüksek bulunması siyah havuç püresinde bulunan antosiyanin varlığından kaynaklanmaktadır. Siyah havuç içeren yoğurtlarda kırmızılık değeri depolama boyunca farklılık göstermiştir. Antosiyanin stabilitesi, oksijen, pH, sıcaklık, ışık ve enzim gibi etmenlerden etkilenmektedir (Fernandes ve ark. 2014). YG ve YP örneklerinin sarılık ( $b^*$ ) değerlerinin kontrol-YC örneğine göre yüksek olması, akasya gamı ve pektinin kahverengi-sarımsı renge sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

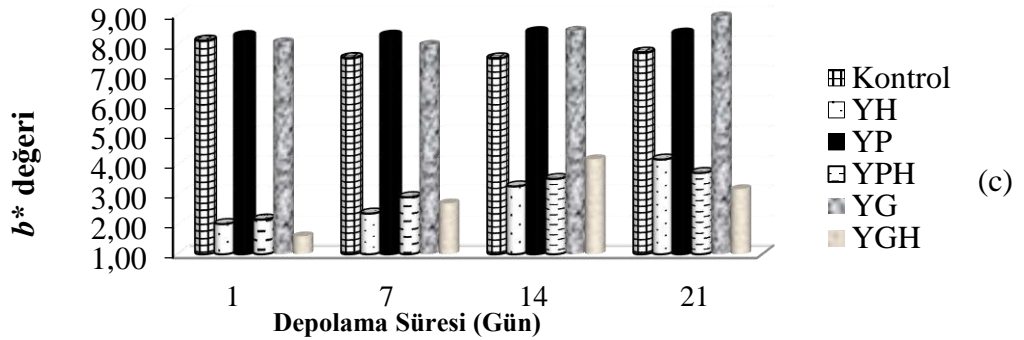
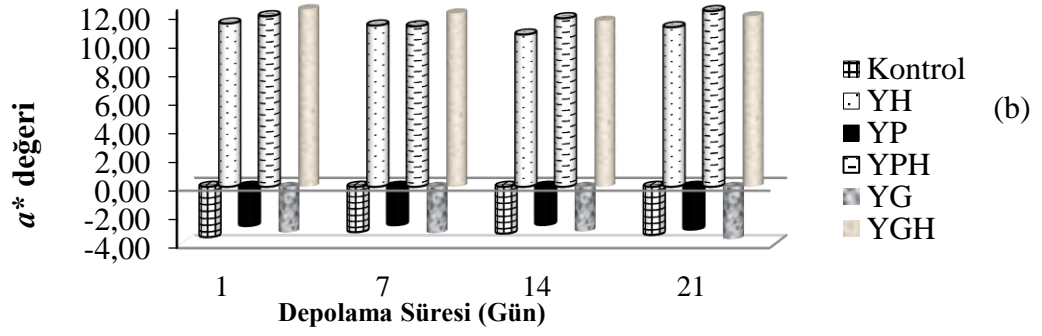
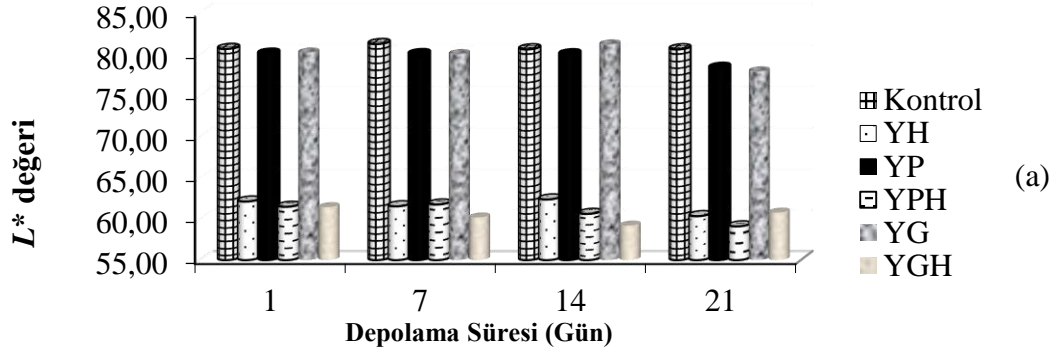
**Çizelge 4.16.** Probiyotik yoğurt örneklerinin  $L^*, a^*, b^*$  değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları

<b>Yoğurt Çeşidi</b>	<b>N</b>	<b><math>L^*</math></b>	<b><math>a^*</math></b>	<b><math>b^*</math></b>
<b>YC</b>	<b>12</b>	80,75 <sup>a</sup>	-3,32 <sup>e</sup>	7,74 <sup>b</sup>
<b>YH</b>	<b>12</b>	61,59 <sup>c</sup>	11,12 <sup>c</sup>	2,95 <sup>c</sup>
<b>YP</b>	<b>12</b>	79,59 <sup>b</sup>	-2,76 <sup>d</sup>	8,34 <sup>a</sup>
<b>YPH</b>	<b>12</b>	60,74 <sup>d</sup>	11,80 <sup>b</sup>	3,08 <sup>c</sup>
<b>YG</b>	<b>12</b>	79,82 <sup>b</sup>	-3,29 <sup>e</sup>	8,37 <sup>a</sup>
<b>YGH</b>	<b>12</b>	60,39 <sup>d</sup>	12,02 <sup>a</sup>	2,92 <sup>c</sup>
<b>Depolama Süresi (Gün)</b>				
<b>1</b>	<b>18</b>	70,98 <sup>a</sup>	4,39 <sup>a</sup>	5,04 <sup>b</sup>
<b>7</b>	<b>18</b>	70,78 <sup>a</sup>	4,26 <sup>ab</sup>	5,30 <sup>b</sup>
<b>14</b>	<b>18</b>	70,65 <sup>a</sup>	4,17 <sup>b</sup>	5,90 <sup>a</sup>
<b>21</b>	<b>18</b>	69,51 <sup>b</sup>	4,23 <sup>ab</sup>	6,02 <sup>a</sup>
<b>Anova</b>				
<b>Örnek (Ö)</b>	<b>5</b>	**	**	**
<b>Depolama Süresi (D)</b>	<b>3</b>	**	**	**
<b>Ö x D</b>	<b>15</b>	**	**	**
<b>Hata</b>	<b>48</b>			

(\*)  $p < 0,05$  düzeyinde önemli, (\*\*)  $p < 0,01$  düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

**Çizelge 4.17.** Probiyotik yoğurt örneklerinin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerindeki değişim

Yoğurt Çeşidi	$L^*$				$a^*$				$b^*$			
	1.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün	1.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün	1.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün
<b>YC</b>	80,63	81,22	80,58	80,58	-3,51	-3,16	-3,26	-3,35	8,13	7,55	7,54	7,73
<b>YH</b>	62,12	61,54	62,37	60,38	11,41	11,27	10,64	11,15	2,01	2,36	3,27	4,17
<b>YP</b>	80,05	79,99	79,97	78,33	-2,73	-2,67	-2,66	-2,98	8,28	8,29	8,41	8,36
<b>YPH</b>	61,48	61,76	60,62	59,10	11,92	11,21	11,78	12,28	2,16	2,91	3,52	3,72
<b>YG</b>	80,19	80,00	81,17	77,91	-3,19	-3,23	-3,12	-3,65	8,08	7,99	8,46	8,94
<b>YGH</b>	61,43	60,18	59,19	60,77	12,42	12,13	11,61	11,93	1,60	2,70	4,18	3,18
<b>Minimum</b>	61,43	60,18	59,19	59,10	-3,51	-3,23	-3,26	-3,65	1,60	2,36	3,27	3,18
<b>Maksimum</b>	80,63	81,22	81,17	80,58	12,42	12,13	11,78	12,28	8,28	8,29	8,46	8,94
<b>Ortalama</b>	70,98	70,78	70,65	69,51	4,39	4,26	4,17	4,23	5,04	5,30	5,90	6,02



Şekil 4.9. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin a) ( $L^*$ ), b) ( $a^*$ ), c) ( $b^*$ ) değeri değişimi

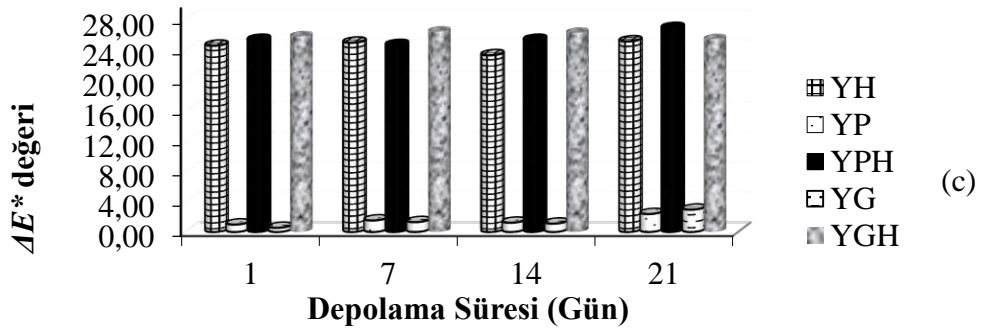
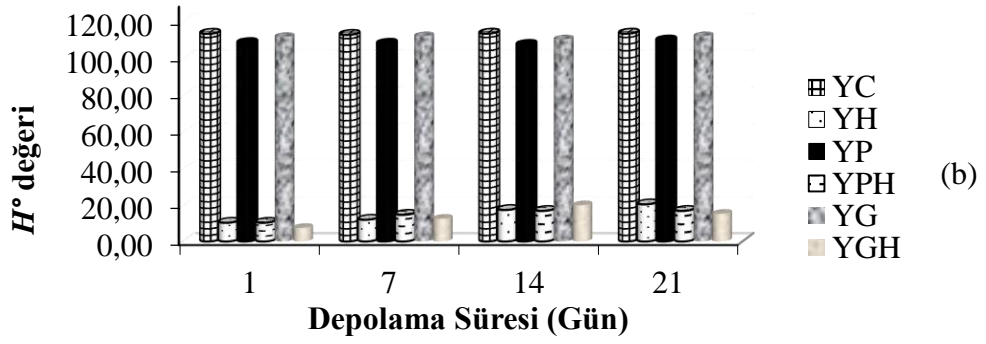
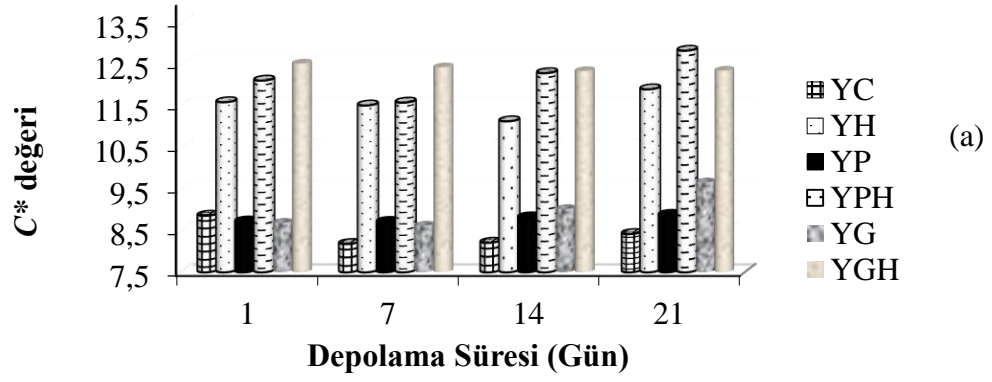
Doğal renk bileşenlerinin tonları ve renk yoğunluklarının, yapay renklendiricilere göre daha zayıf olduğu ve farklı pH seviyelerinde de stabilitelerinin daha düşük olduğu belirtilmiştir (Alves ve ark. 2008). Probiyotik yoğurt örneklerinin  $\Delta E^*$ ,  $H^\circ$ ,  $C^*$  değeri değişimi Şekil 4.10’da verilmiştir.

Renk değişiminin sayısal değer olarak ifadesi olan ve renk farklılığı olarak tanımlanan en yüksek  $\Delta E^*$  (*Delta E*) değeri YGH örneğinde, renk tonunu gösteren  $H^\circ$  değeri YC örneğinde ve doygunluk indeksi olarak bilinen kroma değeri  $C^*$  ise siyah havuç püresi ve akasya gamı içeren YGH örneğinde yüksek bulunmuştur. Değişimler depolama boyunca artmıştır (Çizelge 4.18.). Siyah havuçta bulunan antosiyaninlerin pH değişimine karşı duyarlılıkları, fermantasyon koşulları, mikrobiyel metabolitler ve depolamanın etkisi ile oluşan renk degradasyonunun renk yoğunluğu ve değişiminde etkili olduğu düşünülmektedir.

**Çizelge 4.18.** Siyah havuç katkılı pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurtların  $\Delta E^*$ ,  $H^\circ$  ve  $C^*$  değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları

Yoğurt Çeşidi	N	$\Delta E^*$	$H^\circ$	$C^*$
YC	12	-	113,20 <sup>a</sup>	8,42 <sup>f</sup>
YH	12	24,48 <sup>c</sup>	14,89 <sup>d</sup>	11,53 <sup>c</sup>
YP	12	1,52 <sup>d</sup>	108,26 <sup>c</sup>	8,79 <sup>e</sup>
YPH	12	25,53 <sup>b</sup>	14,54 <sup>d</sup>	12,20 <sup>b</sup>
YG	12	1,47 <sup>d</sup>	111,46 <sup>b</sup>	8,99 <sup>d</sup>
YGH	12	25,99 <sup>a</sup>	13,65 <sup>e</sup>	12,41 <sup>a</sup>
<b>Depolama Süresi (Gün)</b>				
1	18	15,43 <sup>c</sup>	60,16 <sup>c</sup>	10,42 <sup>b</sup>
7	18	15,77 <sup>b</sup>	61,90 <sup>b</sup>	10,18 <sup>d</sup>
14	18	15,44 <sup>c</sup>	64,11 <sup>a</sup>	10,30 <sup>c</sup>
21	18	16,54 <sup>a</sup>	64,51 <sup>a</sup>	10,67 <sup>a</sup>
<b>Anova</b>				
Örnek (Ö)	5	**	**	**
Depolama Süresi (D)	3	**	**	**
Ö x D	15	**	**	**
Hata	48			

(\* )  $p < 0,05$  düzeyinde önemli, (\*\* )  $p < 0,01$  düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.



Şekil 4.10. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin a) ( $C^*$ ), b) ( $H^\circ$ ), c) ( $\Delta E^*$ )değeri değişimi



#### 4.2.5. Siyah havuç katkıli pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurtların genel bileşimi

Siyah havuç, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurtların genel bileşimi Çizelge 4.19’da verilmiştir. Probiyotik yoğurtlar için toplam mineral maddeyi ifade eden en yüksek kül miktarı YGH (% 1,13), en yüksek kurumadde oranı YGH (%11,98) örneğinde olmakla birlikte genel olarak benzer bulunmuştur. Yoğurt örneklerinin içerdiği pektin, akasya gamı ve siyah havuç özellikleri, toplam kurumadde, kül, toplam antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve antosiyanin miktarı üzerinde etkili olmuştur ( $p<0,01$ ;  $p<0,05$ ).

**Çizelge 4.19.** Siyah havuç katkıli pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurtların genel bileşimi

Bileşim	YC	YH	YP	YPH	YG	YGH	p
Kül miktarı (%)	1,11 <sup>b</sup>	1,11 <sup>b</sup>	1,11 <sup>b</sup>	1,12 <sup>ab</sup>	1,12 <sup>ab</sup>	1,13 <sup>a</sup>	*
Kurumadde miktarı (%)	11,46 <sup>b</sup>	11,47 <sup>b</sup>	11,46 <sup>b</sup>	11,5 <sup>b</sup>	11,96 <sup>a</sup>	11,98 <sup>a</sup>	**
Toplam antioksidan aktivite (DPPH) (mg Trolox/100g)	4,07 <sup>d</sup>	24,12 <sup>b</sup>	5,37 <sup>d</sup>	27,91 <sup>a</sup>	8,22 <sup>c</sup>	28,86 <sup>a</sup>	**
Toplam antioksidan aktivite (FRAP) (mg Trolox/100g)	35,10 <sup>d</sup>	45,23 <sup>c</sup>	36,73 <sup>d</sup>	55,48 <sup>a</sup>	39,48 <sup>d</sup>	52,23 <sup>a</sup>	**
Toplam fenolik madde (mg GAE/100g)	25,40 <sup>b</sup>	55,90 <sup>ab</sup>	34,60 <sup>b</sup>	68,40 <sup>a</sup>	35,90 <sup>b</sup>	87,20 <sup>a</sup>	**
Antosiyanin miktarı (mg/kg)	-	63,66 <sup>a</sup>	-	70,17 <sup>a</sup>	-	13,11 <sup>b</sup>	**
Şeker miktarı (% glikoz)	3,00 <sup>f</sup>	4,20 <sup>d</sup>	6,98 <sup>b</sup>	4,35 <sup>c</sup>	7,96 <sup>a</sup>	3,41 <sup>e</sup>	**

(\*)  $p<0,05$  düzeyinde önemli, (\*\*)  $p<0,01$  düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

Meyve ve sebzeler yüksek fenolik madde içeriğine sahip olmaları sebebiyle antioksidatif ve antimikrobiyel etkiye sahiptirler (Fang ve ark. 2009, Ignat ve ark. 2011). Antosiyanin ve antioksidan bakımından zengin bir kaynak olan siyah havuç yapısında bulunan polifenoller ile oksidatif stres, birçok kanser türü ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde etkili olmaktadır (Akhtar ve ark. 2017).

Farklı antioksidan aktivite test yöntemleri özel ancak sınırlı bilgiler vermekle birlikte, tek bir antioksidan bileşen üzerinde farklı antioksidan testlerinin sonuçlarının karşılaştırılması da metodların gücünü ortaya koyarken, aynı zamanda antioksidanın farklı koruyucu etkisini de tanımlayabilmektedir (Ardağ 2008).

Özellikle meyve ve sebzeler gibi biyolojik sistemlerde doğal olarak bulunan fenolik bileşikler, vitamin C, vitamin E ve  $\beta$ -karoten gibi bileşenlerin toplam antioksidan aktivitesinin farklı yöntemlerle belirlenmesi ürünün terapötik özelliğinin saptanmasında ayrı bir öneme sahiptir. Bu çalışmada çoğunlukla kullanılan 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürücü aktivite yöntemi, toplam fenolik bileşik miktarı tayin yöntemi ve ferrik/demir iyonu indirgeme antioksidan gücü (FRAP) ölçümü yöntemi probiyotik yoğurtların toplam antioksidan aktivitesini belirlemek için kullanılmıştır (Çizelge 4.19.). Yoğurt örneklerinde toplam antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde değerleri farklılığı ( $p < 0,01$ ) düzeyinde önemli çıkmıştır.

Folin-Ciocalteu reaktifi ile toplam fenolik madde miktarı tayini tüm antioksidan çalışmalarında örnekteki fenolik içeriğin tayininde kullanılan bir yöntemdir ve bu tayinde en sık kullanılan standart bileşik gallik asittir (Mogalhaes ve ark. 2006). Çizelge 4.19'da probiyotik yoğurtlardaki toplam fenolik madde miktarı değerleri görülmektedir. Toplam fenolik madde içeriği en yüksek akasya gamı ve siyah havuç katkılı YGH örneğinde (87,2 mg GAE/100g) ve pektin ve siyah havuç katkılı YPH probiyotik yoğurt örneğinde (68,4 mg GAE/100g) belirlenmiştir.

DPPH metodu, gıdaların toplam antioksidan aktivitesini değerlendirmek ve bileşiklerin hidrojen verici veya serbest radikal süpürücü gibi davranarak aktivitesini ölçmek amacıyla yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. DPPH radikal süpürme aktivite yöntemi ET- reaksiyon mekanizmalarına dayanmaktadır. DPPH\* kararlı bir serbest radikaldir. Kararlı bir diamanyetik molekül oluşturmak için bir elektron veya hidrojen radikalini bünyesine kabul etmektedir. Radikalin antioksidanlar tarafından bir redoks reaksiyonuna bağlı olarak süpürülmesi ile meydana gelen renk değişiminin spektrofotometrik olarak analiz edilmesi prensibine dayanmaktadır (Ardağ 2008, Kedare ve Singh 2011).

Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan gücü belirleyen (FRAP) yönteminde, demir (III)'in indirgenme kapasitesi yoluyla antioksidanlarının toplam miktar tayini yapılmaktadır. Düşük miktarlarda oluşan Fe(III)'ün, tripiridiltriiazin (TPTZ) ile reaksiyonu sonucu oluşan [Fe(III)-TPTZ] kompleksi antioksidanların etkisiyle Fe(II)-tripiridiltriiazin [Fe(II)-TPTZ] kompleksine indirgenmektedir ve sonuçlar troloks eşiti olarak ifade edilmektedir (Yıldız 2007).

DPPH radikali süpürme aktivitelerinin % inhibisyon cinsinden hesaplanan ve FRAP yöntemine göre belirlenen toplam antioksidan aktivite değerleri Çizelge 4.19'da görülmektedir.

En yüksek toplam antioksidan ativite miktarı DPPH yöntemine göre, akasya gamı ve siyah havuç içeren YGH örneğinde (28,86 mg Trolox/100g) ve pektin ve siyah havuç içeren YPH örneğinde (27,91 mg Trolox/100g); FRAP yöntemine göre ise, yine (55,48 mg Trolox/100g) YPH örneğinde ve YGH örneğinde (52,23 mg Trolox/100g) bulunmuştur.

Antosiyaninler, gıdalara kazandırdıkları renk özelliklerinin yanısıra, aynı zamanda yüksek antiradikal kapasiteleri nedeniyle, eklendikleri gıdaların oksidatif stabilitelerini arttırmaktadırlar (Espin ve ark. 2000). Antosiyanin miktarı probiyotik yoğurt örneklerinde en fazla siyah havuç katkılı YH (63,66 mg/kg) ve pektin ve siyah havuç içeren YPH örneğinde (70,17 mg/kg) bulunmuştur (Çizelge 4.19.).

Havuç içeren yoğurtlarda antosiyanin miktarının belirlenmesi ve yüksek olması beklenen bir sonuçtur. Sonuçların bu yoğurtlarda birbirinden farklı çıkması antosiyonin bileşiğinin degradasyonundan (parçalanması) kaynaklanmış olabilir. Antosiyaninler farklı etkilerle parçalanabilmekte ve niteliklerini kaybetmektedirler. Özellikle ısı işlem, asitlik, oksijen konsantrasyonu, enzimler, şekerler, fermantasyon parçalanma ürünleri ve depolama gibi etkilerle antosiyaninlerde parçalanmaların görüldüğü belirtilmiştir (Delgado-Vargas ve ark. 2000).

Siyah havuç, akasya gamı ve pektinin probiyotik yoğurt örneklerinde toplam antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde ieręini arttırdığı görülmektedir (izelge 4.19.). Mirghania ve ark. (2018), akasya gamının (*A. senegal*) toplam antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde ieręini araştırdıkları çalışmada, toplam antioksidan aktivite miktarını (71,7 mg TE/100g kurumadde) (DPPH), toplam fenolik madde miktarını ise (11 933 mg TE/100g kurumadde) (TPC) olarak bulmuş, akasya gamını antioksidan kaynağı olarak belirtmiştir.

Chinnici ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada, pektin kaynağı olarak kullanılan elma kabuğunun, flavonollar, flavanollar, prosiyanidinler, dihidrokalkonlar ve hidroksisinnamik asiti yüksek oranda bulundurduğunu ve güçlü bir antioksidan etki sağladığını belirtmişlerdir.

Meyve ve sebzelerin kuru maddesinin büyük bir kısmını oluşturan şekerlerin genel olarak tümü heksozlardan (glikoz ve fruktoz) ibarettir. Bu şekere “indirgen şeker” adı verilmektedir. Antosiyaninlerde temel yapıyı oluşturan antosiyanidinler dışında buna bağlı şekerler ve bazen de nc bir bileşen olan ail asit grupları bulunmaktadır. Ayrıca şekere bağlanan ail asit gruplarının antosiyanin stabilitesini arttırıcı önemli bir etkiye sahip olduğu da bilinmektedir (Kopjar ve ark. 2012).

Siyah havuç, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerinde belirlenen indirgen şeker miktarı en yüksek YP ve YG rneğinde bulunmuştur. Havuç ile birlikte pektin ve akasya gamı içeren örneklerde indirgen şeker oranının düşük çıkmasının bu örneklerde daha fazla gelişen fermantasyonla birlikte şekerlerin azalmasından kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir (izelge 4.19.).

### 4.3. Tekstürel Özellikler

#### 4.3.1. Sıklık (Firmness)

Yoğurt kalitesinin belirlenmesinde önemli parametrelerden biri olan pıhtı sıklığı (firmness), gıda maddesinin deformasyonu için gereken kuvvet veya ilk sıkıştırma uygulanan maksimum kuvvet olarak tanımlanmıştır (Izadi ve ark. 2015). Sertlik duyuşal açıdan ise bir maddeyi dişler arasında veya dil damak arasında sıkıştırarak belirli bir deformasyon veya penetrasyon sağlamak için gerekli olan kuvvet olarak ifade edilmektedir (Ozcan 2013).

Probiyotik yoğurt örneklerinde sıklık değerleri 302,33 g ile 2402,23 g arasında değişmiş olup, ortalama sıklık değerleri incelendiğinde en düşük değerin depolamanın 1.gününde (744,20 g), en yüksek değerin ise 21. günde (1064,15 g) olduğu görülmüştür (Çizelge 4.20.).

**Çizelge 4.20.** Yoğurt örneklerinin sıklık (g) değerlerindeki değişim

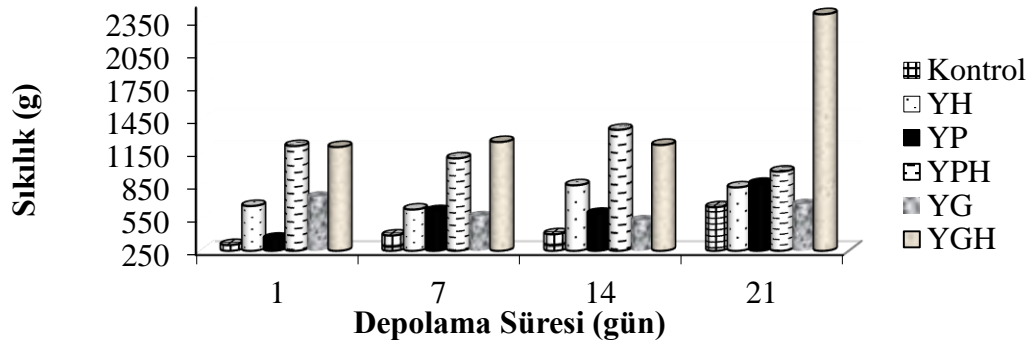
Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)			
	1.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün
YC	302,33	389,25	400,91	647,69
YH	658,30	626,34	847,18	827,63
YP	359,98	611,01	586,89	860,15
YPH	1204,69	1092,65	1353,08	971,56
YG	743,82	565,09	528,08	675,66
YGH	1196,07	1241,70	1215,14	2402,23
Minimum	302,33	389,25	400,91	647,69
Maksimum	1204,69	1241,70	1353,08	2402,23
Ortalama	744,20	754,34	821,88	1064,15

Probiyotik yoğurt örneklerinin sıklık değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre; örneklerin sıklık değerleri arasındaki yoğurt çeşidi ve depolama süresi farklılıkları  $p<0,01$  oranında, yoğurt çeşidi x depolama süresi interaksyonu ise  $p<0,05$  oranında istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4.23.).

Probiyotik yoğurt örneklerinin sıklık değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları incelendiğinde yoğurtlardaki sıklık değerleri, en yüksek akasya gamı ve siyah havuç içeren YGH örneğinde (1513,66 g), en düşük kontrol-YC (435,05 g) örneğinde belirlenmiştir (Çizelge 4.23.).

Akasya gamının yoğurtta kullanımı sıklığı ve su tutma kapasitesini arttırmaktadır (Niamah ve ark. 2016). Pektin ise, ortam bileşenlerinin maksimum suyunu absorbe etmekte, yoğurdun viskozitesinde artışa yol açan süt bileşenlerini kompleksleştirebilen üç boyutlu bir ağ yapısı oluşturabilmektedir (Arioui ve ark. 2017).

Akasya gamı ve pektin içeren yoğurt örneklerinin sıklık değerleri incelendiğinde kontrole kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür. Yoğurt örneklerinin sıklık değerlerine ilişkin LSD testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.23.), sıklık değeri depolama boyunca artmıştır. Şekil 4.11’de depolama süresince yoğurt örneklerinin sıklık değerlerindeki değişim görülmektedir.



Şekil 4.11. Depolama süresince yoğurt örneklerinin sıklık değerlerindeki değişim

#### 4.3.2. Konsistens (Consistency)

Ürünün yoğunluğu ve kıvamı hakkında bilgi veren konsistens değeri, tekstür grafiğinde pozitif eğrinin altında kalan kısmın hesaplanmasıyla belirlenmekte ve konsistens değerinin yüksek oluşuna göre kıvam ve tekstürün iyi geliştiğini belirtmektedir (Yıldız ve Ozcan 2019). Probiyotik yoğurtların konsistens değerlerinin 5286,46 gs ile

10255,31 gs arasında değiştiği görülmüştür. Ortalama değerler incelendiğinde ise en düşük değer 6869,12 gs olup depolamanın 1. gününde, en yüksek değer ise 7971,36 gs ile depolamanın 21. gününde tespit edilmiştir.

Probiyotik yoğurt örneklerinin konsistens (gs) değerlerine ait varyans analizine göre; örneklerin konsistens değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidi, depolama süresi farklılıkları ve yoğurt çeşidi x depolama süresi interaksyonu açısından istatistiksel olarak  $p < 0,01$  düzeyinde önemli bulunmuştur (izelge 4.23.).

**Çizelge 4.21.** Yoğurt rneklerinin konsistens değerlerindeki değerim

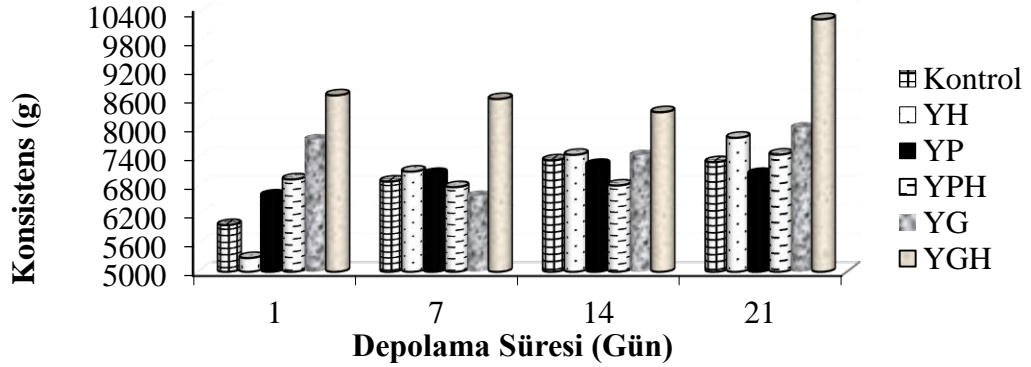
Yoğurt eşidi	Depolama Süresi (Gün)			
	1.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün
<b>YC</b>	5974,66	6881,26	7323,59	7286,81
<b>YH</b>	5286,46	7088,68	7439,14	7794,06
<b>YP</b>	6589,68	7039,96	7228,78	7039,96
<b>YPH</b>	6926,56	6764,63	6798,98	7443,24
<b>YG</b>	7762,03	6583,84	7435,13	8008,81
<b>YGH</b>	8675,33	8600,22	8325,74	10255,31
<b>Minimum</b>	5286,46	6764,63	6798,98	7039,96
<b>Maksimum</b>	8675,33	8600,22	8325,74	10255,31
<b>Ortalama</b>	6869,12	7159,77	7425,23	7971,36

Yoğurt rneklerinin konsistens değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları izelge 4.23'te verilmiştir. Yoğurtlardaki konsistens değerleri en fazla akasya gamı ve siyah havuç içeren YGH (8964,15 gs) ve daha sonra akasya gamı içeren YG (7447,45 gs) rneğinde, en düşük ise YC (6866,58 gs) ve YH (6902,09 gs) rneğinde saptanmış olup (izelge 4.23.) depolama boyunca artmıştır (izelge 4.21.).

Konsistens değerleri incelendiğinde, siyah havuç, akasya gamı ve pektin içeren örneklerin daha yüksek konsistens değerine sahip olduğu görülmektedir. Diyet lifi, gıdalarda kullanıldığında su tutma kapasitesini arttırmakta ve stabiliteyi sağlamaktadır (Dhingra ve ark. 2012). Diyet lifleri bakımından zengin olan siyah havucun, protein ağında interaksyonu sağlayarak yoğurtta suyu bağladığu, sıklılığu ve konsistens değerini arttırdığu düşünmektedir. Aynı zamanda YC ve YH örneklerinde de serum ayrılmasının da en

fazla olması, konsistens değerlerinin en düşük olmasını doğrulamaktadır (Çizelge 4.15. ve Çizelge 4.23.)

Şekil 4.12’de depolama süresince yoğurt örneklerinin konsistens değerlerindeki değişim görülmektedir.



Şekil 4.12. Depolama süresince yoğurt örneklerinin konsistens değerlerindeki değişim

#### 4.3.3. İç yapışkanlık (Cohesiveness)

İç yapışkanlık duyusal olarak, gıda yüzeyi ile diş, damak yüzeyi arasındaki çekime karşı koymak için gerekli güç olarak tanımlanmakta; tekstürel anlamda ise güçlü bir bağ dokusunu ifade etmektedir. Tekstür analizinde ikinci sıkıştırma sonrası oluşan pozitif alanın, birinci sıkıştırma sonucu oluşan pozitif alana oranı ile iç yapışkanlık değeri belirlenmektedir (Peng ve ark. 2009, Delikanlı ve Özcan 2014).

Yoğurt örneklerinin ortalama iç yapışkanlık değerleri (g) cinsinden belirlenmiş olup Çizelge 4.21’de verilmiştir. Probiyotik yoğurt örneklerinde iç yapışkanlık değerleri (g) cinsinden belirlenmiş, değerler -85,42 g ile -265,20 g arasında değişmiştir. Ortalama iç yapışkanlık değerleri incelendiğinde en düşük depolama süresinin 21. gününde (-107,78 g), en yüksek ise depolama süresinin 1. (-131,93 g) gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.22.).



Probiyotik yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre; örneklerin iç yapışkanlık değerleri arasındaki yoğurt çeşidi  $p<0,01$  düzeyinde önemli bulunurken, depolama süresi farklılıkları ve yoğurt çeşidi x depolama süresi etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.23.)

Yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık (g) değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.23'te verilmiştir. Probiyotik yoğurt örneklerinde en yüksek iç yapışkanlık değeri -186,74 g ile siyah havuç ve akasya gamı katkılı YGH örneğinde belirlenmiştir (Çizelge 4.23.).

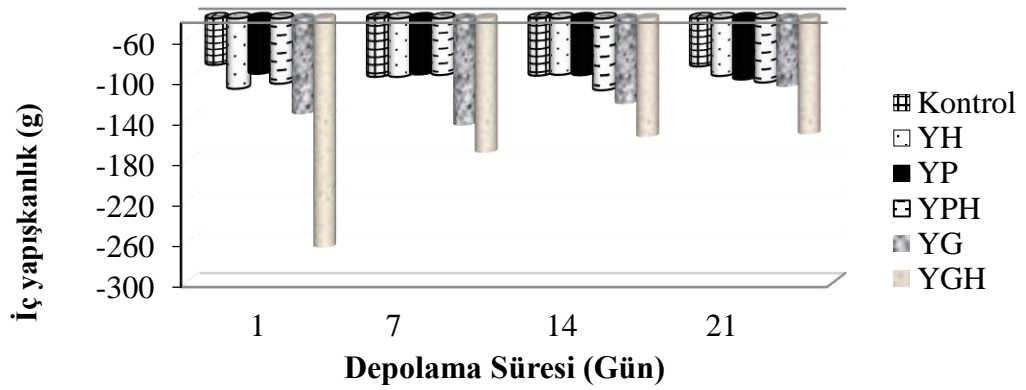
İç yapışkanlık değerinin yüksek olması, gıdanın daha güçlü bir jel yapısına sahip olduğunu göstermektedir (Delikanlı ve Özcan 2014). En düşük iç yapışkanlığa sahip YC örneğinin en yüksek serum ayrılması değerine sahip olması da bunu açıklamaktadır.

Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince iç yapışkanlık (g) değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları Çizelge 4.23'te verilmiştir. Elde edilen istatistiksel veriler incelendiğinde; iç yapışkanlık değerlerinin depolama boyunca değişmediği ve stabil kaldığı sonucuna ulaşılmaktadır ( $p>0,01$ ).

**Çizelge 4.22.** Yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık (g) değerlerindeki değişim

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)			
	1.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün
<b>YC</b>	-85,42	-97,15	-96,02	-86,90
<b>YH</b>	-108,88	-97,22	-95,18	-96,30
<b>YP</b>	-94,18	-94,75	-95,52	-99,76
<b>YPH</b>	-103,93	-95,38	-110,29	-102,73
<b>YG</b>	-133,96	-145,12	-123,94	-107,25
<b>YGH</b>	-265,20	-171,72	-156,31	-153,71
<b>Minimum</b>	-85,42	-94,75	-95,18	-86,90
<b>Maksimum</b>	-265,20	-171,72	-156,31	-153,71
<b>Ortalama</b>	-131,93	-116,89	-112,88	-107,78

Şekil 4.13'te depolama süresince yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık değerlerindeki değişim görülmektedir.



**Şekil 4.13.** Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık değerleri değişimi

**Çizelge 4.23.** Siyah havuç katkılı, pektin ve akasya gamı içeren probiyotik yoğurt örneklerinin sıklık, konsistens, iç yapışkanlık değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları

Yoğurt Çeşidi	N	Sıklık (g)	Konsistens (gs)	İç yapışkanlık (g)
YC	12	435,05 <sup>c</sup>	6866,58 <sup>d</sup>	-91,37 <sup>c</sup>
YH	12	739,86 <sup>c</sup>	6902,09 <sup>d</sup>	-99,40 <sup>b</sup>
YP	12	604,51 <sup>c</sup>	6974,59 <sup>c</sup>	-96,05 <sup>b</sup>
YPH	12	1155,64 <sup>b</sup>	6983,35 <sup>c</sup>	-103,08 <sup>b</sup>
YG	12	628,16 <sup>c</sup>	7447,45 <sup>b</sup>	-127,57 <sup>b</sup>
YGH	12	1513,66 <sup>a</sup>	8964,15 <sup>a</sup>	-186,73 <sup>a</sup>
<b>Depolama Süresi (Gün)</b>				
1	18	744,20 <sup>b</sup>	6869,12 <sup>d</sup>	-131,93 <sup>a</sup>
7	18	754,28 <sup>b</sup>	7159,76 <sup>c</sup>	-116,89 <sup>a</sup>
14	18	821,98 <sup>ab</sup>	7425,23 <sup>b</sup>	-112,88 <sup>a</sup>
21	18	1064,13 <sup>a</sup>	7971,36 <sup>a</sup>	-107,78 <sup>a</sup>
<b>Anova</b>				
Örnek (Ö)	5	**	**	**
Depolama Süresi (D)	3	**	**	ns
Ö x D	15	*	**	ns
Hata	48			

(\*) p<0,05 düzeyinde önemli, (\*\*) p<0,01 düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

#### 4.4. Duyusal Özellikler

Probiyotik yoğurt örneklerinin duysal özellikleri olan, ‘görünüş’, ‘aroma’, ‘tekstür’ ve genel kabul edilebilirlik değerleri 1-9 puan aralığında, ‘satın alma niyeti’ 1-5 puan

aralığında değerlendirilmiştir. Yoğurt örneklerinde görünüş; renk, parlaklık, serum ayrılması, sıklık, pürüzsüzlük/homojenlik, aroma; duyuasal asitlik/ekşilik, tatlımsı tat, burukluk, fermente süt tadı, aroma (tat-koku), koku, asetaldehit aroması ve tekstür; kremamsı yapı, homojenlik, sıklık/yapı, pütürlülük, yapışkanlık, taneli yapı olarak değerlendirilmiştir. Panelistler tarafından belirlenen satın alma niyeti puanları Çizelge 4.24'te, depolama boyunca gözlenen değişim Şekil 4.14. ve Şekil 4.15'te verilmiştir.

Probiyotik yoğurt örneklerinde uygulanan duyuasal değerlendirme testine ait değerlerin varyans analizine göre, yoğurt çeşidi bakımından satın alma niyeti  $p < 0,01$  ve genel kabul edilebilirlik  $p < 0,05$  düzeyinde önemli bulunmuş; görünüş, aroma ve tekstürel özellikleri arasında farklılık bulunmamıştır ( $p > 0,01; 0,05$ ). Renk, sıklık, fermente süt tadı, asetaldehit aroması, aroma (tat-koku), pütürlülük değerleri depolama süresi boyunca  $p < 0,05$  düzeyinde; taneli yapı, homojenlik, burukluk, duyuasal asitlik, pürüzsüzlük, genel kabul edilebilirlik, satın alma niyetinin ise  $p < 0,01$  düzeyinde önemli bulunduğu görülmüştür (Çizelge 4.25.).

Probiyotik yoğurt örneklerinin duyuasal değerlendirme puanlarının LSD testi Çizelge 4.25'te verilmiştir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, probiyotik yoğurt örneklerinde renk, parlaklık, serum ayrılması, sıklık, pürüzsüzlük/ homojenlik, duyuasal asitlik/ ekşilik, tatlımsı tat, burukluk, fermente süt tadı, aroma (tat-koku), koku, asetaldehit aroması, kremamsı yapı, homojenlik, sıklık/ yapı, pütürlülük, yapışkanlık ve taneli yapı değerleri panelistler tarafından aynı derecede beğenilmiş ve istatistiksel açıdan aynı grupta yer almıştır. Probiyotik yoğurt örneklerinde genel kabul edilebilirlik ve satın alma niyeti açısından en yüksek puan akasya gamı (YG) ve akasya gamı ve siyah havuç katkılı YGH örneklerinde bulunmuştur. Pektin katkılı YP ve pektin, siyah havuç katkılı YPH örnekleri akasya gamına göre daha az beğenilmiştir (Çizelge 4.25.).

Yoğurt örneklerinin depolama süresince değişen duyuasal değerlendirme puanları ve LSD testine göre görünüş, aroma ve tekstürel özellikler bakımından incelendiğinde, en düşük sıklık (8,70), pürüzsüzlük (8,81), homojenlik (8,78), pütürlülük (8,83) puanları depolamanın 1. gününde belirlenmiş ve depolama boyunca beğenilirliğin arttığı gözlemlenmiştir. Fermente süt tadı (8,59), burukluk (8,51), aroma (tat-koku) (8,55),

asetaldehit aroması (8,52), taneli yapı (8,83), genel kabul edilebilirlik (8,62), satın alma niyeti (4,54) puanları en düşük 14. günde belirlenmiş ve depolama sonunda artmıştır (Çizelge 4.25.). Depolama süresine bağlı olarak, yoğurt bakterileri ve probiyotik bakterilerin faaliyetini sürdürmesi sonucu pH gelişimi ve sineresisin yoğurtlarda görünüş, renk, aroma ve yapısal özelliklerini etkileyebileceği belirtilmiştir (Aryana ve McGrew 2007).

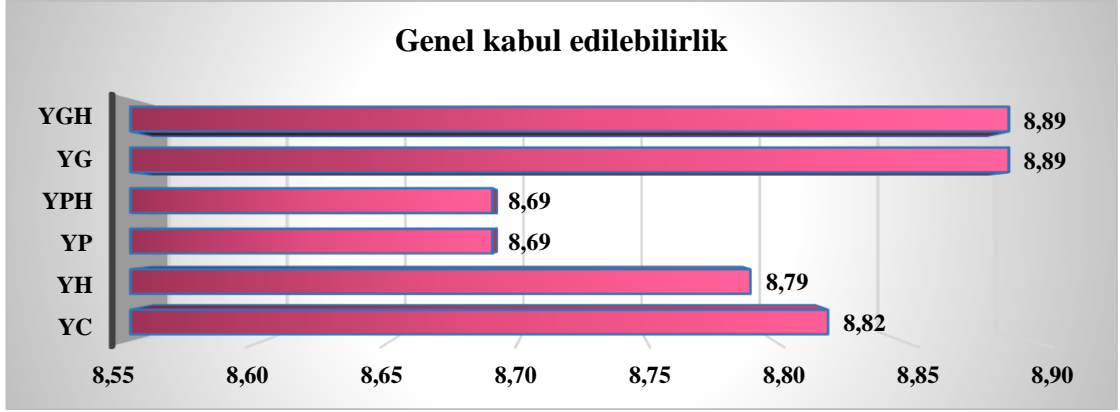
Panelistler, depolama süresince asitlik gelişimi, tat ve aromanın iyileştiğini, yoğurtlara ilave edilen siyah havuç püresinin aromayı geliştirdiğini ve tatlılığı arttırdığını belirtmişlerdir. Ek olarak, pektin ve akasya gamı içeren yoğurt örneklerinde kremamsı, yağlımsı tat hissedildiği, pektin içeren YP ve YPH örneklerinde pektin koku ve aromasının baskın olduğu, akasya gamı içeren YG ve YGH örneklerinde daha fazla tatlılık hissedildiği belirlenmiştir.

Probiyotik yoğurt örnekleri arasında, depolama boyunca en beğenilen ve satın alınabilirlik değeri en yüksek olan akasya gamı içeren YG ve YGH örnekleri olmuştur.

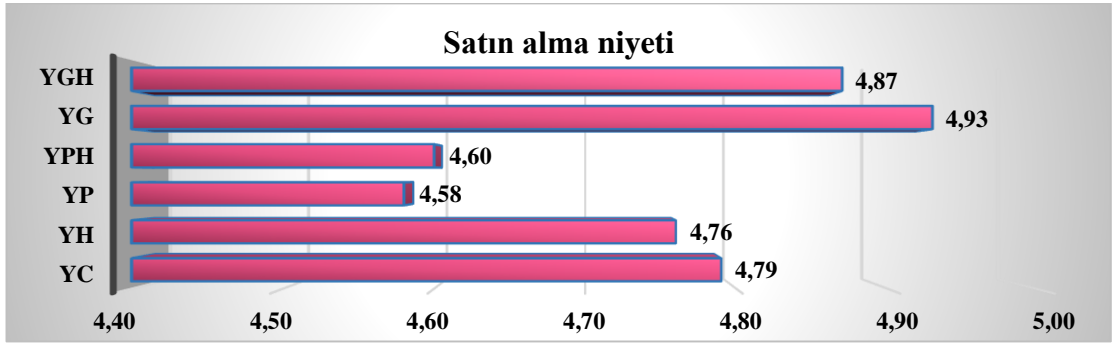
Probiyotik yoğurt örneklerinin duyuşal değerlendirme puanlarının depolama boyunca değişimi Şekil 4.14’te verilmiştir.

**Çizelge 4.24.** Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca belirlenen duyuşal değerlendirme puanları

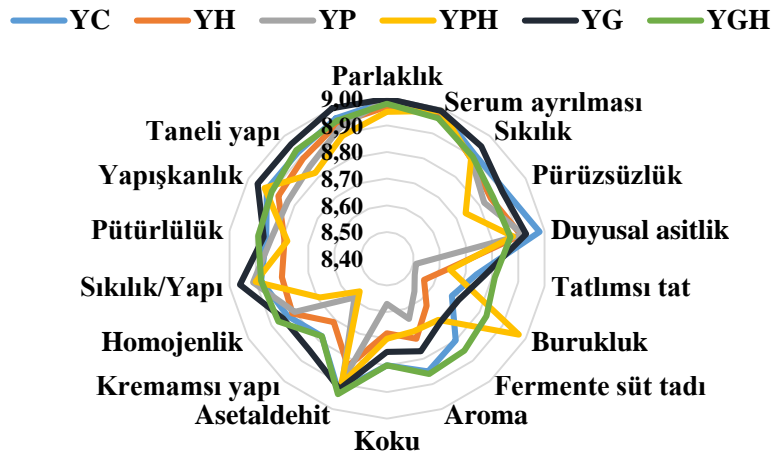
Yoğurt Çeşidi	Genel Kabul Edilebilirlik				Satın Alma			
	1.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün	1.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün
YC	8,86	8,84	8,60	8,70	4,86	4,81	4,60	4,79
YH	8,74	8,99	8,63	8,79	5,00	4,84	4,37	4,75
YP	8,83	8,81	8,43	8,69	4,71	4,69	4,27	4,57
YPH	8,86	8,67	8,48	8,69	4,86	4,57	4,32	4,60
YG	8,84	9,00	8,75	8,98	5,00	4,97	4,82	4,93
YGH	8,80	9,00	8,83	8,92	5,00	4,84	4,85	4,80
Minimum	8,74	8,67	8,43	8,69	4,71	4,57	4,27	4,57
Maksimum	8,86	9,00	8,75	8,98	5,00	4,97	4,85	4,93
Ortalama	8,82	8,89	8,62	8,80	4,91	4,79	4,54	4,74



**Şekil 4.14.** Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca genel kabul edilebilirlik değerlerindeki değişim



**Şekil 4.15.** Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca satın alma niyeti değerlerindeki değişim



**Şekil 4.16.** Yoğurt örneklerinin depolama süresi boyunca duyu özelliklerindeki değişim

Çizelge 4.25. Probiyotik yoğurt örneklerinin duyuşal değerlendirmesine ait LSD testi

Yoğurt Çeşidi	N	Renk	Parlaklık	Serum ayrılması	Sıklık	Pürüzsüzlük	Duyusal asitlik	Tatlımsı tat	Burukluk	Fermente süt tadı	Aroma
YC	28	8,99 <sup>ab</sup>	8,99 <sup>a</sup>	8,91 <sup>a</sup>	8,91 <sup>a</sup>	8,98 <sup>a</sup>	8,74 <sup>a</sup>	8,68 <sup>a</sup>	8,80 <sup>a</sup>	8,85 <sup>a</sup>	8,80 <sup>a</sup>
YH	28	8,97 <sup>ab</sup>	8,98 <sup>a</sup>	8,89 <sup>a</sup>	8,85 <sup>a</sup>	8,91 <sup>a</sup>	8,63 <sup>a</sup>	8,56 <sup>a</sup>	8,63 <sup>a</sup>	8,72 <sup>a</sup>	8,68 <sup>a</sup>
YP	28	9,00 <sup>a</sup>	8,99 <sup>a</sup>	8,89 <sup>a</sup>	8,82 <sup>a</sup>	8,92 <sup>a</sup>	8,50 <sup>a</sup>	8,52 <sup>a</sup>	8,56 <sup>a</sup>	8,64 <sup>a</sup>	8,57 <sup>a</sup>
YPH	28	8,95 <sup>b</sup>	8,99 <sup>a</sup>	8,89 <sup>a</sup>	8,74 <sup>a</sup>	8,88 <sup>a</sup>	8,64 <sup>a</sup>	8,97 <sup>a</sup>	8,70 <sup>a</sup>	8,69 <sup>a</sup>	8,70 <sup>a</sup>
YG	28	9,00 <sup>a</sup>	8,99 <sup>a</sup>	8,95 <sup>a</sup>	8,90 <sup>a</sup>	8,93 <sup>a</sup>	8,77 <sup>a</sup>	8,71 <sup>a</sup>	8,71 <sup>a</sup>	8,77 <sup>a</sup>	8,75 <sup>a</sup>
YGH	28	8,98 <sup>ab</sup>	8,96 <sup>a</sup>	8,90 <sup>a</sup>	8,86 <sup>a</sup>	8,87 <sup>a</sup>	8,81 <sup>a</sup>	8,83 <sup>a</sup>	8,85 <sup>a</sup>	8,86 <sup>a</sup>	8,80 <sup>a</sup>
<b>Depolama Süresi (Gün)</b>											
1	42	9,00 <sup>a</sup>	9,00 <sup>a</sup>	8,87 <sup>a</sup>	8,70 <sup>b</sup>	8,81 <sup>b</sup>	8,68 <sup>ab</sup>	8,60 <sup>a</sup>	8,65 <sup>ab</sup>	8,81 <sup>a</sup>	8,75 <sup>a</sup>
7	42	9,00 <sup>a</sup>	8,98 <sup>a</sup>	8,86 <sup>a</sup>	8,92 <sup>a</sup>	8,93 <sup>ab</sup>	8,85 <sup>a</sup>	8,84 <sup>a</sup>	8,88 <sup>a</sup>	8,85 <sup>a</sup>	8,85 <sup>a</sup>
14	42	8,97 <sup>ab</sup>	8,99 <sup>a</sup>	8,96 <sup>a</sup>	8,88 <sup>a</sup>	8,94 <sup>a</sup>	8,48 <sup>b</sup>	8,48 <sup>a</sup>	8,51 <sup>b</sup>	8,59 <sup>b</sup>	8,55 <sup>b</sup>
21	42	8,96 <sup>b</sup>	8,98 <sup>a</sup>	8,93 <sup>a</sup>	8,89 <sup>a</sup>	8,98 <sup>a</sup>	8,72 <sup>ab</sup>	8,92 <sup>a</sup>	8,79 <sup>a</sup>	8,77 <sup>ab</sup>	8,71 <sup>ab</sup>
<b>Anova</b>											
Örnek (Ö)	5	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Depolama Süresi (D)	3	*	ns	ns	*	**	**	ns	**	*	*
Ö x D	15	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Hata	144										

( \* ) p<0,05 düzeyinde önemli, ( \*\* ) p<0,01 düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

Yoğurt Çeşidi	N	Koku	Asetaldehit aroması	Kremamsı yapı	Homojenlik	Sıklık/Yapı	Pütürlülük	Yapışkanlık	Taneli yapı	Genel kabul edilebilirlik	Satın alma niyeti
YC	28	8,93 <sup>a</sup>	8,78 <sup>a</sup>	8,83 <sup>a</sup>	8,89 <sup>a</sup>	8,86 <sup>a</sup>	8,92 <sup>a</sup>	8,92 <sup>a</sup>	8,96 <sup>a</sup>	8,82 <sup>ab</sup>	4,79 <sup>ab</sup>
YH	28	8,83 <sup>a</sup>	8,71 <sup>a</sup>	8,81 <sup>a</sup>	8,80 <sup>a</sup>	8,79 <sup>a</sup>	8,87 <sup>a</sup>	8,89 <sup>a</sup>	8,94 <sup>a</sup>	8,79 <sup>ab</sup>	4,76 <sup>ab</sup>
YP	28	8,89 <sup>a</sup>	8,59 <sup>a</sup>	8,80 <sup>a</sup>	8,91 <sup>a</sup>	8,84 <sup>a</sup>	8,83 <sup>a</sup>	8,85 <sup>a</sup>	8,92 <sup>a</sup>	8,69 <sup>b</sup>	4,58 <sup>b</sup>
YPH	28	8,90 <sup>a</sup>	8,56 <sup>a</sup>	8,69 <sup>a</sup>	8,90 <sup>a</sup>	8,78 <sup>a</sup>	8,93 <sup>a</sup>	8,82 <sup>a</sup>	8,89 <sup>a</sup>	8,69 <sup>b</sup>	4,60 <sup>b</sup>
YG	28	8,92 <sup>a</sup>	8,85 <sup>a</sup>	8,85 <sup>a</sup>	8,96 <sup>a</sup>	8,87 <sup>a</sup>	8,96 <sup>a</sup>	8,96 <sup>a</sup>	9,00 <sup>a</sup>	8,89 <sup>a</sup>	4,93 <sup>a</sup>
YGH	28	8,94 <sup>a</sup>	8,78 <sup>a</sup>	8,87 <sup>a</sup>	8,88 <sup>a</sup>	8,89 <sup>a</sup>	8,90 <sup>a</sup>	8,93 <sup>a</sup>	8,95 <sup>a</sup>	8,89 <sup>a</sup>	4,87 <sup>a</sup>
<b>Depolama Süresi (Gün)</b>											
1	42	8,90 <sup>a</sup>	8,71 <sup>ab</sup>	8,85 <sup>a</sup>	8,78 <sup>c</sup>	8,80 <sup>a</sup>	8,83 <sup>b</sup>	8,79 <sup>a</sup>	8,98 <sup>a</sup>	8,82 <sup>a</sup>	4,90 <sup>a</sup>
7	42	8,89 <sup>a</sup>	8,79 <sup>a</sup>	8,88 <sup>a</sup>	8,99 <sup>a</sup>	8,92 <sup>a</sup>	8,97 <sup>a</sup>	8,93 <sup>a</sup>	9,00 <sup>a</sup>	8,89 <sup>a</sup>	4,79 <sup>a</sup>
14	42	8,89 <sup>a</sup>	8,52 <sup>b</sup>	8,74 <sup>a</sup>	8,81 <sup>bc</sup>	8,81 <sup>a</sup>	8,83 <sup>ab</sup>	8,89 <sup>a</sup>	8,83 <sup>ab</sup>	8,62 <sup>b</sup>	4,54 <sup>b</sup>
21	42	8,93 <sup>a</sup>	8,82 <sup>a</sup>	8,75 <sup>a</sup>	8,97 <sup>ab</sup>	8,82 <sup>a</sup>	8,96 <sup>ab</sup>	8,97 <sup>a</sup>	8,97 <sup>a</sup>	8,86 <sup>a</sup>	4,79 <sup>a</sup>
<b>Anova</b>											
<b>Örnek (Ö)</b>	5	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	**
<b>Depolama Süresi (D)</b>	3	ns	*	ns	**	ns	*	ns	**	**	**
<b>Ö x D</b>	15	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Hata</b>	144										

**Çizelge 4.25.** Probiyotik yoğurt örneklerinin duyuşal değerlendirmesine ait LSD testi (devamı)

( \* ) p<0,05 düzeyinde önemli, ( \*\* ) p<0,01 düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

## 5. SONUÇ

Günümüzde tüketici bilincinin artması, sağlıklı beslenmeye karşı artan ilgi ve talep, gıda alanında yapılan çalışmaların sayısını arttırmış, gelişen sosyo-ekonomik koşulların beslenmeye farklı bir boyut kazandırması da, fonksiyonel ve nutrasötik gıdaların gün geçtikçe önem kazanmasını sağlamıştır. Yapılan çalışmalarda süt ürünlerinin probiyotik ve terapötik gıdalara uygunluğunun tespit edilmesiyle fonksiyonel gıdalarda kullanımını yaygınlaştırmıştır. Tüketildiğinde, insan ve hayvan bağırsağını module etmesi sonucu mikrobiyel dengeyi sağlayarak konakçının sağlığını olumlu etkileyen probiyotik bakterilerin terapötik etki gösterebilmesi için gerekli olan minimum seviye  $10^6$  kob/g olarak belirlenmiştir. Besin değeri ve fenolik madde içeriği yüksek meyve, sebze ekstraktları ve gamlar ile üretilen probiyotik süt ürünlerinin işlenmesi ve depolanması süresince de belirtilen terapötik düzeyin korunduğu saptanmıştır.

Yapılan bu çalışmada, *S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* yoğurt bakterileri ve *L. acidophilus*, *B. animalis* subsp. *lactis* probiyotik bakterileri starter kültür olarak kullanılmıştır. Probiyotik yoğurtlar pektin, akasya gamı ve siyah havuç püresi ilavesiyle üretilmiştir. Depolama boyunca 1., 7., 14. ve 21. günlerde mikrobiyolojik, fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyuşal değerlendirmeler yapılarak istatistiksel olarak farklılıklar belirlenmiştir ( $p < 0,01$ ;  $p < 0,05$ ).

Depolama süresince yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda, pektin, akasya gamı ve siyah havuç içeren probiyotik yoğurtlarda *L. acidophilus*, *B. animalis* subsp. *lactis*, *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı depolama boyunca yüksek bulunmuştur (7,00-9,00  $\log_{10}$  kob/g). Probiyotik bakterilerden *L. acidophilus*, *B. animalis* subsp. *lactis* sayısı pektin ve akasya gamı içeren örneklerde benzer bulunmuştur.

Pektin, akasya gamı, siyah havuç ilavesi ile probiyotik yoğurtlarda artan toplam fenolik madde, toplam antioksidan aktivite ve prebiyotik içeriğin fermantasyon ve depolama süresince, yoğurt ve probiyotik bakterilerin gelişimini teşvik etmesi sonucu, mikroorganizma canlılık seviyesinin biyoterapötik seviyenin üzerinde ( $> 6 \log_{10}$  kob/g)



kaldığı belirlenmiştir. Akasya gamı pektin ile karşılaştırıldığında daha yüksek prebiyotik etki göstermiştir.

Probiyotik yoğurt örneklerinde serum ayrılması, pH, titrasyon asitliği, renk ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) değerleri ve tekstürel özellikler (sıklık, konsistens, iç yapışkanlık) bakımından istatistiksel olarak  $p < 0,01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Serum ayrılması en düşük pektin ve siyah havuç katkılı YPH örneğinde, titrasyon asitliği en yüksek YG ve YGH örneklerinde, en düşük pH, YGH örneğinde saptanmıştır. Yoğurt örneklerinin renk değerleri incelendiğinde en yüksek  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri sırasıyla, YC; YGH ve YG, YP örneklerinde belirlenmiştir. Siyah havuç ilavesi ile üretilen yoğurtların  $a^*$  ( $+a$ : kırmızılık) değeri daha yüksek bulunurken, pektin ve akasya gamı yoğurtlarda  $b^*$  ( $+b$ : sarılık) değerini arttırmıştır. Siyah havuçta bulunan antosiyaninlerin pH değişimine karşı duyarlılıkları, fermantasyon koşulları, mikrobiyel metabolitler ve depolamanın etkisi ile renk degradasyondan dolayı yoğurt örneklerinde renk yoğunluğu ( $H^o$  ve  $C^*$ ) ve renk değişimi ( $\Delta E^*$ ) belirlenmiştir.

Sıklık, konsistens ve iç yapışkanlık değerleri en yüksek akasya gamı ve siyah havuç püresi içeren YGH örneğinde bulunurken, sıklık ve konsistens depolama boyunca artmış, iç yapışkanlık değerinde ise depolama süresince önemli farklılık bulunmamıştır.

Siyah havuç, pektin ve akasya gamı probiyotik yoğurtlarda toplam antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriğini arttırmıştır. En yüksek DPPH değeri, YPH ve YGH örneğinde, en yüksek FRAP değeri YPH örneğinde, en yüksek toplam fenolik madde içeriği YGH ve YPH örneğinde belirlenmiştir. YPH örneğinde, toplam antioksidan aktivite ve antosiyanin içeriğinin yüksek olmasına paralel olarak toplam fenolik madde içeriği de yüksek bulunmuştur.

Duyusal değerlendirmeler sonucu probiyotik yoğurt örnekleri, görünüş (renk, parlaklık, serum ayrılması, sıklık, pürüzsüzlük/homojenlik), aroma (duyusal asitlik/ekşilik, tatlımsı tat, burukluk, fermente süt tadı, aroma (tat-koku), koku, asetaldehit aroması) ve tekstür (kremamsı yapı, homojenlik, sıklık/yapı, pütürlülük, yapışkanlık, taneli yapı) özellikleri bakımından panelistler tarafından aynı derecede beğenilmiştir. Genel kabul edilebilirlik

ve satın alma niyeti açısından en çok tercih edilen akasya gamı içeren YG ve akasya gamı ve siyah havuç püresi içeren YGH örnekleri olmuştur. Duyusal beğenilirlik depolama boyunca artmıştır.

Probiyotik bakterilerin, oksidatif hasarın inhibisyonu, anti-mutajenik aktivite, mikrobiyel enfeksiyonun inhibisyonu, bağışıklık sistemini modüle edici etki, sinir sistemi uyarıcı etki anti-hipertansif etki, kolesterolü azaltıcı etki ve anti-alerjen etkilere sahip olması fonksiyonel gıda üretiminde kullanımını arttırmıştır. Biyoaktif bileşenlere sahip gıda ekstraktlarının ilavesi de probiyotik süt ürünlerinin tüketim aşamasında terapötik seviyede probiyotik bakteri sayısına sahip olmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada, pektin, akasya gamı ve siyah havucun yoğurtlarda toplam antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriğini arttırması, tekstürel özelliklerini iyileştirmesi, prebiyotik etki göstererek bakteriyel canlılık seviyesini terapötik seviyede tutması, tüketici beğenisini arttırmasına bağlı olarak fonksiyonel süt ürünlerinde kullanımının uygun olduğu saptanmıştır.

Son yıllarda yüksek besin değeri, lif, karbonhidrat, karotenoid, A vitamini, aromatik bileşik içeriği ve ayrıca renk özellikleri ile havuç ve ürünleri tüketiciler tarafından meyve, sebze, tahıl ve süt bazlı pek çok nutrasötik ürünün bileşimine katılmaktadır.

Bilindiği gibi yapay renklendiricilerin vücuttaki zararlı etkilerinden dolayı doğal renk maddelerini içeren ürünlerin tüketimi gün geçtikçe artmaktadır. Bu çalışmada renklendirici olarak seçilen siyah havuç, ekonomik olması, ülkemizde bol miktarda yetiştirilmesi, yüksek, stabilitesi yüksek antosiyanin ve diyet lifi içermesi ve ayrıca kolaylıkla havuç konsantresine işlenebilmesi gibi özellikleri nedeniyle antosiyanin ve prebiyotik lif kaynağı olarak kullanılmıştır.

Doğal renklendiriciler içinde yer alan en önemli grup antosiyaninlerdir. Antosiyaninler, doğada bitkiler aleminde bulunan en yaygın pigment gruplarından. Antosiyaninler, gıdaların parlak kırmızı rengini sağlayan, bilinen en iyi doğal gıda boyalarıdır ve birçok gıdada yapay boyalara karşı önemli bir alternatif olarak kabul edilmektedirler. Antosiyaninler ürüne spesifik renk özellikleri kazandırmanın yanısıra ayrıca yüksek

antiradikal kapasiteleri nedeniyle, eklendikleri gıdaların oksidatif stabilitelerini de arttırmaktadırlar.

Siyah havucun zengin antosiyanin içeriğinden faydalanılarak süt ürünlerinde yapay renklendirici kullanımı azaltılabileceği gibi, ayrıca gıda sanayinin gıda renklendiricileri konusundaki dışa bağımlılığı da azaltılabilecektir.

Yapılan çalışmalarda havuç püre konsantrelerinin fermantasyonunun Ca, P, Fe gibi bazı minerallerin biyo-yararlılığını olumlu yönde etkilediği belirlenmiş ve fermente ürünlerde kullanımı ile ilgili çalışmalar yaygınlaşmıştır. Bununla birlikte, probiyotik *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleri için fermente edilebilir karbonhidratları ile havuç ve ürünleri iyi bir gelişme ortamıdır. Ancak bu gelişim türe bağlı olarak değişmektedir. Farklı türlerin fermantasyon yeteneklerinin incelenmesi hem fonksiyonel ürünlerin üretimi hem de metabolik biyo-yararlılık çalışmalarının artırılması için yararlı olacaktır.

Alternatif olarak, havuç bileşiminin bazı probiyotik türleri (özellikle bazı *Bifidobacterium* türleri) için gerekli büyüme faktörlerini yeterli oranda içermemesine bağlı olarak fermente edilebilir diğer karbonhidrat kaynaklarının eklenmesinin gerekli olduğu da araştırmalarda belirtilmiştir. Bu çalışmada prebiyotik potansiyelleri tanımlanmış ayrıca meyve-sebze katkılı ürünlerde stabilizasyon ve jelleştirici etkisiyle kullanılan pektin ve akasya gamı probiyotik yoğurtlara ilave edilerek fonksiyonel bir ürünün optimizasyonu da sağlanmıştır. Bununla birlikte belirtilen yoğurt sisteminde prebiyotik potansiyeli tam olarak açıklayabilmek için *in vitro* ve *in vivo* canlı modellerinde probiyotik bakterilerin canlılığı, gelişimi ve kolonizasyon özelliğinin araştırılmasına dair yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Siyah havuç antioksidan ve fenolik bileşikler gibi biyoaktif bileşenleri, mineral ve vitamin içeriği ile besin değeri açısından da oldukça zengin bir üründür. Kırmızı-mor renkli gıdalarda kullanımının arttırılması özellikle çocuklar tarafından sevilen ve çok tüketilen bu tür ürünlerdeki sağlık riskini azaltmada ve aynı zamanda probiyotik süt ürünlerinde kullanımı ile de prebiyotik diyet lifi kaynağı olarak probiyotik bakterilerin gelişimini teşvik ederek terapötik ürünlerin geliştirilmesinde katkı sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- Abdollahzadeh, S.M., Zahedani, M.R., Rahmdel, S., Hemmati, F., Mazloomi, S.M. 2018.** Development of *Lactobacillus acidophilus*-fermented milk fortified with date extract. *LWT-Food Science and Technology*, 98: 577-582.
- Abedalrahman, A., Chechan, R.A. 2014.** The effect of adding Arabic gum in different ratios on some probiotics fermented milk and studying the inhibitory ability against some pathogenic bacteria. *Journal of Kerbala University*, 12(4): 261-269.
- Abrahamson, A. 2015.** Galactose in dairy products. *MSc Thesis*, Faculty of Agricultural Sciences, Swedish University, Uppsala, Sweden.
- Agil, R., Hosseinian, F. 2012.** Dual functionality of triticale as a novel dietary source of prebiotics with antioxidant activity in fermented dairy products. *Plant Foods For Human Nutrition*, 67(1): 88-93.
- Akbarirad, H., Ardabili, A.G., Kazemeini, S.M., Khaneghah, A.M. 2016.** An overview on some of important sources of natural antioxidants. *International Food Research Journal*, 23(3): 928-933.
- Akhtar, S., Rauf, A., Imran, M., Qamar, M., Riaz, M., Mubarak, M.S. 2017.** Black carrot (*Daucus carota L.*), dietary and health promoting perspectives of its polyphenols: A review. *Trends In Food Science & Technology*, 66: 36-47.
- Akhter, N., Wu, B., Memon, A.M., Mohsin, M. 2015.** Probiotics and prebiotics associated with aquaculture: a review. *Fish & Shellfish Immunology*, 45(2): 733-741.
- Akin, Z., Ozcan, T. 2017.** Functional properties of fermented milk produced with plant proteins. *LWT-Food Science and Technology*, 86: 25-30.
- Alarifi, S., Bell, A., Walton, G. 2018.** In vitro fermentation of gum acacia–impact on the faecal microbiota. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 69(6): 696-704.
- Al-Assaf, S., Phillips, G.O., Williams, P.A. 2005.** Studies on acacia exudate gums: part II. molecular weight comparison of the *Vulgares* and *Gummiferae* series of acacia gums. *Food Hydrocolloids*, 19(4): 661-667.
- Alves, S.P., Brum, D.M., de Andrade, E.C.B., Netto, A.D.P. 2008.** Determination of synthetic dyes in selected foodstuffs by high performance liquid chromatography with UV-DAD detection. *Food Chemistry*, 107(1): 489-496.
- Algarra, M., Fernandes, A., Mateus, N., de Freitas, V., da Silva, J.C.E., Casado, J. 2014.** Anthocyanin profile and antioxidant capacity of black carrots (*Daucus carota L.* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) from Cuevas Bajas, Spain. *Journal of Food Composition and Analysis*, 33(1): 71-76.
- Ali, B.H., Ziada, A., Blunden, G. 2009.** Biological effects of gum arabic: a review of some recent research. *Food and Chemical Toxicology*, 47(1): 1-8.
- Ali, B.H., Al-Husseni, I., Beegam, S., Al-Shukaili, A., Nemmar, A., Schierling, S., Quessier, N., Schupp, N. 2013.** Effect of gum arabic on oxidative stress and inflammation in adenine-induced chronic renal failure in rats. *PLoS ONE*, 8(2): e55242.
- Alla, F., Sadeek, E.A. 2018.** Effect of Arabic gum as prebiotics and lactobacillus casei Shirota (LcS) as probiotic on oxidative stress and renal function in adenine–induced chronic renal failure in rats. *European Journal of Nutrition & Food Safety*, 8(1): 29-46.
- Anonim, 2009.** Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tebliğ No: 2009/25-27143, Ankara.
- Anonim, 2018.** TÜİK, Süt ve süt ürünleri üretimi raporu, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.

- AOAC 2012.** Official methods of analysis. 19th Association of Official Analytical of Chemist. Arlington: VA.
- Araujo, E.A., Carvalho, A.F., Leandro, E.S., Furtado, M.M., Moraes, C.A. 2010.** Development of a symbiotic cottage cheese added with *Lactobacillus delbrueckii* UFV H2b20 and inulin. *Journal of Functional Foods*, 2(1): 85-89.
- Ardağ, A. 2008.** Antioksidan kapasite tayin yöntemlerinin analitik açıdan karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, A.M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Analitik Anabilim Dalı, Aydın.
- Arioui, F., Ait Saada, D., Cheriguene, A. 2017.** Physicochemical and sensory quality of yogurt incorporated with pectin from peel of *Citrus sinensis*. *Food Science & Nutrition*, 5(2): 358-364.
- Arscott, S.A., Tanumihardjo, S.A. 2010.** Carrots of many colors provide basic nutrition and bioavailable phytochemicals acting as a functional food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(2): 223-239.
- Aryana, K.J., McGrew, P. 2007.** Quality attributes of yogurt with *Lactobacillus casei* and various prebiotics. *LWT-Food Science and Technology*, 40(10): 1808-1814.
- Ayar, A., Sert, D., Kalyoncu, İ.H. 2005.** Farklı meyveler kullanılarak üretilen yoğurtların kimyasal, reolojik ve duyuşsal özellikleri. *Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi*, 7(2): 11-19.
- Aydinol, P., Ozcan, T. 2018.** Production of reduced-fat Labneh cheese with inulin and  $\beta$ -glucan fibre-based fat replacer. *International journal of dairy technology*, 71(2): 362-371.
- Babbar, N., Dejonghe, W., Gatti, M., Sforza, S., Elst, K. 2016.** Pectic oligosaccharides from agricultural by-products: Production, characterization and health benefits. *Critical Reviews in Biotechnology*, 36(4): 594-606.
- Babiker, R., Elmusharaf, K., Keogh, M.B., Banaga, A.S., Saeed, A.M. 2017.** Metabolic effect of gum Arabic (*Acacia Senegal*) in patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM): randomized, placebo controlled double blind trial. *Functional Foods in Health and Disease*, 7(3): 222-234.
- Bakan, A., Muslu, A. Aslan Ö., Bahar B., Özcan N. 2016.** Şeker pancarı küspesinden pektin elde edilmesi ve gıdalarda katkı maddesi olarak kullanılması. Türkiye12. Gıda Kongresi, 05-07 Ekim, Edirne.
- Barat, A., Ozcan, T. 2018.** Growth of probiotic bacteria and characteristics of fermented milk containing fruit matrices. *International Journal of Dairy Technology*, 71: 120-129.
- Bermudez-Brito, M., Plaza-Díaz, J., Muñoz-Quezada, S., Gómez-Llorente, C., Gil, A. 2012.** Probiotic mechanisms of action. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 61(2): 160-174.
- Betoret, E., Betoret, N., Vidal, D., Fito, P. 2011.** Functional foods development: Trends and technologies. *Trends in Food Science & Technology*, 22(9): 498-508.
- Bharti, S.K., Sharma, N.K., Murari, K., Kumar, A. 2012.** Functional aspects of dairy foods in human health: An overview. *International Journal of Pharmacology and Therapeutics*, 2012(2): 29-35.
- Bhaskar, M.M., Sistla, S., Kumaravel, S. 2017.** A case of pyometrocolpos with *Bifidobacterium* species. *Anaerobe*, 44: 48-50.
- Biavati, B., Mattarelli, P. 2006.** The family bifidobacteriaceae: The Prokaryotes, Ed.: Martin Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Schleifer, K.H., Stackebrandt, E., New York, USA, pp: 322-382.

- Biavati, B., Mattarelli, P. 2015.** Bifidobacterium: Bergey's Manual of Systematics of Archaea and Bacteria, John Wiley & Sons Ltd., Hoboken, USA, pp: 1-57.
- Bigliardi, B., Galati, F. 2013.** Innovation trends in the food industry: the case of functional foods. *Trends in Food Science & Technology*, 31(2): 118-129.
- Bilen, F.D. 2015.** Kara havuç (*daucus Carota*) posa ve kabuğunun polifenol kapasitesinin ve in vitro biyoyararlılığının incelenmesi. *Doktora Tezi*, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Borchers, A.T., Selmi, C., Meyers, F.J., Keen, C.L., Gershwin, M.E. 2009.** Probiotics and immunity. *Journal of Gastroenterology*, 44(1): 26-46.
- Brunser, O., Gotteland, M. 2010.** Probiotics and prebiotics in human health: Bioactive foods in promoting health, Ed.: Watson, R., Preedy, V., pp: 73-93.
- Buriti, F.C., Bedani, R., Saad, M.I.S. 2016.** Probiotic and prebiotic dairy desserts: Probiotics, prebiotics and synbiotics Editors: Watson., R. R, and Preedy, V. R., Elsevier Incorporated, pp: 345-360.
- Calame, W., Weseler, A.R., Viebke, C., Flynn, C., Siemensma, A.D. 2008.** Gum arabic establishes prebiotic functionality in healthy human volunteers in a dose-dependent manner. *British Journal of Nutrition*, 100(6): 1269-1275.
- Carle, R., Schweiggert, R. 2016.** Handbook on natural pigments in food and beverages: Industrial applications for improving food color. Woodhead Publishing, Duxford, UK, 538 pp.
- Carocho, M., Ferreira, I.C. 2013.** A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. *Food and Chemical Toxicology*, 51: 15-25.
- Cemeroğlu, B., 2010.** Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara, 34.
- Chakravarty, S., Mandal, R.K., Duff, M.L., Schmidt, N.W. 2019.** Intestinal short-chain fatty acid composition does not explain gut microbiota-mediated effects on malaria severity. *PloS one*, 14(3): e0214449.
- Chan, S.Y., Choo, W.S., Young, D.J., Loh, X.J. 2017.** Pectin as a rheology modifier: Origin, structure, commercial production and rheology. *Carbohydrate polymers*, 161: 118-139.
- Chatatikun, M., Chiabchalard, A. 2013.** Phytochemical screening and free radical scavenging activities of orange baby carrot and carrot (*Daucus carota* Linn.) root crude extracts. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 5(4): 97-102.
- Chatterjee, E., Manuel, G.A.S., Hassan, S. 2016.** Effect of fruit pectin on growth of lactic acid bacteria. *Journal of Probiotics and Health*, 2: 147-150.
- Chen, C., Zhao, S., Hao, G., Yu, H., Tian, H., Zhao, G. 2017.** Role of lactic acid bacteria on the yogurt flavour: A review. *International Journal of Food Properties*, 20(1): 316-330.
- Christiaens, S., Van Buggenhout, S., Houben, K., Jamsazzadeh Kermani, Z., Moelants, K.R., Ngouemazong, E.D., Loey, A.V., Hendrickx, M.E. 2016.** Process–structure–function relations of pectin in food. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(6): 1021-1042.
- Chung, W.S.F., Walker, A.W., Louis, P., Parkhill, J., Vermeiren, J., Bosscher, D., Duncan, S.H., Flint, H.J. 2016.** Modulation of the human gut microbiota by dietary fibres occurs at the species level. *BMC Biology*, 14(1): 3.

- Chung, W.S.F., Meijerink, M., Zeuner, B., Holck, J., Louis, P., Meyer, A.S., Wells, J.M., Flint, H.J., Duncan, S.H. 2017.** Prebiotic potential of pectin and pectic oligosaccharides to promote anti-inflammatory commensal bacteria in the human colon. *FEMS Microbiology Ecology*, 93(11): 127.
- Clemens, R.A., Pressman, P. 2017.** Food gums: an overview. *Nutrition Today*, 52(1): 41-43.
- Corthier, G. 2004.** The health benefits of probiotics. *Danone Nutritopics*, 29: 1-18.
- Ciriminna, R., Chavarría-Hernández, N., Inés Rodríguez Hernández, A., Pagliaro, M. 2015.** Pectin: A new perspective from the biorefinery standpoint. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 9(4): 368-377.
- Ciriminna, R., Fidalgo, A., Delisi, R., Ilharco, L. M., Pagliaro, M. 2016.** Pectin production and global market. *Agro Food Industry Hi-Tech*, 27(5): 17-20.
- Chinnici, F., Bendini, A., Gaiani, A., Riponi, C. 2004.** Radical scavenging activities of peels and pulps from cv. Golden Delicious apples as related to their phenolic composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(15): 4684-4689.
- Cruz, A.G.D., Cavalcanti, R. N., Guerreiro, L. M. R., Sant'Ana, A.D.S., Nogueira, L.C., Oliveira, C.A.F.D., Delizae, R., Cunha, R.L., Fariaa, J.A.F., Bolini, H.M.A. 2013.** Developing a prebiotic yogurt: Rheological, physico-chemical and microbiological aspects and adequacy of survival analysis methodology. *Journal of Food Engineering*, 114(3): 323-330.
- Csapó, J., Némethy, S. 2018.** Functional, health protecting and health maintaining food products. *Ecocycles*, 4(1): 73-82.
- Çakır, İ. 2003.** Laktobacillus ve Bifidobakterilerde Bazı Probiyotik Özelliklerin Belirlenmesi. *Doktora Tezi*, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Çakmakçı, S., Çetin, B., Turgut, T., Gürses, M., Erdoğan, A. 2012.** Probiotic properties, sensory qualities, and storage stability of probiotic banana yogurts. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 36(3): 231-237.
- D'Aimmo, M.R., Modesto, M., Biavati, B. 2007.** Antibiotic resistance of lactic acid bacteria and Bifidobacterium spp. Isolated from dairy and pharmaceutical products. *International Journal of Food Microbiology*, 115(1): 35-42.
- Daneshi, M., Ehsani, M.R., Razavi, S.H., Labbafi, M. 2013.** Effect of refrigerated storage on the probiotic survival and sensory properties of milk/carrot juice mix drink. *Electronic Journal of Biotechnology*, 16(5): 5-5.
- Daoub, R.M., Elmubarak, A.H., Misran, M., Hassan, E.A., Osman, M.E. 2018.** Characterization and functional properties of some natural Acacia gums. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(3): 241-249.
- David, L.A., Maurice, C.F., Carmody, R. N., Gootenberg, D.B., Button, J.E., Wolfe, B.E., Ling, A.V., Devlin, A.S., Varma, Y., Fischbach, M.A., Biddinger, S.B., Dutton, R.J., Turnbaugh, P.J. 2014.** Diet rapidly and reproducibly alters the human gut microbiome. *Nature*, 50 (7484): 559.
- de Morais, E.C. 2016.** Prebiotic addition in dairy products: processing and health benefits: Probiotics, prebiotics, and synbiotics-bioactive foods in health promotion, Ed.: Ronald Watson, R., Preedy, V., Elsevier, Amsterdam, 938 pp.
- de Souza Oliveira, P.R., Torres, B.R., Perego, P., de Oliveira, M.N., Converti, A. 2012.** Co-metabolic models of *Streptococcus thermophilus* in co-culture with *Lactobacillus bulgaricus* or *Lactobacillus acidophilus*. *Biochemical Engineering Journal*, 62: 62-69.

- de Vos, W.M., de Vos, E.A. 2012.** Role of the intestinal microbiome in health and disease: from correlation to causation. *Nutrition reviews*, 70(1): 45-56.
- De Vrese, M., Scherezenmeir, J., 2008.** Probiotics, prebiotics, and synbiotics. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*, 111: 1-66.
- Delgado-Vargas, F., Jiménez, A.R., Paredes-López, O. 2000.** Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains—characteristics, biosynthesis, processing, and stability. *Critical reviews in food science and nutrition*, 40(3): 173-289.
- Delikanli, B., Ozcan, T. 2014.** Effects of various whey proteins on the physicochemical and textural properties of set type nonfat yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 67(4): 495-503.
- Demirgöl, F., Sağdıç, O. 2018.** Fermente süt ürünlerinin insan sağlığına etkisi. *European Journal of Science and Technology*, 13: 45-53.
- Deng, Y., Misselwitz, B., Dai, N., Fox, M. 2015.** Lactose intolerance in adults: biological mechanism and dietary management. *Nutrients*, 7(9): 8020-8035.
- Dhewa, T., Goyal, N. 2009.** Effect of inulin, honey and gum Acacia on growth of human faecal potential probiotic *Lactobacilli*. *IUP Journal of Life Sciences*, 3(3): 29-34.
- Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., Patil, R.T. 2012.** Dietary fibre in foods: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 49(3): 255-266.
- Dianawati, D., Mishra, V., Shah, N.P. 2016.** Survival of microencapsulated probiotic bacteria after processing and during storage: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(10): 1685-1716.
- Dicks, L.M.T., Botes, M. 2010.** Probiotic lactic acid bacteria in the gastro- intestinal tract: Health benefits, safety and mode of action. *Benefit Microbes*, 1: 11-29.
- Dimitrovski, D., Simovska, V., Blazevska, Z., Cobanova, R. 2018.** The influence of gum acacia on milk fermentation process and characteristics of fermented milks during storage. *Hranom do zdravlja: zbornik radova s 10. međunarodnog znanstveno-stručnog skupa*, 226-251.
- Dölekoğlu, C.Ö., Giray, F.H., Sahin, A. 2012.** Raflardaki Yeni Ürün Fonksiyonel Gıdalar ve Getirdikleri. 10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 5-7 Eylül 2012, Konya.
- Dominiak, M., Søndergaard, K.M., Wichmann, J., Vidal-Melgosa, S., Willats, W.G., Meyer, A.S., Mikkelsen, J.D. 2014.** Application of enzymes for efficient extraction, modification, and development of functional properties of lime pectin. *Food Hydrocolloids*, 40: 273-282.
- Donaldson, G.P., Lee, S.M., Mazmanian, S.K. 2016.** Gut biogeography of the bacterial microbiota. *Nature Reviews Microbiology*, 14(1): 20.
- dos Santos Cruxen, C.E., Hoffmann, J.F., Zandoná, G.P., Fiorentini, A.M., Rombaldi, C.V., Chaves, F.C. 2017.** Probiotic butiá (*Butia odorata*) ice cream: Development, characterization, stability of bioactive compounds, and viability of *Bifidobacterium lactis* during storage. *LWT-Food Science and Technology*, 75: 379-385.
- D'souza, A.L., Rajkumar, C., Cooke, J., Bulpitt, C.J. 2002.** Probiotics in prevention of antibiotic associated diarrhoea: meta-analysis. *The British Medical Journal*, 324(7350): 1361.
- El Gharras, H. 2009.** Polyphenols: food sources, properties and applications—a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 44(12): 2512-2518.
- El Samh, M.M.A., Sherein, A.A.D., Essam, H.H. 2013.** Properties and antioxidant activity of probiotic yoghurt flavored with black carrot, pumpkin and strawberry. *International Journal of Dairy Science*, 8(2): 48-57.



- Ele-Ekouna, J.P., Pau-Roblot, C., Courtois, B., Courtois, J. 2011.** Chemical characterization of pectin from green tea (*Camellia sinensis*). *Carbohydrate Polymers*, 83(3): 1232-1239.
- Elhassaneen, Y.A., Elhady, Y.A.A., Mohamed, N.H. 2014.** The use of gum arabic from acacia tree (*Acacia senegal*), a food additive to improve the nutritional and rheological properties of wheat flour dough. *Life Science Journal*, 11(4): 385-393.
- Espin, J.C., Soler-Rivas, C., Wichers, H.J., Garcia-Viguera, C. 2000.** Anthocyanin-based natural colorants: a New source of antiradical activity for foodstuff. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(5): 1588–1592.
- Espirito-Santo, A.P., Perego, P., Converti, A., Oliveira, M.N. 2011.** Influence of good matrices on probiotic viability: a review focusing on the fruity bases. *Trends in Food Science and Technology*, 22(7): 377-385.
- Fang, J. 2014.** Bioavailability of anthocyanins. *Drug metabolism reviews*, 46(4): 508-520.
- Fang, Z., Zhang, Y., Lü, Y., Ma, G., Chen, J., Liu, D., Ye, X. 2009.** Phenolic compounds and antioxidant capacities of bayberry juices. *Food Chemistry*, 113(4): 884-888.
- Fazilah, N.F., Ariff, A.B., Khayat, M.E., Rios-Solis, L., Halim, M. 2018.** Influence of probiotics, prebiotics, synbiotics and bioactive phytochemicals on the formulation of functional yogurt. *Journal of Functional Foods*, 48: 387-399.
- Fernandes, I., Faria, A., Calhau, C., de Freitas, V., Mateus, N. 2014.** Bioavailability of anthocyanins and derivatives. *Journal of Functional Foods*, 7: 54-66.
- Fernández, M., Hudson, J.A., Korpela, R., de los Reyes-Gavilán, C.G. 2015.** Impact on human health of microorganisms present in fermented dairy products: an overview. *BioMed Research International*, 412714.
- Fouhy, F., Ross, R.P., Fitzgerald, G.F., Stanton, C., Cotter, P.D. 2012.** Composition of the early intestinal microbiota: knowledge, knowledge gaps and the use of high-throughput sequencing to address these gaps. *Gut Microbes*, 3(3): 203-220.
- Galanakis, C.M. 2016.** Nutraceutical and functional food components: Effects of innovative processing techniques. Academic Press, London, United Kingdom, 382 pp.
- Garrote, G.L., Abraham, A.G., De Antoni, G.L. 2010.** Microbial Interactions in Kefir: A natural probiotic drink: Biotechnology of lactic acid bacteria: novel applications, Ed.: Mozzi, F., Raya, R.R., Vignolo, G.M., Ames, USA, pp: 327-340.
- Gibson, G.R., Roberfroid, M.B., 2008.** Handbook of Prebiotics, CRC Press, Boca Raton, USA, 475 pp.
- Gill, H.S., Guarner, F. 2004.** Probiotics and human health: a clinical perspective. *Postgraduate Medical Journal*, 80(947): 516-526.
- Glibowski, P., Skrzypczak, K. 2017.** Prebiotic and Synbiotic Foods. Microbial production of food ingredients and additives, Ed.: Grumezescu, A., Maria Holban, A., pp: 155-188.
- Glover, D.A., Ushida, K., Phillips, A.O., Riley, S.G. 2009.** Acacia(sen) SUPERGUMTM (Gum arabic): An evaluation of potential health benefits in human subjects. *Food Hydrocolloids*, 23: 2410-2415.
- Gok, I., Ulu, E. K. 2018.** Functional foods in Turkey: marketing, consumer awareness and regulatory aspects. *Nutrition & Food Science*, <https://doi.org/10.1108/NFS-07-2018-0198>.

- Gómez, B., Yáñez, R., Parajó, J.C., Alonso, J.L. 2016.** Production of pectin-derived oligosaccharides from lemon peels by extraction, enzymatic hydrolysis and membrane filtration. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 91(1): 234-247.
- Gopal, P.K. 2011.** Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition) Lactic Acid Bacteria *Lactobacillus* spp.: *Lactobacillus acidophilus*. Editors: Foquay, W.F., Fox, P.F., McSweeney., P.L., Academic Press, pp: 91-95.
- Grassino, A.N., Barba, F.J., Brnčić, M., Lorenzo, J.M., Lucini, L., Brnčić, S.R. 2018.** Analytical tools used for the identification and quantification of pectin extracted from plant food matrices, wastes and by-products: A review. *Food Chemistry*, 266: 47-55.
- Gueimonde, M., Sanchez, B. 2012.** Enhancing probiotic stability in industrial processes. *Microbial Ecology in Health and Disease*, 23(1): 18562.
- Guggisberg, D., Eberhard, P., Albrecht, B. 2007.** Rheological characterization of set yogurt produced with additives of native whey proteins. *International Dairy Journal*, 17(11): 1353-1359.
- Gür, F., Güzel, M., Öncül, N., Yıldırım, Z., Yıldırım, M. 2010.** Süt serum proteinleri ve türevlerinin biyolojik ve fizyolojik aktiviteleri. *Akademik Gıda*, 8(1): 23-31.
- Güven, M. 1998.** Stabilizör kullanımının yoğurtların bazı kalite kriterleri üzerine etkileri. *Gıda/ The Journal of Food*, 23(2): 133-139.
- Gyawali R., Ibrahim, S. 2018.** Addition of pectin and whey protein concentrate minimises the generation of acid whey in Greek-style yogurt. *Journal of Dairy Research*, 85: 238-242.
- Habil, N., Abate, W., Beal, J., Foey, A.D. 2014.** Heat-killed probiotic bacteria differentially regulate colonic epithelial cell production of human  $\beta$ -defensin-2: dependence on inflammatory cytokines. *Beneficial Microbes*, 5(4): 483-495.
- Harholt, J., Suttangkakul, A., Scheller, H.V. 2010.** Biosynthesis of pectin. *Plant Physiology*, 153(2): 384-395.
- Hassan, E.A., Al-Assaf, S., Phillips, G.O., Williams, P.A. 2005.** Studies on Acacia gums: Part III molecular weight characteristics of Acacia seyal var. seyal and Acacia seyal var fistula. *Food Hydrocolloids*, 19(4): 669-677.
- He, J., Giusti, M.M. 2010.** Anthocyanins: Natural colorants with health-promoting properties. *Annual Review of Food Science and Technology*, 1: 163-187.
- Heczko, P.B., Strus, M., Kochan, P., 2006.** Critical evaluation of probiotic activity and lactic acid bacteria and their effects. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 57(9): 5-12.
- Hekmat, S., Reid, G. 2006.** Sensory properties of probiotic yogurt is comparable to standard yogurt. *Nutrition research*, 26(4): 163-166.
- Heleno, S.A., Martins, A., Queiroz, M.J.R., Ferreira, I.C. 2015.** Bioactivity of phenolic acids: Metabolites versus parent compounds: A review. *Food Chemistry*, 173: 501-513.
- Herve-Jimenez, L., Guillouard, I., Guedon, E., Gautier, C., Boudebbouze, S., Hols, P., Monnet, V., Rul, F., Maguin, E. 2008.** Physiology of *Streptococcus thermophilus* during the late stage of milk fermentation with special regard to sulfur amino-acid metabolism. *Proteomics*, 8: 4273-4286.
- Holck, J., Hotchkiss Jr, A.T., Meyer, A.S., Mikkelsen, J.D., Rastall, R.A. 2014.** Production and bioactivity of pectic oligosaccharides from fruit and vegetable biomass. *Food oligosaccharides: Production, Analysis and Bioactivity*, 5: 76-87.
- Ho, Y.Y., Lin, C.M., Wu, M.C. 2017.** Evaluation of the prebiotic effects of citrus pectin hydrolysate. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25(3): 550-558.

- Ignat, I., Volf, I., Popa, V.I. 2011.** A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food Chemistry*, 126(4): 1821-1835.
- İyiçınar, H. 2007.** Kontrollü şartlarda şalgam suyu üretimi üzerine farklı formülasyonların etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Izadi, Z., Nasirpour, A., Garoosi, G.A., Tamjidi, F. 2015.** Rheological and physical properties of yogurt enriched with phytosterol during storage. *Journal of Food Science and Technology*, 52(8): 5341-5346.
- Jalili, T., Wildman, R.E.C., Medeiros, D.M., 2001.** Dietary fiber and coronary heart disease: Handbook of nutraceuticals and functional foods. Ed.: Wildman, R.E.C., USA. pp: 281-293.
- Jin, J., Qin, Q., Guo, H., Liu, S., Ge, S., Zhang, H., Chui, J., Ren, F. 2015.** Effect of pre-stressing on the acid-stress response in *Bifidobacterium* revealed using proteomic and physiological approaches. *PloS one*, 10(2): e0117702.
- Jones, M.L, Martoni, C.J., Prakash, S. 2012.** Cholesterol lowering and inhibition of sterol absorption by *Lactobacillus reuteri* NCIMB 30242: a randomized controlled trial. *European Journal of Clinical Nutrition*, 66: 1234-1241.
- Joon, R., Mishra, S.K., Brar, G.S., Singh, P.K., Panwar, H. 2017.** Instrumental texture and syneresis analysis of yoghurt prepared from goat and cow milk. *The Pharma Innovation Journal*, 6(7): 971-974.
- Kailasapathy, K., Harmstorf, I., Phillips, M. 2008.** Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* in stirred fruit yogurts. *LWT-Food Science and Technology*, 41(7): 1317-1322.
- Kamiloglu, S. 2016.** Bioavailability and bioactivity of black carrot polyphenols using in vitro digestion models combined with a co-culture model of intestinal and endothelial cell linesi. *Doktora Tezi*, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Kammerer, D., Carle, R., Schieber, A. 2003.** Detection of peonidin and pelargonidin glycosides in black carrots (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) by high-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 17: 2407-2412.
- Kammerer, D., Carle, R., Schieber, A. 2004a.** Characterization of phenolic acids in black carrots (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) by high-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 18: 1331-1340.
- Kammerer, D., Carle, R., Schieber, A. 2004b.** Quantification of anthocyanins in black carrot extracts (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) and evaluation of their color properties. *European Food Research and Technology*, 219(5): 479-486.
- Kammerer, D.R. 2005.** Black carrots-history recent findings and perspectives. *Fruit Processing*, 15: 302-308.
- Karaman, S., Özcan, T. 2018.** Fonksiyonel süt ürünlerinin geliştirilmesinde nutrasötik bileşenler. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 20: 30-45.
- Kedare, S.B., Singh, R.P. 2011.** Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *Journal of Food Science and Technology*, 48(4): 412-422.
- Khalil, H.P.S., Tye, Y.Y., Saurabh, C.K., Leh, C.P., Lai, T.K., Chong, E.W.N., Nurul Fazita, M.R., Hafidz, M.J., Banerjee, A., Syakir, M.I. 2017.** Biodegradable polymer films from seaweed polysaccharides: A review on cellulose as a reinforcement material. *Express Polymer Letters*, 11: 244-265.

- Khan, R.U., Naz, S. 2013.** The applications of probiotics in poultry production. *World's Poultry Science Journal*, 69(3): 621-632.
- Khanam, U.K.S., Oba, S., Yanase, E., Murakami, Y. 2012.** Phenolic acids, flavonoids and total antioxidant capacity of selected leafy vegetables. *Journal of Functional Foods*, 4(4): 979-987.
- Khandare, V., Walia, S., Singh, M., Kaur, C. 2011.** Black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus*) juice: processing effects on antioxidant composition and color. *Food and Bioproducts Processing*, 89(4): 482-486.
- Khoo, H.E., Azlan, A., Tang, S.T., Lim, S.M. 2017.** Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutrition Research*, 61(1): 1361779.
- Kim S.H., Oh, S. 2013.** Fermented Milk and Yogurt. *Milk and Dairy Products in Human Nutrition: Production, Composition and Health*, Ed.: Park, Y.W., Haenlein, G.F., Ag, D.S., pp: 338-356.
- Kishimoto, A., Ushida, K., Phillips, G.O., Ogasawara, T., Sasaki, Y. 2006.** Identification of intestinal bacteria responsible for fermentation of gum arabic in pig model. *Current Microbiology*, 53(3): 173-177.
- Kopjar, M., Jakšić, K., Piližota, V. 2012.** Influence of sugars and chlorogenic acid addition on anthocyanin content, antioxidant activity and color of blackberry juice during storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 36(6): 545-552.
- Krasaekoopt, W., Bhandari, B., Deeth, H., C. 2006.** Survival of probiotics encapsulated in chitosan-coated alginate beads in yoghurt from UHT- and conventionally treated milk during storage. *LWT-Food Science and Technology*, 39(2): 177-183.
- Kumar P., Mishra H.N. 2004.** Mango soy fortified set yoghurt: effect of stabilizer addition on physicochemical, sensory and textural properties. *Food Chemistry*, 87: 501-507.
- Kumar, H., Salminen, S., Verhagen, H., Rowland, I., Heimbach, J., Bañares, S., Lalonde, M. 2015.** Novel probiotics and prebiotics: road to the market. *Current Opinion in Biotechnology*, 32: 99-103.
- Kumar, S. 2011.** Free radicals and antioxidants: human and food system. *Advances in Applied Science Research*, 2(1): 129-135.
- Kumral, A., Başoğlu, F. 2005.** Salamura siyah zeytin üretiminde farklı tuzda ve düşük sıcaklıkta fermentasyon uygulamasının olgunlaşma ve kaliteye etkisi. *Doktora tezi*, B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Kurdal, E., Özcan T., Yılmaz L. 2019.** Süt teknolojisi. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No: 99, Bursa, 262 s.
- Kurtuldu, O., Ozcan, T. 2018.** Effect of  $\beta$ -glucan on the properties of probiotic set yoghurt with *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* strain Bb-12. *International journal of dairy technology*, 71: 157-166.
- Leahy, S.C., Higgins, D.G., Fitzgerald, G.F., Van Sinderen, D. 2005.** Getting better with bifidobacteria. *Journal of Applied Microbiology*, 98(6): 1303-1315.
- LeBlanc, J. G., Chain, F., Martín, R., Bermúdez-Humarán, L. G., Courau, S., Langella, P. 2017.** Beneficial effects on host energy metabolism of short-chain fatty acids and vitamins produced by commensal and probiotic bacteria. *Microbial Cell Factories*, 16(1): 79.

- Leja, M., Kamińska, I., Kramer, M., Maksylewicz-Kaul, A., Kammerer, D., Carle, R., Baranski, R. 2013.** The content of phenolic compounds and radical scavenging activity varies with carrot origin and root color. *Plant Foods for Human Nutrition*, 68(2): 163-170.
- Leroy, F., De Vuyst, L. 2014.** Fermented food in the context of a healthy diet: how to produce novel functional foods?. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 17(6): 574-581.
- Li, Q., Chen, Q., Ruan, H., Zhu, D., He, G. 2010.** Isolation and characterisation of an oxygen, acid and bile resistant *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Qq08. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(8): 1340-1346.
- Lopez-Torrez, L., Nigen, M., Williams, P., Doco, T., Sanchez, C. 2015.** Acacia senegal vs. Acacia seyal gums–Part 1: Composition and structure of hyperbranched plant exudates. *Food Hydrocolloids*, 51: 41-53.
- Mahmoud Mohamed Elgazouly, H., Mohamed Ahmed Idris, Y., Mohamed Kabeir Baraka, B. 2018.** Survival of *Bifidobacterium longum* BB536 in fermented peanut milk supplemented with gum arabic during the storage. *Agriculture and Veterinary Sciences*, 19(2).
- Mandal, S., Yadav, S., Yadav, S., Nema, R.K. 2009.** Antioxidants: a review. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 1(1): 102-104.
- Maric, M., Grassino, A.N., Zhu, Z., Barba, F.J., Brnčić, M. Rimac Brnčić, S. 2018.** An overview of the traditional and innovative approaches for pectin extraction from plant food wastes and byproducts: Ultrasound-, microwaves-, and enzymeassisted extraction. *Trends Food Science Technology*, 76: 28-37.
- Mark, R., Lyu, X., Lee, J.J., Parra-Saldívar, R., Chen, W.N. 2019.** Sustainable production of natural phenolics for functional food applications. *Journal of Functional Foods*, 57: 233-254.
- Martinez, R.C., Franceschini, S.A., Patta, M.C., Quintana, S.M., Gomes, B.C., De Martinis, E.C., Reid, G. 2009.** Improved cure of bacterial vaginosis with single dose of tinidazole (2g), *Lactobacillus rhamnosus* GR-1, and *Lactobacillus reuteri* RC-14: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Canadian Journal of Microbiology*, 55(2): 133-138.
- Martínez-Villaluenga, C., Gómez, R. 2007.** Characterization of *bifidobacteria* as starters in fermented milk containing raffinose family of oligosaccharides from lupin as prebiotic. *International Dairy Journal*, 17(2): 116-122.
- Martirosyan, D.M., Singh, J. 2015.** A new definition of functional food by FFC: what makes a new definition unique?. *Functional Foods in Health and Disease*, 5(6): 209-223.
- Masood Sadiq, B., Naureen, S., Mian Kamran, S., Muhammad, N., 2007.** Guar gum: a miracle therapy for hypercholesterolemia, hyperglycemia and obesity. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47(4): 389.
- Mateus, N., de Freitas, V. 2008.** Anthocyanins as food colorants: Anthocyanins, Ed.: Winefield, C., Davies, K., Gould, K., New York, USA, pp: 284-304.
- Mazahreh, A.S., Ershidat, O.T.M., 2009.** The benefits of lactic acid bacteria in yogurt on the gastrointestinal function and health. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8: 1404-1410.
- Metzger, B.T., Barnes, D.M. 2009.** Polyacetylene diversity and bioactivity in orange market and locally grown colored carrots (*Daucus carota* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(23): 11134-11139.

- Miguez, B., Gómez, B., Gullón, P., Gullón, B., Alonso, J.L. 2016.** Pectic oligosaccharides and other emerging prebiotics. In *Probiotics and Prebiotics in Human Nutrition and Health*, Intech Open. Ed.: Rao, V., Rao, L.G., pp: 301.
- Min, Y.W., Park, S. U., Jang, Y.S., Kim, Y.H., Rhee, P.L., Ko, S.H., Joo, N., Kim, S.I., Kim, C.H., Chang, D.K. 2012.** Effect of composite yogurt enriched with acacia fiber and *Bifidobacterium lactis*. *World Journal of Gastroenterology: WJG*, 18(33): 4563-4569.
- Mirghania, M.E., Elnoura, A.A., Kabbashia, N.A., Alama, M.Z., Musad, K.H., Abdullah, A. 2018.** Determination of antioxidant activity of gum arabic: An exudation from two different locations. *Science Asia*, 44(3): 179-186.
- Mogalhaes, L.M., Segundo, M.A., Reis, S., Lima, L.L.F.C., Rangel, O.S.S. 2006.** Automatic method for the determination of Folin-Ciocalteu reducing capacity in food products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(15): 5241-5246.
- Montenegro, M.A., Boiero, M.L., Valle, L., Borsarelli, C.D. 2012.** Gum arabic: more than an edible emulsifier. *Products and Applications of Biopolymers*, 51: 953-978.
- Montilla, E. C., Arzaba, M.R., Hillebrand, S., Winterhalter, P. 2011.** Anthocyanin composition of black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) cultivars antonina, beta sweet, deep purple, and purple haze. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59: 3385-3390.
- Morgan, X.C., Segata, N., Huttenhower, C. 2013.** Biodiversity and functional genomics in the human microbiome. *Trends in Genetics*, 29(1): 51-58.
- Mortazavian, A.M., Ehsani, M.R., Mousavi, S.M., Reinheimer, J.A., Emamdjomeh, Z., Sohrabvandi, S., Rezaei, K. 2006.** Preliminary investigation of the combined effect of heat treatment and incubation temperature on the viability of the probiotic micro-organisms in freshly made yogurt. *International Journal of Dairy Technology*, 59(1): 8-11.
- Mortensen, A., Aguilar, F., Crebelli, R., Di Domenico, A., Frutos, M.J., Galtier, P., Lindtner, O., Birgit, D., Leblanc, J.C., Dusemund, B., Gott, D., Gundert-Remy, U., Lambré, C., Moldeus, P., Mosesso, P., Oskarsson, A., Parent-Masmsin, D., Stankovic, I., Waalkens-Berendsen, I., Woutersen, R.A., Wright, M., Younes, M. 2017.** Re-evaluation of acacia gum (E 414) as a food additive. *EFSA Journal*, 15(4): e04741.
- Muelas, R., de Olives, A.M., Romero, G., Díaz, J.R., Sayas-Barberá, M.E., Sendra, E. 2018.** Evaluation of individual lactic acid bacteria for the fermentation of goat milk: Quality parameters. *LWT-Food Science and Technology*, 98: 506-514.
- Murali, S., Kar, A., Mohapatra, D., Kalia, P. 2015.** Encapsulation of black carrot juice using spray and freeze drying. *Food Science and Technology International*, 21: 604-612.
- Nagpal, R., Behare, P.V., Kumar, M., Mohania, D., Yadav, M., Jain, S., Menon, S., Parkash, O., Marotta, F., Minelli, E., Henry, C.J.K. ve Yadav, H., 2012.** Milk, Milk Products, and Disease Free Health: An Updated Overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52(4): 321-333.
- Naqash, F., Masoodi, F.A., Rather, S.A., Wani, S.M. Gani, A. 2017.** Emerging concepts in the nutraceutical and functional properties of pectin-A Review. *Carbohydrate Polymers*, 168: 227-239.
- Nasir, O., Artunc, F., Saeed, A., Kambal, M.A., Kalbacher, H., Sandulache, D., Boini, K.M., Jahovic, N., Lang, F. 2008.** Effects of gum arabic (*Acacia senegal*) on water and electrolyte balance in healthy mice. *Journal of Renal Nutrition*, 18(2): 230-238.

- Nasir, O., Umbach, A.T., Rexhepaj, R., Ackermann, T.F., Bhandaru, M., Ebrahim, A., Artunc, F., Punchhakayala, G., Siraskar, B., Saaed, A., Föller, M., Lang, F. 2012.** Effects of gum arabic (*Acacia senegal*) on renal function in diabetic mice. *Kidney and Blood Pressure Research*, 35(5): 365-372.
- Netzel, M., Netzel, G., Kammerer, D.R., Schieber, A., Carle, R., Simons, L. Bitsch, R., Konczak, I. 2007.** Cancer cell antiproliferation activity and metabolism of black carrot anthocyanins. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 8(3): 365-372.
- Niamah, A.K., Al-Sahlany, S.T.G., Al-Manhel, A.J. 2016.** Gum arabic uses as prebiotic in yogurt production and study effects on physical, chemical properties and survivability of probiotic bacteria during cold storage. *World Applied Sciences Journal*, 34(9): 1190-1196.
- Nisar, N., Li, L., Lu, S., Khin, N.C., Pogson, B.J. 2015.** Carotenoid metabolism in plants. *Molecular Plant*, 8(1): 68-82.
- Niva, M. 2007.** 'All foods affect health': Understandings of functional foods and healthy eating among health-oriented Finns. *Appetite*, 48(3): 384-393.
- Nor-Khaizura, M.A.R., Flint, S.H., McCarthy, O.J., Tay, S.W., Grigor, J. 2018.** Sensory descriptive profiling and consumer acceptance of made-in-transit (MIT) set yoghurt. *Journal of Food Research*, 7(3): 82-90.
- Oflaherty, S., Klaenhammer, T.R., 2010.** The role and potential of probiotic bacteria in the gut, and the communication between gut microflora and gut/host. *International Dairy Journal*, 20(4): 262-268.
- Oliveira, I., Valentão, P., Lopes, R., Andrade, P. B., Bento, A., Pereira, J. A. 2009.** Phytochemical characterization and radical scavenging activity of *Portulaca oleraceae* L. leaves and stems. *Microchemical Journal*, 92(2): 129-134.
- Onishi, T., Umemura, S., Yanagawa, M., Matsumura, M., Sasaki, Y., Ogasawara, T., Ooshima, T. 2008.** Remineralization effects of gum arabic on caries-like enamel lesions. *Archives of Oral Biology*, 53(3): 257-260.
- Ozcan, T., Sahin, S., Akpinar-Bayizit, A., Yilmaz-Ersan, L. 2019.** Assessment of antioxidant capacity by method comparison and amino acid characterisation in buffalo milk kefir. *International Journal of Dairy Technology*, 72(1): 65-73.
- Ozcan, T., Yilmaz-Ersan, L., Akpinar-Bayizit, A., Delikanli, B. 2017.** Antioxidant properties of probiotic fermented milk supplemented with chestnut flour (*Castanea sativa* Mill). *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(5): e13156.
- Ozcan, T. 2013.** Determination of yogurt quality by using rheological and textural parameters. 2<sup>nd</sup> International Conference on Nutrition and Food Sciences -ICNFS, 27-28 July, 2013, Moscow, Russia, *Nutrition and Food Science II*, 53: 118-122.
- Ozcan, T., Akpinar-Bayizit, A., Yilmaz-Ersan, L., Delikanli, B. 2014.** Phenolics in human health. *International Journal of chemical engineering and applications*, 5(5): 393.
- Özdemir, A., Demirel, Z.B. 2017.** Beslenme ve mikrobiyota ilişkisi. *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research*, 1: 25-33.
- Özen, G. 2008.** Siyah havuç suyu konsantresinin Türk lokumunda renklendirici olarak kullanılması ve depolama stabilitesinin belirlenmesi. *Doktora Tezi*, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim dalı, Konya.
- Özer, B., Akdemir-Evrendilek, G. 2014.** Microbiology and biochemistry of yogurt and other fermented milk products: dairy microbiology and biochemistry, recent developments, Florida, USA, pp.167-213.

- Pabst, M., Fischl, R.M., Brecker, L., Morelle, W., Fauland, A., Köfeler, H., Altmann, F., Léonard, R. 2013.** Rhamnogalacturonan II structure shows variation in the side chains monosaccharide composition and methylation status within and across different plant species. *The Plant Journal*, 76(1): 61-72.
- Pak, D., Muthaiyan, A., Story, R.S., O'Bryan, C.A., Lee, S.O., Crandall, P.G., Ricke, S.C. 2013.** Fermentative capacity of three strains of *Lactobacillus* using different sources of carbohydrates: in vitro evaluation of synbiotic effects, resistance and tolerance to bile and gastric juices. *Journal of Food Research*, 2(1): 158.
- Palmer, C., Bik, E.M., DiGiulio, D.B., Relman, D.A., Brown, P.O. 2007.** Development of the human infant intestinal microbiota. *PLoS biology*, 5(7): 177.
- Patel, S., Goyal, A. 2015.** Applications of natural polymer gum arabic: a review. *International Journal of Food Properties*, 18(5): 986-998.
- Paulino, A.T., Guilherme, M.R., Mattoso, L.H., Tambourgi, E.B. 2010.** Smart hydrogels based on modified gum arabic as a potential device for magnetic biomaterial. *Macromolecular Chemistry and Physics*, 211(11): 1196-1205.
- Payne, A.N., Zihler, A., Chassard, C., Lacroix, C. 2012.** Advances and perspectives in in vitro human gut fermentation modeling. *Trends in Biotechnology*, 30(1): 17-25.
- Peng, Y., Serra, M., Horne, D.S., Lucey, J.A. 2009.** Effect of fortification with various types of milk proteins on the rheological properties and permeability of nonfat set yogurt. *Journal of Food Science*, 74(9): 666-673.
- Pereira, P.H.F., Oliveira, T.I.S., Rosa, M.F., Cavalcante, F.L., Moates, G.K., Wellner, N., Waldron, K.W. Azeredo, H.M.C. 2016.** Pectin extraction from pomegranate peels with citric acid. *International Journal of Biological Macromolecules* 88: 373-379.
- Perussello, C.A., Zhang, Z., Marzocchella, A., Tiwari, B.K. 2017.** Valorization of apple pomace by extraction of valuable compounds. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(5):776-796.
- Pervaiz, T., Songtao, J., Faghihi, F., Haider, M.S., Fang, J. 2017.** Naturally occurring anthocyanin, structure, functions and biosynthetic pathway in fruit plants. *Journal of Plant Biochemistry and Physiology*, 5(2): 1-9.
- Phillips, A.O., Phillips, G.O. 2011.** Biofunctional behaviour and health benefits of a specific gum arabic. *Food Hydrocolloids*, 25(2): 165-169.
- Phillips, G.O., Williams, P.A. 2000.** Handbook of hydrocolloids, CRC press, Boca Raton, USA, 267 pp.
- Pimentel, T.C., Cruz, A.G., Prudencio, S.H. 2013.** Influence of long-chain inulin and *Lactobacillus paracasei* subspecies *paracasei* on the sensory profile and acceptance of a traditional yogurt. *Journal of Dairy Science*, 96(10): 6233-6241.
- Pires, T.C., Dias, M.I., Barros, L., Barreira, J.C., Santos-Buelga, C., Ferreira, I.C. 2018.** Incorporation of natural colorants obtained from edible flowers in yogurts. *LWT-Food Science and Technology*, 97: 668-675.
- Ramchandran, L. 2009.** Physico-Chemical and therapeutic properties of low-fat yogurt as influenced by fat replacers, exopolysaccharides and probiotics. *Ph.D Thesis*, Faculty of Health, Victoria University, Australia.
- Ranadheera, C.S., Evans, C.A., Adams, M.C., Baines, S.K. 2012.** Probiotic viability and physico-chemical and sensory properties of plain and stirred fruit yogurts made from goat's milk. *Food Chemistry*, 135(3): 1411-1418.
- Roberfroid, M.B. 2000.** Prebiotics and probiotics: are they functional foods?. *The American journal of Clinical Nutrition*, 71(6): 1682-1687.



- Robert, C., Bernalier-Donadille, A. 2003.** The cellulolytic microflora of the human colon: evidence of microcrystalline cellulose-degrading bacteria in methane-excreting subjects. *FEMS Microbiology Ecology*, 46(1): 81-89.
- Rolim, P.M. 2015.** Development of prebiotic food products and health benefits. *Food Science and Technology (Campinas)*, 35(1): 3-10.
- Rowland, I., Gibson, G., Heinken, A., Scott, K., Swann, J., Thiele, I., Tuohy, K. 2018.** Gut microbiota functions: metabolism of nutrients and other food components. *European Journal of Nutrition*, 57(1): 1-24.
- Ryan, L., Prescott, S.L. 2010.** Stability of the antioxidant capacity of twenty-five commercially available fruit juices subjected to an in vitro digestion. *International Journal of Food Science and Technology*, 45: 1191-1197.
- Saad, N., Delattre, C., Urdaci, M., Schmitter, J.M., Bressollier, P. 2013.** An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field. *LWT-Food Science and Technology*, 50(1): 1-16.
- Saarela, M. 2011.** Functional foods: Concept to product. Cambridge, United Kingdom, 672 pp.
- Sabater-Molina, M., Larqué, E., Torrella, F., Zamora, S. 2009.** Dietary fructooligosaccharides and potential benefits on health. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 65(3): 315-328.
- Sadler, G.D., Murphy, P.A. 2010.** pH and titratable acidity. In Food analysis, Springer, Boston, MA, pp: 219-238.
- Saewan, N., Jimtaisong, A. 2013.** Photoprotection of natural flavonoids. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 3(9): 129-141.
- Saini, R.K., Nile, S.H., Park, S.W. 2015.** Carotenoids from fruits and vegetables: Chemistry, analysis, occurrence, bioavailability and biological activities. *Food Research International*, 76: 735-750.
- Salvador, A., Fiszman, S.M. 2004.** Textural and sensory characteristics of whole and skimmed flavored set-type yogurt during long storage. *Journal of Dairy Science*, 87(12): 4033-4041.
- Salwa, A.A., Galal, E.A., Neimat, A.E. 2004.** Carrot yoghurt: Sensory, chemical, microbiological properties and consumer acceptance. *Pakistan Journal of Nutrition*, 3(6): 322-330.
- Sanchez, C., Nigen, M., Tamayo, V.M., Doco, T., Williams, P., Amine, C., Renard, D. 2018.** Acacia gum: History of the future. *Food Hydrocolloids*, 78: 140-160.
- Sanders, M.E., Merenstein, D., Merrifield, C.A., Hutkins, R. 2018.** Probiotics for human use. *Nutrition bulletin*, 43(3): 212-225.
- Santana, L., Soares, L.S., Delfino, N.D.C., 2014.** Petit-suisse cheese production with addition of probiotic *Lactobacillus casei*. *Food and Nutrition Sciences*, 5(18): 1756-1764.
- Santeramo, F.G., Carlucci, D., De Devitiis, B., Seccia, A., Stasi, A., Viscecchia, R., Nardone, G. 2018.** Emerging trends in European food, diets and food industry. *Food Research International*, 104: 39-47.
- Say, D., Saydam, İ.B., Güzeler, N. 2018.** Some properties of ayran fortified with black carrot powder. *Journal of Advances in VetBio Science and Techniques*, 3(3): 54-60.
- Schwarz, M., Wray, V., Winterhalter, P. 2004.** Isolation and identification of novel pyranoanthocyanins from black carrot (*Daucus carota L.*) juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 5095-5101.
- Shah, N.P., 2013.** Health benefits of yogurt and fermented milks: Manufacturing Yogurt and Fermented Milks, Ed.: Chandan, R.C., Kilara, A., Hoboken, USA, pp: 433-450.

- Shah, N.P., Ding, W.K., Fallourd, M.J., Leyer, G. 2010.** Improving the stability of probiotic bacteria in model fruit juices using vitamins and antioxidants. *Journal of food science*, 75(5): 278-282.
- Shahidi, F., Ambigaipalan, P. 2015.** Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects-A review. *Journal of functional foods*, 18: 820-897.
- Sharma, S.K., Joshi, V.K., Sharma, S. 2012.** Probiotics: concepts and applications in food. *Food biotechnology: principles and practices*. IK International Publishing House Pvt Ltd, India, 781-798.
- Sharma, V., Mishra, H.N. 2013.** Fermentation of vegetable juice mixture by probiotic lactic acid bacteria. *Nutrafoods*, 12(1): 17-22.
- Shebis, Y., Iluz, D., Kinel-Tahan, Y., Dubinsky, Z., Yehoshua, Y. 2013.** Natural antioxidants: function and sources. *Food and Nutrition Sciences*, 4(06): 643.
- Shiby, V.K., Mishra, H.N., 2013.** Fermented milks and milk products as functional foods- a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(5): 482-496.
- Shin, B.K., Kang, S., Han, J.I., Park, S. 2015.** Quality and sensory characteristics of fermented milk adding black carrot extracts fermented with *Aspergillus oryzae*. *Journal of The Korean Society of Food Culture*, 30(3): 370-376.
- Sims, I.M., Ryan, J.L., Kim, S. H. 2014.** In vitro fermentation of prebiotic oligosaccharides by *Bifidobacterium lactis* HN019 and *Lactobacillus* spp. *Anaerobe*, 25: 11-17.
- Sip A., Grajek W. 2010.** Probiotics and prebiotics: Functional food product development, Ed.: Smith, J., Charter, E., Wiley-Blackwell, Ltd., United Kingdom, pp: 146-177.
- Siro, I., Kápolna, E., Kápolna, B., Lugasi, A. 2008.** Functional food: Product development, marketing and consumer acceptance- A review. *Appetite*, 51(3): 456-467.
- Sittipo, P., Lobionda, S., Lee, Y.K., Maynard, C.L. 2018.** Intestinal microbiota and the immune system in metabolic diseases. *Journal of Microbiology*, 56(3): 154-162.
- Smeriglio, A., Denaro, M., Barreca, D., D'Angelo, V., Germanò, M.P., Trombetta, D. 2018.** Polyphenolic profile and biological activities of black carrot crude extract (*Daucus carota* L. ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.). *Fitoterapia*, 124: 49-57.
- Smet, K., Raesb, K., De Blocka, J., Hermana, L., Dewettinck, K., Coudijzera, K. 2008.** A change in antioxidative capacity as a measure of onset to oxidation in pasteurized milk. *International Dairy Journal*, 18: 520-530.
- Socol, C. R., Sauza Vandenberghe, L.P., Spier, M. R., Pedroni Medeiros A.B., Yamaguishi, C.T., Padney, A., Thomaz-Socol, V., Lindner, J.D.D., 2010.** The Potential of Probiotics: A Review. *Food Technology and Biotechnology*, 48(4): 413-34.
- Solga, S.F. 2003.** Probiotics can treat hepatic encephalopathy. *Medical hypotheses*, 61(2): 307-313.
- Stanton, C., Ross, R.P., Fitzgerald, G.F., Van Sinderen, D. 2005.** Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites. *Current Opinion in Biotechnology*, 16(2): 198-203.
- Su, J., Flanagan, J., Singh, H. 2008.** Improving encapsulation efficiency and stability of water-in-oil-in-water emulsions using a modified gum arabic (Acacia (sen) SUPER GUM™). *Food Hydrocolloids*, 22(1): 112-120.
- Tamime, A.Y., Robinson, R.K. 2007.** Yogurt science and technology. Woodhead Publishing, Oxford, 791 pp.

- Tamminen, M., Salminen, S., Ouwehand, A.C. 2013.** Fermentation of carrot juice by probiotics: Viability and preservation of adhesion. *International Journal of Biotechnology for Wellness Industries*, 2(1): 10-15.
- Taş, K.T. 2012.** Türkiye'de Fonksiyonel Gıdaların Tüketim Arastirmalari, Ürün Çesitliliği ve Yasal Düzenlemeler. Türkiye 11. Gıda Kongresi, 18 Kasım 2012, Hatay.
- Teplova, V.V., Isakova, E.P., Klein, O.I., Dergachova, D.I., Gessler, N.N., Deryabina, Y.I. 2018.** Natural polyphenols: Biological activity, pharmacological potential, means of metabolic engineering. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 54(3): 221-237.
- Terpend, K., Possemiers, S., Daguet, D., Marzorati, M. 2013.** Arabinogalactan and fructo-oligosaccharides have a different fermentation profile in the Simulator of the Human Intestinal Microbial Ecosystem (SHIME®). *Environmental Microbiology Reports*, 5(4): 595-603.
- Thevenet, F. 2010.** Acacia gum (gum arabic): Food Stabilizers, Thickeners and Gelling Agents, Ed.: Imeson, A., Blackwell Publishing Ltd., United Kingdom, pp: 11-30.
- Tian, Q., Wang, T.T., Tang, X., Han, M.Z., Leng, X.J., Mao, X.Y. 2015.** Developing a potential prebiotic of yogurt: growth of *Bifidobacterium* and yogurt cultures with addition of glycomacropeptide hydrolysate. *International Journal of Food Science & Technology*, 50(1): 120-127.
- Tremaroli, V., Backhed, F. 2012.** Functional interactions between the gut microbiota and host metabolism. *Nature*, 489: 242-249.
- Tripathi, M.K., Giri, S.K. 2014.** Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of Functional Foods*, 9: 225-241.
- Tsuda, T. 2012.** Anthocyanins as functional food factors - chemistry, nutrition and health promotion. *Food Science and Technology Research*, 18(3): 315-324.
- Turnbaugh, P.J., Ridaura, V.K., Faith, J.J., Rey, F.E., Knight, R., Gordon, J.I. 2009.** The effect of diet on the human gut microbiome: A metagenomic analysis in humanized gnotobiotic mice. *Science Translational Medicine*, 1(6): 6-14.
- Uriot, O., Denis, S., Junjua, M., Roussel, Y., Dary-Mourot, A., Blanquet-Diot, S. 2017.** *Streptococcus thermophilus*: From yogurt starter to a new promising probiotic candidate?. *Journal of Functional Foods*, 37: 74-89.
- Uyan-Ersus, S. 2004.** Kara havuç antosiyanin ekstraktının püskürtmeli kurutucu kullanılarak mikroenkapsülasyonu. *Doktora Tezi*, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
- Van de Casteele, S., Vanheuverzwijn, T., Ruysen, T., Van Assche, P., Swings, J., Huys, G. 2006.** Evaluation of culture media for selective enumeration of probiotic strains of lactobacilli and bifidobacteria in combination with yoghurt or cheese starters. *International Dairy Journal*, 16(12): 1470-1476.
- Vianna, F.S., Canto, A.C., da Costa-Lima, B.R., Salim, A.P.A., Costa, M.P., Balthazar, C.F., Oliveira, B.R., Rachid, R.P., Franco, R.B., Conte-Junior, C.A., Silva, A.C. 2017.** Development of new probiotic yoghurt with a mixture of cow and sheep milk: effects on physicochemical, textural and sensory analysis. *Small Ruminant Research*, 149: 154-162.
- Wada, L., Ou, B. 2002.** Antioxidant activity and phenolic content of Oregon caneberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(12): 3495-3500.
- Wang, Y. 2009.** Prebiotics: Present and future in food science and technology. *Food Research International*, 42(1): 8-12.

- Wüstenberg, T., 2014.** General overview of food hydrocolloids. In: Cellulose and Cellulose Derivatives in the Food Industry: Fundamentals and Applications, Ed.: Wüstenberg, T., Wiley-VCH Verlag GmbH Co. KGaA, pp: 1-68.
- Yahfoufi, N., Mallet, J.F., Graham, E., Matar, C. 2018.** Role of probiotics and prebiotics in immunomodulation. *Current Opinion in Food Science*, 20: 82-91.
- Yahia, E.M. 2017.** Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry and Human Health, John Wiley & Sons Ltd., Hoboken, USA, 1488 pp.
- Yang, K., Xu, M., Zhong, F., Zhu, J. 2018.** Rapid differentiation of *Lactobacillus* species via metabolic profiling. *Journal of Microbiological Methods*, 154: 147-155.
- Yapo, B.M. 2011.** Pectic substances: From simple pectic polysaccharides to complex pectins-A new hypothetical model. *Carbohydrate Polymers*, 86(2): 373-385.
- Yavaşer, R. 2011.** Doğal ve sentetik antioksidan bileşiklerin antioksidan kapasitelerinin karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, A.M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Aydın.
- Yıldız L., 2007.** Bazı bitki örneklerinde antioksidan kapasitenin spektrofotometrik ve kromatografik tayini. *Yüksek Lisans Tezi*, İ.Ü Kimya Anabilim Dalı, İstanbul.
- Yildiz, E., Ozcan, T. 2019.** Functional and textural properties of vegetable-fibre enriched yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 72(2):199-207.
- Yoon, M.R., Seo, J.Y., Ryu, G.E., Kim, Y.H., Seo, M.C., Chang, Y.H. 2016.** Physicochemical, microbial, rheological, and sensory properties of yogurt added with Yuza Pectin extract. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 45(4): 562-568.
- Yüksel-Altuntaş, D., Batman, A. 2017.** Mikrobiyota ve metabolik sendrom. *Türk Kardiyoloji Derneği Araştırmaları*, 45(3): 286-296.
- Zhang, S., Hu, H., Wang, L., Liu, F., Pan, S. 2018.** Preparation and prebiotic potential of pectin oligosaccharides obtained from citrus peel pectin. *Food Chemistry*, 244: 232-237.
- Zhang, T., McCarthy, J., Wang, G., Liu, Y., Guo, M. 2015.** Physicochemical properties, microstructure, and probiotic survivability of nonfat goats' milk yogurt using heat-treated whey protein concentrate as fat replacer. *Journal of Food Science*, 80(4): 788-794.
- Zhang, Z., Wei, Q., Nie, M., Jiang, N., Liu, C., Liu, C. Li, D., Xu, L. 2018.** Microstructure and bioaccessibility of different carotenoid species as affected by hot air drying: Study on carrot, sweet potato, yellow bell pepper and broccoli. *LWT-Food Science and Technology*, 96: 357-363.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Saliha KARAMAN MUTLU  
Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa, 26.11.1993  
Yabancı Dili : İngilizce  
Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)  
Lise : Bursa İpekçilik Anadolu İmam Hatip Lisesi  
Lisans : Uludağ Üniversitesi (2012-2017)  
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi (2017-2019)  
Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : BCT Patent Arge & Danışmanlık  
Proje Danışmanı (05.2018-12.2018)  
İletişim (e-posta) : salihakaramann@gmail.com

Yayımlar :

**Karaman, S., Özcan, T. 2018.** Fonksiyonel Süt Ürünlerinin Geliştirilmesinde Nutrasötik Bileşenler. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 20: 30-45.

**Ozcan, T., Yilmaz-Ersan, L., Akpınar-Bayazit, A., Karaman, S., Ozdemir, T., Topcuoglu, E., Mansri, C. 2018.** The Shelf Life Characteristics of Plain and Fruit Flavored Kefir: Microbiological and Techno-Functional Properties. *Journal of Animal Husbandry and Dairy Science*, 2(4): 9-18.

**Yilmaz-Ersan, L., Ozcan T., Akpınar-Bayazit, A., Mansri, C., Topcuoglu, E., Karaman, S., Ozdemir, T. 2019.** The Evaluation of the Textural and Sensorial Properties of Chocolate Dairy Dessert. *Journal of Animal Husbandry and Dairy Science*, 3(1) :9-13.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
TEZ ÇOĞALTMA VE ELEKTRONİK YAYIMLAMA İZİN FORMU

Yazar Adı Soyadı	Saliha KARAMAN MUTLU
Tez Adı	AKASYA GAMI VE PEKTİN İLAVESİNİN SİYAH HAVUÇ KATKILI PROBİYOTİK YOĞURTLARIN FONKSİYONEL VE TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI
Enstitü	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Tez Türü	Yüksek Lisans Tezi
Tez Danışman(lar)ı	Doç. Dr. Tülay ÖZCAN
Çoğaltma (Fotokopi Çekim) izni	<input type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimin sadece içindekiler, özet, kaynakça ve içeriğinin % 10 bölümünün fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input checked="" type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin vermiyorum
Yayımlama izni	<input type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin veriyorum

Hazırlamış olduğum tezimin belirttiğim hususlar dikkate alınarak, fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere Bursa Uludağ Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı tarafından hizmete sunulmasına izin verdiğimi beyan ederim.

Tarih : 23.09.2019

İmza : 