

**KIRMIZI PANCARLI PROBİYOTİK YOĞURT
ÜRETİMİNDE ŞEKER İKAMESİ OLARAK STEVIA
KULLANIMI**

Tuğçe ÖZDEMİR



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KIRMIZI PANCARLI PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİNDE ŞEKER
İKAMESİ OLARAK STEVİA KULLANIMI**

Tuğçe ÖZDEMİR
0000-0001-5605-9034

Prof. Dr. Tülay ÖZCAN
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2021

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KIRMIZI PANCARLI PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİNDE ŞEKER İKAMESİ OLARAK STEVIA KULLANIMI

Tuğçe ÖZDEMİR

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Tülay ÖZCAN

Bu çalışmada, *Stevia rebaudiana* ekstraktından elde edilen doğal bir tatlandırıcı kaynağı olarak kalorisiz steviol glikozitleri ve kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L.) biyoaktif bileşenleri ile üretilen şeker oranı azaltılmış yoğurdun probiyotik jel fermantasyonu ve fonksiyonel özellikleri araştırılmıştır. Probiyotik yoğurtların üretiminde *Lactobacillus acidophilus* ve *Lactobacillus casei* kültürleri kullanılmıştır. Depolama süresi boyunca 1., 14. ve 28. günlerde probiyotik bakteri sayısı, fiziko-kimyasal analizler olarak pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, renk (L^* , a^* , b^* , ΔE^* , H° , C^*), tekstürel özellikler olarak sıklık, konsistens, viskozite indeksi, iç yapışkanlık değerleri ve duyuşal özellikler, genel kabul edilebilirlik ve satın alma niyeti parametreleri belirlenmiştir. Probiyotik yoğurt örneklerinde ayrıca toplam antioksidan aktivite (DPPH ve FRAP), toplam fenolik madde, kül ve indirgen şeker analizi gerçekleştirilmiştir.

Yapılan değerlendirmede, stevia ve kırmızı pancarın metabolize olabilen potansiyel prebiyotik bileşenleri ile probiyotik mikroorganizmalar *Lactobacillus acidophilus* ve *Lactobacillus casei*' nin canlılık seviyesinin probiyotik yoğurtta biyo-terapötik seviyede ($>8 \log_{10}$ kob/g) kaldığı belirlenmiştir. Kırmızı pancar ve stevia ilavesi probiyotik yoğurtlarda toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktiviteyi artırırken, yoğurt jelinin tekstürel özellikleri de artmıştır. Duyuşal beğenilirlik görünüş, renk ve tat özellikleri açısından depolama boyunca artarken tüm örnekler genel olarak aynı derecede beğenilmiştir.

Sonuç olarak, kalorisiz tatlandırıcı olarak stevia ve doğal olarak renk maddeleri içeren kırmızı pancar ile üretilen probiyotik yoğurtlar, probiyotik bakterileri içeren pozitif sinerjik etkileşimlere sahip bileşenleri ile şeker oranı azaltılmış terapötik süt ürünleri için alternatif olabilir.

Anahtar Kelimeler: Yoğurt, Probiyotik, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, Stevia, Şeker ikamesi, Kırmızı pancar

2021, x + 134 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

THE USE OF STEVIA AS A SUGAR SUBSTITUTE IN PROBIOTIC YOGURT PRODUCTION WITH RED BEETROOT

Tugce OZDEMIR

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

Supervisor: Prof. Dr. Tulay OZCAN

In this study, probiotic gel fermentation and functional characteristics of reduced sugar yoghurt with red beetroot (*Beta vulgaris* L.) bioactive components and steviol glycosides from *Stevia rebaudiana* extracts as natural source of non-caloric sweeteners were investigated. *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* cultures were used in production of probiotic yogurts. The number of probiotic bacteria, pH and titratable acidity, serum separation, color values (L^* , a^* , b^* , ΔE^* , H° , C^*), texturally firmness, consistency, index of viscosity, cohesiveness and sensorial properties, general acceptability and purchase intent were determined on the 1., 14., and 28. days of storage. In addition, total antioxidant capacity (DPPH and FRAP), total phenolic, ash, and reduced sugar contents were analyzed in the probiotic yogurt samples.

In the evaluation, it was determined that the viability of *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* was maintained within probiotic and therapeutic levels ($>8 \log \text{ cfu g}^{-1}$), due to the possible prebiotic effect of stevia and biologically metabolized compounds of red beetroot, during storage of the probiotic yogurts. It was detected that red beetroot and stevia addition increased the total phenolic content and antioxidant activity of probiotic yogurts as well as improving yogurt gel textural properties. While sensory appreciation increased during storage in terms of appearance, color and taste, all samples were generally equally appreciated.

As a result, probiotic yogurts produced with stevia as a calorie-free sweetener and red beetroot, which naturally contains colour components, can be an alternative to therapeutic dairy products with reduced sugar content, with components that have positive synergistic interactions containing probiotic bacteria.

Key words: Yogurt, Probiotic, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, Stevia, Sugar substitute, Red beetroot

2021, x + 134 pages.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

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

Bu çalışmada, *Stevia rebaudiana* ekstraktından elde edilen doğal bir tatlandırıcı kaynağı olarak kalorisiz steviol glikozitleri ve kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L.) biyoaktif bileşenleri ile üretilen şeker oranı azaltılmış probiyotik yoğurdun jel fermantasyonu ve fonksiyonel özellikleri araştırılmıştır.

Yüksek lisans eğitimim ve çalışma hayatımda daima yanımda ve yakınımda olan bana yol gösteren değerli danışmanım Prof. Dr. Tülay ÖZCAN'a saygı, sevgi ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışmasının yürütülmesi için laboratuvar çalışmalarında "Stevia Katkılı Şeker Oranı Azaltılmış Fonksiyonel Süt Ürünlerinin Geliştirilmesi" isimli proje (Proje No: QUAP (Z) 2019-11) ile kaynak sağlayan B.U.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne de sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Değerli katkılarından dolayı sayın hocam Prof. Dr. Lütfiye YILMAZ-ERSAN'a da ayrıca teşekkür ederim.

Hayatım boyunca maddi ve manevi destekleriyle daima yanımda olan biricik anne ve babam Minire-Cengiz ÖZDEMİR'e, canım ablam Tuğba ve kardeşlerim Feyzican, İremnur ve Ali'ye teşekkürlerimi bir borç bilirim. Manevi desteğiyle yanımda olan Tolga MENGİ' ye de sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tuğçe ÖZDEMİR
Gıda Mühendisi

26/02/2021

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
2.1. Süt Ürünlerinde Probiyotikler ve Prebiyotikler.....	7
2.2. Süt Ürünlerinde Şeker Oranının Azaltılması ve Tatlandırıcılar.....	22
2.3. Stevia ve Süt Ürünlerinde Kullanımı.....	26
2.4. Kırmızı Pancar ve Süt Ürünlerinde Kullanımı.....	33
2.5. Betalainler.....	42
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	47
3.1. Materyal.....	47
3.1.1. Yağsız süt tozu.....	47
3.1.2. Probiyotik bakteri kültürleri.....	47
3.1.3. Kırmızı pancar.....	47
3.1.4. Stevia ve sakkaroz/şeker.....	48
3.2. Yöntem.....	50
3.2.1. Deneme deseni.....	50
3.2.2. Probiyotik yoğurt kültürlerinin aktive edilmesi.....	51
3.2.3. Probiyotik yoğurt üretimi.....	51
3.3. Kırmızı Pancar Örneklerine Uygulanan Analizler.....	52
3.4. Yoğurt Örneklerine Uygulanan Analizler.....	56
3.4.1. Mikrobiyolojik analizler.....	56
3.4.2. Fiziko-kimyasal analizler.....	57
3.4.3. Tekstürel analizler.....	62
3.4.4. Duyusal analizler.....	62
3.4.5. İstatistiksel analizler.....	63
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	64
4.1. Pancar Katkılı Probiyotik Yoğurtlarda Probiyotik Bakterilerin Gelişimi.....	64
4.2. Pancar Katkılı Probiyotik Yoğurtların Fiziko-kimyasal Özellikleri.....	69
4.2.1. Fermantasyon ve depolama boyunca pH değişimi.....	69
4.2.2. Titrasyon asitliği.....	73
4.2.3. Serum ayrılması.....	76
4.2.4. Renk değerleri (L^* , a^* , b^* , ΔE^* , H^o ve C^*).....	79
4.2.5. Probiyotik yoğurtların toplam kül ve indirgen şeker miktarı.....	86
4.2.6 Toplam antioksidan madde miktarı (DPPH ve FRAP yöntemi) ve toplam fenolik madde miktarı değerleri.....	90
4.3. Yoğurt Örneklerinde Tekstürel Özellikler.....	97
4.3.1. Sıkılık (Firmness).....	97
4.3.2. Konsistens (Consistency).....	99
4.3.3. İç yapışkanlık (Cohesiveness).....	101
4.3.4. Viskozite indeksi.....	103
4.4. Yoğurt Örneklerinde Duyusal Özellikler.....	106

	Sayfa
5. SONUÇ	112
KAYNAKLAR	115
ÖZGEÇMİŞ	118

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
g	Gram
mg	Miligram
mL	Mililitre
B	Beta
log ₁₀	10 tabanında logaritma
A	Alfa
ssp.	Alt tür
ppm	Milyonda bir
Kob	Koloni oluşturan birim
°C	Santigrat derece
%	Yüzde
Pa.s	Paskal x saniye
dk	Dakika
Kcal	Kilokalori
Kısaltmalar	Açıklama
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
MRS	De Man, Rogosa ve Sharpe
ANOVA	Analyses of Variance
LSD	Least Significant Difference
LAB	Laktik Asit Bakterileri
EFSA	Avrupa Gıda Güvenliği Komitesi
QPS	Nitelikli Güvenilirlik Varsayımı
EPS	Ekzopolisakkarit
IBS	Irritabl Bağırsak Sendromu
IBD	Ülseratif Kolit Tedavisi
VLDL	Çok Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
GRAS	Genellikle Güvenli Olarak Tanınan
TS	Türk Standartları Enstitüsü
MUFA	Tekli Doymamış Yağ Asitleri
PUFA	Çoklu Doymamış Yağ Asitleri
SFA	Doymuş Yağ Asitleri
SOD	Süperoksit Dismutaz
MDA	Malondialdehit
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Normal mikrobiyota, probiyotikler ve patojenik kolonizasyon.....	10
Şekil 2.2. <i>Lactobacillus acidophilus</i> bakterisi	11
Şekil 2.3. <i>Lactobacillus casei</i> bakterisi.....	12
Şekil 2.4. Probiyotiklerin etki mekanizmaları.....	17
Şekil 2.5. Probiyotiklerin fizyolojik etkileri	19
Şekil 2.6. Prebiyotiklerin yararlı etkileri.....	20
Şekil 2.7.a. Probiyotikler, prebiyotikler, sinbiyotikler, b. Postbiyotikler	21
Şekil 2.8. <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni	27
Şekil 2.9. <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni bitkisinin bileşiminde bulunan tatlılık bileşenleri	29
Şekil 2.10. <i>Stevia rebaudiana</i> 'nın sağlık üzerine etkileri.....	30
Şekil 2.11. <i>Stevia</i> üretim aşamaları.....	31
Şekil 2.12. Kırmızı pancar (<i>Beta vulgaris</i> L.).....	34
Şekil 2.13. Kırmızı pancarda bulunan potansiyel aktif bileşenler	35
Şekil 2.14. Betalain (A), Betaksantin (B), Betalamik asit (C) ve Betasiyanin (D) pigmentlerinin kimyasal formları	45
Şekil 3.1. Kontrol örnekleri ve pancar katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin üretim akış şeması	53
Şekil 3.2. Kırmızı pancar ve şeker/sakkaroz katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin üretim akış şeması	54
Şekil 3.3. Kırmızı pancar ve stevia katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin üretim akış şeması	55
Şekil 3.4. Hunter renk sisteminde yer alan L^* , a^* , b^* parametrelerinin renk skalası.....	59
Şekil 4.1. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin <i>L. acidophilus</i> bakteri sayısında meydana gelen değişim (\log_{10} kob/g)	69
Şekil 4.2. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin <i>L. casei</i> bakteri sayısında meydana gelen değişim (\log_{10} kob/g)	69
Şekil 4.3. Probiyotik yoğurt örneklerinin fermantasyon boyunca pH değişimi	70
Şekil 4.4. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin pH değişimi	73
Şekil 4.5. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerinde meydana gelen değişim	76
Şekil 4.6. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması (mL/25g) değerlerinin değişimi	79
Şekil 4.7. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin (L^*), (a^*), (b^*) değerlerinde meydana gelen değişim	85
Şekil 4.8. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin toplam kül miktarı değerlerinde meydana gelen değişim	89
Şekil 4.9. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin toplam indirgen şeker miktarı (g/100g) değerlerinde meydana gelen değişim	90
Şekil 4.10. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin a) Toplam antioksidan aktivite (DPPH) b) Toplam antioksidan aktivite (FRAP), c) toplam fenolik madde değerlerinde meydana gelen değişim	96
Şekil 4.11. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin sıklık (g) değerlerinde meydana gelen değişim	99

Sayfa

Şekil 4.12. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin konsistens (gs) değerlerinde meydana gelen değişim	101
Şekil 4.13. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık (g) değerlerinde meydana gelen değişim	103
Şekil 4.14. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite indeksi (gs) değerlerinde meydana gelen değişim	104
Şekil 4.15. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin satın alma niyeti değerlerindeki değişim	108
Şekil 4.16. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerlerindeki değişim	108
Şekil 4.17. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin duyuşal özelliklerinde meydana gelen değişim	109
Şekil 4.18. <i>L. acidophilus</i> içeren kırmızı pancar ve stevia katkılı yoğurtlar.....	110
Şekil 4.19. <i>L. casei</i> içeren kırmızı pancar ve stevia katkılı yoğurtlar	110

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Ülkemizde yıllık yoğurt üretim miktarları (ton/yıl).....	6
Çizelge 2.2. Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizma türleri.....	9
Çizelge 2.3. Probiyotik tüketiminin insanlar üzerinde olumlu etkilerine örnekler.....	14
Çizelge 2.4. Probiyotik mikroorganizmaların sahip olması gereken kriterler.....	16
Çizelge 2.5. Gıdalarda kullanılan prebiyotik bileşenler ve besin kaynağı.....	19
Çizelge 2.6. Karbonhidratlar ve fonksiyonları.....	23
Çizelge 2.7. <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni bitkisinin bileşenleri.....	28
Çizelge 2.8. Kırmızı pancarın besin içeriği ve fonksiyonel özellikleri.....	36
Çizelge 2.9. Kırmızı pancar liyolifize su ekstraktının kalite özellikleri.....	39
Çizelge 3.1. Yağsız süt tozu bileşimi.....	47
Çizelge 3.2. Kırmızı pancarın bileşimi ve özellikleri.....	48
Çizelge 3.3. <i>Stevia</i> ürün özellikleri.....	49
Çizelge 3.4. Probiyotik yoğurt örneklerine ait deneme deseni.....	50
Çizelge 4.1. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca <i>L. acidophilus</i> ve <i>L. casei</i> bakteri sayısındaki değişim (\log_{10} kob/g).....	65
Çizelge 4.2. Probiyotik yoğurt örneklerindeki probiyotik bakteri sayısına (\log_{10} kob/g) ait LSD testi sonuçları.....	66
Çizelge 4.3. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca pH değişimi.....	71
Çizelge 4.4. Probiyotik yoğurt örneklerinde pH değerlerine ait LSD testi sonuçları.....	72
Çizelge 4.5. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca titrasyon asitliği (%) değerlerindeki değişim.....	74
Çizelge 4.6. Probiyotik yoğurt örneklerinde titrasyon asitliği değerlerine ait LSD testi sonuçları.....	75
Çizelge 4.7. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca serum ayrılması (mL/25g) miktarlarında değişim.....	77
Çizelge 4.8. Probiyotik yoğurt örneklerinde serum ayrılması (mL/25g) değerlerine ait LSD testi sonuçları.....	78
Çizelge 4.9. Probiyotik yoğurt örneklerinin L^* , a^* , b^* değerlerinde depolama boyunca meydana gelen değişim.....	83
Çizelge 4.10. Probiyotik yoğurt örneklerinin L^* , a^* , b^* , C^* , H° ve ΔE^* renk özelliklerine ait LSD testi sonuçları.....	84
Çizelge 4.11. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca (%) kül miktarlarında değişim.....	86
Çizelge 4.12. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca toplam indirgen şeker (g/100g) miktarlarında değişim.....	87
Çizelge 4.13. Probiyotik yoğurt örneklerinin kül (%) ve indirgen şeker (%) değerlerine ait LSD testi sonuçları.....	88
Çizelge 4.14. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin toplam antioksidan aktivite (DPPH) (mg Trolox/100g) değişim değerleri.....	91
Çizelge 4.15. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin toplam antioksidan aktivite (FRAP) (mg Trolox/100g) değişim değerleri.....	93
Çizelge 4.16. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin toplam fenolik madde (mg GAE/100g) değişim değerleri.....	94

	Sayfa
Çizelge 4.17. Probiyotik yoğurt örneklerinin toplam antioksidan aktivite (DPPH), toplam antioksidan aktivite (FRAP) ve toplam fenolik madde bileşimine ait LSD testi sonuçları	95
Çizelge 4.18. Probiyotik yoğurt örneklerinin sıklık (g) değerlerindeki değişim	98
Çizelge 4.19. Probiyotik yoğurt örneklerinin konsistens (gs) değerlerindeki değişim	100
Çizelge 4.20. Probiyotik yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık (g) değerlerindeki değişim	102
Çizelge 4.21. Probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite indeksi (gs) değerlerindeki değişim	104
Çizelge 4.22. Probiyotik yoğurt örneklerinin tekstürel özelliklerine ait LSD testi sonuçları	105
Çizelge 4.23. Probiyotik yoğurt örneklerinin duyuşal özelliklerine ait LSD testi sonuçları	111

1. GİRİŞ

Günlük tüketilen diyetin bir parçası olarak besleyici özelliklerinin yanında hastalıkları önleyici ve tedavi edici, metabolik fonksiyonları ve sağlıklı olma halini geliştirici etkileri bulunan gıdalar fonksiyonel gıdalar olarak tanımlanmaktadır. Bu gıdalar doğal olarak bir ve birden çok biyolojik bileşen içerdikleri gibi, terapötik ilave katkıları ile de zenginleştirilmiş olabilmektedir (Birch ve Bonwick 2019).

Fonksiyonel gıdaların kalp-damar rahatsızlıkları, hipertansiyon, kanser, diyabet, ülser, kolesterol gibi hastalıkların oluşumunu önlediği ve hastalıklarda iyileşme gösterdiği çalışmalar sonucunda kanıtlanmıştır (Parracho ve ark. 2007).

Dünya genelindeki fonksiyonel gıda pazarı göz önüne alındığında süt ve süt ürünlerinin payı yüksektir ve probiyotik ürünler de bu sektörün önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Biyoterapötik gıdaların içerisinde yer alan fonksiyonel süt ürünleri, probiyotik, prebiyotik, diyet lifi, omega-3, fitosterol, izoflavanoid, konjuge linoleik asit, mineraller ve vitaminler gibi bileşenleri içermekte ve sağlıklı gıdalar olarak önemli rol oynamaktadır (Kaur ve ark. 2002, Birch ve Bonwick 2019).

İnsan gastrointestinal sisteminde milyonlarca mikroorganizma bulunmaktadır. Bağırsak mikrobiyotasının probiyotik ve prebiyotik etkileşimi ile modülasyonu hastalıkların önlenmesinde terapötik etki göstermektedir. Probiyotik mikroorganizmalar canlılığın bağırsağında bulunan ve bağırsak sisteminde mikrobiyel dengeyi sağlayan bakterilerdir. Probiyotikler yeterli miktarda alındığında konakçının sağlığı üzerinde yararlı etkiler sağlayan canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadır. Bu mikroorganizmalar GRAS (Generally Recognized As Safe) ya da genel olarak güvenilir kabul edilen *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türlerini kapsamaktadır (Kneifel ve ark. 2000, Gibson ve ark. 2004, Quigley 2019).

Probiyotiklerin yaşamlarını devam ettirebilmek için ihtiyaç duyduğu ve sağlık üzerinde yararlı etkileri bulunan besin maddeleri prebiyotikler ise konakçının sindirim sistemi tarafından sindirilemeyen, konağın bağırsak mikrobiyotasındaki mikroorganizmaların seçici olarak kullandığı besin maddeleridir. Kolonda bulunan probiyotiklerin

çoğalmalarını sağlamakta, aktivitelerini artırmakta ve kolonize olmalarını kolaylaştırmaktadırlar. Prebiyotiklerin bağırsakta fermente edilmesi sonucu asetik, bütirik ve probiyonik asit gibi kısa zincirli yağ asitleri (KZYA/SCFA) ve ayrıca laktik asit oluşmakta, kolon epitel hücreleri için enerji sağlanmakta, mineral emilimi de artarak ve ayrıca bağırsak pH'sı düşmekte böylece immün sistem ve antimikrobiyel modülasyon sağlanmaktadır. Sinbiyotikler ise probiyotiklerin ve prebiyotiklerin bir arada bulunduğu sinerjik etkili gıdaları tanımlamaktadır. Probiyotikler ihtiyaçları olan besin maddesini prebiyotiklerden sağladığı için sinbiyotik ürünlerde probiyotik bakteriler canlılıklarını daha uzun süre sürdürmektedirler (Hu ve ark. 2006, Mohanty ve ark. 2018, Farias ve ark. 2019).

Probiyotik özellikteki mikroorganizmaların; mikrobiyotayı düzenleyerek bağırsak sağlığını düzenlediği ve bağırsak hastalıklarını önlediği, kalp-damar hastalıkları, kanser ve obezite gibi bazı hastalıklara yakalanma riskini azalttığı, kan basıncı ve serum kolesterol düzeyini düşürdüğü ve laktoz intoleransı belirtilerini azalttığı bildirilmektedir (Saad ve ark. 2013, Hasan ve ark. 2014, Profir ve ark. 2015).

Üretimi ve tüketimi en fazla Ege ve Marmara Bölgesinde olan kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L.var. *vulgaris*) köklü sebzeler arasında yer almaktadır. Pancarın karotenoidler, glycine betaine, saponinler, betasiyaninler, betanin ve flovanoidler gibi birçok aktif bileşene sahip olduğu bilinmektedir. Pancar yüksek oranda potasyum, magnezyum, demir, A, B₆ ve C vitamini, karbonhidrat, protein, antioksidanlar ve çözünebilir lif içermektedir. Türkiye'de kırmızı pancar yaygın olarak şalgam suyu ve turşu üretiminde kullanılmakla beraber; dünyada süt ve süt ürünleri, çorba, kahvaltılık ürünler gibi kullanım alanlarına da sahip bulunmaktadır. Bununla birlikte, kırmızı pancarın içeriğindeki lifler bitki hücre duvarından elde edilen farklı tip karbonhidratlar olup, insan sindirim enzimleri tarafından hidrolize edilememektedir. Bu nedenle tahıl, sebze, meyve ve çeşitli bitkisel ürünlerin kullanımıyla geliştirilen lif açısından zengin süt ürünlerinin üretimi araştırmaların konusu olmuştur. Kırmızı pancar, fenolik maddeler (fenolik asitler, fenolik asit esterleri ve flavonoidler) ve folik asit gibi sağlık üzerinde fonksiyonel etki gösteren bileşenlere de sahip bulunmaktadır. Kırmızı pancarda doğal olarak bulunan betalainler, antioksidan, antimikrobiyel ve antiviral etkilere sahiptirler. Ayrıca bu bileşenlerin kanser hücrelerinin hücrel fonksiyonlarını inhibe edebildikleri

de kanıtlanmıştır. Kırmızı renk pigmentleri içermesine ek olarak betalinler, ayrıca anti-enflamatuar, hepatoprotektif ve anti-tümör özelliklerine de sahiptirler (Jastrebova ve ark. 2003, de Zwart ve ark. 2003, Atamanova ve ark. 2005).

Yapay tatlandırıcılar günümüzde çeşitli gıdalara kan şekeri seviyelerini yükseltmemeleri, kilo kontrolünü sağlamaları ve hipoglisemi üzerine olumlu etkileri nedeni ile ilave edilmektedirler. Ancak yapay tatlandırıcıların bazıları aşırı tüketildiğinde, kilo artışı, obezitenin teşvik edilmesi ve normal metabolik yanıtların bozulması gibi sonuçlar da doğurabilmektedir. Bu nedenle bu tatlandırıcılar yerine son yıllarda daha güvenli olan çeşitli doğal tatlandırıcılar kullanılmaktadır. Mineraller ve vitaminler bakımından da zengin olan doğal tatlandırıcılar arasında bal, hindistan cevizi nektarı ve şekeri, çeşitli meyve ve sebzeler, akçaağaç şurubu, şeker alkolleri ve stevia sayılabilmektedir (Shankar ve ark. 2013).

Steviosid ya da steviol glikozitleri, *Asteraceae* ailesine ait *Stevia rebaudiana* Bertoni bitkisinden ekstrakte edilen tatlı bir glikozittir. *S. rebaudiana* yapraklarının yüksek tatlılık derecesi ve potansiyel terapötik özellikleri pek çok ülkede ekonomik ve bilimsel açıdan ilgi uyandırmaktadır. Sakkaroz kullanımı ile ilgili olarak diş çürükleri, obezite ve şeker hastalığı gibi sağlık sorunlarının artışı stevia bitkisinin içerdiği tatlandırıcı bileşiklerin kullanımını yaygınlaştırmaktadır. Stevia dünya pazarında yeni ve umut verici doğal, kalorisiz bir bitki olarak dikkat çekmektedir. Stevia, şekerden 250-300 kat daha tatlıdır ve bu özelliği ile sakkaroz/şeker ikamesi veya yapay tatlandırıcılara alternatif olarak uygulama alanı bulmaktadır. Stevia ayrıca, anti-hipertansif, anti-hiperglisemik, anti-inflamatuar, anti-tümör, anti-diyare, diüretik, kariojenik olmayan özelliği ve immünomodülatör etkisi ile insan sağlığını olumlu yönde değiştirmektedir (Brandle ve ark. 2000, Geuns ve ark. 2007, Lemus-Mondaca ve ark. 2012).

Pancar ve stevia ilavesi ile üretilen fermente süt ürünlerinin bileşiminde bulunan probiyotik mikroorganizmaların sayısının belirlenmesi üzerine araştırma bulunmamaktadır. Bu sebeple şeker oranı düşürülmüş ve şeker ikamesi olarak stevia kullanılarak ayrıca pancar pulpu bileşenleri ile üretilmiş probiyotik yoğurtlarda bulunan canlı probiyotik mikroorganizma gelişiminin, fermantasyon ve ayrıca depolama

boyunca canlılığının saptanması ve ayrıca ürünün teknolojik özelliklerinin belirlenmesi bu çalışmanın amaçları arasındadır.

Bu amaçlar doğrultusunda;

1. Stevia, şeker, kırmızı pancar ve *Lactobacillus acidophilus* ve *Lactobacillus casei* kültürleri içeren probiyotik yoğurt üretimi ve yoğurt matrisinde bakterilerin gelişimlerinin ve biyoterapötik özelliklerinin incelenmesi,
2. Doğal tatlandırıcı stevia' nın kırmızı pancarlı yoğurt üretiminde şekere alternatif olarak kullanımı ve fermantasyona etkisinin karşılaştırmalı olarak araştırılması,
3. Biyoaktif, antioksidan bileşenler ve ayrıca doğal renk maddeleri içeren kırmızı pancarın; renklendirici, diyet lifi, prebiyotik karbonhidrat ve fonksiyonel özelliğinin alternatif katkı maddesi olarak yoğurt üretiminde kullanımının araştırılması,
4. Pancar katkılı ürünün depolama süresince teknolojik özelliklerinin korunması ve renk stabilizasyonunun incelenmesi,
5. Stevia, sakkaroz/şeker, kırmızı pancar ve probiyotik mikroorganizma içeren yoğurtların raf ömrü boyunca fonksiyonel, fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyuşsal kalite özelliklerinin belirlenmesi gerçekleştirilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

Gıdaların fermantasyon ile birlikte üretimi ve korunmasında uzun zamanlardan beri laktik asit bakterileri (LAB) potansiyel ajanlar olarak kullanılmıştır. Fermantasyon, pH'nın düşmesiyle patojenler tarafından kontamasyonu önleme ve depolama ömrünü arttırmanın yanısıra, ürünün karakteristik tat ve aromanın oluşumunu da sağlamaktadır. Laktik asit bakterileri patojenik olmayan, toksik madde üretmeyen, gram-pozitif ve insan/hayvanların gastrointestinal ve ürogenital sistemlerinde doğal olarak kolonize olabilen mikroorganizmalardır. LAB, fermente üründe laktik asit ile birlikte, organik asitler, yağ asitleri, bakteriyosin, hidrojen peroksit gibi bileşenleri de üreterek inhibitör etki oluşturmaktadır (Chaves ve ark. 2002, Gibson ve ark. 2017).

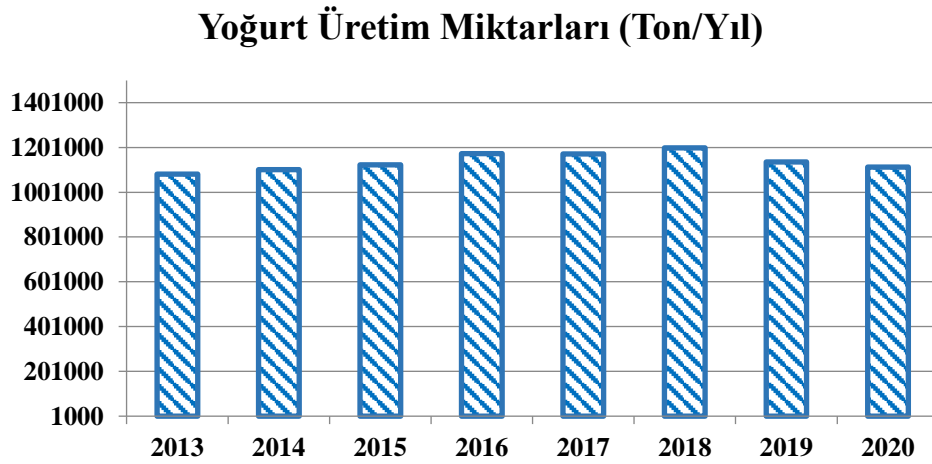
LAB'leri sütte bulunan laktozu fermente etmekte ve fermente süt ürünlerinin üretilmesini sağlamaktadır. Probiyotik mikroorganizmaların büyük çoğunluğu LAB grubunda yer almaktadır. *Bifidobacterium* spp., *Lactobacillus* spp. ve *Streptococcus* spp. bakterileri gastrointestinal bölgede canlılıklarını ve faaliyetlerini sürdürebilen ve konakçıya yararlı etkiler sağlayan probiyotik laktik asit bakterileridir. *L. plantarum*, *L. pentosus*, *L. brevis*, *L. casei*, *L. fermentum*, *P. pentosaceus*, *Enterococcus faecium* türleri de gıdalarda kullanılan yaygın probiyotik türlerdir. Bu yararlı laktik asit bakterilerinin bulunduğu fermente süt ürünleri probiyotik ürün olarak adlandırılmaktadır. Probiyotik mikroorganizmaların fermente ürünlerle vücuda alınmasının; bağırsak dengesinin korunmasında, kandaki lipid seviyesinin düzenlenmesinde, bağışıklık sisteminin güçlenmesinde ve antibiyotiklerin yol açtığı bağırsak enfeksiyonlarının iyileştirilmesinde etkili olduğu yapılan çalışmalarla desteklenmektedir. Fermente süt, yoğurt, peynir, dondurma ve sütlü tatlılar gibi süt ürünlerinin sahip olduğu yüksek laktoz içeriğinden dolayı probiyotik mikroorganizmaların gelişimi için uygun olduğu çalışmalarla kanıtlanmıştır (Araujo ve ark. 2010, Santana ve ark. 2014, Quigley 2019).

Yoğurt, sade, aromalı, meyveli, içilebilir gibi birçok çeşidi ile yüksek oranda tüketilen fermente bir süt ürünüdür. Vücut tarafından yüksek oranda sindirilebilmekte, bağırsak mikrobiyotasına katkıda bulunmakta ve böylece bağışıklığı güçlendirmektedir. Gıda endüstrisinde optimum sıcaklık ve üretim koşullarının sağlanmasıyla birlikte yoğurt üretiminde en çok *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp.

bulgaricus mikroorganizmaları kullanılmaktadır. Son yıllarda biyoterapötik gıdaların geliştirilmesi konusundaki yenilikçi yaklaşımlar fonksiyonel ve probiyotik yoğurtların üretimini yaygınlaştırmıştır. Probiyotik yoğurt, folik asit, kalsiyum, fosfor, tiamin, B₁₂, magnezyum gibi minerallerin yanı sıra probiyotik bakterileri de bünyesinde bulundurarak insan sağlığını koruyucu metabolik katkılarda bulunmaktadır (Ng ve ark. 2014, Barat ve Ozcan 2018, Birch ve Bonwick 2019).

Ulusal süt konseyi verilerinde ülkemizde 2020 yılı yoğurt üretiminin önceki yıla göre %1,96 azaldığı, bir önceki aya göre %7,28 oranında arttığı belirtilmiştir. Çizelge 2.1.'de ülkemizde yıllık olarak üretilen yoğurt miktarının grafikleştirilmiş verileri görülmektedir (Anonim 2020).

Çizelge 2.1. Ülkemizde yıllık yoğurt üretim miktarları (ton/yıl) (Anonim 2020)



Günümüzde küreselleşme ve farkındalık tüketicilerin gelişmesine ve geri dönüşüne katkıda bulunmuştur. Bu nedenle de bitkilerin tedavi edici olarak bilinen fitokimyasal, antioksidan, antimikrobiyel ve antitümör özellikleri giderek dikkat çekmeye başlamıştır. Normal şeker kullanılarak üretilen gıdaların tüketiminde tüketiciler aşırı kilo, obezite, tip-2 diyabet gibi birçok sağlık sorunları ile karşılaşmakta, yapay katkıları ve hazır yemekler çeşitli bağırsak ve bağışıklık sorunlarına yol açmaktadır. Bu anlamda sağlık etkileri olan ve ayrıca biyoaktif bileşenler, diyet lifleri içeren bitkisel katkıları, doğal tatlandırıcıları ve renk maddeleri ile bağırsak mikrobiyotasında yararlı etkileri olan fonksiyonel katkıları giderek önem kazanmaya başlamıştır. Bu fonksiyonel bileşenleri

içeren süt ürünlerinin üretimi de nutrasötik, terapötik, zenginleştirilmiş ve bifidojenik gıdaların üretiminde potansiyel kaynak oluşturmaktadır.

2.1. Süt Ürünlerinde Probiyotikler ve Prebiyotikler

Beslenme ve fizyolojik özelliklerinin bulunmasından dolayı fermente süt ürünleri fonksiyonel gıda olarak nitelendirilmektedir. Türk Gıda Kodeksi'ne göre fermente süt ürünleri; '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. Tebliğin Ek-2'de belirtilen ürün özelliklerine göre fermente süt ürünleri 'en az 10^7 kob/g toplam spesifik mikroorganizma' ve 'en az 10^6 kob/g etikette belirtilen toplam ilave mikroorganizma' içermelidir (Anonim 2009). Yoğurt, ayran, kıymız, kefir, peynir, dondurma gibi birçok süt ürünü fermente süt ürünleridir. Geleneksel bir fermente süt ürünü olan yoğurt besleyici ve yüksek derecede terapötik özelliklere sahiptir (Fernandez ve ark. 2015).

Günümüzde güvenli gıda tüketiminin yanısıra, tüketim alışkanlıklarının da sağlığı destekleyici gıdalara doğru değişmesi çalışmaları metabolizmayı destekleyici mikroorganizmaların kullanımına yönelmektedir. Laktik asit bakterileri (LAB) ve probiyotikler insan fizyolojisinde doğal olarak bulunan, insan metabolizmasına yararlı etki gösteren bakterilerdir. Klinik denemelerle sağlığa yararlı etkisi olduğu saptanan probiyotik bakteriler mikrobiyota da doğal olarak bulunmakta ve gastrointestinal hastalıklarının engellenmesinde büyük rol oynamaktadır. Probiyotiklerin gıdalarda özellikle fermente süt ürünlerinin üretimde kullanılmasına izin verilmesi gıdanın daha iyi terapötik etki göstererek fonksiyonel gıda olmasını sağlamaktadır (Sharma ve Mishra 2013, Dhanasekaran ve ark. 2016).

Mikrobiyota ve canlı arasındaki simbiyoz yaşam probiyotikler ve prebiyotikler kullanılarak bağırsak mikrobiyel sistemini farmakolojik anlamda veya beslenme ile optimize edebilmektedir (Guarner 2009).

Probiyotik terimi 1960’larda ilk olarak ‘yaşam için’ anlamında tanımlanmış ve genellikle insanlar için faydalı etkiler gösteren bakterileri adlandırmak için kullanılmıştır. Lilly ve Stillwell (1965) tarafından ise, antibiyotiklerin aksine, bağırsakta bulunan yararlı mikroorganizmaların gelişmesini uyaran mikrobiyel türevli mikroorganizmalar olarak belirtilmiştir. Fuller ve ark. (1999), probiyotikler için safra ve bağırsakta olumlu efektif etki gösteren mikroorganizmaların varlığını belirtmiştir. Probiyotikler için FAO/WHO’nun tanımı ise yeterli miktarda alındığında konakçı üzerinde sağlık yararı sağlayan canlı mikroorganizmalar olarak belirtilmiştir (Akhter ve ark. 2015, Shu ve ark. 2018).

Günümüzde sağlıklı olma ve sağlığı koruma adına yapılan araştırmalarda tüketicilerin süt ve süt ürünlerini probiyotik olması açısından tüketme sıklıklarının gün geçtikçe arttığı tespit edilmiştir (Vitali ve ark. 2012, Yılmaz-Ersan ve ark. 2020).

Canlının immun sistemi ve bağırsak mikrobiyotalarında yararlı etkilerde bulunan, gıdalarla birlikte tüketilebilen probiyotik mikroorganizmalardan en çok kullanılan laktik asit bakterileridir. Probiyotik olarak *Lactobacillus* spp., *Streptococcus* spp., *Pediococcus* spp., *Bifidobacterium* spp., *Leuconostoc* spp. ve *Enterococcus* spp. bakteri grupları ve *Saccharomyces*, *Aspergillus*, *Candida*, *Yarrowia*, *Pichia*, *Metschnikowia*, *Isaatchenkia*, *Kluyveromyces*, *Torulaspota* gibi mayalar probiyotik etki göstermektedir (Isolauri ve ark. 2001, Pedersen ve ark. 2012, Koçak ve ark. 2016). Çizelge 2.2.’ de probiyotik olarak kullanılan mikroorganizma türleri verilmiştir.

Mikrobiyota da yer alan yararlı ve zararlı mikroorganizmaların faaliyetlerine göre insan gastrointestinal sistemi şekillenmektedir. İnsan bağırsağı, konakçının üzerinde etkisi olan yoğun ve çeşitli mikrobiyel toplulukları barındırmaktadır. Probiyotik alımı bu sistemin gelişmesine katkıda bulunmakta, ayrıca iyi ve dengeli bağırsak mikrobiyotasının oluşmasına olanak sağlamaktadır. Bunun üzerine yapılan birçok çalışma kolesterol, yüksek tansiyon ve birçok gastrointestinal sistem bozukluklarının (irritabl bağırsak sendromu, crohn hastalığı, peptik ülser, antibiyotikle ilişkili diyare) önlenmesinde ve tedavisinde probiyotiklerin kullanımının artırılması gerektiğini kanıtlamaktadır (Rasic 2003, Quigley 2019).

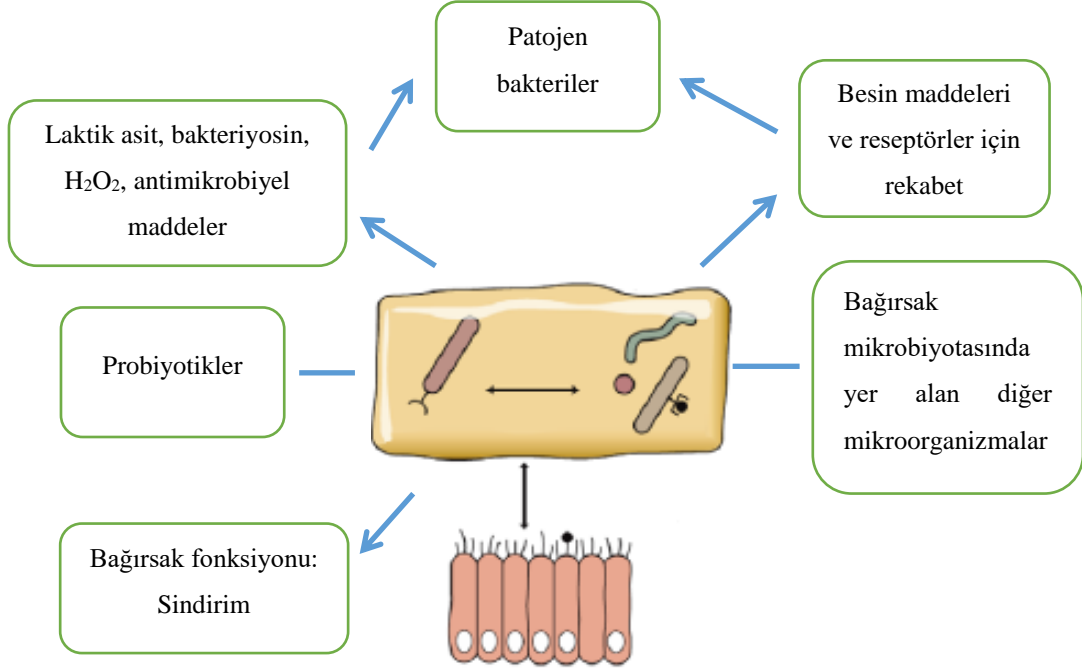
Kolonda bulunan bakterilerin gelişimine katkıda bulunan ya da aktivitesini olumlu etkileyen, canlı tarafından sindirilemeyen, ancak probiyotik mikroorganizmaların fermente edebildiği gıda bileşenlerine prebiyotik denilmektedir. Prebiyotikler, probiyotik özellikteki mikroorganizmaların besin maddeleri olan karbonhidratlardır ve fonksiyonel bileşen ya da nutrasotikler olarak da adlandırılmaktadır (Schrezenmeir ve Vrese 2001, Dhanasekaran ve ark. 2016).

Çizelge 2.2. Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizma türleri (Ranadheera ve ark. 2012)

<i>Lactobacillus</i> Türleri	<i>Bifidobacterium</i> Türleri	Probiyotik Diğer Türler
<i>L. acidophilus</i>	<i>B. bifidum</i>	<i>Escherichia coli</i> Nissle
<i>L. gasseri</i>	<i>B. infantis</i>	<i>Saccharomyces boulardii</i>
<i>L. helveticus</i>	<i>B. longum</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>L. crispatus</i>	<i>B. lactis</i>	<i>Kluyveromyces lactis</i>
<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	<i>B. breve</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>
<i>L. fermentum</i>	<i>B. animalis</i>	<i>S. cremoris</i>
<i>L. casei</i>	<i>B. essensis</i>	<i>S. diacetylactis</i>
<i>L. johnsonii</i>	<i>B. adolescentis</i>	<i>S. intermedius</i>
<i>L. paracasei</i>	<i>B. laterosporus</i>	<i>S. salivarius</i>
<i>L. plantarum</i>		<i>Enterococcus francium</i>
<i>L. reuteri</i>		<i>Propionibacterium freudenreichii</i>
<i>L. rhamnosus</i>		<i>P. freudenreichii</i> subsp. <i>shermanii</i>
<i>L. lactis</i>		<i>P. jensenii</i>
<i>L. sporogenes</i>		<i>Pediococcus</i>
		<i>Leuconostoc lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>
		<i>Clostridium butyricum</i>

Probiyotikler düzenli ve belirli miktarda tüketimde konakçı üzerinde yararlı etkilere sahip mikroorganizmalardır. Probiyotiklerin gıdalara ilavesi ile serum kolesterol seviyesinin düşürülmesi, gastrointestinal sistemde iyileşme, bağışıklık sisteminin gelişmesi, kolon kanseri riskinin düşürülmesi, bağırsak dengesinin sağlanması gibi birçok sağlık problemi engellenmektedir. İnsan ve hayvanların sindirim sisteminden izole edilen probiyotik nitelikli mikroorganizmalar grubunda en fazla *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus paracasei* ve *Bifidobacterium* türleri bulunmaktadır. Günümüzde ön planda olan tüketici sağlığı ve önemi, doğal bir katkı olması nedeniyle de probiyotik bakterilerin endüstride özellikle süt ürünlerinde kullanımını yaygınlaştırmıştır (Quigley 2019, Yılmaz-Ersan ve ark. 2020).

Şekil 2.1.'de bağırsak duvarında normal mikrobiyota, probiyotikler ve patojenik kolonizasyon görülmektedir



Şekil 2.1. Normal mikrobiyota, probiyotikler ve patojenik kolonizasyon (Guarner 2009)

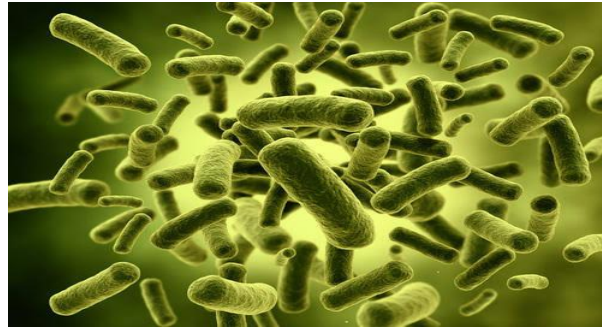
Endüstride kullanılacak olan mikroorganizmaların probiyotik sınıfında olabilmesi için;

- İnsan orjinli olmalı,
- Bağırsaklarda kolonize olabilmeli,
- Asidik pH' ya sahip mide ortamında canlılığını koruyabilmeli,
- Safra asitlerine karşı direnç gösterebilmeli,
- Canlılığını ve metabolik faaliyetlerini bağırsakta sürdürebilmeli, bağırsak mukozasına tutunabilmeli,
- Antimikrobiyel maddeler üretebilmeli,
- Gıda işleme koşullarına dirençli olmalı,
- Antibiyotik maddelere karşı dirençli olmalı,
- Bulunduğu metabolizmaya yararlı etki gösterme gibi özelliklere sahip olması gerekmektedir (Salminen ve ark. 2005, Williams 2010, Quigley 2019, Özcan ve Akpınar-Bayizit 2020)

Probiyotikler konakçıda yeterli miktarda bulunduğunda gastrointestinal sistemde yararlı etkilerini farklı takviyeler ile sağlamaktadırlar. Yoğurt, peynir, kefir gibi ve diğer süt ürünleri konakçıya probiyotik mikroorganizmanın kazandırılmasında en önemli taşıyıcı ürünler olarak ortaya çıkmaktadır. Süt ürünü ve gıda olmayan probiyotik kapsüller, haplar, tabletler de probiyotik alımında tüketiciler arasında oldukça popülerdir. Laktoz intoleransından kaynaklı rahatsızlıklarda tüketiciler, probiyotik alımı için fermente edilmiş ya da edilmemiş gıdalara, gıda dışı hap, tablet ve kapsüllere yöneltilmektedir (Ranadheera ve ark. 2012).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO)' nün tanımına göre de probiyotikler, doğrudan ya da dolaylı olarak bulunduğu konakçının sindirim sisteminde bağırsak mikrobiyel dengesini geliştirerek olumlu etkilerde bulunan canlı mikrobiyel kültürler olarak tanımlanmaktadır.

Genel olarak, probiyotik bakterileri sınıfında olan laktik asit bakterileri insan sindirim ve boşaltım sistemlerinde doğal olarak bulunan mikroorganizmalardır. Gram (+), hareketsiz, anaerob ya da fakültatif anaerob, katalaz (-), tekli, ikili veya zincir formda, termofilik, sporsuz ve çomak şeklinde bakterilerdir (Taşdemir 2017).



Şekil 2.2. *Lactobacillus acidophilus* bakterisi

Lactobacillus acidophilus türü bakteriler, gram (+), anaerob veya fakültatif anaerob özellikte, katalaz (-), 0,6-0,9 ile 1,5-6,0 µm uzunluğunda, çubuk şeklinde, kısa zincir yapısında ve homofermentatif özellik gösteren laktik asit bakterilerindedir. *Lactobacillus acidophilus* bakterisi Şekil 2.2.'de görülmektedir. İlk defa sütle beslenen

bebeklerin feçesinden izole edilmiştir. Optimum pH aralığı 5,5-6 ve optimum gelişme sıcaklığı 37°C'dir. Sakkaroz, maltoz, galaktoz, glikoz, fruktoz gibi tek karbonlu şekerleri fermente edebilmekte ve mannitolü parçalayamamaktadır (Taşdemir 2017, Yang ve ark. 2018). Fermantasyon sonucunda laktik asit, hidrojen peroksit, asidofilin, laktosidin gibi antimikrobiyel maddeler üreterek bağırsakta bulunan patojenlere karşı antagonistik etki oluşturmaktadır (Gopal 2011).

Lactobacillus casei suşları bitkisel fermente ürünler, taze sebzeler, anne sütü, canlıların sindirim sistemleri, çiğ ve fermente süt ürünlerinde doğal ve yaygın olarak bulunmaktadır. İlk defa peynirden izole edilmiştir. *L. casei*, gram (+), fakültatif anaerob, hareketsiz, spor oluşturmeyen, hücreleri 0,7-1,1 ile 2,0-4,0 µm büyüklüğünde, çubuk şeklinde, fakültatif heterofermantatif bir bakteridir. *L. casei*, 10°C'de gelişebilen ancak 45°C'de gelişemeyen mezofilik bir mikroorganizmadır. Glikoz, pentoz, arjinin, sakkaroz'u parçalayarak laktik asit, formik asit, asetik asit ve etanol oluştururlar. Riboflavin, folik asit, kalsiyum pantotenat'a gelişimleri için mutlaka ihtiyaç duymaktadırlar (Sömer ve ark. 2012, Damar ve Baş 2018). *L. casei* bakterisi Şekil 2.3.'de görülmektedir.



Şekil 2.3. *Lactobacillus casei* bakterisi

Bertazzoni ve ark. (2004) fermente süt ürünleriyle tüketim sonrasında bakterilerin vücutta canlı kalabilirliklerinin araştırıldığı bir çalışmada *L. casei*'nin dört suşunun sindirim sistemi boyunca canlı kalabildiklerini belirtirken, sıçanlarda kolesterol, transaminaz ve serum trigliserid seviyelerinde düşüş tespit etmişlerdir.

Burns ve ark. (2008) yüksek basınç homojenzasyonu (HPH) uygulamasının *L. paracasei* ve *L. acidophilus*'un canlılığında olumlu etkiye neden olduğunu belirtmişlerdir.

Son zamanlarda probiyotiklerin tüketiminin artmasının bir başka nedeni gittikçe çoğalan kolon kanseri vakalarıdır. Kolon kanserinin oluşumunda diyet bileşenleri, genetik yapı, çevresel faktörler, hücrel gen regülasyonları, epigenetik etkiler gibi birçok neden etkilidir (Kumar 2011).

Bir araştırmada bazı probiyotik suşların meme kanserinin önlenmesi ya da tedavisi amacıyla kullanılabilmesi öne sürülmüştür. Çalışmada insanın doğal olarak bulunan bağırsak mikrobiyotasındaki probiyotik bakterilerin memeye taşındığı belirtilmektedir. Böylece probiyotik tüketimiyle birlikte meme kanseri oluşumu baskılanabilmektedir (Malik ve ark. 2019).

Kassayova ve ark. (2014) meme kanserine sahip hayvanlarla yaptığı bir çalışmada *L. plantarum* probiyotik suşu ve inülin prebiyotik bileşeninin tümör gelişiminde önemli miktarda azalma oluşturduğu sonucuna varmışlardır.

Probiyotikler bağırsakta bulunan kanseri tetikleyici bileşenler üreten patojenleri inaktive ederek bu maddelerin oluşmasını önlemekte, bütirik asit, kaproik asit, kaprilik asit gibi kısa zincirli yağ asitlerini (SCFA) oluşturarak kanserli hücrelerin oluşumunu engelleyen metabolitleri de üretmektedirler (Kahraman ve Karahan 2018).

Probiyotiklerin kanıtlanan antikanserojen etki ve bağışıklık sistemini güçlendirmeleri üzerine yapılan bazı araştırmalar Çizelge 2.3.'de görülmektedir.

Çizelge 2.3. Probiyotik tüketiminin insanlar üzerinde olumlu etkilerine örnekler (Ranadheera ve ark. 2012).

Rahatsızlık	Probiyotik Suş	Probiyotik Gıdalar	Referans
Antibiyotik ile ilişkili ishal	<i>L. casei</i> , <i>L. bulgaricus</i> , <i>S.thermophilus</i>	İçilebilir yoğurt	(Hickson ve ark. 2007)
Antibiyotik ile ilişkili çocuklarda ishal	<i>L. reuteri</i>	Damlacık	(Kolodziej ve Szajewska, 2017)
Seyahat kaynaklı ishal	<i>L. rhamnosus</i>	Soğuk suda çözülmüş toz form	(Lollo ve ark. 2013)
İrritabl bağırsak sendromu	<i>B. longum</i> , <i>B. infantis</i> , <i>B. breve</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. delbrueckii</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>S. salivarius</i>	Liyofilize toz halinde	(Kim ve ark. 2017)
	<i>L. rhamnosus</i> , <i>B. breve</i> <i>P. freudenreichii</i> subsp. <i>Shermanii</i>	Kapsül	(Kajander ve ark. 2005)
	<i>B. animalis</i> , <i>L. bulgaricus</i> <i>S. thermophilus</i>	Fermente süt	(Guyonnet ve ark. 2007)
Crohn hastalığı	<i>L. acidophilus</i> La-5, <i>B. lactis</i> Bb 12	Fermente süt	(Krasaekoopt ve ark. 2006)

Probiyotik bakterilerin canlıya yararlı olabilmeleri için yeterli miktarda ince bağırsağa ulaşmaları ve gastrik ortama dayanıklı olmaları gerekmektedir. Probiyotik mikroorganizmalar ince bağırsağa kadar ulaşır burada kolonileşebilmesi için taşıyıcı gıda ürünüde en az 10^6 - 10^7 cfu/mL veya g bulunmalıdır (Vasiljevic ve Shah 2008, Ranadheera ve ark. 2012).

de Vrese ve Schrezenmeir (2008) canlıda bulunan probiyotiklerin yararlı etkilerini şu şekilde sıralamışlardır,

- Gastrointestinal sistemin enflamatuar hastalıkları ve inflamasyon üzerine faydalı etkiler,
- Kolonda kanseri teşvik eden enzimler ve bakteriyel metabolitlerin konsantrasyonunun azaltılması ile kansere karşı mutajenik ve genotoksik koruyucu etki,
- Sindirim sisteminin spesifik rahatsızlıklarının önlenmesi ve hafifletilmesi,
- Rotavirüsün yol açtığı ve antibiyotikle ilişkili hastalıkların önlenmesi ve azaltılması,
- Patojenler ile rekabet ederek bu mikroorganizmaların tutunması ve kolonizasyonunun engellenmesi
- Laktoz intoleransına bağlı rahatsızlıkların hafifletilmesi'dir.

Probiyotik bakterilerin gastrointestinal sistemde ürettikleri antimikrobiyel maddeler ile kalitatif ve kantitatif değişimler ortaya çıkmaktadır. Bu değişimler sonucu probiyotik bakteriler bağırsakta patojen bakterilerin (*Escheria coli*, *Shigella*, *Salmonella*) bağırsak epiteline tutunmalarını ve kollonileşmelerini engellemektedir. Probiyotiklerin ürettikleri metabolitler ve organik asitler (laktik, asidik, propiyonik, bütirik vb.) sayesinde de istenmeyen mikroorganizmaları inhibe ettikleri çalışmalarla kanıtlanmıştır (Heczko ve ark. 2006, Aguilar-Toalá ve ark. 2018). Bununla birlikte probiyotik mikroorganizmaların sahip olması gereken özellikler Çizelge 2.4.'de verilmiştir.

İnsan bağışıklık sistemini birçok faktör etkilemektedir. Bağırsak mikrobiyotası bağışıklık sistemi üzerinde doğrudan etkili olup gelişimini ve iyi halin korunmasını sağlamaktadır. Bağırsak mikrobiyotasının temel görevleri gıdaların sindirimi, patojenlere karşı rekabet, bağırsak yüzeyinin sağlıklı kontrolünü sağlamaktır. Bağırsak sistemindeki mikrobiyel dengeyi sağlayan probiyotiklerin etki mekanizmaları Şekil 2.4.'de görülmektedir (Akkol ve ark. 2017).

İnsan gastrointestinal sisteminde doğal olarak bulunan probiyotik bakterilerin sistemdeki sayılarını ve etkinliklerini diyetel farklılıklar, çevresel etkenler, genetik özellikler, virüsler, patojen mikroorganizmalar, bağırsak geçirgenlik fonksiyonundaki azalma gibi nedenler olumsuz etkileyebilmektedir. Vücutta bulunan ve dışarıdan alınan probiyotiklerin gelişimini sağlamak amacıyla bu bakterilerin kolonizasyonunu

kolaylaştıran, aktivitelerini artıran, fermente olmayan insan vücudu tarafından sindirilemeyen sadece bakteriler tarafından sindirilebilen prebiyotiklere ihtiyaç duyulmaktadır. Prebiyotikler inülin, laktuloz (disakkarit), maltoz, ksiloz, galaktoz, soya gibi karbonhidratlardır. İnülin en çok kullanılan prebiyotik olup heterojen karışıma sahip fruktoz polimerlerini içermektedir (İnanç ve ark. 2005, Nole ve ark. 2014).

Çizelge 2.4. Probiyotik mikroorganizmaların sahip olması gereken kriterler (Vasiljevic ve Shah 2008, Ranadheera ve ark. 2012).

Kriterler	Özellikler	Hedef ve Değerlendirilecek Yöntemler
Güvenlik	Antibiyotiklere dayanıklılık, patojen mikroorganizmalara karşı direnç	Kaynak veya köken iyi değerlendirilmelidir. Kullanması amaçlanan konakçı ile aynı türden izole edilmelidir. İnsan kullanımına yönelik ve insan kaynaklı izole edilen probiyotikler kullanılmalıdır. Tavsiye edilen depolama koşulları ve güvenlik durumu önemlidir. Cins ve türün bilimsel olarak tanımlanması, suşun tayin edilmesi önemlidir.
Kabul edilebilirlik	Probiyotik gıdanın üretimi, depolanması sırasında en az kayıp	<i>In vitro</i> çalışmalar ve gıda ar-ge ürünleri, duyu testler ve ürün formülasyonları üzerine tüketici çalışmaları Belirtilen fizyolojik etkinin görülmesi için gerekli doz
İşlevsellik	Enzimler ve mide asitine dayanıklılık, ince bağırsakta mukoza yüzeyine yapışma ve kolonize olma.	<i>In vitro</i> ortamda gastrik ve safra etkileri için model sistemler incelenmelidir.
Fizyolojik kriterler	Patojen mikroorganizmalara karşı antagonistik aktivite, antimutagenik ve antikarsinojenik özellikler	Patojenlere karşı direnç dikkate alınmalıdır.



Şekil 2.4. Probiyotiklerin etki mekanizmaları

Prebiyotik bileşenler, yararlı bağırsak bakterileri tarafından seçici bir şekilde metabolize edilen substratlardır. Bağırsak mikrobiyotasının prebiyotikler tarafından diyetel modülasyonu, *Bifidobacterium* ve *Lactobasillus* sayılarını ve aktivitelerini uyararak sağlığı iyileştirmek için tasarlanmıştır. Optimal bağırsak mikrobiyotasına sahip olmak patojenik bakterilere karşı direnci artırmakta, kanda bulunan amonyağı azaltmakta, bağışıklık sistemini güçlendirmekte ve kanser riskini azaltmaktadır. Yapılan pek çok araştırma prebiyotiklerin, insan sağlığına olumlu katkıda bulunduğunu göstermektedir (Manning ve Gibson 2004, Aguilar-Toalá ve ark. 2018, Kurtuldu ve Ozcan 2018).

Bir gıda maddesinin prebiyotik olarak adlandırılması için, mide asidine direnç göstererek kolana ulaşabilmesi, konakçı enzimleriyle hidrolize olmaması, kolonda canlılığını sürdüren prebiyotikler tarafından fermente edilebilmesi ve bakterilerin gelişimini olumlu etkilemesi gibi özelliklere sahip olmalıdır (Abed ve ark. 2016).

Prebiyotikler, nişasta içermeyen insan sindirim sistemi tarafından sindirilemeyen polisakkarit ve oligosakkaritlerdir. Tahıllar, bisküviler, bazı fermente süt ürünleri, oligofruktoz, inülin, galaktooligosakkarit ve laktuloz yaygın olarak kullanılan prebiyotik gıdalardır. Laktuloz, bir ilaç olarak kullanılan sentetik bir disakkarit ve

oligofruktoz buğday, soğan, muz, bal gibi gıdalarda bulunan prebiyotiklerdir (Rolim 2015, Dwivedi ve ark. 2016). Kolonda bulunan probiyotikler tarafından prebiyotiklerin fermantasyonu sonucu oluşan fizyolojik etkiler Şekil 2.5.'de görülmektedir (Quigley 2010, Tripathi ve Giri 2014).

Bağırsakta bulunan bakteriler enerji ihtiyaçlarını ince bağırsakta sindirilemeyen karbonhidratların fermantasyonu ile açığa çıkan enerjiden karşılamaktadır. Bağırsak mikrobiyotası insan metabolizmasının sahip olmadığı enzimler ile dirençli nişasta, oligosakkaritler, nişasta olmayan polisakkaritler (selüloz, pektin, hemiselüloz) gibi prebiyotikleri parçalayarak laktat, hidrojen, karbon dioksit, metan gazını ortaya çıkarmaktadır. Prebiyotik etkiye sahip diyet bileşen maddeleri bakteri miktarında ve böylece dışkı ağırlığında artışa neden olmakta ve sindirim süresini kısaltmaktadır (Slavin 2013, Singh ve ark. 2018).

Gıdalarda kullanılan prebiyotik bileşenler ve besin kaynakları Çizelge 2.5.'de görülmektedir.

Prebiyotiklerin, probiyotik mikroorganizmalar aracılığıyla canlıya sağladığı faydaların yanısıra bazı prebiyotik bileşenler gıdalarda suyu bağlayıcı, tekstür geliştirici, tatlılığın güçlendirilmesi, köpük stabilizasyonu, yağ ve şeker ikamesi gibi fonksiyonel etkilere de sahiptirler. Bu etkilerinden dolayı süt ürünleri, et ürünleri, kahvaltılık tahıllar, dondurulmuş tatlılar, diyet gıdalar ve beslenme takviyeleri gibi gıda uygulamalarında kullanılmaktadır. Prebiyotikler ne kadar probiyotik mikroorganizmalar için önemli bileşenler olsa da insan sağlığı için de çözünmeyen diyet lifi olarak faydalı etkileri bulunmaktadır (Karimi ve ark. 2015, Karaman ve Özcan 2018) (Şekil 2.6.).

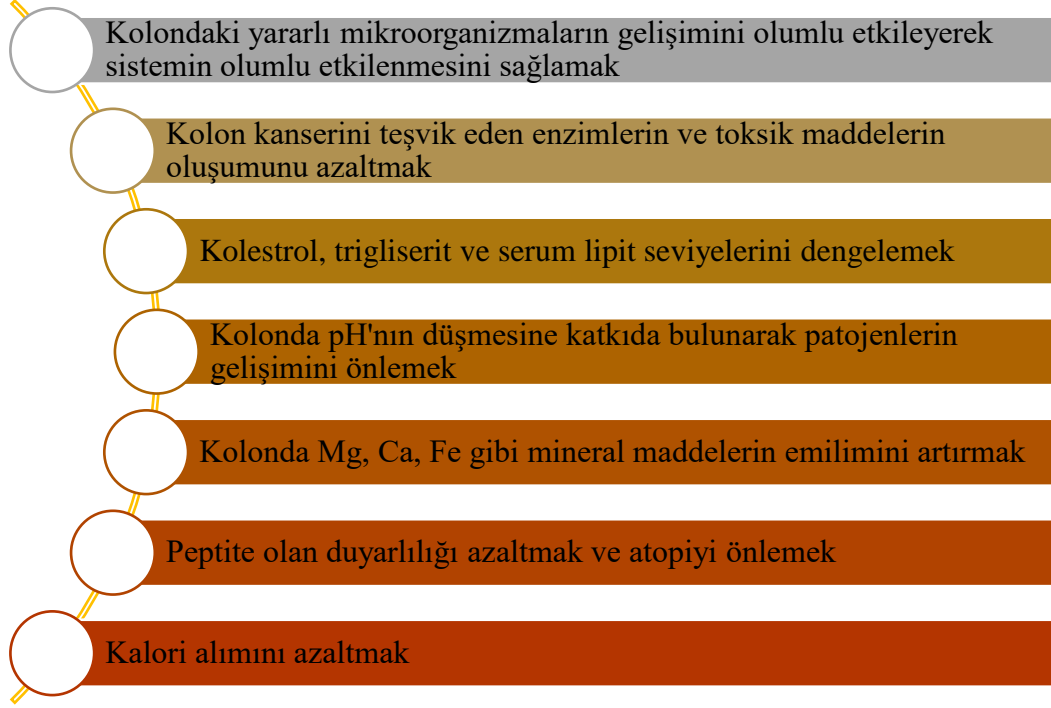
Prebiyotik bileşenlerin etkisinin belirlenmesinde; özümseme oranı, bakteriyel popülasyondaki değişimin incelenmesi, prebiyotik aktivite sayısı (PAS) ve KZYA üretiminin belirlenmesi tanımlayıcı parametreler olarak açıklanmaktadır (Usta ve ark. 2015).



Şekil 2.5. Prebiyotiklerin fizyolojik etkileri

Çizelge 2.5. Gıdalarda kullanılan prebiyotik bileşenler ve besin kaynağı

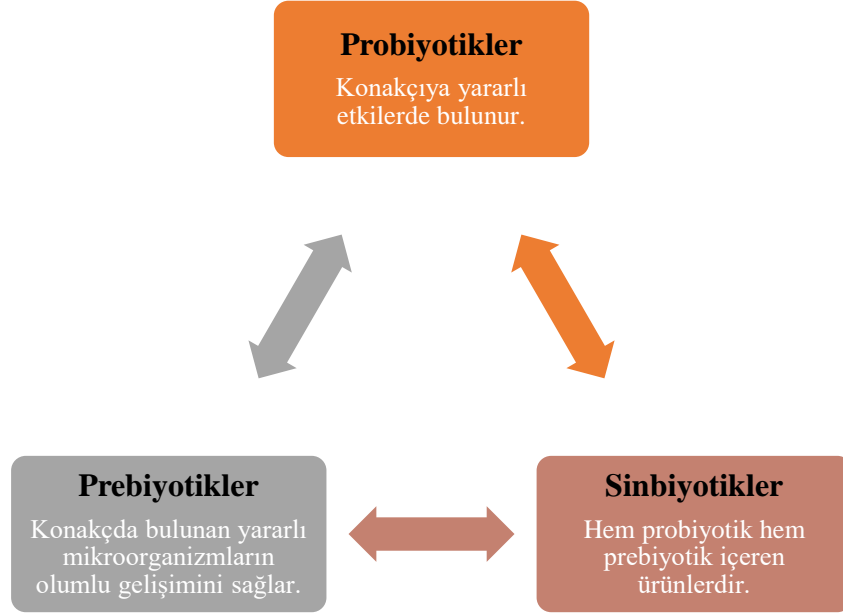
Prebiyotik Bileşenler	Kaynağı
İnülin	Hindiba kökü
Galaktooligosakkaritler (GOS)	Anne sütü (laktoz)
Laktuloz	Süt ve süt ürünleri
Dirençli nişasta	Tahıllar, sebzeler, baklagiller, tohumlar
Dekstrinler (malto-, siklo-, pro-)	Patates ve mısır nişastası
Fruktooligosakkaritler (FOS)	Meyve ve sebzeler
Soya oligosakkaritleri (SOS)	Soya fasülyesi
İzomaltooligosakkaritler(İMO)	Maltoz, sakkaroz
Gentioooligosakkaritler	Glikoz
Kitooligosakkaritler	Kitin



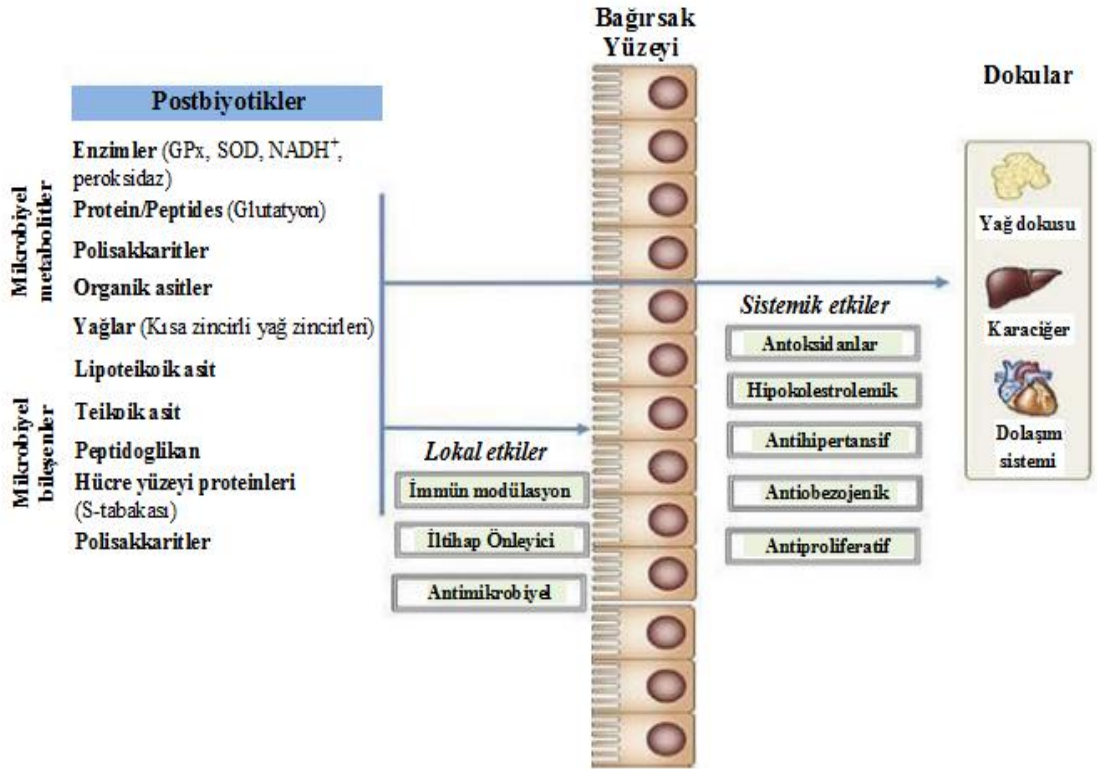
Şekil 2.6. Prebiyotiklerin yararlı etkileri (Karaman ve Özcan 2018)

Mikroorganizmalar ile konak arasındaki sinbiyotik ilişki, probiyotikler veya prebiyotikler kullanılarak bağırsak ekosistemine farmakolojik olumlu etkilerde bulunmasıyla açıklanabilir (Şekil 2.7.a.). Sinbiyotik kavramı probiyotik bakteri suşları ile metabolize edebildikleri prebiyotik substratların bir arada bulunduran kombinasyon olarak tanımlanabilir. Probiyotikler ve prebiyotik substratların ayrı ayrı kullanımına göre sinbiyotik kullanımı canlıda daha fazla terapötik etki sağlamaktadır (Gibson ve ark. 2004, Guarner 2009, Fayed ve ark. 2018).

Sinbiyotiklerin gerçekleştirilmesi gereken ana amaç, bileşiminde bulunan prebiyotik maddelerin yine bileşiminde bulunan probiyotik mikroorganizmalar tarafından kullanılmasıdır. Sinbiyotik ürünlerde, *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* bakteri türleri ile *Bacillus coagulans* ve *Saccharomyces boulardii* maya türleri en çok kullanılan probiyotik mikroorganizmalar iken; fruktooligosakkarit (FOS), ksilooligosakkaritler (XOS), galaktooligosakkaritler (GOS) ve inülin en çok kullanılan prebiyotiklerdir (Bertelsen ve ark. 2016, Buriti ve ark. 2016).



Şekil 2.7.a. Probiyotikler, prebiyotikler ve sinbiyotikler (Guarner 2009)



Şekil 2.7.b. Postbiyotikler (Aguilar-Toalá ve ark. 2018)

Kesenkaş ve ark. (2016) *Enterococcus faecium*, *Bifidobacterium longum* ve *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* probiyotik suşları ile inülin ve oligofruktoz prebiyotiklerini kullanarak sinbiyotik beyaz keçi peyniri üretmişler ve üretimde kullanılan prebiyotiklerin depolama boyunca probiyotik mikroorganizmaların sayılarında artışa neden olduğunu ve sinbiyotik sistemde bakterilerin canlılıklarının korunduğunu belirtmişlerdir.

Postbiyotikler, probiyotikler tarafından üretilen ve konakçı hücreye yarar sağlayan yan ürünler veya metabolik aktiviteyi arttırıcı faktörler olarak tanımlanmaktadır. Organik asitler, KZYA'lar, vitaminler, hücre içi ve hücre dışı polisakkaritler, enzimler, bakteriyosinler ve hücre duvarı bileşenleri postbiyotiklere dahil edilmektedir (Aguilar-Toalá ve ark. 2018, Malashree ve ark. 2019). Şekil 2.7.b' de postbiyotikler verilmiştir.

2.2. Süt Ürünlerinde Şeker Oranının Azaltılması ve Tatlandırıcılar

Karbonhidratlar, yüksek molekül ağırlığına, koruyucu ve destek yapısına sahip, yüksek enerji sağlayan, besin depolanmasında görevli makromoleküllerdir. Yapısında karbon (C), hidrojen (H) ve oksijen (O) atomlarını bulundurmakta olup, günlük uygulanan diyetin ana bölümünü de oluşturmaktadırlar (Kanev ve Bakar 2016).

Karbonhidratlar birden fazla hidroksil (-OH) grubu içermekte olup, üç gruba ayrılarak incelenmektedirler. Monosakkaritler, en basit karbonhidratlar olup bir ya da daha fazla hidroksil grubuna sahiptirler. Trioz, pentoz, heksoz (glikoz, fruktoz, galaktoz, mannoz) doğada en yaygın bulunan monosakkaritlerdir. Disakkaritler, iki monosakkaritin bağlanırken bir su molekülü kaybetmesiyle oluşmakta olup, maltoz, laktoz ve sakkaroz en yaygın disakkaritlerdir. Polisakkaritler ise çok fazla sayıda monosakkaritin birleşmesiyle oluşan karbonhidratlardır. Nişasta, bitki hücrelerinde bulunan depo polisakkarit ve glikojen, hayvan hücrelerinin depo polisakkaritleridir. Günlük diyetinde büyük oranda tüketilen karbonhidratlar vücuda yaklaşık 300g kadar alınmaktadır. (Altınışık 2010). Çizelge 2.6.'da karbonhidratlar ve fonksiyonları görülmektedir.

Çizelge 2.6. Karbonhidratlar ve fonksiyonları (Sanchez ve ark. 2018)

Karbonhidratlar	Fonksiyonları
Glikoz	Karbonhidratların en küçük yapıtaşıdır.
Fruktoz	Meyvelerde bulunan en küçük karbonhidrat depo maddesidir.
Laktoz	Sütte bulunan disakkarittir.
Sakkaroz	Şeker pancarı ve şeker kamışında bulunan disakkarittir.
Nişasta	Bitkilerde enerji deposu olarak yer alır.
-Amilaz	
-Amilopektin	
Glikojen	Bakteri ve hayvan hücrelerinde enerji deposudur.
Selüloz	Bitkilerin hücre duvarlarına şekil verir, dayanıklılık sağlar.
Kitin	Böcek, örümcek ve kabuklu türlerinin dış iskeletine sertlik vermekte ve dayanıklılık sağlamaktadır.
Peptidoglikan	Bakterilerin hücre zarına dayanıklılık ve sertlik vermektedir.
Agaroz	Alglerde hücre duvarının ana maddesidir.
Glikozaminoglikan	Omurgalılarda, cilt ve bağ dokusunun hücre dışı matriksidir.

Diyette bulunan karbonhidratlar genel olarak, nişasta, sakkaroz, laktoz ve glikozdan oluşmaktadır. Çay şekeri olarak da bilinen sakkaroz ve tarımsal ürünler olan şeker kamışı ve şeker pancarından elde edilen bir disakkarittir. Sadece bitkiler tarafından üretilen sakkaroz, glikoz ve fruktoza parçalanmaktadır. İnsan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan sakkaroz doğal bir bileşen olmasına rağmen fazla tüketiminde aşırı kilo, diş çürümeleri, diyabet gibi bazı rahatsızlıklara neden olmaktadır. Bu durum tüketiciyi kalorisi olmayan ve düşük kalorili tatlandırıcıları kullanmaya yöneltmektedir (Sanchez ve ark. 2018).

Tatlandırıcılar, aynı miktardaki sakkarozla göre daha fazla tatlı olan ve daha az kalori veren gıda katkı maddeleridir. Gıdanın sahip olduğu tat ve aromanın hem daha cazip hem de enerji vermeden tatlı tadını geliştirmek amacıyla, sıklıkla gıda sektöründe kullanılmaktadırlar. Tatlandırıcılar sakkarozla oranla ucuz maliyetleri ve daha az kalori içermelerinden dolayı diyabet hastaları tarafından kalori alımını kısaltmak, kilo vermek ve diş çürüklerinin önlenmesi amacıyla kullanılmaya başlanmıştır (Özdemir ve ark. 2014).

Tatlandırıcılar doğal, yapay ve şeker alkolleri olarak da elde edilişlerine göre gruplanmaktadır. Doğal tatlandırıcılar gıdaya tatlı tadını veren ve şeker olan maddeler oldukları için gıda katkı maddesi olarak değerlendirilmemektedir. Ancak yapay tatlandırıcılar Kodeks komisyonunun (CAC) tanımına göre, gıda da tatlı tadını oluşturan ve şeker olmayan kalorisiz maddeler olarak ifade edildiğinden gıda katkı maddeleridir (Gültekin 2017).

Yapay tatlandırıcılar, şeker pancarı ve kamışından elde edilen sakkarozun yerine kullanılarak hem maliyeti düşürmek hem de kalori alımını engellemek amacıyla kullanılan bileşenlerdir. Yapay tatlandırıcılar, diyabet hastaları, diyet yapan insanlar ve şekerin dişler üzerindeki negatif etkilerinden sakınan insanlar tarafından tercih edilen katkılardır ve bilinen yapay tatlandırıcıların sakkaroz gibi hem renksiz, kokusuz hem de aynı tat değerlerine sahip, kalıcı tat bırakmaması, suda çözünme, asidik-bazik ortamlarda ve ısı değişimlerinde stabil kalabilme özelliklerine sahip olması gerekmektedir. Yapay tatlandırıcılara asesülfam-K (sakkaroz oranla 200 kat); sakarin (sakkaroz oranla 200-700 kat); aspartam (sakkaroz oranla 160-220 kat); siklamat (sakkaroz oranla 30 kat) örnek verilebilir (Sanyaolu ve ark. 2018).

Yapay tatlandırıcılar başta meyve konsantreleri olmak üzere, kahvaltılık tahıl, gazlı içecekler, reçel, jöle, cips, hazır salep, alkolsüz içecekler, sakız ve düşük kalorili gıdalarda kullanılmaktadır (Gültekin 2017, Sanyaolu ve ark. 2018).

Yapay tatlandırıcıların olumlu etkilerinin yanı sıra olumsuz yönlerinin de olduğu belirtilmiştir. Örneğin bir yapay tatlandırıcı olan aspartam sağlık sorunları ile ilişkilendirilmiş olup yan etkileri ise insanlarda baş ağrısı, karın ağrısı, yorgunluk, unutkanlık, duygu durumu ve görmede değişiklikler olarak sıralanabilmektedir (Butchko ve Stargel 2002).

Şeker alkolleri kalori miktarları azaltılmış tatlandırıcılar olarak tanımlanmaktadır. Meyve ve sebzelerde doğal bulunmalarının yanısıra gıdaya şekil ve hacim sağlamakta, ısıya maruz kaldıklarında ise kahverengi renk değişimini önlemektedirler. Sorbitol, isomalt, mannitol, ksilitol, eritritol, laktitol, yüksek fruktozlu mısır şurubu en sık kullanılan şeker alkollerine örnek olarak verilebilir (Wiebe ve ark. 2011).

Diyetle tüketilen karbonhidrat miktarının azaltılmasının tümör gelişimini engellediği, oluşumunu geciktirdiği ve var olan tümörün poliferasyonunu yavaşlattığı yapılan çalışmalarla desteklenmektedir. Tümör hücreleri, yağ asidi ve ketonları kullanamamakta enerji ihtiyacını glikozdan karşılamaktadır. Karbonhidratlarca zengin diyetleri tüketen insanlarda kanser oluşum riskinin oldukça fazla olduğu belirtilmektedir (Öztürk-Topcu ve Özdemir 2016).

Yapay tatlandırıcılar süt ürünlerinde, meyveli yoğurt, dondurma, aromalı kefir, içilebilir ve dondurulmuş yoğurt gibi fermente ürünler ve sütlü tatlılarda kullanılmaktadır. Sakkaroz süt ürünlerinin yapısal ve duyuşal özelliklerini etkilerken içeriğinde bulunan laktik asit bakterilerinin de besin ihtiyacını karşılamaktadır. Ancak, yapay tatlandırıcılar ile bu tam anlamda mümkün olmamaktadır (Edwards ve ark. 2016).

Kolderup ve Svihus (2015) gerçekleştirdiği bir çalışmada fruktozun, glukozla aynı miktarda enerji verimine sahip olmasına rağmen tokluk hissi uyandırmadığından kullanılan gıdaların tüketimlerinde artış göstermesinin doğal olduğunu belirtmektedirler. Bu fazla tüketimin de insanlarda obeziteye yol açtığı çalışmalar sonucunda kanıtlanmıştır. Ayrıca bu çalışmanın sonucunda dişi ratlar üzerinde sağlanan tüketimde früktozun akciğer üzerinde zararlı metabolik etkilere yol açtığı da gözlenmiştir.

Abou-Donia ve ark. (2008), çalışmalarında bazı karbonhidratlar ve sukraloz içeren bir preperatin deney hayvanlarının yararlı bağırsak bakterilerini azalttığı ve pH' yı artırdığını gözlemişlerdir. Böylece bazı araştırmacılar içeriğinde sukraloz bulunan maddelerin oral yolla alınan ilaçların biyoyararlılığı üzerine etkide bulunabileceğini savunmuşlardır.

Frankenfeld ve ark. (2015) gönüllü sağlıklı bireylerin günlük diyetlerine aspartam ve asesülfam-K eklenerek 4 gün boyunca tüketmeleri istenmiştir. 5. gün sonunda dışkıda mikrobiyota varlığı tespit edilmiştir. Mikrobiyotada yer alan bakteri sayısının normal diyet tüketimi sonunda bakteri sayısına göre azaldığı belirtilmiştir.

Yapay tatlandırıcıların kullanıldığı gıda tüketimleri sonucunda, bu tatlandırıcıların mikrobiyotayı büyük oranda etkilediği bu değişikliğin glikoz intoleransına neden olduğu ve böylece kilo artışının kaçınılmaz olduğu sonucuna varılmıştır. Kilo verilmesi amacıyla kullanılan yapay tatlandırıcıların etkisiz olduğunu çalışmalar göstermektedir. Şeker alkollerinin ise yapay tatlandırıcıların aksine bağırsak mikrobiyotasını olumlu yönde etkileyerek bir prebiyotik gibi davrandığı da belirtilmektedir. Ancak çok fazla kullanımında kolonda gaz oluşumunu artırarak spastik kolon hastalıklarına neden olacağı da belirtilmektedir (Suez ve ark. 2014).

Yapay tatlandırıcılar gıda endüstrisinin büyük bir bölümünde kullanılsa da glikozun metabolizmadaki önemli rolünden dolayı diyabet sorunu olmayan tüketicilerin sakkarozdan tamamen vazgeçmeden yapay tatlandırıcıları aşırı tüketmek yerine doğal tatlandırıcıları tercih etmeleri, diyabetli tüketicilerin ise yapay tatlandırıcıları olduğunca az tüketip geleneksel doğal tatlandırıcılara yönelmeleri önerilmektedir (İşgören ve Sungur 2019).

2.3. Stevia ve Süt Ürünlerinde Kullanımı

Son zamanlarda sağlığını önemseyen tüketicilerin doğal tatlandırıcılara yöneldikleri gözlenmektedir. *Stevia rebaudiana* Bertoni doğal bir tatlandırıcı olup Paraguay kökenli *Asteraceae* (Compositae) familyasına ait bir doğal tatlandırıcı ve yabani bir bitkidir. Araştırmalar eski zamanlardan bu yana stevianın tatlandırıcı ve ilaç amacıyla kullanıldığını ortaya çıkarmaktadır. Bu bitki ilk olarak Güney Amerika da ortaya çıkmış Japonya, Çin, Brezilya gibi çoğu ülkede kalorisiz ve doğal olduğu bilinerek geleneksel içeceklerin tatlandırılmalarında kullanılmıştır (Sativa ve ark. 2004, Goyal ve ark. 2010).

Stevia bitkileri çelikleme yöntemiyle veya tohumdan üretilebilen çok yıllık bitkilerdir. *Stevia rebaudiana* Bertoni, 65-80 cm boyunda karşılıklı şekilde şekillenmiş sapsız tırtıklı yapraklara sahip, küçük beyaz düzensiz çiçekleri bulunan *Asteraceae* ailesine ait küçük bir çalı türüdür (Şekil 2.8) (Megeji ve ark. 2005).



Şekil 2.8. *Stevia rebaudiana* Bertoni

Uzun yıllardır dolaylı olarak ilaç ve tatlandırıcı amaçlarıyla kullanılan stevia bitkisi şeker otu olarak da bilinen tıbbi aromatik bir bitkidir. Son yıllarda, obezite ve sağlık sorunlarından rahatsızlık yaşayan tüketiciler doğalı tercih etmekte ve bu da üreticileri buna bağlı çözümlere yöneltmektedir. Stevia bitkisi üzerine birçok araştırma sonucunda sahip olduğu glikozitler sayesinde sakkaroz oranla 100-300 kat tatlılık oranına sahip olduğu ve antimikrobiyel, antioksidan özellikleri barındıran fenolik bileşikleri bulundurduğunu ortaya çıkarmıştır. Stevianın, kalori miktarı çok az olduğundan kan glikozunu yükseltmemektedir. Özellikle, diyetle kalori kısıtlaması yapmak isteyenler ile diyabet hastaları tarafından tercih edilmektedir. Diğer tatlandırıcılara oranla sahip olduğu tatlı steviol glikozitleri üstün fonksiyonel ve duyuşal özelliklere sahip bulunmaktadır (Goyal ve ark. 2010).

Stevia cinsine ait 230 tür bulunmaktadır. Ancak sadece *Stevia rebaudiana* Bertoni steviol glikozitlere sahip olduğundan tatlandırıcı özelliktedir. Stevia bitkisinin yaprakları %80-85 oranında su içermektedir. Stevia, yüksek oranda kalsiyum, magnezyum, fosfor, uçucu yağlar, lif, protein, tanenler, karotenoidler, flavonoidler, fenolik asitler, apigenin, ksantofil, klorojenik asit, gibberellik asit, kafeik asit, klorofiller, alkaloidler ve umbeliferon de içermektedir (Moraes ve ark. 2013, Aminha ve ark. 2014).

Çizelge 2.7.'de *Stevia rebaudiana* Bertoni bitkisinin bileşenleri görölmektedir.

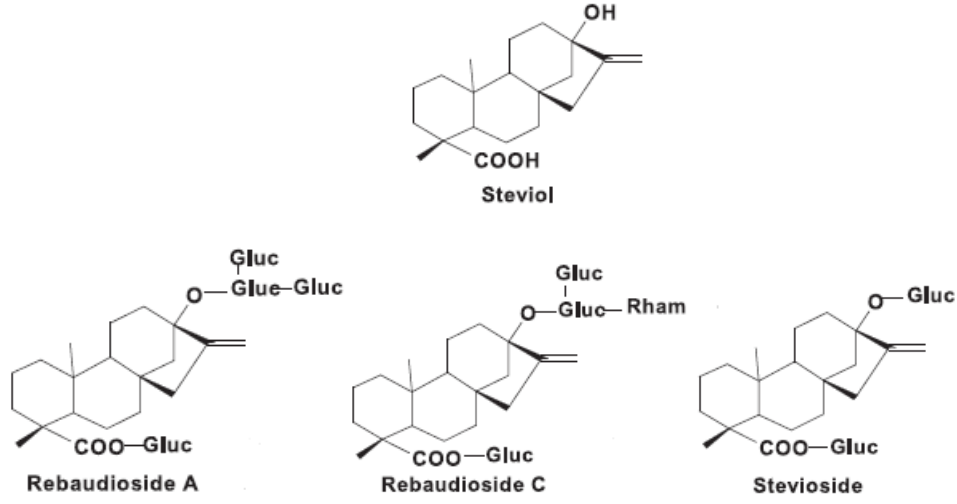
Çizelge 2.7. *Stevia rebaudiana* Bertoni bitkisinin bileşenleri (Megeji ve ark. 2005).

Bileşen	Miktar (%)
Nem	82,30
Yağ	1,90
Kül	6,30
Protein	11,20
Karbonhidrat	52,00
Lif	15,20
Enerji (kcal)	270,00
Vitamin	0,01
Manganez	0,014
Fosfor	0,32
β -karoten	0,01
Potasyum	1,78
Kalsiyum	0,54
Sodyum	0,09
Demir	0,003
Kalay	0,001
Magnezyum	0,35

S. rebaudiana Bertoni bitkisinin yapraklarından tanımlanan steviol glikozit yaklaşık 40 adettir. Bitkinin doğal tatlandırıcı olmasını sağlayan steviosid bileşenleri bitkinin yaşam süresi arttıkça yapraklarında birikimi artmaktadır Yapraklarda yoğun olarak bulunan steviol glikozitler, steviosid, steviolbiosid, dulcosid ve rebaudiosid A,B,C,D,E,F,M olarak tanımlanmış sekonder metabolitlerdir (Chatsudthipong ve Muanprasat 2009, Petit ve ark. 2018).

Stevia bitkisinin türüne ve büyüme koşullarına bağlı olarak değişmekle birlikte yapraklarında kuru ağırlık bazında %0,4-0,7 dulcosid, %6-8 rebaudiosid A %1-2 rebaudiosid C ve %9-13 steviosid ve az miktarlarda rebaudiosid B, D, E, F ve M ile steviolbiosid içermektedir (Gardana ve ark. 2010).

Stevia bitkisinin bileşiminde bulunan ve tatlandırıcı özelliği en yüksek bileşik rebaudiosit A pancar şekerine oranla (400-500 kat) çok daha tatlı özelliğe sahiptir. Bitkinin işlem görmemiş yapraklarının pancar şekerine oranla (10-15 kat); kurutma ve toz haline getirme işlemlerinde ise 200-300 kat daha fazla oranda tatlılığa sahip olduğu bilinmektedir (Lemus-Mondaca ve ark. 2012). Şekil 2.9.'da *Stevia rebaudiana* Bertoni bitkisinin bileşiminde bulunan tatlılık bileşenleri verilmiştir.



Şekil 2.9. *Stevia rebaudiana* Bertoni bitkisinin bileşiminde bulunan tatlılık bileşenleri (Madan ve ark. 2010).

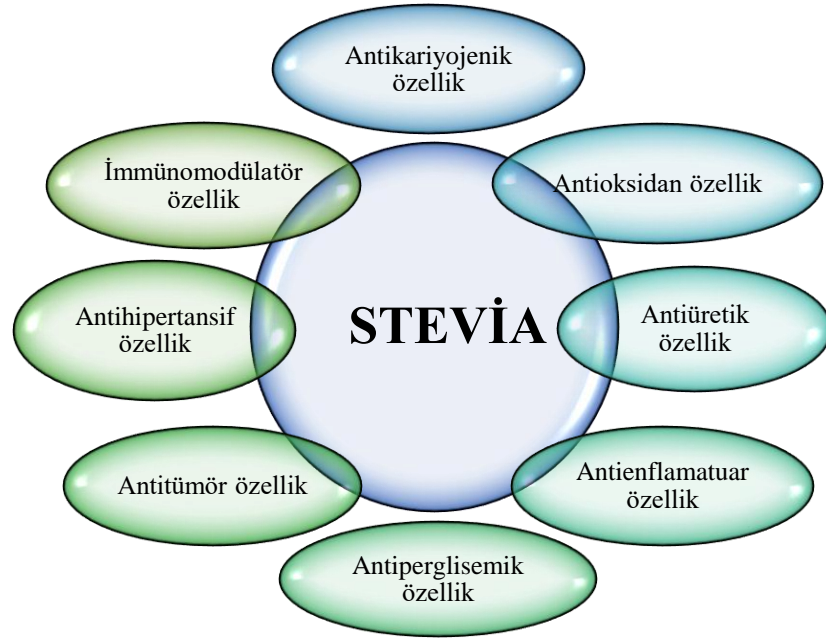
Stevia rebaudiana Bertoni bitkisi sahip olduğu fenolik bileşikler ile antioksidan özellik göstermektedir. Bu antioksidan özellik sahip olduğu pirogalol, flavon, flavonoidler gibi fenolik bileşenlerin çeşidinden ve yüksek oranlarından kaynaklanmaktadır. Ayrıca sahip olduğu tanninler, aromatik bileşikler, esansiyel yağ asitleri ile antimikrobiyel özelliğene de sahip bulunmaktadır (Geuns 2000, Hajihashemi ve Geuns 2017).

Stevia rebaudiana Bertoni, kalorisiz bir tatlandırıcı olarak bilinmekte ve dünyanın çoğu bölgesinde tüketiciler tarafından kullanılmaktadır. Stevia ham formunda tatlandırıcı olarak kullanılsa da bileşiminde az bir miktarda meyan kökü özütü de içermektedir. Stevia kullanımı kan şekeri seviyesini etkilemediği için şeker hastaları için güvenli olduğu ispatlanmıştır. Diğer organları ve sistemleri etkileyecek yan etkilere sahip olmadığından, diğer tatlandırıcılardan farklı olarak antibakteriyel ve antifungal etkiler göstermektedir (Goyal ve ark. 2010, Chou ve ark. 2013, Eroğlu ve Özcan 2019).

Stevianın, diş macunları, gargaralar gibi günlük kullanım ihtiyaçlarında, bazı bitkisel ilaçların yapımında güvenle kullanılabilmesi belirtilmektedir. Taze stevia bitkisi yaprakları çay olarak tüketildiğinde mide rahatsızlığı için mükemmel rahatlama

sağladığı için bu şekilde tüketimi de önerilmektedir (Goyal ve ark. 2010, Chou ve ark. 2013).

Stevia rebaudiana Bertoni'nin insan sağlığı üzerine olumlu etkileri Şekil 2.10.'de görülmektedir.



Şekil 2.10. *Stevia rebaudiana* Bertoni'nin sağlık üzerine etkileri (Chou ve ark. 2013)

Zhang ve ark. (2017) stevia bitkisi ve bileşiminde bulunan steviosit'in tatlandırıcı olarak kullanıldığında hem şeker hastaları için hem fenilketanuri hastaları için güvenli olduğu ve şekerden kaçınarak kilo vermek isteyen tüketiciler için alerjik olmadığını belirtmektedir.

Stevia bitkisi gıda ve kozmetik alanında sıklıkla kullanılmaktadır. Bitki bütün ve yaprakları ezilmiş şekilde kullanılabilirken, en çok sıvı ve toz formdaki stevia ekstraktları tercih edilmektedir. Stevia, kurutulup öğütülen stevia yapraklarının paketlenmesiyle toz stevia ve yaprakların özü çıkarılarak elde edilen stevia ekstraktı olmak üzere iki şekilde üretilmektedir (Midmore ve Rank 2002, İnanç ve Çınar 2009). Şekil 2.11.' de Stevia üretim aşamaları görülmektedir.



Şekil 2.11. Stevia üretimi aşamaları (Singh ve ark. 2018)

Kumar ve ark. (2011) *Stevia rebaudiana* Bertoni bitkisinin sahip olduğu diterpen glikozitlerden dolayı kalorisiz en tatlı bitki olduğunu savunmuştur. Bitki yapraklarının

şeker pancarından 30 kat daha tatlı olduğu ve diyabetik hastalar için güvenli olduğu belirtilmiştir.

Stevia bitkisinin, obezite, diyabet, hipertansiyon ve diş çürümeleri gibi rahatsızlıkların önlenmesinde, antihipertansif, antitümör ve antihiperglisemik aktivitelerine karşı etkili olduğu yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Ayrıca kan basıncını düşürmekte ve bakteriyostatik etkiye de sahip bulunmaktadır. Stevia'nın, antibakteriyel etki göstermesinden dolayı içeriğinde bulunan yiyecek ve içeceklerin raf ömrü sürelerini uzattığı bildirilmiştir. Ek olarak stevia da, 100°C ve üzeri sıcaklıklarda yapısal formunda bir bozulma olmadığı için şekerleme ve pasta endüstrisinde güvenle kullanılmaktadır (Madan ve ark. 2010, Swithers 2013).

Shivanna ve ark. (2013), diyabetik sıçanlar üzerinde stevia yapraklarını ve ekstrakte polifenollerini denemiştir. Steviadan alınan polifenollerin sıçanların diyetinde yer alması ile, şeker hastalığında ve komplikasyonlarında bir azalmaya yol açtığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca streptozotosin kaynaklı oksidatif stres, toksisite ve kan glukoz seviyelerinin modülasyonunu değerlendirmek amacıyla analizler yapmıştır. Analizler sonucunda kan şekeri, ALT ve AST karaciğer enzimleri, malondialdehit (MDA) konsantrasyonlarında azalmalar; stevia yapraklarından kaynaklı insülin seviyesinde artış gözlenmiştir. Bu durumun karaciğer ve böbrek hasarlarını hafifletilerek olumlu etki yaptığı çalışma sonucunda belirtilmiştir.

Lisak ve ark. (2011), stevia ve eşit miktarda sakkaroz ile stevia kombinasyonunu üç farklı konsantrasyonda (%3, %4,5 ve %6) çilek aromalı yoğurtta incelemiştir. Duyusal değerlendirmede, en yüksek tatlılık derecesi sakkaroz ile üretilen yoğurtlarda, en düşük tatlılık seviyesi ise stevia ile üretilen yoğurtta bulunmuştur.

Ozdemir ve ark. (2015), stevia-kakao katkılı dondurmaların fiziko-kimyasal ve duyusal özelliklerini araştırdığı bir çalışmada sakkaroz ve steviayı tatlandırıcı olarak kullanmıştır. Eğitimli panelistler tarafından stevia-kakao içeren örneklerin viskozite ve overrun oranları en yüksek, ilk erime sürelerinin de en uzun olduğu sonucuna varılmıştır.

Kırmacı ve ark. (2014), probiyotik dondurmaların özellikleri üzerine prebiyotik lif içeren stevia ilavesinin etkisini inceledikleri çalışmada, şeker yerine %0, %25, %50, %75 ve %100 oranında stevia kullanmışlardır. Üretilen dondurmaların duyuşal ve fiziksel özelliklerinin iyileştiği ancak, artan stevia oranına bağlı olarak kurumadde ve viskozite değerlerinde azalma olduğu saptanmıştır.

Ozcan ve ark. (2017a), *L. casei* probiyotik bakterisinin, glikoz, inülin ve stevia gibi substratlar üzerinde canlılığını araştırmıştır. Üründe ve *in vitro* besiyerinde geliştirilen *L. casei*'nin fermentasyon esnasında ortamda bulunan steviayı kullanarak gelişiminin olumlu etkilendiği sonucuna varılmıştır. Böylece fermente süt ürünlerinde stevianın potansiyel prebiyotik özelliğinden dolayı ilave edilebileceği belirtilmiştir.

Narayanan ve ark. (2014), vanilyalı yoğurtta sakkaroz, aspartam, eritritol + steviol glikozid, maltodekstrin + steviol glikozid ve stevia ekstraktı kullanmışlar ve yoğurtta stevia tatlandırıcılarının orta düzeyde (%0,7-%5,5) kullanımını uygun olarak belirtmişlerdir.

Pourahmad ve Khorramzadeh (2016), soya sütü tozu ve üç farklı tatlandırıcı (stevia, eritritol, izomalt) kombinasyonunu içeren toz içeceğini araştırdıkları çalışmada, tatlılık derecesi %80 ve %90'ı stevia ve kalanı eritritol ve izomalt (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 0:100) karışımından gelecek şekilde formüle edilmiştir. Stevia ilaveli tüm örnekler fiziko-kimyasal ve duyuşal açısından kabul edilebilir sonuçlar verirken, tatlılığın %80 oranında steviadan, %20 oranında eritritol ile izomalt (75:25) karışımından elde edildiği örnek en çok beğenilmiştir.

2.4. Kırmızı Pancar ve Süt Ürünlerinde Kullanımı

Günümüzde fonksiyonel bileşimi ve antioksidan özelliği ile dikkat çeken sebzeler kategorisinde tüketimi giderek yaygınlaşan kırmızı pancar (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*), *Chenopodiaceae* familyasına ait iki yıllık otsu bir bitki olarak sınıflandırılmaktadır (Wruss ve ark. 2015).

Pancar, kök-sebze grubunda olup, 16. yüzyıldan buyana tarımı yapılan bir bitkidir. Ülkemizde Ege ve Akdenizin kıyı şeridi ve ayrıca Marmara Bölgesi ile Batı Anadolu da yetiştirilmektedir. Humuslu killi toprakta yüksek verimle yetiştiriciliği yapılmaktadır. Pancar yüksek sıcaklıkları sevmeyen, ancak optimum nemin bulunduğu ortamlarda yüksek sıcaklığa karşı toleransı artan bir bitkidir. Kök yapısı iyi gelişmiştir ve kuraklığa karşı dayanıklıdır (Gentile ve ark. 2004, Masih ve ark. 2019). Şekil 2.12.'de kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L.) bitkisi görülmektedir.

Pancar, botanik olarak kırmızıdan sarıya değişen, farklı miktar ve çeşitlerde renk pigmentleri içeren ve ayrıca antioksidan, antifungal, antienflamatuar, antimikrobiyel ve diüretik etkiler gösteren bileşikler içeren bir sebzedir Bu bileşenler, karotenoidler, glycine, saponinler, betasiyaninler, folatlar, betaninler, polifenoller ve flovonoidlerdir (Jastrebova ve ark. 2003, de Zwart ve ark. 2003, Atamanova ve ark. 2005, Vali ve ark. 2007, Dias ve ark. 2009, Nguyen ve ark. 2018).



Şekil 2.12. Kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L.)

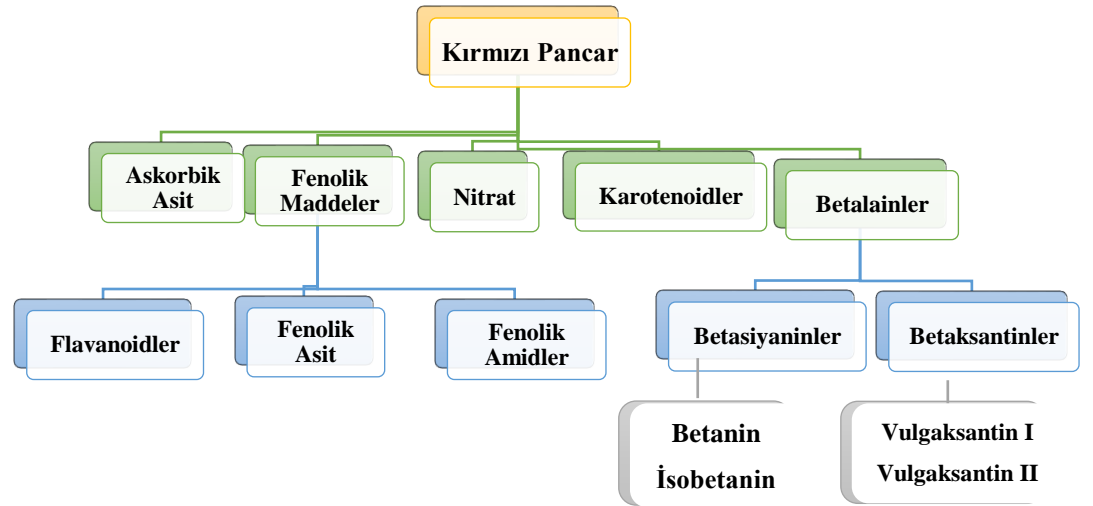
Kırmızı pancarda bulunan biyolojik etkili bileşikler, demir (Fe), kalsiyum (Ca), potasyum (K), magnezyum (Mg), sodyum (Na) mineralleri; vitaminler ise A vitamini, B₆ vitamini, C vitamini, folik asit olarak sıralanabilir. Zengin besinsel içeriği sayesinde pancar ve ilave edildiği ürünler yaşa bağlı olarak ortaya çıkan hastalıklardan korunmada da etkili olmaktadır (Gliszczynska–Swiglo ve ark. 2006, Zitanova ve ark. 2006, Georgiev ve ark. 2010).

Kırmızı pancar, doğal renk maddesi olan betalain içermektedir. Betalainler pancara doğal kırmızı rengini veren pigmentlerdir. Pancarın renk maddeleri, gıda endüstrisinde doğal renk maddesi olarak da kullanılmaktadır. Doğal renk pigmentlerinin yanı sıra

pancar bileşiminde doğal olarak şeker, tuz, yağ asitleri, proteinler, karbonhidratlar, alkolik bileşikler ve karotenoidler bulunmaktadır. Pancarda bulunan biyoaktif bileşiklerin kan basıncını düşürdüğü, kalp rahatsızlıklarına karşı korunmada yardımcı olduğu, pancar suyu tüketiminin beyin fonksiyonlarını iyileştirdiği ve vücut tarafından oksijen alımını arttırdığı belirtilmektedir (Georgiev ve ark. 2010, Wruss ve ark. 2015, Chawla ve ark. 2016).

Kırmızı pancarda bulunan potansiyel aktif bileşenler (Clifford ve ark. 2015) Şekil 2.13.'de ve Çizelge 2.8.'de ise kırmızı pancarın besin içeriği ve fonksiyonel özellikleri görülmektedir (Chawla ve ark. 2016).

Kırmızı pancar gıda endüstrisinde bütün olarak haşlanmış formda, pancar suyu ekstraktı elde edilerek ya da haşlanıp kurutulduktan sonra toz haline getirilmesi gibi yöntemler uygulanarak kullanılmaktadır. Bu işlemler uygulanırken pancarın sahip olduğu fonksiyonel bileşenler, antioksidanlar ve renk pigmentlerinin de zarar görmemesi hedeflenmelidir (Wootton-Beard ve Ryan 2011).



Şekil 2.13. Kırmızı pancarda bulunan potansiyel aktif bileşenler (Clifford ve ark. 2015)

Çizelge 2.8. Kırmızı pancarın besin içeriği ve fonksiyonel özellikleri (Chawla ve ark. 2016).

Besin İçeriği	Fonksiyonel/Biyoaktif Bileşik	Bitkide Bulunduğu Kısım
Fenolik Bileşikler	N-cis-Feruloil 3-o-metildopamin, N-cis-Feruloiltiramin, N-trans-Feruloil, 3-o-metildopamin, N-trans-Feruloiltiramin	Tohumlar
Kumarinler	Scopolatin, Eskületin, Umbelliferone, Peonidin, Siyanidin	Yaprak ve kök
Triterpenler/ Steroid	Beta-amirin asetat, Boehmerilasetat, Friedelin	Yaprak ve kök
Alkolik Bileşikler	Calystegine B1, Calystegine B2, Calystegine C1, Calystegine B3, Ipomine	Yaprak ve kök
Karbonhidratlar	Nişasta, Şekerler (Fruktoz, sükroz, glikoz), diyet lifi	Kök
Mineraller	Magnezyum (Mg), Bakır (Cu), Fosfor (P), Kalsiyum (Ca), Demir (Fe), Mangan (Mn), Potasyum (K), Sodyum (Na), Çinko (Zn)	Yaprak, kök, pulp
Aminoasitler	Treonin, Valin, Sistin, Metionin, İzolösin, Lösin, Lisin, fenilalanin, Histidin, Arginin, Glutamik asid, Prolin, Alanin, Tirozin	Yaprak
Antosiyaninler	Karotenoidler (beta-karoten)	Kök ve pulp
Flavanoitler	Tilirosid, Astragalın, Rhamnositrin, Rhamnetin, Kaempferol	Kök ve pulp
Yağ Asitleri	Pentadesilik asit, Palmitik asid, Stearik asit, Linolenik asit, Palmitoleik asit, Oleik ve Vaccenik asit	Yaprak

Er (2011), kırmızı pancarın bazı fiziksel ve fitokimyasal özellikleri üzerine farklı kurutma sıcaklıklarının etkisinin incelediği bir çalışmada, mikrodalga ve suda haşlama ön işlemleri uygulamasından sonra, farklı kurutma sıcaklıklarının kırmızı pancarın fonksiyonel özelliklerine etkisi araştırılmış ve en uygun yöntemin uygulanan ön işlemlerden suda haşlama yönteminin ve 70°C kurutma sıcaklığı olduğu belirtilmiştir.

Fenolik bileşenler bitkide meyve, kök, tohum, yaprak ve kabukta bulunan pentoz fosfat ve fenilproponoid metabolik yolu ile metabolizma ürünü olarak sentezlenmektedir. Bitkilerin dokularında yaklaşık 8000 adet fenolik bileşik saptanmış ve dokularda fenol grupları ve bu gruplara bağlı hidroksil (-OH) grupları saptanmıştır. Fenolik bileşikler, basit fenoller, aldehitler, fenolik asitler, hidroksibenzoik ve hidroksisünamik alkoller, flavanoidler, lignanlar gibi alt gruplara ayrılmaktadır. Meyve ve sebzeler fenolik bileşen maddeler bakımından oldukça zengindir (Figiel 2010, Mark ve ark. 2019).

Doğal gıdalarda bulunan fenolik bileşiklerin tüketilmesi ciddi sağlık risklerini azaltabilmektedir. Fenolik bileşikler, serbest radikalleri etkili bir şekilde

temizleyebildikleri ve geçiş metallerini elatlayabildiği için güçlü antioksidan aktiviteye sahiptirler (Kujala ve ark. 2002). Kırmızı pancar toplam fenol ve flavonoid bakımından oldukça zengindir. Kırmızı pancarın içeriğinde bulunan fenolik maddeler (fenolik asitler, fenolik asit esterleri ve flavonoidler) ve folik asit sayesinde cilt ve akciğer kanserine neden olan tümörlere inhibitör etki gösterdiği, pancar tktiminin kanserin gelişimini ve ilerlemesini engellediği belirtilmektedir. Ayrıca pancar ekstraktlarının *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* bakteri şusları üzerinde antimikrobiyel aktiviteye sahip olduğu da saptanmıştır (Rauha ve ark. 2000, Roy ve ark. 2004, Masih ve ark. 2019).

Pancarın fitokimyasal bileşimi yaygın bir biçimde çalışmalarda incelenmiştir. Nahla ve ark. (2018) *Beta vulgaris*' in sulu ve etanol ekstraktlarının içerdikleri fitobileşen miktarlarını saptamak için yaptıkları araştırmada toplam fenolik madde oranını sulu ekstraktta %7,81 ve etanolik ekstraktta ise %16,88 olarak bulmuştur. Örneklere ait toplam flavonoid içeriği ise sulu ekstraktta %4,77 ve etanolik ekstraktta %10,80 olarak belirlemiştir. Toplam fenolik madde miktarı ve flavonoid içeriğinin etanolik ekstraktta diğer örneklere göre fazla bulunmasının nedeni ekstraksiyon için kullanılan zcden kaynaklı olduğunu belirtmişlerdir.

Kujala ve ark. (2001), pancarın fenolik bileşen miktarını incelemişlerdir. Çalışmada öncelikle kırmızı pancar temizlenip parçalara ayrılmış -25°C'de liyofilizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Miktarları farklı zclerle ekstrakte edilen kırmızı pancar ekstraktları HPLC cihazı ile değerlendirilmiştir. Kırmızı pancarda bulunan fenolik bileşen miktarları metod A (%80 metanol 25 mL) ile 24.1 ± 0.3 mg/g GAE, metod B ile (%80 metanol 10 mL) 20.5 ± 0.4 mg/g GAE olarak bulunmuştur.

Song ve ark. (2010) Amerika Birleşik Devletleri'nde yaygın olarak tktilen 27 sebzenin hücresel antioksidan aktivite (CAA), toplam fenolik madde içerikleri ve oksijen radikal yakalayıcı kapasitesi (ORAC) değerlerini belirlemişlerdir. Bu sebzelerden kırmızı pancar, brokoli ve kırmızı biberin en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur. Elde edilen bulgular neticesinde, sebze tktimlerinin antioksidan ve fenolik madde alımını artırarak yaşanabilecek kanser ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde etkili olduğu belirtilmiştir.

Rakin ve ark. (2007), kırmızı pancar ve havuç sularından oluşturulan bir karışımda *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. delbrueckii* ve *L. plantarum* probiyotik bakterileri ile fermantasyon gerçekleştirmiştir. Amaçlanan lakto-meyve suları üretimi sırasında kırmızı pancar suyu sebzedden preslenerek ayrılmış pastörizasyon işleminden sonra laktik asit bakterileri 2×10^5 ya da 5×10^6 kob/mL olarak aşılmıştır. Çalışma sonucunda lakto-meyve suları kategorisinde yeni bir ürün üretilmiş, substrat olarak denenen karnabahar, havuç, kereviz, kırmızı pancar probiyotik fonksiyonel bir ürün olarak değerlendirilmiştir.

Kırmızı pancar çoğunlukla kırmızı-mor renkli betasiyaninler (betanin, isobetanin, probetanin ve neobetanin), sarı-turuncu renkli betaksantinleri içermesi ile birlikte sağlığa katkıda bulunan ve betalainler denen azot içeren pigmentlerinin varlığıyla antioksidan bileşenlere sahip bulunmaktadır. Betalainler, doğal renk özellikleri ve suda yüksek çözünürlük göstermeleri ile de gıda endüstrisinde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Kavalcova ve ark. 2015, Chhikara ve ark. 2018).

Pancar, nitrat kaynağı olmakla birlikte vücutta nitrik oksit (NO) miktarının doğal bir yolla artmasını sağlamaktadır. Azalan NO'nın ise organizmada biyoyararlanımı önlediği belirtilmiştir (Clifford ve ark. 2015). Yapılan bir çalışmada kırmızı pancarın nitrat içeriğinin nitrik oksit sentezini uyarabilmesinden dolayı egzersiz performansını artırmak için pancar tüketimi önerilmiştir. İnsanların sağlıklı kalmak için yaptıkları diyetlerde son zamanlarda diyet nitrat miktarında artış gözlenmiştir. Son araştırmalar özellikle obeziteyle savaşılan bireylerin diyetlerindeki nitrat alımını sebzeler aracılığıyla gerçekleştirdiklerini ve nitrat içeriği fazla olan kırmızı pancarın bu diyetle yer alması gerektiğini savunmaktadır. Nitratın vücuttaki metabolitlerin vücuttan atımını kolaylaştırdığı ve hızlandırdığı ayrıca çalışmalarda belirtilmektedir (Hernandez ve ark. 2012, Webb ve Lidder 2013, Vasconcellos ve ark. 2017).

Kırmızı pancar yüksek su/nem içeriğinden dolayı biyokimyasal değişimlere kolaylıkla uğrayabilmektedir. Bu sebeple de pancarlar çoğunlukla toz haline getirilerek gıdalara doğal renk maddesi olarak katılmaktadır. Gıda endüstrisinde salçalar, soslar, hazır tüketilen çorbalar, tatlılar, reçeller, jöleler, meyveli yoğurtlar, dondurmalar, kahvaltı gevrekleri gibi ürünlerde pancar tozu ve ekstraktı genel olarak kırmızı rengi

iyileştirmede kullanılmaktadır (Mathlouthi 2001; Koul ve ark. 2002). Kırmızı pancar liyofilize su ekstraktının kalite özellikleri Çizelge 2.9.' da verilmiştir.

Çizelge 2.9. Kırmızı pancar liyofilize su ekstraktının kalite özellikleri

Kalite Özellikleri	Miktarları
Toplam fenolik madde miktarı	25,31±1,73 µg/mg
FRAP indirgeme değeri	31,55±0,71 µmol/g
Betaksantin miktarı	180,31±3,20 mg/100g
Betasiyanin miktarı	313,19±8,79 mg/100g
Toplam betalain miktarı	493,50±11,51 mg/100g
DPPH radikali giderme aktivitesi	%18,33±18,33
Toplam antioksidan aktivite	%42,33±6,74
pH değeri	6,67±0,01
Titrasyon asitliği	%0,42±0,03
<i>L*</i> (parlaklık)	28,26±2,72
<i>a*</i> (+kırmızı, -yeşil)	22,88±1,52
<i>b*</i> (+sarı, -mavi)	8,90±0,72
Ekstraktlarda monomerik antosiyanin tespit edilememiştir.	

Kırmızı pancarın patolojik bozukluklar için terapötik tedavi potansiyeli ile ilgili yapılan bir çalışmada erkek ratlar üzerinde kırmızı pancar suyu konsantresi denenerek antiinflamatuvar ve antiülser etkileri incelenmiştir. Kullanılan kırmızı pancarlar temizlenip parçalandıktan sonra konsantre edilmiş ve 50°C de vakumlu kurutucuda kurutulmuştur. Kurutulan ekstrakt belirli miktarlarda tween-80 de çözülmüştür. Ardından hazırlanan gruplara ayrılan ratlara bazal diyet ve farklı miktarlarda pancar ekstraktları iki hafta boyunca verilmiştir. Önceden tüm ratların pençelerine %4'lük 0,1 mL formalin enjekte edilmiştir. İki hafta sonrasında pençelerinde bulunan ödem miktarları formalinin neden olduğu kalınlık kullanılarak ölçülmüştür. Ratların pençesinin kalınlığındaki azalma tüketilen kırmızı pancar preparatlarının antiinflamatuvar etkisini kanıtlamıştır. Elde edilen sonuçlar, kırmızı pancar suyu ekstraktının belirgin bir pozitif etkiye sahip olduğunu göstermiş, düzenli olarak taze ya da kırmızı pancar suyunun alınmasının antiülser ve antiinflamatuvar etkilere sahip olduğu sonucuna varılmıştır (Gliszczynska-Swiglo ve ark. 2006, Gokhale ve ark. 2011, Chhikara ve ark. 2018).

Ranawana ve ark. (2018) kırmızı pancar ve çikolatayı kombine ederek kullandığı kek örneklerinin depolama ve tüketim sonrası sindirimde, yüksek yağ içeriği ve protein miktarına sahip pancar ve çikolatanın oksidatif stabilitesi üzerindeki tekil ve kombine etkileri değerlendirilmiştir. Kırmızı pancarın, kek örneklerinin antioksidan ve polifenol profillerini önemli ölçüde geliştirdiği, oksidatif stabilitesini ve raf ömrünü artırdığı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda kırmızı pancarın etki mekanizmasının çikolatayla birlikte kullanıldığında daha da geliştiği görölmüş, diğer doğal ürünlerle birleştirilerek kırmızı pancarın biyoyararlılığının artırılabilceği sonucuna varılmıştır.

Srivastava ve ark. (2015), farklı miktarlarda zencefil (*Zingiber officinale*) ve kırmızı pancar (*Beta vulgaris*) ile birlikte inek, manda ve keçi sütleri kullanarak bitkisel katkılı yoğurtlar üretmişlerdir. Örneklerde yüksek antioksidan aktivite zencefil köklü keçi sütünden elde edilen yoğurt, pancarlı keçi sütünden elde edilen yoğurt ve zencefilli inek sütü yoğurdunda belirlenirken; en düşük antioksidan aktivite ise manda sütü kullanılarak yapılan bitkisel yoğurt örneğinde saptanmıştır. Çalışmanın sonucunda yoğurt örneklerinin insan sağlığına yararlı yüksek antioksidan özelliklere sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Buruleanu ve ark. (2009), havuç ve pancar ekstraktlarını, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium sp.* bakterilerinin laktik asit fermantasyonunu izlemek için potansiyel bir substrakt olarak kullanılmışlardır. Her iki bakteri suşunun, havuç ve pancar ekstraktları kullanıldığında gelişimleri gözlenmiş ve suşların etkinlikleri arasında bazı farklılıkların olmasının hem kullanılan költürlere hem de hammadde türüne bağlı olduğu sonucuna varılmıştır. Havuç suyunun pH değeri (6,45 pH) *Bifidobacterium spp.* bakterisinin laktik asit fermantasyonundan sonra pH 4,3'ün altına düşmüştür, ortama *L. acidophilus* költürü ilavesinden 24 saat sonra ise pH'nın 3,84'e kadar düştüğü gözlenmiştir. *L. acidophilus* suşu ortamda laktik asit miktarını artırarak havuç suyunda asitlik %0,7 değerine ulaşmıştır. Kırmızı pancar suyunun fermantasyonunda ise *L. acidophilus* suşunun 24 saat içerisinde pH değerini 2 birim düşürdüğu gözlenmiştir. Çalışma sonucunda havuç ve pancar örneklerinin bakteriler tarafından prebiyotik olarak kullanıldığı sonucuna varılmıştır.

Keçi sütünün sağlığa faydası dünyaca bilinmektedir. Keçi sütü proteinler, mineraller, vitaminler ve kısa-orta zincirli yağ asitlerince zengin olup daha iyi sindirilebilirlik, daha düşük allerjenite ve laktoz intoleransı açısından uygundur. Yapılan bir çalışmada keçi sütü yoğurdu üretmek ve keçi sütünün lezzetini maskelemek için pancar suyunun kullanım miktarı optimize edilmiştir. Çalışmada kullanılan yoğurt örnekleri 4 °C'de depolanmış ve değerlendirmeler 7 gün aralıklarla 21 gün boyunca yapılmıştır. Çalışmada keçi sütü yoğurdu içeriğine pancar suyu eklenmesinin nem içeriğini artırdığı gözlenmiş, toplam kurumadde oranını düşürmüş; yağ, protein ve kül içeriğinin depolama boyunca stabil olmadığı belirlenmiştir. 21 gün depolamadan sonra titrasyon asitliği sade keçi sütü yoğurdunda %0,91'den %0,80'e düşmüştür pH ise 4,45'den 4,54'e yükselmiştir; pancar katkılı keçi sütü yoğurdu örneklerinde ise titrasyon asitliği %0,85'den %0,84'e düşmüş; pH ise 4,34-4,64'e yükselmiştir. 14 günlük depolama sonrasında en yüksek mikroorganizma sayısına ulaşılmış, keçi sütü yoğurdunda $18,70 \times 10^6$ kob/g; pancar katkılı keçi sütü yoğurdunda ise $17,56 \times 10^6$ kob/g mikroorganizma saptanmıştır. Pancar katkılı yoğurtlar üzerinde yapılan duyusal analiz sonucunda ise kullanılan pancar oranları (%4, %6 ve %8) arasında en çok tercih edilen pancar suyu konsantrasyonunun %4 olduğu ortaya konmuştur (Damunupola ve ark. 2014).

Yeni fonksiyonel bir gıdanın araştırıldığı bir çalışmada kırmızı pancar katkılı krem peynir formülasyonu değerlendirilmiştir. Çalışmada örneklere pH, asitlik, nem analizleri; yağ ve protein tayinleri ve duyusal analizler uygulanmıştır. Örneklerin pH değerleri 1. günden 25. güne kadar 4,9'dan 4,54'e düşmüştür. Asitlik ise 1. günden 25. güne kadar 0,53'den 0,93'e yükselmiştir. Örneğin yağ içeriği %28,7, nem içeriği %55 ve protein içeriği %11,8 değerlerinde bulunmuştur. Örneklerin asidik koşullar altında ve farklı asitlik oranlarında değişen kırmızı renk tonlarını oluşturduğu gözlenmiştir. Örneklerin buzdolabı koşulları altında raf ömrü 30 gün olarak tespit edilmiştir (Sandhya ve Lakshmy Priya 2017).

Shahraki ve ark. (2013) farklı oranlarda kırmızı pancar ekstraktı (%1,25; %2,5 ve %4) ve çilek aroması (%1, %2 ve %4) içeren meyveli yoğurdun optimizasyonu üzerine çalışmıştır. Yoğurt örneğinin kalitesini belirlemek için fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlarda, kırmızı pancar aromalı yoğurtların kontrol örneği ile karşılaştırıldığında yüksek sinerisis ve düşük viskozite

gösterdiği ve bu etkinin konsantrasyona bağlı olduğu görülmüştür. %2,5 oranında kırmızı pancar ilave edilen yoğurdun asitliği ise kontrol örneklerinden düşük bulunmuştur.

2.5. Betalainler

Antosiyaninler, meyve ve sebzelere kırmızı-mor tonlarında renkler veren sekonder metabolitler olan fenolik bileşenlerdir. Antosiyaninlerin renk çeşitlilikleri sahip oldukları monosakkarit sayısı ve bağlanma şekillerine, ortamın pH değerine, karboksilik asit sayısına, hidroksil sayısına, şekere bağlı bulunan aromatik asitlerin yapı ve miktarına bağlı olarak değişmektedir. Yapılarında, modosiyanidinlere farklı formlarda bağlı glikoz, galaktoz, ksiloz, ramnoz, arabinoz gibi şekerler bulundurmaktadırlar (Fang 2014, Khoo ve ark. 2017).

Antosiyaninler çabuk bozulma eğiliminde kararsız bileşiklerdir. Stabiliteleri, pH, oksijen, sıcaklık, enzim, ışık gibi birçok faktör etkilemektedir. Örneğin pigmentler pH>4,5 değerinde renksizleşmekte, pH<3,5 değerinde kırmızı rengini korumaktadır (Fernandes ve ark. 2014).

Kırmızı pancarın doğal renginin oluşumunda ve fonksiyonel bir gıda olmasındaki en önemli faktör bir antosiyanin olan betalain pigmentini içermesidir. Betalainler oksidatif stresle ilgili bozukluklara karşı antioksidan ve radikal süpürücü özelliklere sahiptirler. Betalainler çoğunlukla hücre duvarında bulunmakta, bitkide ise kabuk kısmında yoğun bir şekilde yer almaktadır (Kujala ve ark. 2002, Kumar ve Brooks 2018).

Betalainler doğal gıda renklendiricisi olarak kullanılmakta olup, suda çözünür olması, insan sağlığı açısından daha yararlı olması nedeniyle de yapay gıda boyalarından daha çok gıda endüstrisinde ilgi görmektedirler. Doğal gıda renklendiricilerinden suda çözünenler betalain, antosiyanin ve karminik asit günümüzde oldukça yaygın bir şekilde endüstride kullanılmaktadır. Bununla birlikte, betalain zayıf asidik ortamlarda (pH 3-7) daha kararlı ve suda çözünürlüğü yüksek olması nedeniyle antosiyaninlere oranla daha çok tercih edilmektedir (Stintzing ve Carle 2007).

Betalainler gıda endüstrisinde doğal renklendirici katkı olarak kullanıldığında, sıvı gıdalarda kırmızı ve kırmızının tonları pH değerlerine bağlı olarak değişmekle birlikte pH 4-5 değerlerinde açık kırmızı-mor rengi vermekte, daha yüksek pH değerlerinde ise mavi tonlarına yaklaşırken; daha düşük pH değerlerinde sarı-kahverengi tonlarına dönüşmektedir. Pancar ve betalain üzerine yapılan araştırmaların sonuçları, betalainin gıdalarda kullanıldığında büyük bir renk aralığını kapsadığını göstermektedir (Delgado-Vergas ve ark. 2000, Azeredo 2009).

Oksidasyon işlenmiş gıdaların fiziko-kimyasal özelliklerini, raf ömrünü ve besin değerlerini olumsuz etkileyebilen önemli bir sorundur. Doğal antioksidanlar, işlenmiş gıdaların antioksidasyon özelliklerini olumlu bir şekilde iyileştirmektedir (Ranawana ve ark. 2018).

İnsan vücudunda yer alan serbest radikallerin lipid, protein, karbonhidrat, nükleik asit gibi birçok moleküllerde oksidatif hasara yol açarak hastalıkların başlamasına neden olduğu birçok araştırmada belirtilmiştir. Ancak bitkilerde bulunan fenolik bileşenler ve fitokimyasal antioksidanlar serbest radikalleri nötralize edebilir ve hastalıkların önlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Kaur ve Kapoor 2002).

Biyolojik antioksidanlar, düşük konsantrasyonda kanser, karaciğer hastalığı, Alzheimer hastalığı, yaşlanma, artrit, iltihaplanma, diyabet, Parkinson hastalığı, ateroskleroz ve AIDS gibi çeşitli hastalıklarla bağlantılı çeşitli biyo-moleküllerin oksidatif hasarını geciktiren veya önleyen maddelerdir (Moon ve Shibamoto 2009).

Betalainler, antioksidan, antimikrobiyel ve antiviral etkilere sahiptirler. Ayrıca kanser hücrelerinin hücre fonksiyonlarını inhibe edebildikleri de kanıtlanmıştır. Kırmızı renk pigmentleri içermesine ek olarak betalainler, ayrıca antiinflamatuvar, hepatoprotektif ve antitümör özelliklerine de sahiptirler. Betalainlerin biyoyararlılığı yüksektir ve gastrointestinal sistemde antioksidatif özellik ve ortamda stabil kalabilme yeteneği göstermektedirler. Bu özellikler betalainlerin sağlıklı gıda katkı maddeleri olarak kabul edilmesine neden olmaktadır (Kaur ve Kapoor 2002, Strackve ark. 2003, Reddy ve ark. 2005, Azeredo 2009).

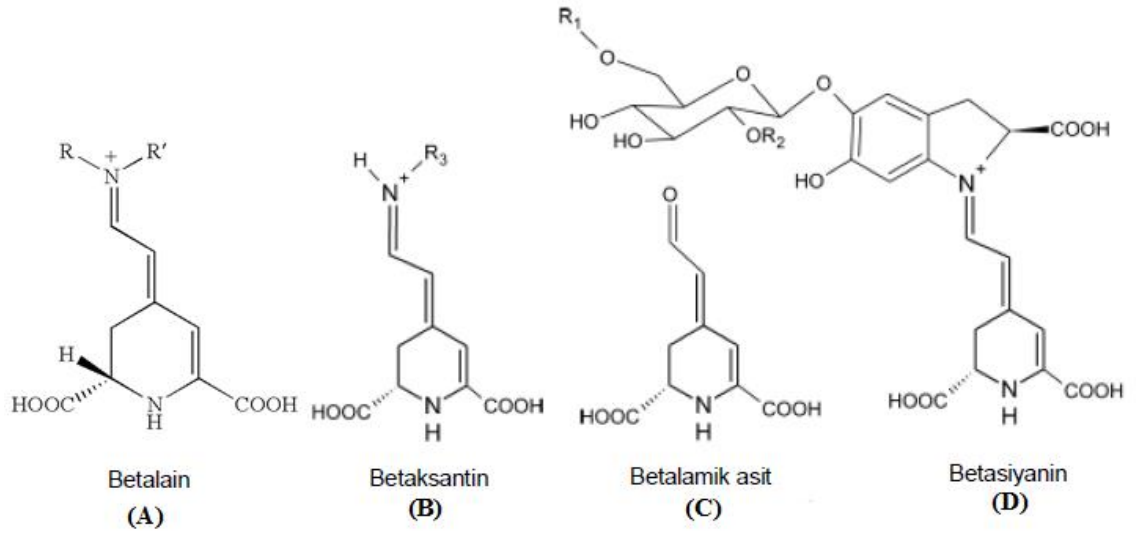
Betalain, kırmızı pancardan bitkinin parçalanıp öğütülmesinden sonra posa ve suyuyla birlikte santrifüj edilerek ayrılmaktadır. Bu süreç %45-70 betanın verimi ile sonuçlanmaktadır. Betanini ayırmanın diğer bir yolu vurgulu elektrik alan (pulsed electric field) uygulamalarıdır (Zvitov ve ark. 2007). Bu yöntemlerin pahalılığı en yaygın olarak kullanılan solvent ekstraksiyon yönteminin kullanılmasını sağlamaktadır. Betalainler suda çözünmelerine rağmen pigmentlerin tamamını çıkarmak için solvent olarak genellikle metanol veya su-etanol kullanılmaktadır (Delgado-Vargas ve ark. 2000). Ancak ucuz ve bol bulunmasından dolayı saf su da önerilmektedir (Castellar ve ark. 2006).

Betalain ve pancar tozu, pek çok süt ürünü (süt, dondurma, yoğurt ve kefir), içecekler (meyve suları), şekerler ve sığır ürünleri (pişmiş, füme, yarı kuru veya fermente edilmiş soslar), salçalar, soslar, hazır tüketilen çorbalar, tatlılar, reçeller, jöleler ve kahvaltılık gevreklerinde doğal renklendirici madde olarak yaygın bir kullanıma sahiptirler (Koul ve ark. 2002, Ingle ve ark. 2017).

Betalainler azot içeren ve suda çözünen bir pigment olarak tirozin aminoasitinden betaksantin ve betasiyanine sentezlenebilmektedir. Çalışmalarda betalainin, primer ya da sekonder aminlerle betalamik asitin kondensasyonu sonucu oluştuğu bildirilmektedir (Scibisz ve Mitek 2009).

Betalainler, betasiyaninler (kırmızı-mor pigmentler) ve betaksantinler (sarı-turuncu pigmentler) olmak üzere iki alt sınıftan oluşmaktadır (Delgado-Vargas ve ark. 2000, Stintzing ve Carle 2004). Betasiyaninler optikçe aktif formda; betaksantinlerin yapılarında ise aminoasitler indol çekirdeği ile yer değiştirmiştir (Strack ve ark. 2003).

Şekil 2.14.'de Betasiyanin, betaksantin, betalain ve betalamik asit pigmentlerinin kimyasal formları yer almaktadır.



Şekil 2.14. Betalain (A), Betaksantin (B), Betalamik asit (C) ve Betasiyanin (D) pigmentlerinin kimyasal formları (Özcan ve Bilek 2018).

Strack ve ark. (2003) araştırmada betalainin çiçek ve meyvelere renk veren bir antosiyanin olduğunu ve mantarlarda depo maddesi olarak bulunduğunu bildirmiştir. Betalain pigmentlerinin gıda renklendirmesi için kullanımları ve bazı oksidatif stresle ilgili bozukluklara karşı koruma için antioksidan, antiviral ve radikal süpürücü özellikleri nedeniyle farmakolojik alanlarda daha fazla kullanılması gerektiği vurgulanmıştır.

Kujala ve ark. (2002) dört adet kırmızı pancar örneğinde HPLC-DAD, HPLC-ESI-MS ve NMR teknikleri ile betalain ve fenolik bileşen içeriklerini tespit etmişlerdir. Kök bitkinin farklı kısımlarında, betalainleri (Vulgaksantin I ve II, betanin ve izobetanin) fenolik bileşikleri (feruloilglukoz, β -D-fruktofuranosil, 6,6'-tetrahidroksi-3-3'-biindolil) yüksek yoğunlukta içerdiği tespit edilmiştir.

Özcan ve Bilek (2018), kırmızı pancara doğal rengini veren ve doğal renk maddesi olarak adlandırılan fonksiyonel bileşen betalainlerin pancardan eldesinde basınç uygulamasının (7dk/650MPa) daha uygun olduğunu bulmuştur. Bu işlemle birlikte kısa süreli sıcaklık uygulamasının (2dk/70°C) ardından yapılan ekstraksiyon işlemine göre betalain miktarındaki kaybın daha az olduğu sonucuna varılmıştır.

Manoharan ve ark. (2012) dondurmada renklendirici madde olarak kullanılan pancar suyunun kabul edilebilir seviyesini bulmak ve elde edilen ürünün duyusal değerlendirilmesini gerçekleştirmek amacıyla pancar suyu ve çilek aroması dondurmaya farklı oranlarda eklenmiştir. Hazırlanan dondurma duyusal analizlere tabi tutularak dondurmada kullanılması gereken optimum seviye belirlenmiştir. Eklenen pancar örneğinin dondurmaya istenen doğal rengi vermesinden dolayı gıdalarda kullanılan renklendiricilere bir alternatif olabileceği sonucuna varılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Yağsız süt tozu

Kontrol, kırmızı pancar, şeker (sakkaroz) ve stevia katkılı probiyotik yoğurtların üretiminde rekonstitüe süt hazırlamak amacıyla kullanılan yağsız süt tozu Eker Süt Ürünleri Gıda San. ve Ticaret A.Ş.'den temin edilmiştir. Yağsız süt tozunun bileşimi Çizelge 3.1.'de yer almaktadır.

Çizelge 3.1. Yağsız süt tozu bileşimi

Bileşen Maddeler	Miktar
Nem (%)	3,76
Yağ (%)	0,33
pH	6,66
Asitlik (%)	0,13
Yoğunluk (g/cm ³)	0,55

3.1.2. Probiyotik bakteri kültürleri

Çalışmada kullanılan *Lactobacillus acidophilus* ve *Lactobacillus casei* probiyotik bakteri kültürleri Chr-Hansen (İstanbul) firmasından temin edilmiştir.

3.1.3. Kırmızı pancar

Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan *Beta vulgaris L.* türü pastörize edilmiş kırmızı pancar Agrotalya Tarım Gıda Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti. firmasından temin edilmiştir. Laboratuvarında yapılan analizler sonucunda kırmızı pancarın bileşimi ve özellikleri Çizelge 3.2'de belirlenmiştir.

Çizelge 3.2. Kırmızı pancarın bileşimi ve özellikleri

Bileşen maddeler	Miktar
Kurumadde (%)	17,52
Kül (%)	0,86
Toplam antioksidan aktivite (FRAP) (mg Trolox/100g)	170,20
Toplam antioksidan aktivite (DPPH) (mg Trolox/100g)	2,03
Toplam fenolik madde (mg GAE/100g)	32,87
Toplam antosiyanin miktarı (mg/kg)	5,01
Toplam karbonhidrat (%)	5,80
Diyet lifi (%)	1,90
Şeker (%)	4,70
Protein (%)	1,20
Tuz (%)	0,25
pH	5,22
Asitlik	0,287
Renk (L^* , a^* , b^*)	18,64; 4,64; 1,76
Briks	18,20
Enerji (100gr)	134 KJ-32 Kcal

3.1.4. Stevia ve Sakkaroz/Şeker

Çalışmada doğal tatlandırıcı ve şeker ikamesi olarak kullanılan *Stevia rebaudiana* Bertoni bitkisinden elde edilen stevia, Ekin Kimya (İstanbul) aracılığıyla PCSB (PureCircle Sdn Bhd, Malezya) firmasından temin edilmiştir. Çizelge 3.3.' de stevianın ürün özellikleri verilmiştir. Üretimde kullanılacak sakkaroz/şeker piyasadan temin edilmiştir.

Çizelge 3.3. Stevia ürün özellikleri

Parametre	Özellik
Görünüm	Beyaz-çok beyaz, toz
Toplam steviol glikozid	≥9,5
Rebaudioside A (%)	≥50,0
Kurutma kaybı	≤6,0
Çözünürlük	Serbestçe çözünür
pH (suda %1)	4,5-7,0
Etanol kalıntısı	Tespit edilemedi
Metanol kalıntısı	Tespit edilemedi
Kül miktarı (%)	<1,0
Kurşun (Pb, ppm)	<1,0
Arsenik (As, ppm)	<1,0
Kadmiyum (Cd, ppm)	<1,0
Civa (Hg, ppm)	<1,0
Toplam aerobik, Mezofilik mikroorganizma sayısı (kob/g)	<1000
Maya ve küf (kob/g)	<200
Toplam koliform (ems/g)	Tespit edilemedi
<i>E. coli</i> (ems/g)	Tespit edilemedi
<i>Salmonella</i> sp. (25g)	Negatif

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme deseni

Çalışmada kontrol yoğurt örnekleri de dahil olmak üzere 8 farklı çeşit yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Depolama süresinin 1., 14. ve 28. günlerinde mikrobiyolojik, fiziko-kimyasal, tekstürel, duyuşsal ve istatistiksel analizler yapılmıştır. Çalışmada denemelerde kullanılacak optimum kırmızı pancar (%5, %8, %10, %12 ve %15 meyve oranları), şeker/sakkaroz (%6, %8 ve %10) ve stevia (%0,020, %0,025 ve %0,030) miktarlarının belirlenmesi amacıyla ön denemeler yapılmıştır. Ön denemede üretilen probiyotik yoğurtların duyuşsal değerlendirilmeleri sonucunda kırmızı pancarın optimum %10, sakkarozun optimum %8 ve stevia'nın da optimum %0,025 oranında kullanılmasının uygun olacağı belirlenmiştir.

Çizelge 3.4.' de probiyotik yoğurt örneklerine ait deneme deseni verilmiştir.

Çizelge 3.4. Probiyotik yoğurt örneklerine ait deneme deseni

Yoğurt Çesidi	Deneme Deseni	Depolama Süresi (Gün)		
		1	14	28
A	<i>L. acidophilus</i> bakteri kültürü ile üretilen kontrol probiyotik yoğurt örneği			
PA	<i>L. acidophilus</i> probiyotik bakteri kültürü ve %10 kırmızı pancar ile üretilen probiyotik yoğurt örneği			
PŞEA	<i>L. acidophilus</i> probiyotik bakteri kültürü, %10 kırmızı pancar ve %8 şeker/sakkaroz ile üretilen probiyotik yoğurt örneği			
PSTA	<i>L. acidophilus</i> probiyotik bakteri kültürü, %10 kırmızı pancar ve %0,025 stevia ile üretilen probiyotik yoğurt örneği			
C	<i>L. casei</i> bakteri kültürü ile üretilen kontrol probiyotik yoğurt örneği			
PC	<i>L. casei</i> probiyotik bakteri kültürü ve %10 kırmızı pancar ile üretilen probiyotik yoğurt örneği			
PŞEC	<i>L. casei</i> probiyotik bakteri kültürü, %10 kırmızı pancar ve %8 şeker/sakkaroz ile üretilen probiyotik yoğurt örneği			
PSTC	<i>L. casei</i> probiyotik bakteri kültürü, %10 kırmızı pancar ve %0,025 stevia ile üretilen probiyotik yoğurt örneği			

3.2.2. Probiyotik yoğurt kültürlerinin aktive edilmesi

Kontrol grubu, kırmızı pancar, şeker ve stevia katkılı probiyotik yoğurt üretiminde kullanılacak olan probiyotik kültürler, Ozcan ve ark. (2017b) tarafından belirtilen yöntemle göre hazırlanmıştır. %10,70 kurumadeli rekonstitüe süt özel kapaklı şişelere aktarılarak süt tozunun iyice çözünmesi için 3 saat oda sıcaklığında karıştırılmış ve otoklavda 121°C’de 15 dakika sterilize edilmiştir. Bunu takiben 37°C’ye soğutulan sütün içerisine DVS probiyotik kültürler (*L. acidophilus* ve *L. casei*) aseptik şartlarda inoküle edilmiş ve 37°C’de pH 4,8’e ulaşana dek inkübasyona bırakılmıştır.

3.2.3. Probiyotik yoğurt üretimi

A (*L. acidophilus*, kontrol), C (*L. casei*, kontrol), PA ve PC yoğurt örneklerinin hazırlanması: Kurumadde oranı (KM) %11 olacak şekilde hazırlanan rekonstitüe sütte 90°C’de 10 dk ısıtma işlemi uygulanmıştır. Kontrol grubu örnekleri (A, C) herhangi bir ilave yapılmadan üretim gerçekleştirilmiştir. PC ve PA grubu örnekler ise 45°C’ye soğutulmuş, daha sonra %10 oranında kırmızı pancar ilave edilmiştir. PC ve PA olarak aseptik bir şekilde iki grubu ayrılan ısıtma işlemi uygulanmış rekonstitüe süt 37°C’ye soğutulmuş, %3 oranında *L. acidophilus* ve *L. casei* içeren probiyotik yoğurt kültürleri ayrı ayrı inoküle edilmiştir. Kültür ilave edilen sütler pH 4,7’ye ulaşana kadar 37°C’ de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonu tamamlanan yoğurt örnekleri 30 dk oda sıcaklığında (20±1°C) bekletilmiş ve depolama süreleri (28 gün) boyunca buzdolabı sıcaklığında (4±1°C) muhafaza edilmiştir. Şekil 3.1.’ de kontrol örnekleri ve pancar katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin üretim akış şeması verilmiştir.

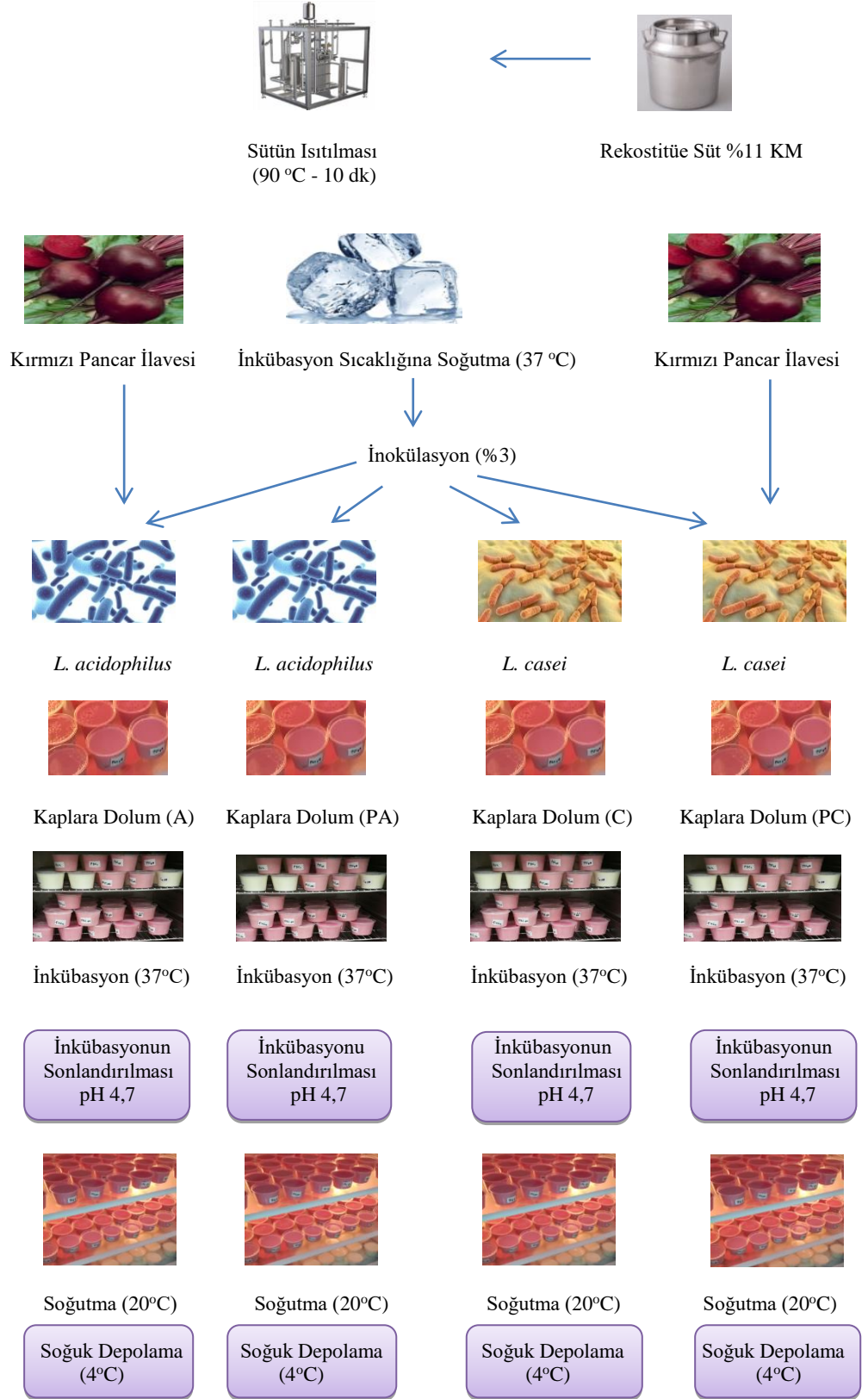
PŞEA ve PŞEC yoğurt örneklerinin hazırlanması: KM oranı %11 olacak şekilde hazırlanan rekonstitüe süt 45°C’ye ısıtılmış ve %8 oranında sakkaroz/şeker ilave edilip çözüldürülmüştür. Ardından 90°C’de 10 dk ısıtma işlemi uygulanmıştır. 45°C’ye soğutulan rekonstitüe sütte %10 oranında kırmızı pancar ilave edilmiştir. Daha sonra ısıtma işlemi uygulanmış rekonstitüe süt 37°C’ye soğutulmuş, %3 oranında *L. acidophilus* ve *L. casei* içeren probiyotik yoğurt kültürleri ayrı ayrı inoküle edilmiştir. Kültür ilave edilen sütler pH 4,7’ye ulaşana kadar 37°C’ de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonu tamamlanan yoğurt örnekleri 30 dk oda sıcaklığında (20±1°C) bekletilmiş ve depolama

süreleri (28 gün) boyunca $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir. Çizelge 3.2.' de kırmızı pancar ve şeker/sakkaroz katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin üretim akış şeması verilmiştir.

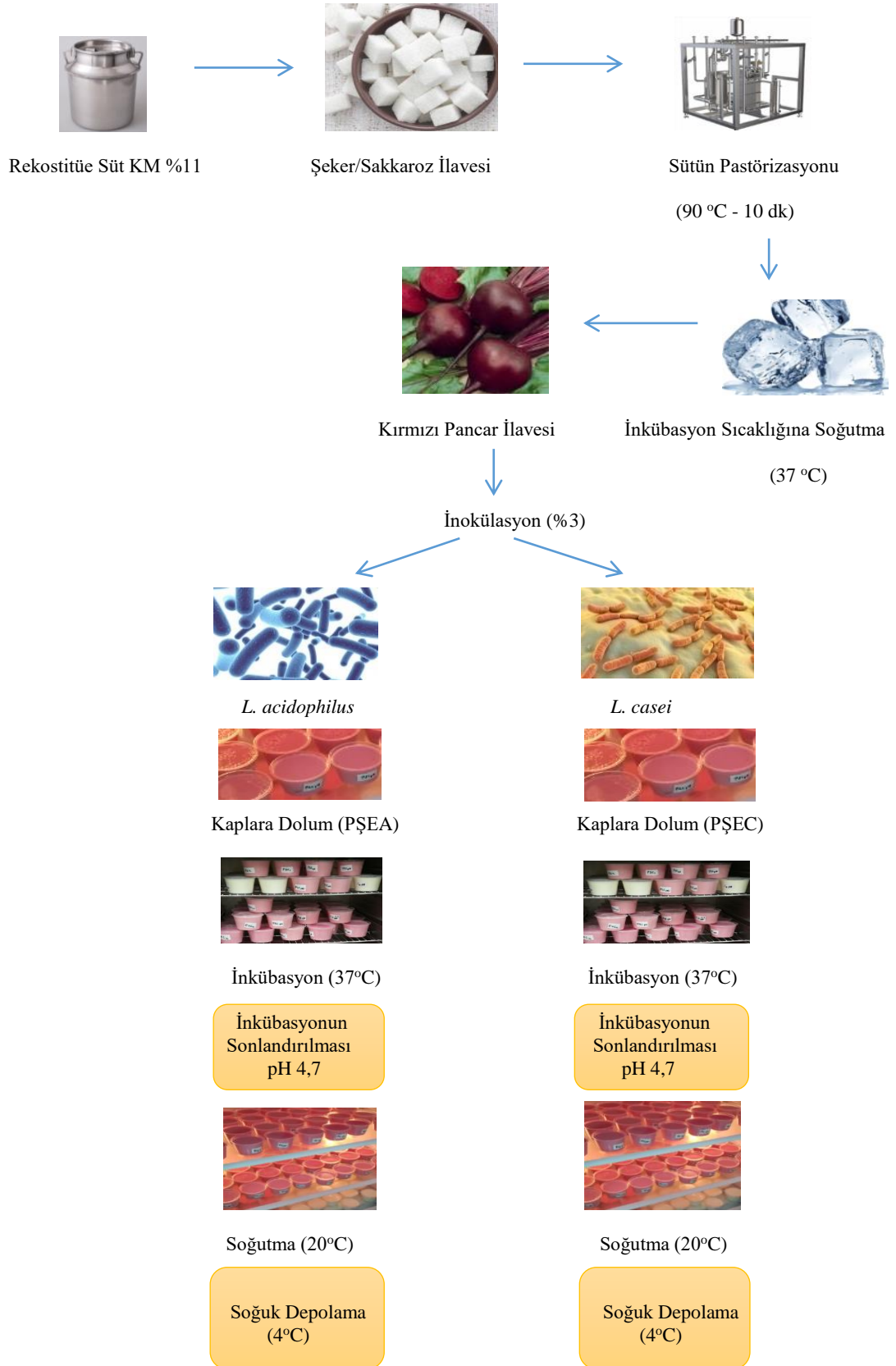
PSTA ve PSTC yoğurt örneklerinin hazırlanması: %11 KM olacak şekilde hazırlanan rekonstitue süt 45°C 'ye ısıtılmış ve %0,025 oranında stevia ilave edilmiştir. Daha sonra 90°C 'de 10 dk ısıtma işlemi uygulanmıştır. 45°C 'ye soğutulan rekonstitue süte %10 oranında kırmızı pancar ilave edilmiştir. Daha sonra rekonstitue süt 37°C 'ye soğutulmuş, %3 oranında *L. acidophilus* ve *L. casei* içeren probiyotik yoğurt kültürleri ayrı ayrı inoküle edilmiştir. Kültür ilave edilen sütler pH 4,7'ye ulaşana kadar 37°C ' de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonu tamamlanan yoğurt örnekleri 30 dk oda sıcaklığında ($20\pm 1^{\circ}\text{C}$) bekletilmiş ve 28 gün boyunca buzdolabı sıcaklığında ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) muhafaza edilmiştir. Şekil 3.3.' de kırmızı pancar ve stevia katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin üretim akış şeması verilmiştir.

3.3. Kırmızı Pancar Örneklerine Uygulanan Analizler

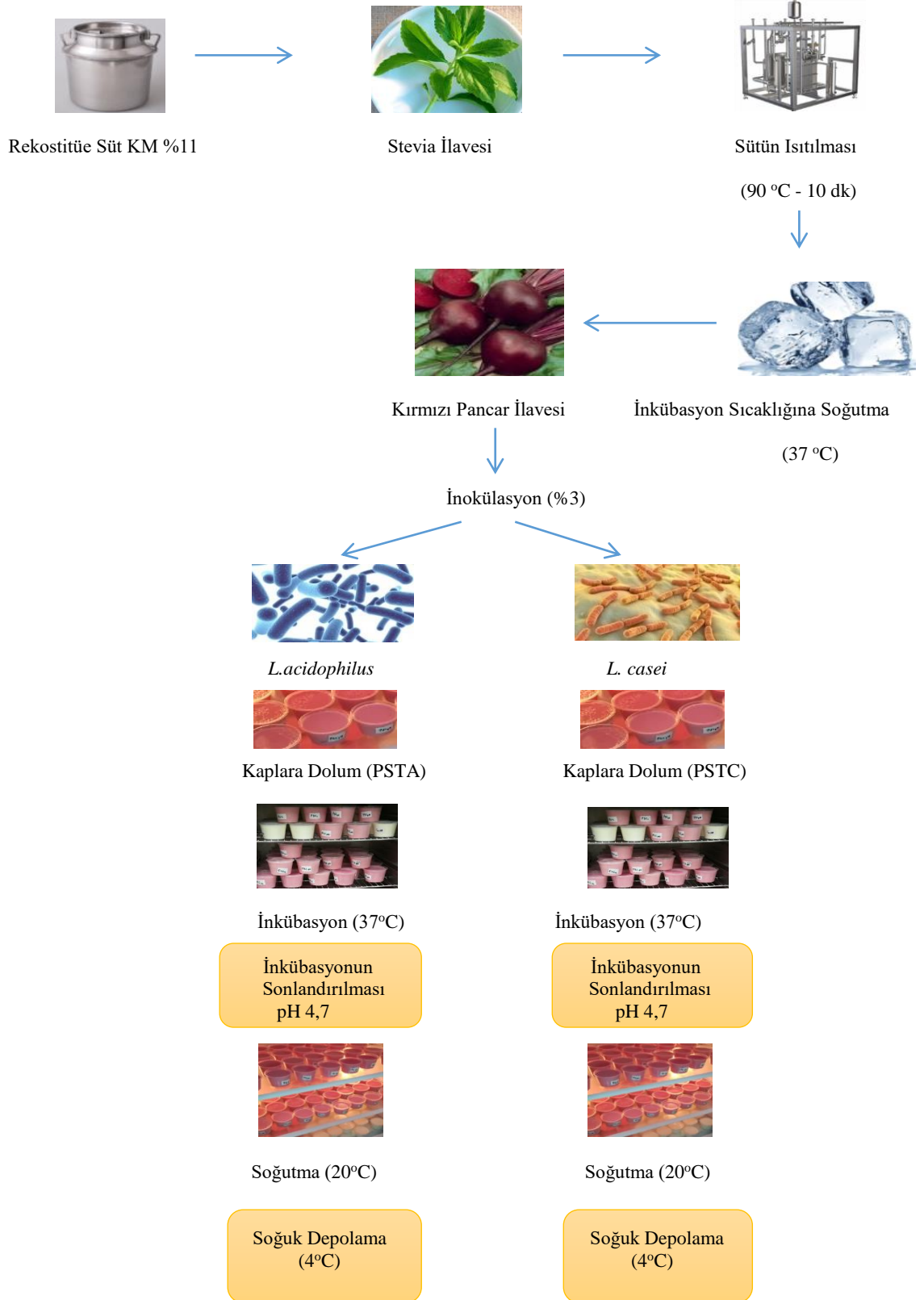
Çalışmada, hammadde olarak kullanılan kırmızı pancarda suda çözünür kurumadde/ briks (KEM Rafractometer RA-500, Tokyo, Japan), pH, asitlik (% laktik asit cinsinden) kül (%), kurumadde (%), renk (L^* , a^* , b^*), toplam antioksidan aktivite (FRAP) (mg Trolox/100g), toplam antioksidan aktivite (DPPH) (mg Trolox/100g), toplam fenolik madde (mg GAE/100g), toplam antosiyanin miktarı (mg/kg), şeker, protein, diyet lifi değerleri belirlenmiştir (Lee ve ark. 2005, Yıldız 2007, Barat ve Ozcan 2018).



Şekil 3.1. Kontrol örnekleri ve pancar katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin üretim akış şeması



Şekil 3.2. Kırmızı pancar ve şeker/sakkaroz katkıli probiyotik yoğurt örneklerinin üretim akış şeması



Şekil 3.3. Kırmızı pancar ve stevia katkıli probiyotik yoğurt örneklerinin üretim akış şeması

3.4. Yoğurt Örneklerine Uygulanan Analizler

Probiyotik yoğurt örneklerinin inkübasyon ve depolama süresince pH değerleri ölçülmüştür. Ayrıca depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde kontrol grubu ve pancar, şeker ve stevia katkılı probiyotik yoğurt örneklerinde mikrobiyolojik; *L. acidophilus* ve *L. casei* sayısı, fiziko-kimyasal; titrasyon asitliği (%), serum ayrılması (mL/25 g), renk (L^* , a^* , b^* , ΔE^* , H° , C^*), toplam fenolik madde (mg GAE/100g), toplam antioksidan aktivite (DPPH) (mg Trolox/100g), toplam antioksidan aktivite (FRAP) (mg Trolox/100g), kül (%), indirgen şeker, tekstürel; (sıklık, iç yapışkanlık, viskozite indeksi, konsistens) ve duyu analizler yapılmıştır.

3.4.1. Mikrobiyolojik analizler

Probiyotik yoğurt kültürlerinin aktive edilmesi ve bakteri sayımı

Kontrol grubu, pancar, şeker ve stevia katkılı probiyotik yoğurt üretiminde kullanılacak olan probiyotik kültürler, Ozcan ve ark. (2017b) tarafından belirtilen yöntemle hazırlanmış, *L. acidophilus* ve *L. casei* kültürleri $\sim 9,00 \log_{10}$ kob/g olacak şekilde aseptik şartlarda inoküle edilmiştir. Kültürler ve probiyotik yoğurt örneklerinde bakteri sayımı gerçekleştirilmiştir.

Örneklerin analize hazırlanması

Saf su içerisinde 8,5 g NaCl/1 L çözündürülerek hazırlanan fizyolojik tuzlu su çözeltisi, 90 mL özel kapaklı cam şişelere ve 9 mL'lik tüplere aktarıldıktan ve hermetik olarak kapatıldıktan sonra, 121 °C'de 1,2 atm basınç altında 15 dakika sterilize edilmiştir. Homojen hale getirilen probiyotik yoğurt örnekleri (10 g) içerisinde 90 mL fizyolojik tuzlu su içerisine steril şartlarda aktarılmış ve içerisinde 9 mL fizyolojik tuzlu su bulunan tüplerde 10^{-9} 'a kadar dilüsyonlar hazırlanmıştır. Mikrobiyolojik ekimler dökme plak yöntemi kullanılarak 3 paralelli olacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Abdollahzadeh ve ark. 2018).

***Lactobacillus acidophilus* ve *Lactobacillus casei* sayısının belirlenmesi**

L. casei ve *L. acidophilus* sayısının belirlenmesinde asıl gelişme ortamları olan MRS Agar (De Man, Rogosa and Sharpe) besiyeri kullanılmıştır. Steril petri kutularına 10^{-1} - 10^{-9} 'luk dilüsyonlardan 1'er mL konularak üzerine sterilize edilmiş ve 40-45°C'ye soğutulmuş MRS agardan dökülmüştür. Rotasyon hareketi ile besiyeri ve örneğin iyice karışması sağlanmış, besiyerinin katılaşması için geçen 30 dk'lık sürenin sonunda petri kutuları ters çevrilerek 37°C'de 72 saat anaerobik inkübasyona bırakılmıştır. Aneorobik koşulların sağlanması için anaerobik jar (Merck, Almanya) ve Anaerocult (Oxoid, İngiltere) kullanılmıştır. İnkübasyondan sonra oluşan koloniler (30-300 kob/g) sayılarak mL'deki *L. casei* ve *L. acidophilus* sayısı ayrı ayrı saptanmış ve sonuçlar logaritmik olarak verilmiştir (Tharmaraj and Shah 2003).

3.4.2. Fiziko-kimyasal analizler

pH analizi

Yoğurt örneklerinin fermantasyon süreci ve depolama süreleri boyunca pH değerlerinin belirlenmesinde, pH 315i/SET (WTW, Germany) marka pH metre kullanılarak, ölçümler cihazın pH 4 ve pH 7 tampon çözeltilerle kalibrasyonundan sonra oda sıcaklığında (20°C) yapılmıştır (AOAC 2012).

Titrasyon asitliği analizi

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 (Barat ve Ozcan 2018).

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

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

Ö = Titrasyonda kullanılan yoğurt miktarı

Kül analizi

Önceden kurutulup darası alınan porselen krozelere 2-3 g yoğurt örneği konulmuştur. Örnekler etüvde kurutulduktan sonra kül fırınında 500-600°C arasındaki sıcaklıkta organik maddelerin tamamı yakılmıştır. Tartım sonuçları %kül miktarı cinsinden hesaplanmıştır (Barat ve Ozcan 2018).

$$\%Kül\ miktarı = ((M1-M)/(M2-M)) \times 100$$

M = Porselen kroze ağırlığı (g)

M1 = Kroze ve kurutulmuş örneğin ağırlığı (g)

M2 = Kroze ve örnek miktarının ağırlığı (g)

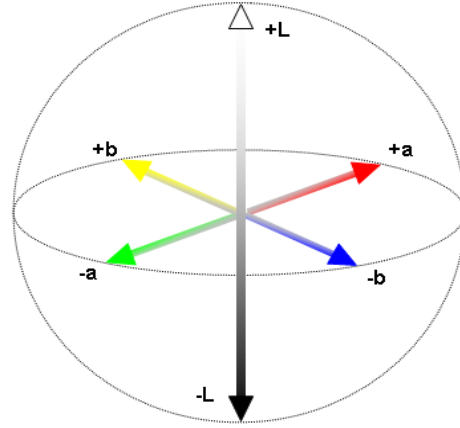
Serum ayrılması analizi

Probiyotik yoğurt örnekleri 25g tartılarak +4°C'de 2 saat filtre kağıdından süzölmeye bırakılmıştır. Süzölen miktar mL cinsinden okunmuş, sonuçlar mL/25g olarak hesaplanmıştır (Delikanlı ve Ozcan 2014).

Renk analizi

Yoğurt örneklerinde renk değerlerinin belirlenmesi için MSEZ-4500L HunterLab (Virginia, USA) renk cihazı kullanılarak renk analiz değerleri; L^* (parlaklık), a^* (+kırmızı, -yeşil) ve b^* (+sarı, -mavi) belirlenmiştir. Cihaz kalibrasyonu siyah ve beyaz tablalar kullanılarak yapılmıştır. Ardından yoğurt örneklerinin farklı yüzey noktalarından 3 paralel olacak şekilde ölçölmüş ve ortalamaları alınmıştır (Cueva ve Aryana 2008). Şekil 3.4.' de Hunter renk sisteminde yer alan L^* , a^* ve b^* parametrelerinin renk skalası verilmektedir.

Örneklerde oluşun renk tonunun (Hue açısı) hesaplanmasında $H^{\circ} = \tan^{-1} (b^*/a^*)$ formölüyle ve doygunluk indeksi olarak tanımlanan kroma değeri $C^* = ((a^*)^2 + (b^*)^2)^{1/2}$ formölüyle hesaplanmıştır. Yoğurt örneklerinde toplam renk farklılığı (TCD) aşğıdaki eşitlik ile hesaplanarak ΔE^* şeklinde ifade edilmiştir (Kurtuldu ve Ozcan 2018).



Şekil 3.4. Hunter renk sisteminde yer alan L^* , a^* ve b^* parametrelerinin renk skalası

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

ΔE^* = Isıl işlem sonrasında örneklerde meydana gelen toplam renk farklılığı

ΔL^* = Siyah-beyaz renk değişimi

Δa^* = Kırmızı-yeşil renk değişimi

Δb^* = Sarı-mavi renk değişimi

Toplam antioksidan aktivite tayini (DPPH yöntemi)

Yoğurt örneklerine toplam antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde analizlerinin yapılması için kullanılacak olan ekstraktları hazırlamak amacıyla 2 g örnek tartılmıştır. Örnekler 20 mL metanol-su (%70:30, v/v) çözeltisiyle karıştırılarak 20°C’de karanlık ortamda 4 saat süre ile çalkalanmıştır. Örnekler 3500 rpm’de 10 dakika boyunca santrifüjlenmiştir. Üst kısımda biriken berrak kısım filtre kâğıdından süzülerek elde edilen ekstraktlar analizlerde kullanılmak üzere -18°C’de depolanmıştır (Ozcan ve ark. 2019).

DPPH stok çözeltisi hazırlamak için, 0,039 g DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) metanolde çözdürülerek 100 mL’ye tamamlanmıştır (1mM:1x10⁻³ M). Hazırlanan bu

çözeltiden 6 mL alınarak tekrar metanolle 100 mL'ye tamamlanmıştır (6×10^{-5} M). Örnek ekstraktlarından 0,1 mL alınmış, üzerine 3,9 mL 6×10^{-5} M DPPH çözeltisi eklenmiştir. Karanlıkta 30 dakika bekletildikten sonra spektrofotometrik olarak 515 nm'de metanole karşı okuma yapılmıştır. Absorbans değerleri 125 mg/L'lik stok trolox çözeltisinin metanolle birlikte hazırlanmış farklı konsantrasyonlarından oluşturulan kurve yardımıyla hesaplanmış ve mg Trolox/g olarak ifade edilmiştir (Oliveira ve ark. 2009).

Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) yöntemi

FRAP analizi fenolik maddelerin Fe^{+3} iyonunu, Fe^{+2} iyonuna indirgeyebilme kapasitesini ölçmeye dayanan bir metottür. Yöntem demir iyonlarını temel olarak bileşende bulunan antioksidanların toplam miktarını açığa çıkarmaktadır. 2,5 mL 20 mmol/L $Fe_3Cl \times 6H_2O$, pH 3,6'ya sahip 25 mL 0,3 mol/L asetat tampon çözeltisi ve 40 mmol/L HCl ile hazırlanan 2,5 mL 10 mmol/L TPTZ çözeltisi birlikte karıştırılarak günlük hazırlanmıştır. 3 mL $37^{\circ}C$ 'de FRAP çözeltisi üzerine 100 μ L ekstraksiyon sıvısı eklenmiştir. Tanık ve numuneler $37^{\circ}C$ 'de 30 dk bekletildikten sonra oluşan koyu mavi renk 595 nm'de maksimum absorbans değerleri okunmuştur. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan trolox çözeltisinin değerleriyle oluşturulan kurveye göre sonuçlar mg Trolox/g olarak verilmiştir (Yıldız 2007).

Toplam fenolik madde tayini

Yoğurt örneklerinde toplam fenolik madde analizi Folin-Ciocalteu (FC) kolorimetrik metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Ryan ve Prescott 2010). Analizde fenolik maddeler FC ayracını indirgeyerek oksitlenmiş forma dönüşmektedir. Reaksiyon sonucunda FC ayracının indirgenmesiyle meydana gelen mavi renk 725 nm'de spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Önceden hazırlanan örnek ekstraktlarından 0,1 mL bir tüpe alınmıştır. Üzerine 2,3 mL saf su ardından saf su ile seyreltilmiş (1:5 oranında) 0,15 mL FC ayracı eklenerek vortekslenmiştir. 0,3 mL %35'lik Na_2CO_3 çözeltisi eklenerek karanlıkta 2 saat süreyle bekletilmiştir. Örnek absorbansları saf su ile hazırlanan tanığa karşı 725 nm'de spektrofotometrik olarak okutulmuştur. 500 mg/L'lik stok gallik asit çözeltisinin farklı konsantrasyonlarıyla elde edilen gallik asit kurvesi

yardımla sonuçlar hesaplanmış ve mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g olarak ifade edilmiştir.

Şeker analizi (DNS yöntemi)

İndirgen şeker tayininde kullanılan Dinitrosalisilik asit çözeltisi (DNS), 1 g Dns, 20 mL 2M NaOH ve 20 g Na-K-Tartarat saf su ile 100 mL'ye tamamlanarak hazırlanmıştır. Analiz için probiyotik yoğurt ve pancar örnekleri seyreltilerek 5'er mL Carrez I ve Carrez II çözeltileriyle durultulmuştur. Filtrasyon işleminden sonra aktif kömürle birlikte 100 mL'ye tamamlanmış ve 1 saat süreyle karanlıkta bekletilmiştir. Tekrar filtre edilen çözeltiler berrak ve renksiz olarak elde edilmiştir. Filtratlardan 2 mL alınarak üzerine 6 mL DNS çözeltisi ilave edilmiş ve 5 dakika boyunca kaynatılmıştır. Soğutma işleminden sonra 540 nm'de tanığa karşı spektrofotometrik olarak okunmuştur (Teixeira ve ark. 2012).

Toplam antosiyanin tayini (pH diferansiyel metodu)

Kırmızı pancar örneklerine yapılan antosiyanin analizinde, ortamda bulunan monomerik antosiyaninlerin pH 1,0'da renkli oksinium formunun absorbans değeri ile pH 4,5'de renksiz hemiketal formunun absorbans değeri arasındaki farkın antosiyanin konsantrasyonuyla orantısına dayanmaktadır (Lee ve ark. 2005). Önceden hazırlanmış örnek ekstraktlarından 100 µL alınmış, üzerine 400 µL pH 1 (potasyum klorit 0,025 M) buffer eklenmiştir. Ekstraktlardan 100 µL alınarak üzerine pH 4,5 (sodyum asetat 0,4 M) buffer eklenmiştir. Hazırlanan örnekler saf suya karşı 512 nm'de ve 700 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. Değerler aşağıdaki eşitlikle hesaplanıp mg/kg olarak ifade edilmiştir.

Monomerik antosiyanin miktarı (mg/kg) = $(A \times MW \times S \times 1000)/(E \times I)$

$A = (A_{\lambda 512} - A_{700})_{pH 1.0} - (A_{\lambda 512} - A_{700})_{pH 4.5}$

MW = Baz alınan antosiyanin molekül ağırlığı (siyanidin-3-glukozid: 449,2)

S = Seyreltme faktörü

E = Absorbans katsayısı (siyanidin-3-glukozid: 26900)

I = Spektrofotometre küvetinin tabaka kalınlığı (cm)

3.4.3. Tekstürel analizler

Probiyotik yoğurt örneklerinin tekstürel özellikleri Joon ve ark. (2017)'nin kullandığı yöntemle göre Texture Analyser TA-Plus (Lloyd Instruments) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Uygulanan back ekstrüzyon testi 1 mm.s^{-1} crosshead hızındaki baskılama işlemi, 40 mm çapında 45 mm derinliğindeki silindirik back ekstrüzyon probun yoğurtlara daldırılmasıyla 25°C 'de gerçekleştirilmiştir.

Back ekstrüzyon tekniğinde, prob 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. Değerlendirmeye alınan parametrelerden sertlik (firmness; g), maksimum pozitif kuvvet; konsistens (gs), pozitif bölgenin alanı; iç yapışkanlık (cohesiveness; g), maksimum negatif kuvvet; viskozite indeksi (index of viscosity; gs) ise negatif bölgenin alanı olarak belirlenmiştir.

3.4.4. Duyusal analizler

Kontrol grubu örnekleri ve pancar katkılı yoğurt örneklerinin tüketici beğenisini ve tüketim kalite özelliklerini öğrenebilmek amacıyla Bursa Uludağ Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri ve lisansüstü öğrencilerinden oluşan 8 kişilik eğitilmiş panelist grubu ile duyu değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir (Barat ve Ozcan 2018).

Probiyotik yoğurt örnekleri panelistler tarafından 'renk ve görünüş', 'yapı ve tekstür', 'pürüzlülük', 'koku', 'tat', 'talılık', 'duyu asitlik', 'burukluk' gibi kalite özellikleri ile 'satılma niyeti' ve 'genel kabul edilebilirlik' gibi tüketici tercih özellikleri 5-1 puan sistemi (5: Kabul edilen en yüksek değer, 1: Kabul edilen en düşük değer) ile belirlenmiştir.

Tat benzerliklerinin ayırt edilmesi amacıyla panelistlere su ve kraker ikram edilmiştir. Panelistlerden örneklerde farkedilen spesifik özelliklerin ayrıca belirtilmesi istenmiştir.

(Tat: ekşi, acı, tatlı, mayamsı, küflü, tebeşirimsi tat; Görünüş: parlaklık, matlık, üniform olup olmaması; Yapı ve Tekstür: vizkozite, ağızda bıraktığı his; Koku: yabancı koku varlığı; Renk: beyaz ve sarımsı renk; Aroma Yoğunluğu: istenmeyen aroma varlığı).

3.4.5. İstatistiksel analizler

Çalışma kapsamında 8 farklı yoğurt üretimi gerçekleştirilmiş, istatistiksel analizler üç paralelli örnek kullanılarak tesadüf parselleri deneme deseni kullanılarak belirlenmiştir. Örnekler arasında meydana gelen farklılıklar varyans analizi (ANOVA) uygulanarak tespit edilmiş ve elde edilen ortalama sonuçlar arasındaki farklar LSD testi ile karşılaştırılmıştır ($p < 0,05$, $p < 0,01$).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Pancar Katkılı Probiyotik Yoğurtlarda Probiyotik Bakterilerin Gelişimi

Fermente süt ürünleri probiyotik mikroorganizmaların gelişiminde ve canlı organizmaya aktarımında en etkileyici matrisler olarak ayrı bir önem taşımaktadır (Peres ve ark. 2012). Bununla birlikte, probiyotik bakterilerin yanı sıra diyet lifleri, vitaminler, mineraller, yağ asitleri ve antioksidanlar gibi biyoaktif bileşenleri ile birlikte, düşük glikemik indeksli doğal tatlandırıcı ve renklendiricileri içeren fonksiyonel gıdaların üretimi de belirtilen etkilere ek faydalar sağlamaktadır (Chugh ve Kamal-Eldin 2020).

Yapılan çalışmada, *L. acidophilus* ve *L. casei* probiyotik kültürleri ile fermantasyonun gerçekleştiği kırmızı pancar, şeker ve stevia içeren probiyotik yoğurtlarda canlı hücre sayısının değerlendirilmesi amacıyla depolamanın 1., 14., ve 28. günlerinde *L. acidophilus* ve *L. casei* sayıları belirlenmiştir. Mikrobiyolojik analiz sonucunda yoğurt örneklerinde belirlenen probiyotik bakteri sayıları Çizelge 4.1’ de verilmiştir.

Probiyotik mikroorganizmaların ürün tüketilinceye kadar canlı kalabilmesi bu mikroorganizmaların spesifik bir özelliğidir. Probiyotik üründe, probiyotik mikroorganizmalar minimum 10^6 kob/g ve kabul edilebilir düzeyde ise 10^7 - 10^8 kob/g seviyesinde bulunmalıdır (Lourens-Hattingh ve Viljoen 2001, Barat ve Ozcan 2018).

Yoğurt örneklerinde *L. acidophilus* bakteri sayısı 8,34 ile 9,67 \log_{10} kob/g arasında değişmiştir. Ortalama *L. acidophilus* bakteri sayısı incelendiğinde en düşük değer 8,89 \log_{10} kob/g ile depolama süresinin 28. gününde, en yüksek değer 9,51 \log_{10} kob/g ile depolama süresinin 1. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.1.).

L. casei bakterisi kullanılan örneklerde *L. casei* bakteri sayısı 9,64 ile 9,85 \log_{10} kob/g arasında değişmiştir. Ortalama değerler incelendiğinde en düşük değer 9,75 \log_{10} kob/g ile depolama süresinin 1. gününde, en yüksek değer 9,80 \log_{10} kob/g ile depolama süresinin 28. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.1.).

Kırmızı pancar, şeker ve stevia içeren probiyotik yoğurt örneklerindeki probiyotik bakteri sayılarına ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde; yoğurt çeşidi ve depolama süresi farklılıkları ile yoğurt çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmektedir ($p<0,01$) (Çizelge 4.2.). Yoğurt örneklerinin probiyotik bakteri sayılarındaki bu değişikliğin kültür olarak kullanılan *L. acidophilus* ve *L. casei* türünün gelişme faktörleri ve metabolik aktivitelerindeki farklılık ile şeker, stevia ve kırmızı pancar içeren örneklerin bileşimlerinin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.1. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca *L. acidophilus* ve *L. casei* bakteri sayısındaki değişim (\log_{10} kob/g)

Probiyotik Bakteri	Probiyotik Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
		1	14	28
<i>L. acidophilus</i>	A	9,59	8,54	8,34
	PA	9,48	9,61	9,01
	PŞEA	9,45	9,17	9,32
	PSTA	9,67	9,13	9,32
	Minimum	9,45	8,54	8,34
	Maksimum	9,67	9,61	9,32
	Ortalama	9,51	9,11	8,89
<i>L. casei</i>	C	9,71	9,68	9,69
	PC	9,64	9,79	9,83
	PŞEC	9,77	9,79	9,85
	PSTC	9,88	9,88	9,84
	Minimum	9,64	9,68	9,69
	Maksimum	9,77	9,79	9,85
	Ortalama	9,75	9,79	9,80

Probiyotik yoğurt örneklerindeki probiyotik bakteri sayısı değişimine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde *L. acidophilus* ve *L. casei* sayısı kontrole göre (A) kırmızı pancar içeren örneklerde (PA, PŞEA, PSTA) daha yüksek olarak saptanmıştır. Elde edilen bulgular incelendiğinde pancar ve stevia/şeker katkılı örneklerdeki bakteri sayısının kontrol örneklerine (A ve C) göre az da olsa daha yüksek olduğu; kırmızı pancardaki fermente edilebilir şekerler, biyoaktif içerik, fenolik bileşiklerin, ayrıca stevia ve şeker ilavesinin probiyotik bakteri gelişimini teşvik ettiği

sonucuna ulaşılmaktadır. Malik ve ark. (2019) fenolik bileşen ve flavonoid ieriğinine bağlı olarak pancar sularında *L. plantarum*, *L. acidophilus* ve *L. casei* gelişiminin arttığını belirtmiştir. Kırmızı pancarda benzer sonuçlar Yoon ve ark. (2005), Moraru ve ark. (2007) ve Buruleanu ve ark. (2009) tarafından da desteklenmektedir.

Eroğlu ve zcan (2019), stevia katkılı örneklerdeki probiyotik bakteri (*B. animalis* subsp. *lactis* ve *L. acidophilus*) sayısının kontrol örneklerine göre daha yüksek olduğunu; Ozcan ve ark. (2017a) ise, stevia ilavesinin *in vitro* koşullarda *L. casei*' nin gelişimini teşvik ettiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.2. Probiyotik yoğurt örneklerindeki probiyotik bakteri sayısına (log₁₀ kob/g) ait LSD testi sonuçları

Probiyotik Yoğurt eşidi	N	<i>L. acidophilus</i> (log ₁₀ kob/g)	<i>L. casei</i> (log ₁₀ kob/g)
A	6	8,82 ^b	-
PA	6	9,34 ^a	-
PşEA	6	9,31 ^a	-
PşTA	6	9,37 ^a	-
C	6	-	9,76 ^b
PC	6	-	9,89 ^a
PşEC	6	-	9,87 ^a
PşTC	6	-	9,80 ^a
Depolama Süresi (Gün)			
1	8	9,48 ^a	9,96 ^a
14	8	9,12 ^b	9,74 ^b
28	8	9,01 ^b	9,80 ^b
ANOVA			
rnek ()	3	**	**
Depolama Süresi (D)	2	**	**
 x D	6	**	**
Hata	12		

^aP- değerleri: (*) $P < 0.05$ değerinde önemli; (**) $P < 0.01$ değerinde önemli; ns, nemsiz. Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

A: *L. acidophilus* içeren probiyotik yoğurt, PA: *L. acidophilus* ve kırmızı pancar içeren probiyotik yoğurt, PşEA: *L. acidophilus*, kırmızı pancar ve şeker/sakkaroz içeren probiyotik yoğurt, PşTA: *L. acidophilus*, kırmızı pancar ve stevia içeren probiyotik yoğurt, C: *L. casei* içeren probiyotik yoğurt, PC: *L. casei* ve kırmızı pancar içeren probiyotik yoğurt, PşEC: *L. casei*, kırmızı pancar ve şeker/sakkaroz içeren probiyotik yoğurt, PşTC: *L. casei*, kırmızı pancar ve stevia içeren probiyotik yoğurt,

Probiyotik yoğurt örneklerindeki probiyotik bakteri sayısının depolama süresine ait LSD testi sonuçlarına göre en yüksek *L. acidophilus* probiyotik bakteri sayısı 9,48 log₁₀

kob/g ile 1. günde; en yüksek *L. casei* probiyotik bakteri sayısı 9,96 log₁₀ kob/g ile 1. günde; en düşük *L. acidophilus* ve *L. casei* probiyotik bakteri sayısı ise 14. ve 28. günlerde saptanmıştır (Çizelge 4.2.). 28 günlük depolama süresi boyunca tüm örneklerdeki probiyotik bakteri sayısının; terapötik etkinin görülebilmesi için gerekli asgari düzeyin $\geq 10^6$ kob/g (Tian ve ark. 2015) üzerinde olduğu görülmüştür.

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 (Buruleanu ve ark. 2009, Barat ve Ozcan 2018, Yıldız ve Ozcan 2019). Bu çalışmada kırmızı pancarın içeriğindeki nişasta olmayan polisakkaritler, fitokimyasallar, antosiyanin, fenolik asit ve antioksidanların probiyotik bakterilerin gelişimini desteklediği düşünülebilir.

Gıda işleme prosesi ve depolama esnasında; pH, oksidatif stres ve depolama sıcaklığı gibi probiyotiklerin hayatta kalmasını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır (Tian ve ark. 2015, Özcan ve ark. 2020). Buna ek olarak, potansiyel terapötik etkinin görülebilmesi için tüketilen probiyotik bakterilerin büyük çoğunluğunun gastrointestinal sistemden geçişleri sırasında yararlı etki gösterdikleri hedef bölgelere ulaşana kadar canlılığını koruması, özelliklerini kaybetmeden stabil kalması önemlidir (Doherty ve ark. 2012).

Kontrol grubu ve stevia katkılı probiyotik yoğurt örneklerindeki probiyotik bakteri sayısının depolamanın 14. gününe kadar artış gösterdiği, 28. günde ise azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.2.). Soğuk stresi ve asitlik probiyotik bakteri hücrelerinin biyokimyasal özelliklerini ve metabolizmasını etkilemektedir. Bu değişimin; bakterilerin depolamanın ilk 14 gününde mevcut optimum şartlarda gelişme ve aktivite göstermesi sonucu asitliğin artması, ambalaj materyalinin oksijen geçirgenliğine bağlı olarak oksijen miktarının değişmesi, oluşan metabolitlerin bakteri gelişimini baskılamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Şekil 4.1.'de depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus* probiyotik bakteri sayısının değişim profili, Şekil 4.2.'de depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. casei* probiyotik bakteri sayısının değişim profili

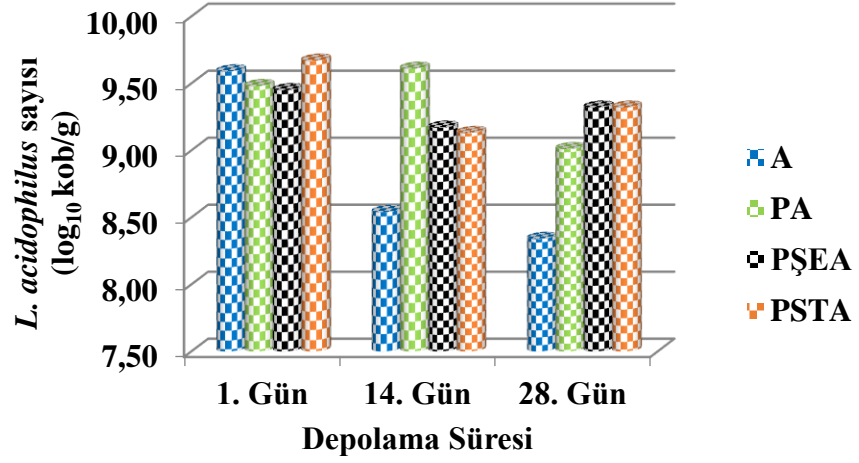
verilmiştir. *L. acidophilus* ve *L. casei* bakterilerinin depolama süresi boyunca canlılık seviyeleri incelendiğinde kırmızı pancar bileşenleri, stevia ve şekerin bakteriler üzerinde olumlu etkisi olduğu ve bakteri gelişimini teşvik ettiği gözlenmiştir.

Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre, genel ortalama *L. acidophilus* ve *L. casei* sayılarının depolama sonlarına doğru canlılık seviyesinin azaldığı belirlenmiş olsa da (Çizelge 4.2.) örnekler açısından bakıldığında depolama süresince bazı örneklerde bakteri sayısı az da olsa artış göstermiştir (Şekil 4.1., 4.2.) 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 edebilmektedir (Jin ve ark. 2015).

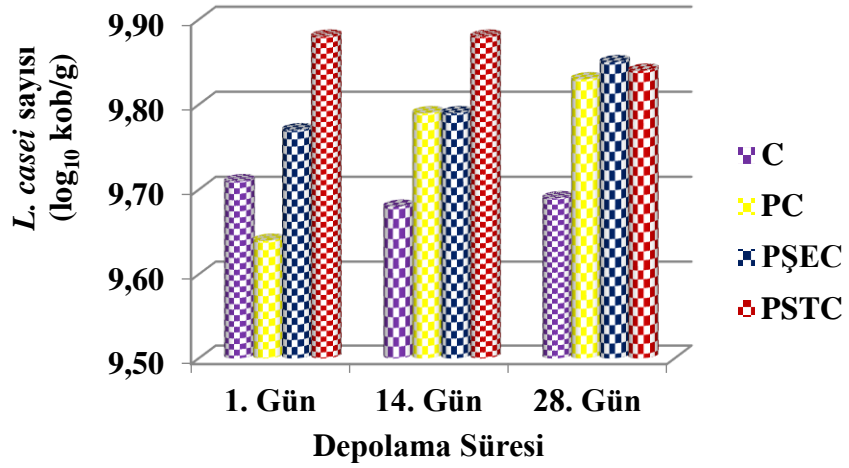
Kırmızı pancar fermente sularında *L. acidophilus* bakterisinin çoğalmasıyla ortam pH'sı 4'ün altına düşmektedir (Heczko ve ark. 2006). Fermente meyve sularında düşük pH ya bağlı olarak LAB' nin canlılığının azaldığı bilinmektedir (Barat ve Ozcan 2018).

Buruleanu ve ark. (2009), kırmızı pancar fermente suyunda *L. acidophilus* laktik asit bakterisinin ortamdaki diğer laktik asit bakterilerine göre probiyotikler için öngörülen minimum sınırların üzerinde kaldığını tespit etmiştir. Çalışmada fermente pancar suyu örneklerinin 3 haftalık soğukta depolanmasının ardından *L. acidophilus* bakteri sayısının $6 \log_{10}$ kob /mL olduğu görülmüştür.

Olson ve Aryana (2012), *L. acidophilus*'un çeşitli oligosakaritleri ve polisakaritleri substrat olarak kullanabileceğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, farklı *L. acidophilus* suşlarının spesifik büyüme oranlarındaki değişikliklerin, sinbiyotik formülasyonlar hazırlanırken uygun tipte prebiyotiklerin kullanılmasına bağlı olduğuna dikkat çekmektedirler.



Şekil 4.1. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin *L. acidophilus* bakteri sayısında meydana gelen değişim (\log_{10} kob/g)



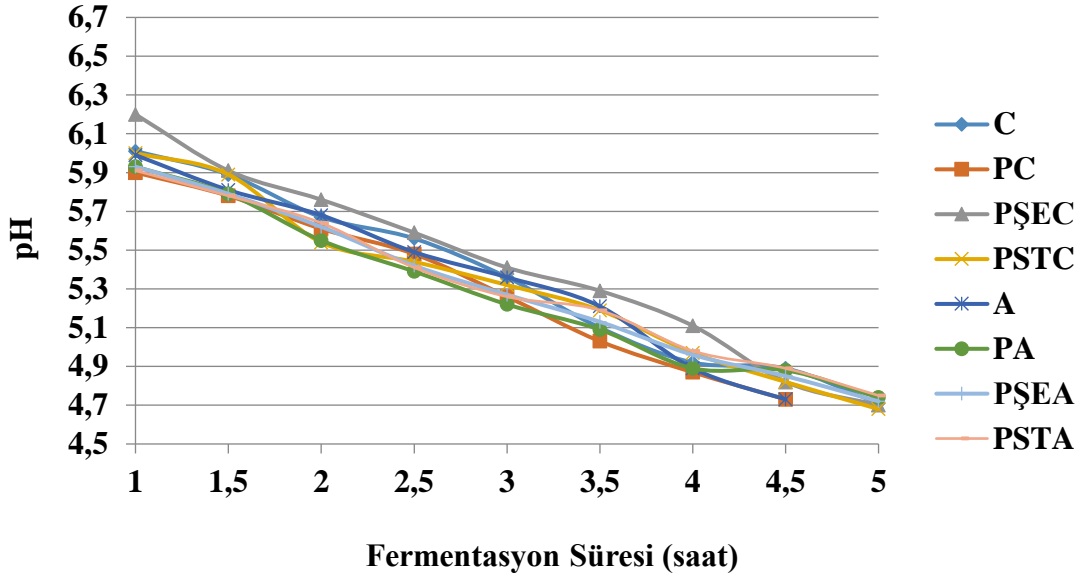
Şekil 4.2. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin *L. casei* bakteri sayısında meydana gelen değişim (\log_{10} kob/g)

4.2. Pancar Katkılı Probiyotik Yoğurtların Fiziko-kimyasal Özellikleri

4.2.1. Fermantasyon ve depolama boyunca pH değişimi

pH ve asitlik fermente süt ürünlerinin oluşmasında etkili olan parametrelerdir. Yoğurt üretiminde starter olarak kullanılan bakterilerin fermantasyonu sonucunda laktoz hidrolize olmakta, uçucu karbonil bileşikler, uçucu ve uçucu olmayan organik asitler

gibi aroma bileşikleri meydana gelmekte, bunun sonucunda da pH düşerek kazein pıhtılaşmakta ve yoğurt jelinin yapısı oluşmaktadır. Probiyotik yoğurt örneklerinde fermantasyon süresi boyunca pH değişim değerleri ve inkübasyon süreleri Şekil 4.3.' de yer almaktadır.



Şekil 4.3. Probiyotik yoğurt örneklerinin fermantasyon boyunca pH değişimi

pH değişimleri incelendiğinde pancar ve şeker içeren yoğurt örneklerinin pH değerlerinin daha hızlı düştüğü ve yoğurt jeli oluşumunun daha erken tamamlandığı görülmektedir. Kırmızı pancarın yapısında bulunan glikoz ve fruktoz'un asitliği hızlı geliştirdiği ve mikroorganizmaların gelişimini olumlu etkileyerek pH' nın daha hızlı düşmesine neden olduğu düşünülmektedir. Fermantasyon sürecinde pH' nın azalması pancar katkılı *L. casei* içeren (PC, 4 saat), pancar katkılı *L. acidophilus* içeren örnek (PA, 4 saat 20 dk) ve pancar-şeker katkılı *L. acidophilus* içeren (PŞEA, 4 saat 30 dk) örneklerde daha kısa sürede tamamlanmıştır (Şekil 4.3.).

Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca pH analizi sonuçları Çizelge 4.3.'de yer almaktadır. Depolama süresi boyunca pH değerleri *L. acidophilus* bakterisi örneklerinde 4,23 ile 4,75 arasında; *L. casei* bakterisi örneklerinde 3,91 ile 4,58 değerleri arasında değişmiştir. Ortalama en yüksek pH değeri *L. acidophilus* ve *L. casei* içeren örneklerde 1.gün, en düşük ise 28. günlerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4.3. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca pH değişimi

Probiyotik Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1.Gün	14.Gün	28.Gün
A	4,71	4,75	4,39
PA	4,54	4,36	4,23
PŞEA	4,72	4,55	4,41
PSTA	4,63	4,35	4,24
Minimum	4,54	4,35	4,23
Maksimum	4,72	4,75	4,41
Ortalama	4,65	4,50	4,32
C	4,58	4,29	4,05
PC	4,43	4,13	3,91
PŞEC	4,42	4,16	3,98
PSTC	4,57	4,20	3,95
Minimum	4,42	4,13	3,91
Maksimum	4,58	4,29	4,05
Ortalama	4,50	4,20	3,97

Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerindeki pH değişimine dair yapılan varyans analizi sonucunda yoğurt çeşidi ve depolama süresi farklılıkları ile yoğurt çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmektedir ($p<0,01$) (Çizelge 4.4.).

Probiyotik yoğurt örneklerinde pH değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.4.'de verilmiştir. Probiyotik yoğurt örneklerinde en düşük pH değeri; pancar ve stevia katkılı *L. casei* örneğinde (PSTC), pancar katkılı *L. casei* bakteri grubu örneğinde (PC) ve pancar ve şeker katkılı *L. casei* örneğinde (PŞEC) saptanmıştır. Genel olarak *L. casei* grubu yoğurtlarda pH daha düşük bulunmuştur. Kırmızı pancarın sahip olduğu fenolik bileşikler, diyet lifleri, glikoz ve fruktoz gibi karbonhidratları bakteriler fermente ederek prebiyotik olarak kullanabilmektedir (Socol ve ark. 2010). Kırmızı pancar içeren yoğurt örneklerinin yüksek probiyotik bakteri sayısına sahip oldukları gözlenmiştir (Çizelge 4.1.). Kırmızı pancarın sahip olduğu antioksidanlar, antosiyaninler ve betalainlerin probiyotik bakteri gelişimini teşvik ettiği ve bunun da pH'nın azalmasında etkili olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.4. Probiyotik yoğurt örneklerinde pH değerlerine ait LSD testi sonuçları

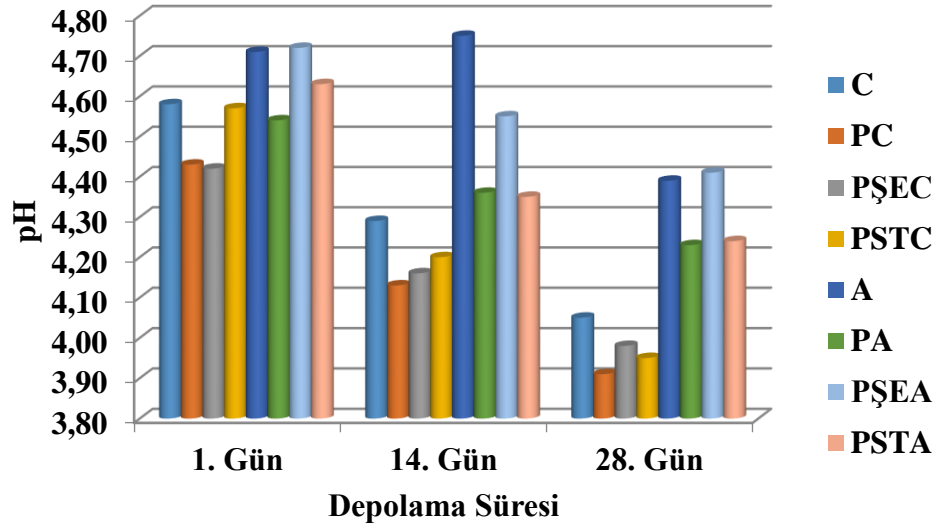
Probiyotik Yoğurt Çeşidi	N	pH
A	9	4,62 ^a
PA	9	4,37 ^c
PŞEA	9	4,56 ^b
PSTA	9	4,41 ^c
C	9	4,31 ^d
PC	9	4,15 ^f
PŞEC	9	4,18 ^f
PSTC	9	4,24 ^e
Depolama Süresi (Gün)		
1	24	4,57 ^a
14	24	4,35 ^b
28	24	4,14 ^c
ANOVA		
Örnek (Ö)	7	**
Depolama Süresi (D)	2	**
Ö x D	14	**
Hata	48	

^aP- değerleri: (*) P<0.05 değerinde önemli; (**) P<0.01 değerinde önemli; ns, önemsiz. Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

A: *L. acidophilus* içeren probiyotik yoğurt, PA: *L. acidophilus* ve kırmızı pancar içeren probiyotik yoğurt, PŞEA: *L. acidophilus*, kırmızı pancar ve şeker/sakkaroz içeren probiyotik yoğurt, PSTA: *L. acidophilus*, kırmızı pancar ve stevia içeren probiyotik yoğurt, C: *L. casei* içeren probiyotik yoğurt, PC: *L. casei* ve kırmızı pancar içeren probiyotik yoğurt, PŞEC: *L. casei*, kırmızı pancar ve şeker/sakkaroz içeren probiyotik yoğurt, PSTC: *L. casei*, kırmızı pancar ve stevia içeren probiyotik yoğurt

Kırmızı pancar, şeker ve stevia katkılı probiyotik yoğurtlarda fermentasyon sonucunda gelişen laktik asit miktarına bağlı olarak pH değişiminin depolama süresince azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.). Yoğurtlarda soğukta depolama süresi boyunca bakterilerin enzim aktiviteleri azalmaktadır. Ancak kısıtlı da olsa devam eden bu aktivite sonucunda laktik asit miktarı artmakta bu da pH değerlerinin düşmesine neden olmaktadır (Akin ve Ozcan 2017).

Şekil 4.4.'de depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerlerinde meydana gelen değişim görülmektedir.



Şekil 4.4. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin pH değişimi

4.2.2. Titrasyon asitliği

Fermente süt ürünlerinin üretimi sırasında, laktik asit bakterilerinin laktozu fermantasyonu sonucu ortamda laktik asit artmakta ve pH' nın düşmesine neden olmaktadır. pH' daki değişim de kazeinin asidik ortamda çökmesine neden olmakta ve üç boyutlu yoğurt jeli oluşmaktadır (Lee ve Lucey 2004, Kurdal ve ark. 2019).

Yoğurtta asitlik gelişimi, yoğurt jelinin oluşumu, karakteristik pıhtı stabilitesinin sağlanması, tekstürel özelliklerin gelişmesi, duyu özelliklerinin oluşumu ve raf ömrünü etkilemektedir. Yoğurdun depolama süresi boyunca laktik asit bakterilerinin faaliyetleri devam ettiği için laktik asit miktarında ve pH değerinde değişim olmakta, aroma, tat, tekstür ve mikro yapı gibi parametrelerde etkileşimler meydana gelebilmektedir (Donkor ve ark. 2006, Özdemir ve Özcan 2019).

Probiyotik yoğurt örneklerine ait titrasyon asitliği değerleri Çizelge 4.5'de verilmiştir. *L. acidophilus* bakterisinin bulunduğu yoğurt örneklerinde titrasyon asitliği değerleri %0,61-1,04 arasında değişmiş olup; depolamanın 1. gününde en düşük asitlik değeri, depolamanın 28. gününde ise en yüksek asitlik değeri ölçülmüştür (Çizelge 4.5.).

L. casei grubu yoğurt örneklerinde ise titrasyon asitliği değerleri %0,90 -1,44 arasında değişmiş olup; depolamanın 1. gününde en düşük titrasyon değeri, depolamanın 28.

gününde ise en yüksek titrasyon değeri kaydedilmiştir (Çizelge 4.5.). Depolama boyunca yoğurt örneklerinde yapılan titrasyon asitliği analiz değerlerinin Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde yer alan (%laktik asit miktarı) değerlere (%0,60-1,50) uygun olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca titrasyon asitliği (%) değerlerindeki değişim

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1.Gün	14.Gün	28.Gün
A	0,61	0,70	0,84
PA	0,84	0,96	1,04
PŞEA	0,73	0,79	0,85
PSTA	0,77	0,95	1,03
Minimum	0,61	0,70	0,84
Maksimum	0,84	0,96	1,04
Ortalama	0,74	0,85	0,94
C	0,93	1,07	1,26
PC	0,90	1,17	1,44
PŞEC	0,91	1,08	1,19
PSTC	0,94	1,11	1,37
Minimum	0,90	1,07	1,19
Maksimum	0,94	1,17	1,44
Ortalama	0,92	1,11	1,32

Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerindeki titrasyon asitliği değerleri değişimine dair yapılan varyans analizi sonucunda yoğurt çeşidi ve depolama süresi farklılıkları $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuş, yoğurt çeşidi x depolama süresi interaksyonunun ise $p < 0,05$ istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.6.).

Probiyotik yoğurt örnekleri titrasyon asitliği analizi değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.6.'da yer almaktadır. Örneklerde en yüksek titrasyon asitliği değeri (%1,17) pancar katkılı *L. casei* grubu (PC) yoğurt örneğinde; en düşük titrasyon asitliği değeri (%0,72) *L. acidophilus* grubu kontrol yoğurt örneğinde belirlenmiştir. Pancar ilaveli yoğurt örnekleri, stevia-pancar ilaveli yoğurt örnekleri ve genel olarak *L. casei* içeren örneklerde titrasyon asitliği değerleri daha yüksek olarak saptanmıştır. Bu örneklerde

bakteri sayısı ve aktivitelerinin yüksek olması da asitliğin fazla gelişiminde etkili olmuştur (Çizelge 4.2., Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.6. Probiyotik yoğurt örneklerinde titrasyon asitliği (%) değerlerine ait LSD testi sonuçları

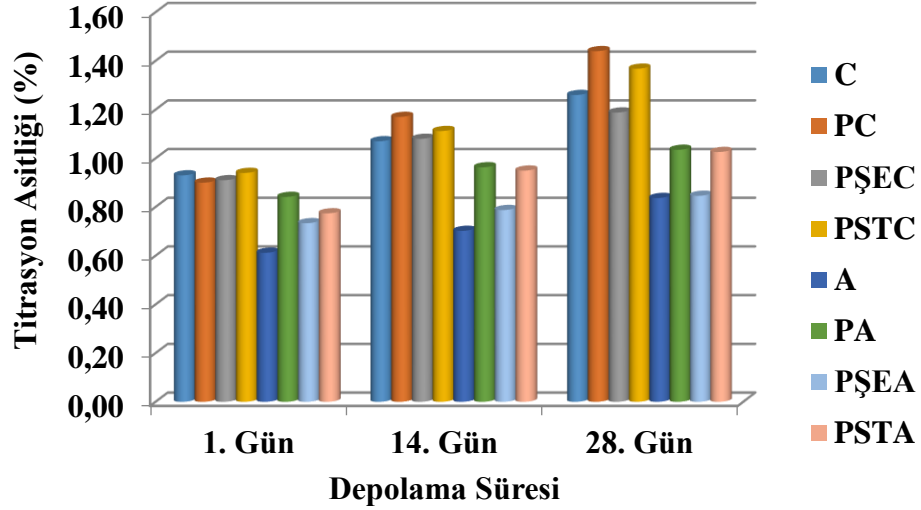
Probiyotik Yoğurt Çeşidi	N	Titrasyon Asitliği (%)
A	9	0,72 ^e
PA	9	0,95 ^{bc}
PŞEA	9	0,79 ^{de}
PSTA	9	0,92 ^{cd}
C	9	1,08 ^{ab}
PC	9	1,17 ^a
PŞEC	9	0,95 ^{bc}
PSTC	9	1,14 ^a
Depolama Süresi (Gün)		
1	24	0,83 ^c
14	24	0,94 ^b
28	24	1,12 ^a
ANOVA		
Örnek (Ö)	7	**
Depolama Süresi (D)	2	**
Ö x D	14	*
Hata	48	

^aP- değerleri: (*) $P < 0.05$ değerinde önemli; (**) $P < 0.01$ değerinde önemli; ns, önemsiz. Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

A: *L. acidophilus* içeren probiyotik yoğurt, PA: *L. acidophilus* ve kırmızı pancar içeren probiyotik yoğurt, PŞEA: *L. acidophilus*, kırmızı pancar ve şeker/sakkaroz içeren probiyotik yoğurt, PSTA: *L. acidophilus*, kırmızı pancar ve stevia içeren probiyotik yoğurt, C: *L. casei* içeren probiyotik yoğurt, PC: *L. casei* ve kırmızı pancar içeren probiyotik yoğurt, PŞEC: *L. casei*, kırmızı pancar ve şeker/sakkaroz içeren probiyotik yoğurt, PSTC: *L. casei*, kırmızı pancar ve stevia içeren probiyotik yoğurt

Asidik strese tolerans, asitlik gelişimi, probiyotik kültür aktivitesi ve gelişme oranı suşa ve fermente olabilen substratlara bağlı olarak değişmektedir (Özcan ve Akpınar-Bayizit 2020). İnkübasyon süresi tamamlandıktan sonra depolama boyunca yoğurtta laktik asit miktarı artmakta, pH değerlerinde azalma meydana gelmektedir (Yıldız ve Özcan 2019). Depolama süresince meydana gelen pH değişimindeki azalmayla orantılı olarak beklendiği gibi titrasyon asitliği değerlerinde de artış gözlenmiştir.

Şekil 4.5.'de Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerinde meydana gelen değişim görülmektedir.



Şekil 4.5. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerinde meydana gelen değişim

4.2.3. Serum Ayrılması

Yoğurt kalitesi açısından serum ayrılması miktarının az olması oldukça önemlidir. Toplam kurumadde miktarı, protein ve yağ içeriği, serum proteinlerinin denatürasyonu, ısıl işlem, ürün depolama sıcaklığı, asitlik gelişimi, starter kültürlerin aktiviteleri gibi faktörler serum ayrılması üzerinde etkili olmaktadır (Salvador ve Fiszman 2004).

Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca serum ayrılması miktarlarında meydana gelen değişim Çizelge 4.7.'de verilmiştir. *L. acidophilus* grubu yoğurt örneklerinde serum ayrılması değerleri ise 6,50 mL/25g ile 9,00 mL/25g arasında değişmiştir. Ortalama serum ayrılması değerlerine bakıldığında ise en düşük değer depolamanın 28. gününde 7,26 mL/25g; en yüksek değer ise depolamanın 1. gününde 7,81 mL/25g olarak ölçülmüştür.

L. casei grubu yoğurt örneklerinde serum ayrılması değerleri ise 6,50 mL/25g ile 9,25 mL/25g arasında değişmiştir. Ortalama serum ayrılması değerlerine bakıldığında en düşük değer depolamanın 14. gününde 6,69 mL/25g; en yüksek değer ise depolamanın 1. gününde 8,19 mL/25g olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.7. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca serum ayrılması (mL/25g) miktarlarında değişim

Probiyotik Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1.Gün	14.Gün	28.Gün
A	8,50	9,00	8,50
PA	6,50	7,75	6,75
PŞEA	8,25	7,25	7,00
PSTA	8,00	7,00	6,80
Minimum	6,50	7,00	6,75
Maksimum	8,50	9,00	8,50
Ortalama	7,81	7,75	7,26
C	9,25	6,50	8,25
PC	7,95	6,75	6,50
PŞEC	7,65	7,00	7,00
PSTC	7,90	6,50	6,80
Minimum	7,65	6,50	6,50
Maksimum	9,25	7,00	8,25
Ortalama	8,19	6,69	7,14

Fermente bir süt ürünü olan yoğurt, faz ayrılmasına eğilimli olup dispers bir yapıdadır. Kazein misellerinin agregasyonu ve yer çekimi kuvvetinin etkisiyle protein partiküllerinin içinde buldukları serumda çökmesi sonucunda faz ayrılması gerçekleşmektedir. İnkübasyon sıcaklığının yüksek olması ve yüksek pH değerine (pH 4,8) sahip yoğurt jellerinde serum ayrılmasının fazla olduğu çalışmalar sonucunda belirlenmiştir. Bununla birlikte, pıhtı da pH 4,2-4,6 değerlerinde olduğunda, jel sıklığının ve viskozitenin arttığı ve ayrıca serum ayrılmasının azaldığı da belirtilmiştir (Abbasi ve ark. 2009).

Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerindeki serum ayrılması değişimine dair yapılan varyans analizi sonucunda yoğurt çeşidi ve depolama süresi farklılıkları ile yoğurt çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun ($p < 0,01$) istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.8.).

Çizelge 4.8. Probiyotik yoğurt örneklerinde serum ayrılması (mL/25g) değerlerine ait LSD testi sonuçları

Probiyotik Yoğurt Çeşidi	N	Serum Ayrılması (mL/25g)
A	9	8,66 ^a
PA	9	7,00 ^d
PŞEA	9	7,50 ^c
PSTA	9	7,26 ^{cd}
C	9	8,00 ^b
PC	9	7,06 ^d
PŞEC	9	7,22 ^{cd}
PSTC	9	7,06 ^d
Depolama Süresi (Gün)		
1	24	8,00 ^a
14	24	7,22 ^b
28	24	7,20 ^b
ANOVA		
Örnek (Ö)	7	**
Depolama Süresi (D)	2	**
Ö x D	14	**
Hata	48	

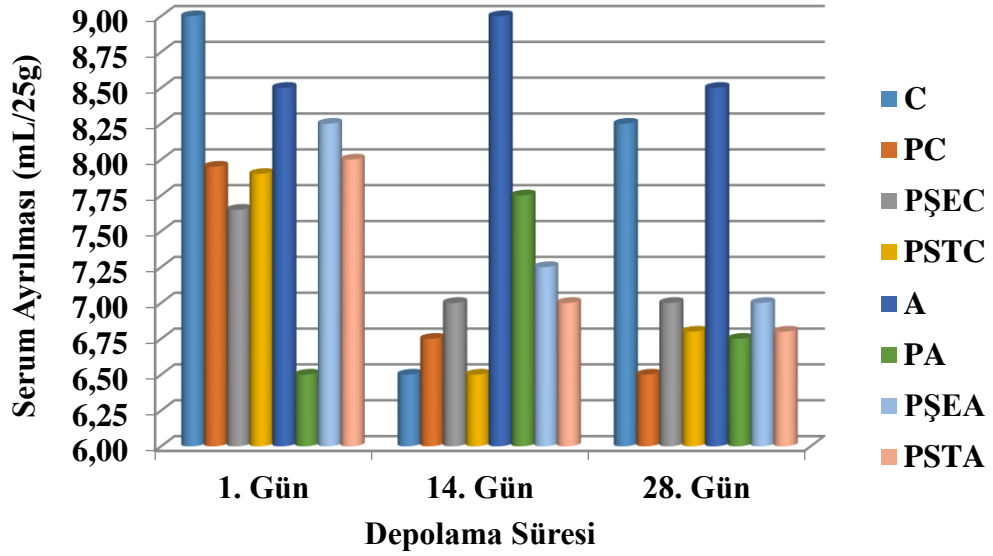
^aP- değerleri: (*) $P < 0.05$ değerinde önemli; (**) $P < 0.01$ değerinde önemli; ns, önemsiz. Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

A: *L. acidophilus* içeren probiyotik yoğurt, PA: *L. acidophilus* ve kırmızı pancar içeren probiyotik yoğurt, PŞEA: *L. acidophilus*, kırmızı pancar ve şeker/sakkaroz içeren probiyotik yoğurt, PSTA: *L. acidophilus*, kırmızı pancar ve stevia içeren probiyotik yoğurt, C: *L. casei* içeren probiyotik yoğurt, PC: *L. casei* ve kırmızı pancar içeren probiyotik yoğurt, PŞEC: *L. casei*, kırmızı pancar ve şeker/sakkaroz içeren probiyotik yoğurt, PSTC: *L. casei*, kırmızı pancar ve stevia içeren probiyotik yoğurt

Yoğurt örneklerinin depolama boyunca ölçülen serum ayrılması değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde en düşük serum ayrılması değeri pancar katkılı *L. acidophilus* (PA) ve *L. casei* (PC) içeren örneklerle ve pancar-stevia katkılı *L. casei* (PSTC) grubu örnekte tespit edilmiştir (Çizelge 4.8.). Yoğurt örneklerinin serum ayrılması miktarları incelendiğinde kırmızı pancar katkılı örneklerin serum ayrılması değerlerinin diğer örneklere oranla daha az olduğu ve pancar pulpunun suyu bağladığı ya da protein ağındaki interaksyonu güçlendirerek sertliği ve viskoziteyi arttırmış olabileceğinden, serum ayrılması değerinde düşme meydana getirdiği düşünülebilir. Kırmızı pancar kurumadde miktarı (%17,52) yüksek ve diyet lifi (%1,9) bakımından da zengin bir sebzedir. Yoğurtlara eklenen meyve ve sebzelerin kurumadde ve lif oranını artırarak su kaldırma kapasitesini artırdığı araştırmacılar tarafından da kanıtlanmıştır (Ayar ve ark. 2005, Yıldız ve Özcan 2019).

Serum ayrılması değerleri depolama boyunca azalmıştır (Çizelge 4.8.). Heterojenlik, yüksek asitlik, depolama şartları ve süresi, protein jelinin bozulması ve yeniden yapısal dönüşüm serum ayrılmasının oluşumunu etkilemektedir (Chetachukwu ve ark. 2019).

Şekil 4.6.'da depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması (mL/25g) değerlerinde meydana gelen değişim yer almaktadır.



Şekil 4.6. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması (mL/25g) değerlerinin değişimi

4.2.4. Renk Değerleri (L^* , a^* , b^* , ΔE^* , H^o ve C^*)

Gıdaların renk özellikleri tüketici tercih ve beğenisini doğrudan etkilemektedir. Yoğurt örneklerinin renk değerlerinin ölçülmesinde L^* (parlaklık/beyazlık), a^* (kırmızılık/yeşillik), b^* (sarılık/mavilik), ΔE^* , H^o ve C^* değerleri olmak üzere renk parametreleri hesaplanmıştır.

L^* (parlaklık) değerleri *L. acidophilus* bakterisi yoğurt örneklerinde 60,12 ile 91,50 değerleri arasında; *L. casei* bakterisi örneklerinde ise 62,76 ile 91,72 değerleri arasında değişmiştir. En yüksek ortalama L^* değeri *L. acidophilus* içeren örneklerde 1. günde, en düşük 28. günlerde, buna karşılık *L. casei* içeren örneklerde ise en düşük 1. gün en yüksek 28. günde tespit edilmiştir (Çizelge 4.9.).

Yoğurt örneklerinde belirlenen a^* değerleri *L. acidophilus* grubu yoğurt örneklerinde -4,02 ile 22,57 değerleri arasında *L. casei* grubu yoğurt örneklerinde ise -3,58 ile 23,97 değerleri arasında değişmiştir. En yüksek a^* (kırmızılık/yeşillik) değerleri *L. acidophilus* içeren örneklerde 1. günde, *L. casei* içeren örneklerde ise 28. günde tespit edilmiştir (Çizelge 4.9.).

Yoğurt örneklerinde b^* (sarılık/mavilik) değerleri *L. acidophilus* grubu yoğurt örneklerinde 3,77 ile 7,48 değerleri arasında, *L. casei* grubu yoğurt örneklerinde ise 2,30 ile 8,20 değerleri arasında değişmiştir. En düşük ortalama b^* (sarılık/mavilik) değeri *L. acidophilus* ve *L. casei* örneklerde 1. gün, en yüksek 28. günlerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.9.).

Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerindeki L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık/yeşillik) ve b^* (sarılık/mavilik) renk parametresi değerlerine dair yapılan varyans analizi sonucuna göre; yoğurt örneklerinin L^* , a^* ve b^* değerleri arasındaki yoğurt çeşitleri ve depolama süresi arası farklılıkları ile, yoğurt çeşidi ve depolama süresi interaksyonunun ($p < 0,01$) istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.10.).

Probiyotik yoğurt örneklerinde renk değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.10.' da verilmiştir. Yoğurt örneklerinde en yüksek beyazlık ya da L^* değeri; *L. acidophilus* ve *L. casei* içeren kontrol örneklerinde belirlenmiştir. En düşük ise, pancar katkılı *L. casei* örneğinde (PC), *L. acidophilus* içeren pancar ve şeker katkılı (PŞEA) ve pancar ve stevia katkılı örnekte (PSTA) saptanmıştır. L^* (parlaklık) değeri raf ömrü boyunca azalarak, depolamanın 28. gününde en düşük (69,88) değere ulaşmıştır.

Probiyotik yoğurt örneklerinde a^* (kırmızılık/yeşillik) değerlerine ait LSD testine göre; en yüksek a^* değeri pancar ve şeker katkılı *L. casei* örneğinde (PŞEC) ve, pancar katkılı *L. acidophilus* örneğinde (PA) örneğinde, en düşük a^* değeri ise; *L. acidophilus* içeren (A) ve *L. casei* içeren kontrol örneğinde (C) belirlenmiştir. a^* değeri depolama boyunca artmıştır (Çizelge 4.10.).

Probiyotik yoğurt örneklerinde b^* (sarılık/mavilik) değerlerine ait LSD testi sonuçlarında en düşük b^* değeri; pancar ve şeker katkılı (PŞEC) ve ayrıca pancar ve stevia katkılı *L. casei* örneğinde (PSTC) tespit edilmiştir. En yüksek ise C örneğinde belirlenmiştir. b^* (sarılık/mavilik) değerleri depolama boyunca artış göstermiştir (Çizelge 4.10.).

Sonuçlar incelendiğinde parlaklığın (L^* değeri) depolama boyunca azaldığı, kırmızılık (a^*) değerinin kırmızı pancar katkılı örneklerde (PA, PŞEA, PSTA, PC, PŞEC, PSTC) daha fazla bulunduğu ve sarılık değerinin (b^*) kontrol örneklerinde (A, C) daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.7a,b,c.).

Hammadde olarak kullanılan kırmızı pancarın renk değerleri incelendiğinde, L^* , a^* , b^* değerleri sırasıyla 18,64; 4,64; 1,76 olarak ölçülmüştür (Çizelge 2.9.) PA, PŞEA, PSTA, PC, PŞEC, PSTC örneklerinde kırmızılık değerinin yüksek olmasının nedeni kırmızı pancarda bulunan antosiyaninlerden kaynaklanmaktadır. Pancar katkılı örneklerde kırmızılık oranı depolama boyunca farklılık göstermiştir. Asitlik, sıcaklık, oksijen ve enzim gibi etmenler antosiyanin stabilitesi üzerinde etkili olmaktadır (Fernandes ve ark. 2014). Kırmızılık değerinin depolama boyunca değişmesinin örneklerdeki asitlik miktarının artmasıyla orantılı olduğu düşünülebilir. A ve C kontrol örneklerinde renk pigmenti antosiyaninin olmamasına bağlı olarak, sarılık (b^*) değerleri yüksek bulunmuştur.

Betalainler, kırmızı pancarda yüksek konsantrasyonlarda bulunan bileşiklerdir ve betasiyaninler (kırmızı-mor pigmentler) ve betaksantin (sarı-turuncu pigmentler) olmak üzere iki alt sınıftan oluşmaktadırlar. Bu bileşenlerin pancar katkılı ürünlerin renk değişiminde etkili olduğu belirtilmektedir (Gandía-Herrero ve ark. 2010).

Yoğurt örneklerinde depolama boyunca renk farklılığı (ΔE^*) değeri, renk tonu (H^0) değeri ve doygunluk indeksi (C^*) parametrelerine dair yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; yoğurt örneklerinin renk farklılığı (ΔE^*) değeri, renk tonu (H^0) değeri ve doygunluk indeksi (C^*) değerleri arasındaki yoğurt çeşitleri ve depolama süresi farklılıkları ile yoğurt çeşidi ve depolama süresi interaksyonlarının ($p<0,01$) istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.10.).

Doygunluk indeksi (C^*) olarak bilinen kroma değeri en yüksek pancar-şeker katkılı *L. casei* örneğinde (PŞEC) ve pancar katkılı *L. acidophilus* örneğinde (PA) bulunmuştur. Doygunluk indeksi değeri depolama süresince artmıştır (Çizelge 4.10.).

Renk tonunun ölçülmesini veren h^* değeri yoğurt örneklerinde en yüksek pancar-stevia (PSTA) ve pancar-şeker (PŞTA) katkılı *L. acidophilus* örneğinde ve ayrıca pancar katkılı *L. casei* örneğinde (PC) saptanmıştır. Renk tonu (H^o değeri) değeri depolama boyunca yükselmiştir (Çizelge 4.10.).

Renk farklılığı olarak tanımlanan renk değişiminin sayısal değeri olan ΔE^* (*Delta E*) değeri en yüksek pancar ve stevia katkılı *L. casei* örneğinde (PSTC) örneğinde saptanmıştır. ΔE^* (*Delta E*) değeri depolama boyunca artmıştır (Çizelge 4.10.). Yapılan bu çalışmada fermantasyon ve depolama koşullarına bağlı olarak, depolama boyunca örneklerdeki pH değişiminin kırmızı pancar püresinin sahip olduğu antosiyaninlere etkisi, mikrobiyel aktivitelerin renk yoğunluğunda ve değişiminde belirleyici olduğu düşünülmektedir. Ayrıca depolamanın etkisi ile oluşan renk degradasyonunun da renk yoğunluğu ve değişiminde etkili olduğu düşünülmektedir.

Scibisz ve ark. (2019), proses sıcaklığı, asitlik, su aktivitesi, ışığa maruz kalma ve fermantasyonun antosiyanin pigment içeriğini etkileyebildiği ve yoğurtta renk değişimi oluşturabileceğini belirtmiştir. Şeker ile farklı stevia oranlarının (%0,05, %0,06 ve %0,07) kullanıldığı bir araştırmada yüksek şeker ve stevia oranlarında dokuda renk değişiminin ortaya çıktığı belirlenmiştir (Giri ve ark. 2014).

Şekil 4.7.'de depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin (L^*), (a^*), (b^*) değerlerinde meydana gelen değişim görülmektedir.

Çizelge 4.9. Probiyotik yoğurt örneklerinin L^* , a^* , b^* değerlerinde depolama boyunca meydana gelen değişim

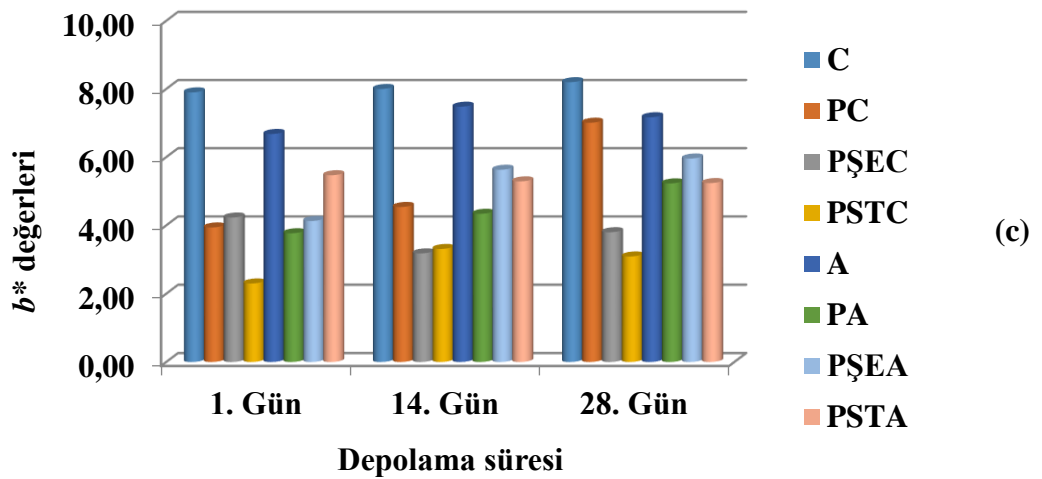
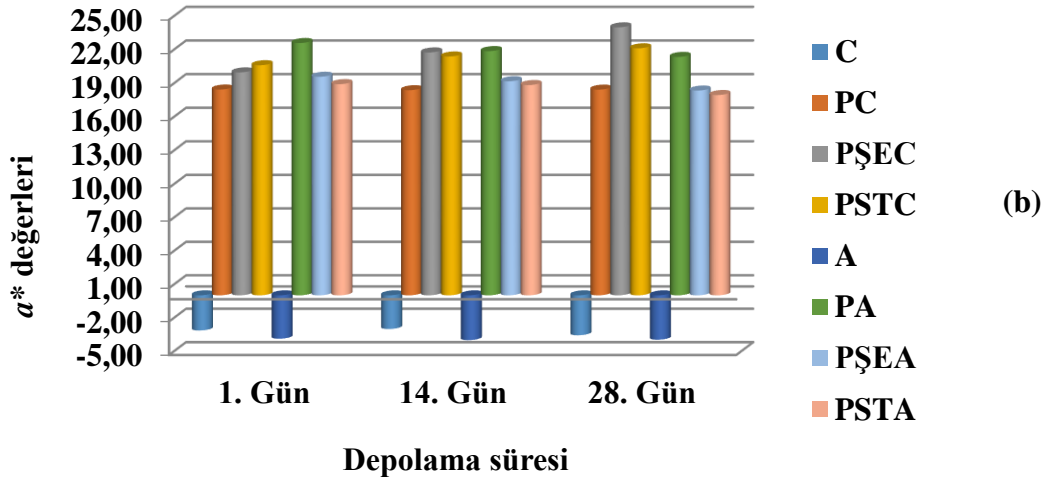
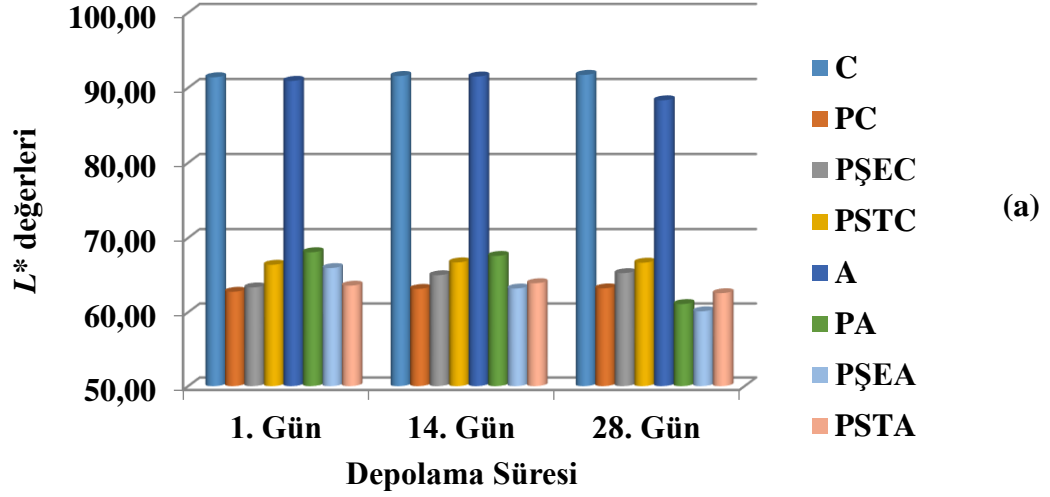
Probiyotik Yoğurt Çeşidi	L^*			a^*			b^*		
	1.Gün	14.Gün	28.Gün	1.Gün	14.Gün	28.Gün	1.Gün	14.Gün	28.Gün
A	90,92	91,50	88,33	-3,89	-4,02	-3,98	6,68	7,48	7,17
PA	68,08	67,59	61,10	22,57	21,85	21,33	3,77	4,34	5,23
PŞEA	65,97	63,20	60,12	19,56	19,16	18,33	4,13	5,63	5,96
PSTA	63,59	63,92	62,57	18,9	18,82	17,93	5,47	5,29	5,24
Minimum	63,59	63,20	60,12	-3,89	-4,02	-3,98	3,77	4,34	5,23
Maksimum	90,92	91,50	88,33	22,57	21,85	21,33	6,68	7,48	7,17
Ortalama	72,14	71,55	68,03	14,29	13,95	13,40	5,01	5,69	5,90
C	91,40	91,57	91,72	-3,15	-3,02	-3,58	7,90	8,00	8,20
PC	62,76	63,15	63,22	18,42	18,36	18,41	3,94	4,54	7,01
PŞEC	63,35	65,00	65,28	19,95	21,73	23,97	4,23	3,18	3,80
PSTC	66,41	66,73	66,69	20,59	21,37	22,10	2,30	3,31	3,09
Minimum	62,76	63,15	63,22	-3,15	-3,02	-3,58	2,30	3,18	3,09
Maksimum	91,40	91,57	91,72	20,59	21,73	23,97	7,90	8,00	8,20
Ortalama	70,98	71,61	71,73	13,95	14,61	15,23	4,59	4,76	5,53

Çizelge 4.10. Probiyotik yoğurt örneklerinin L^* , a^* , b^* , C^* , H^0 ve ΔE^* renk özelliklerine ait LSD testi sonuçları

Probiyotik Yoğurt Çeşidi	N	L^*	a^*	b^*	C^*	H^0	ΔE^*
A	9	90,25 ^b	-3,96 ^f	7,11 ^b	8,12 ^d	-1,06 ^c	-
PA	9	65,59 ^d	21,92 ^a	4,45 ^d	22,37 ^a	0,20 ^b	69,31 ^{ab}
PŞEA	9	63,09 ^e	19,02 ^c	5,24 ^c	19,74 ^c	0,27 ^a	66,12 ^b
PSTA	9	63,36 ^e	18,55 ^d	5,34 ^c	19,30 ^c	0,28 ^a	66,24 ^b
C	9	91,56 ^a	-3,25 ^e	8,03 ^a	8,67 ^d	-1,19 ^c	-
PC	9	63,04 ^e	18,40 ^d	5,16 ^c	19,15 ^c	0,28 ^a	65,89 ^b
PŞEC	9	64,54 ^d	21,88 ^a	3,74 ^e	22,21 ^a	0,17 ^b	68,27 ^{ab}
PSTC	9	66,61 ^c	21,35 ^b	2,89 ^e	21,55 ^b	0,14 ^b	70,01 ^a
Depolama Süresi (Gün)							
1	24	71,56 ^a	14,12 ^b	4,80 ^c	16,30 ^c	-0,22 ^b	65,26 ^b
14	24	71,55 ^a	14,28 ^{ab}	5,22 ^b	17,64 ^a	-0,19 ^b	67,16 ^a
28	24	69,88 ^b	14,31 ^a	5,71 ^a	17,77 ^a	-0,07 ^a	67,89 ^a
ANOVA							
Örnek (Ö)	7	**	**	**	**	**	**
Depolama Süresi (D)	2	**	**	**	**	**	**
Ö x D	14	**	**	**	**	**	**
Hata	48						

^aP- değerleri: (*) $P < 0.05$ değerinde önemli; (**) $P < 0.01$ değerinde önemli; ns, önemsiz. Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

A: *L. acidophilus* içeren probiyotik yoğurt, PA: *L. acidophilus* ve kırmızı pancar içeren probiyotik yoğurt, PŞEA: *L. acidophilus*, kırmızı pancar ve şeker/sakkaroz içeren probiyotik yoğurt, PSTA: *L. acidophilus*, kırmızı pancar ve stevia içeren probiyotik yoğurt, C: *L. casei* içeren probiyotik yoğurt, PC: *L. casei* ve kırmızı pancar içeren probiyotik yoğurt, PŞEC: *L. casei*, kırmızı pancar ve şeker/sakkaroz içeren probiyotik yoğurt, PSTC: *L. casei*, kırmızı pancar ve stevia içeren probiyotik yoğurt



Şekil 4.7. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin a) (L^*), b) (a^*), c) (b^*) değerlerinde meydana gelen değişim

4.2.5. Probiyotik yoğurtların toplam kül ve indirgen şeker miktarı

Yoğurdun besin değerini oluşturmasının yanı sıra, duyuşsal ve yapışsal özelliklerini de etkileyen kurumadde raf ömrünü belirleyen bir faktördür. Kuru maddenin büyük bir bölümünü protein, yağ, mineral maddeler (kül), şeker ve diğđer bileşenler oluşturmaktadır.

Yoğurt örneklerinde toplam kül miktarı değışimi Çizelge 4.11.'de yer almaktadır. Probiyotik yoğurt örneklerinde kül miktarı değıerleri *L. acidophilus* örneklerinde %0,90 ile %1,37 arasında; *L. casei* örneklerinde %0,89 ile %1,19 değıerleri arasında değıişmiştir. En yüksek kül miktarı değıeri *L. acidophilus* ve *L. casei* içeren örneklerde 28. günlerde belirlenmiştir.

Çizelge 4.11. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca kül (%) miktarlarında değıişim

Probiyotik Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1.Gün	14.Gün	28.Gün
A	0,96	1,12	1,11
PA	0,97	0,90	1,37
PŞEA	1,09	1,00	1,19
PSTA	1,19	0,92	1,23
Minimum	0,96	0,90	1,11
Maksimum	1,19	1,12	1,37
Ortalama	1,05	0,99	1,23
C	1,03	0,89	1,09
PC	0,94	1,13	1,19
PŞEC	0,94	1,18	1,17
PSTC	1,01	1,05	1,05
Minimum	0,94	0,89	1,05
Maksimum	1,03	1,18	1,19
Ortalama	0,98	1,06	1,13

Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerindeki kül miktarı değıişimine dair yapılan varyans analizi sonucunda depolama süresi farklılıkları ile yoğurt çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.13.).

Yoğurt örneklerinde kül miktarlarına ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.13.'de yer almaktadır. En düşük kül miktarı değeri *L. casei* içeren kontrol örneğinde (C) saptanmıştır. Pancar katkılı örneklerde genel olarak toplam mineral madde değeri daha yüksek bulunmuştur. Depolama boyunca en yüksek kül miktarı değeri 28. günde ölçülmüştür.

Çizelge 4.12. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca toplam indirgen şeker miktarlarında (g/100g) değişim

Probiyotik Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1. Gün	14. Gün	28. Gün
A	3,13	3,11	3,14
PA	3,63	3,60	3,68
ŞEA	4,01	4,00	4,01
PSTA	4,39	4,38	4,37
Minimum	3,13	3,11	3,14
Maksimum	4,39	4,38	4,37
Ortalama	3,79	3,77	3,80
C	2,88	2,90	2,87
PC	2,50	2,48	2,49
PŞEC	2,62	2,58	2,68
PSTC	2,83	2,85	2,84
Minimum	2,50	2,48	2,49
Maksimum	2,88	2,90	2,87
Ortalama	2,71	2,70	2,72

Yoğurt örneklerinde toplam indirgen şeker miktarı değişimi Çizelge 4.12.'de yer almaktadır. Probiyotik yoğurt örneklerinde İndirgen şeker miktarı *L. acidophilus* örneklerinde %3,11 ile %4,39 arasında; *L. casei* örneklerinde %2,48 ile %2,90 değerleri arasında değişmiştir. Ortalama en yüksek indirgen şeker miktarı ise *L. acidophilus* ve *L. casei* içeren örneklerde 28. günlerde belirlenmiştir.

Şeker meyvelerde tat ve aromayı belirleyen en önemli bileşenlerdendir. Meyvede bulunan şekerlerin çoğunluğu heksozlardan (glikoz ve fruktoz) oluşmaktadır ve bu şekerlere indirgen şeker denilmektedir. Pancarın bileşimindeki antosiyanin pigmenti, temel yapıda antosiyanidinler, bağlı şekerler ve açıl asit grupları olarak adlandırılan bileşenlerden oluşmaktadır. Açıl asit gruplarının şekerlere bağlanmasıyla antosiyanin stabilitesinin artırdığı bilinmektedir (Kopjar ve ark. 2012). Ayrıca meyveler bakteri

gelişimini destekleyen fermente olabilen şekerleri de yüksek oranda içermektedir (Barat ve Ozcan 2018).

Çizelge 4.13. Probiyotik yoğurt örneklerinin kül (%) ve indirgen şeker (%) değerlerine ait LSD testi sonuçları

Probiyotik Yoğurt Çeşidi	N	Kül (%)	İndirgen Şeker (%)
A	9	1,06 ^a	3,13 ^d
PA	9	1,08 ^a	3,62 ^c
PŞEA	9	1,10 ^a	4,01 ^b
PSTA	9	1,11 ^a	4,39 ^a
C	9	1,01 ^b	2,50 ^f
PC	9	1,08 ^a	2,89 ^e
PŞEC	9	1,09 ^a	2,62 ^g
PSTC	9	1,07 ^a	2,83 ^e
Depolama Süresi (Gün)			
1	24	1,03 ^b	3,24 ^a
14	24	1,02 ^b	3,24 ^a
28	24	1,17 ^a	3,25 ^a
ANOVA			
Örnek (Ö)	7	**	**
Depolama Süresi (D)	2	**	ns
Ö x D	14	**	ns
Hata	48		

^aP- değerleri: (*) $P < 0.05$ değerinde önemli; (**) $P < 0.01$ değerinde önemli; ns, önemsiz. Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

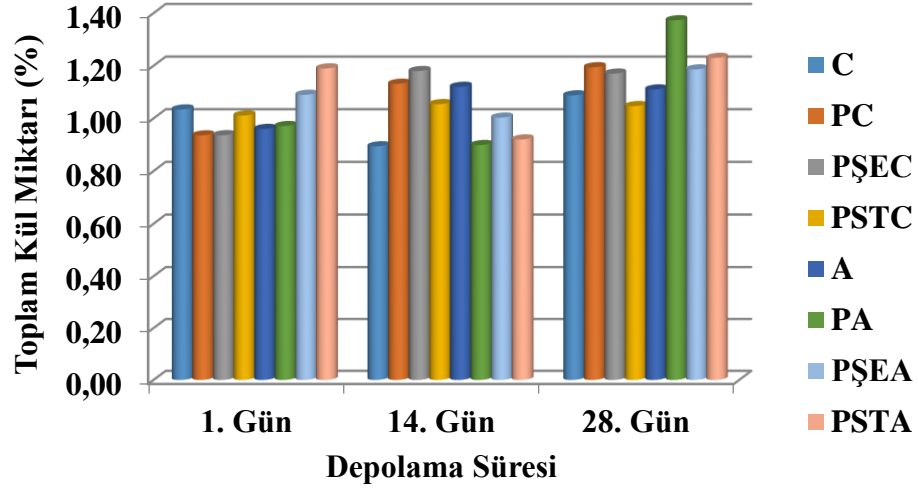
A: *L. acidophilus* içeren probiyotik yoğurt, PA: *L. acidophilus* ve kırmızı pancar içeren probiyotik yoğurt, PŞEA: *L. acidophilus*, kırmızı pancar ve şeker/sakkaroz içeren probiyotik yoğurt, PSTA: *L. acidophilus*, kırmızı pancar ve stevia içeren probiyotik yoğurt, C: *L. casei* içeren probiyotik yoğurt, PC: *L. casei* ve kırmızı pancar içeren probiyotik yoğurt, PŞEC: *L. casei*, kırmızı pancar ve şeker/sakkaroz içeren probiyotik yoğurt, PSTC: *L. casei*, kırmızı pancar ve stevia içeren probiyotik yoğurt

Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerindeki indirgen şeker miktarı değişimine dair yapılan varyans analizi sonucunda yoğurt çeşidi $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu bulunurken, depolama süresi farklılıkları ile yoğurt çeşidi x depolama süresi interaksyonunu istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.13.).

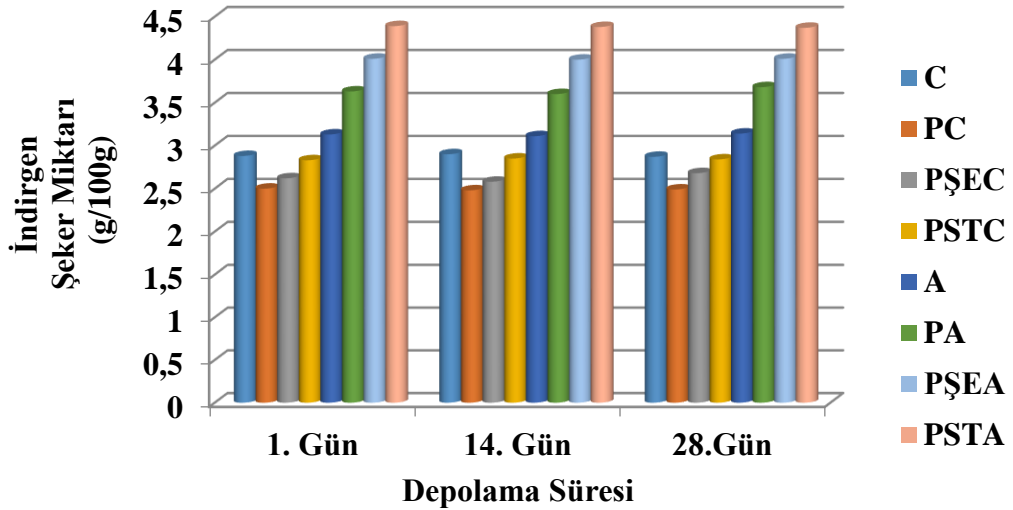
Yoğurt örneklerinde indirgen şeker miktarı değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.13.' de verilmiştir. En yüksek indirgen şeker miktarı pancar ve stevia katkılı *L. acidophilus* içeren örnekte (PSTA) bulunmuştur. Genel olarak, *L. acidophilus* içeren örneklerde indirgen şeker miktarı daha yüksek olarak tespit edilmiştir.

Singh ve Singh Hathan (2014), pancar suyundaki karbonhidratların probiyotik mikroorganizmaların gelişimi için potansiyel substrat olabileceğini belirtmişlerdir.

Şekil 4.8.'de depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin toplam kül değerlerinde ve Şekil 4.9.'da depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin indirgen şeker miktarlarında meydana gelen değişim verilmiştir.



Şekil 4.8. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin toplam kül miktarı değerlerinde meydana gelen değişim



Şekil 4.9. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin toplam indirgen şeker miktarı (g/100g) değerlerinde meydana gelen değişim

4.2.6. Toplam antioksidan madde miktarı (DPPH ve FRAP yöntemi) ve toplam fenolik madde miktarı değerleri

Stevia rebaudiana Bertoni birçok kanser türü ve kardiyovasküler hastalıkların tedavisinde etkili, biyolojik ve potansiyel antioksidan aktiviteye sahip, alkaloidler, flavanoidler, tanenler ve fenolik bileşikler de dahil olmak üzere pek çok fitokimyasal bileşiği içermektedir (Libik-Konieczny ve ark. 2018).

Probiyotik yoğurt örneklerinin toplam antioksidan aktivitelerini belirlemek amacıyla 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürücü aktivite tayini, demir iyonu indirgeme antioksidan gücü (FRAP) tayini ve toplam fenolik madde tayini yapılmıştır.

Toplam antioksidan madde miktarı DPPH yöntemi, gıdalarda bulunan bileşiklerin hidrojen verici ya da serbest radikal süpürücü gibi davranarak aktivitelerini değerlendirmek, antioksidan miktarının aktivitesini değerlendirmek amacıyla ölçülmektedir. DPPH kararlı bir serbest radikal olup, kararlı diamanyetik molekül oluşturmak için bir hidrojen ya da elektron radikalini bünyesine kabul etmektedir. Serbest radikalın antioksidanlar aracılığıyla bir redoks reaksiyonuna bağlı olarak süpürülmesi ile oluşan renk değişiminin spektrofotometrik olarak analiz edilmesi yöntemine dayanmaktadır (Kedare ve Singh 2011).

Depolama boyunca probiyotik yoğurtlarda ölçülen toplam antioksidan aktivite (DPPH) değerleri Çizelge 4.14.'de yer almaktadır.

Toplam antioksidan aktivite DPPH yöntemi değerleri (mg Trolox/100g) cinsinden belirlenmiş olup değerler *L. acidophilus* bakterisi örneklerinde 1,41 (mg Trolox/100g) ile 1,68 (mg Trolox/100g) aralığında; *L. casei* bakterisi örneklerinde 1,41 (mg Trolox/100g) ile 1,58 (mg Trolox/100g) değerleri arasında değişmiştir. En yüksek toplam antioksidan aktivite (DPPH yöntemi) değeri *L. acidophilus* içeren örneklerde 28. günde, *L. casei* içeren örneklerde 14. günde; en düşük ise tüm örneklerde 1. günde tespit edilmiştir. (Çizelge 4.14.).

Çizelge 4.14. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin toplam antioksidan aktivite (DPPH) (mg Trolox/100g) değişim değerleri

Probiyotik Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1.Gün	14.Gün	28.Gün
A	1,43	1,51	1,50
PA	1,41	1,56	1,66
PŞEA	1,48	1,54	1,65
PSTA	1,50	1,55	1,68
Minimum	1,41	1,51	1,50
Maksimum	1,50	1,56	1,68
Ortalama	1,46	1,54	1,62
C	1,44	1,49	1,50
PC	1,41	1,55	1,52
PŞEC	1,46	1,58	1,53
PSTC	1,43	1,53	1,58
Minimum	1,41	1,49	1,50
Maksimum	1,46	1,58	1,58
Ortalama	1,44	1,54	1,53

Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresi boyunca toplam antioksidan aktivite DPPH yöntemi değişimine dair yapılan varyans analizi sonucunda yoğurt çeşidi ve depolama süresi farklılıkları ile yoğurt çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun ($p<0,01$) istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.17.).

Probiyotik yoğurt örneklerinde toplam antioksidan aktivite (DPPH) değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.17.' de yer almaktadır. Probiyotik yoğurt örneklerinde en yüksek DPPH değeri pancar ve stevia ilaveli *L. acidophilus* örneği (PSTA) örneğinde bulunmuştur. Genel olarak kırmızı pancar içeren örneklerde antioksidan aktivite değeri daha yüksek bulunmuştur. Depolama süresi boyunca örneklerdeki toplam antioksidan madde miktarı artmıştır (Çizelge 4.17.).

Yoğurt örneklerinin sahip olduğu antioksidan madde miktarının belirlenmesinde bir diğer yöntem FRAP yönteminde, demir (III) iyonunun indirgenme kapasitesi ölçülerek antioksidan madde miktarı belirlenir. Ortamda demir (III) düşük miktarlarda oluşmakta tripiridiltriazin (TPTZ) ile reaksiyona girerek [Fe(III)-TPTZ] kompleksi oluşturmakta, bileşik antioksidanların etkisiyle tripiridiltriazin [Fe(II)-TPTZ] kompleksine indirgenmektedir ve troloks eşiti olarak sonuçlar ifade edilmektedir (Yıldız 2007).

Toplam antioksidan aktivite (FRAP) değerleri *L. acidophilus* bakterisi örneklerinde 32,25 (mg Trolox/100g) ile 68,63 (mg Trolox/100g) değerleri arasında; *L. casei* bakterisi örneklerinde 40,70 (mg Trolox/100g) ile 66,74 (mg Trolox/100g) değerleri arasında değişmiştir. En yüksek ortalama toplam antioksidan aktivite değeri *L. acidophilus* bakterisi örneklerinde 14. günde, *L. casei* bakterisi örneklerinde ise en yüksek 1. günde bulunmuştur (Çizelge 4.15.).

Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinin toplam antioksidan aktivite (FRAP yöntemi) değişimine dair yapılan varyans analizi sonucunda yoğurt çeşidi ve depolama süresi farklılıkları ile yoğurt çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun ($p < 0,01$) istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.17.).

Çizelge 4.17.' de yer alan toplam antioksidan aktivite (FRAP) değerlerine ait LSD testi sonuçlarına göre yoğurt örneklerinde en yüksek toplam antioksidan aktivite miktarı pancar katkılı *L. casei* bakterisi örneğinde (PC) ve pancar ve şeker katkılı *L. casei* bakterisi örneğinde (PŞEC) saptanmıştır. Genel olarak kırmızı pancar ve *L. casei* içeren örneklerde antioksidan aktivite (FRAP) değerleri daha yüksek bulunmuştur. Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinde antioksidan aktivite (FRAP) değerleri en yüksek 14. ve 28. günlerde tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, toplam antioksidan kapasite değerleri (FRAP ve DPPH) kırmızı pancar içeren yoğurtlarda yüksektir ve depolama süresi boyunca artmıştır. Kırmızı pancarın yüksek biyoaktif bileşimi ve antioksidan içeriği (bkz. Çizelge 2.9.) ile probiyotik bakterilerce hidrolize edilen fenolik bileşikler, antosiyaninler ve betalainler antioksidan etkinin artmasında etkili olmuştur ($P < 0.01$). (Çizelge 4.17.). Bununla birlikte, Valero-Cases ve ark (2017), fermantasyonun meyve sularında antioksidan miktarlarını artırdığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.15. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin toplam antioksidan aktivite (FRAP) (mg Trolox/100g) değişim değerleri

Probiyotik Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1.Gün	14.Gün	28.Gün
A	39,24	40,95	32,25
PA	52,92	61,29	68,63
PŞEA	58,96	51,89	54,68
PSTA	61,23	63,00	61,20
Minimum	39,24	40,95	32,25
Maksimum	61,23	63,00	68,63
Ortalama	53,09	54,28	54,19
C	42,23	44,13	40,70
PC	63,66	66,74	58,47
PŞEC	63,03	63,31	59,84
PSTC	63,92	56,54	63,87
Minimum	42,23	44,13	40,70
Maksimum	63,92	66,74	63,87
Ortalama	58,21	57,68	55,72

Antosiyaninlerin degradasyonu da antioksidan aktiviteyi etkilemektedir. Özellikle ısı işlem, asitlik, oksijen konsantrasyonu, enzimler, şekerler, fermantasyon parçalanma ürünleri ve depolama gibi etkilerle antosiyaninlerde parçalanmaların görüldüğü belirtilmiştir (Delgado-Vargas ve ark. 2000).

Toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu reaktifi ile örneklerdeki fenolik içeriğinin tayininde kullanılan yöntemdir. Yöntemde en yaygın kullanılan standart bileşik gallik asittir (Mogalhaes ve ark. 2006). Çizelge 4.16.'da depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin toplam fenolik madde değişim değerleri yer almaktadır.

Toplam fenolik madde değerleri (mg GAE/100g) cinsinden belirlenmiş ve değerler *L. acidophilus* bakterisi örneklerinde 11,71 (mg GAE/100g) ile 14,91 (mg GAE/100g) değerleri arasında, *L. casei* bakterisi örneklerinde 13,26 (mg GAE/100g) ile 15,64 (mg GAE/100g) değerleri arasında değişmiştir. En yüksek toplam fenolik madde değeri *L. acidophilus* içeren örneklerde 28. günde, *L. casei* içeren örneklerde 14. günde saptanmıştır (Çizelge 4.16.).

Çizelge 4.16. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin toplam fenolik madde (mg GAE/100g) değişim değerleri

Probiyotik Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1.Gün	14.Gün	28.Gün
A	11,83	11,71	12,57
PA	14,50	14,62	14,89
PŞEA	14,05	14,62	13,80
PSTA	14,91	14,12	14,44
Minimum	11,83	11,71	12,57
Maksimum	14,91	14,62	14,89
Ortalama	13,82	13,77	13,93
C	13,94	13,26	14,48
PC	15,12	15,57	14,53
PŞEC	14,73	15,16	13,85
PSTC	14,44	15,64	14,62
Minimum	13,94	13,26	13,85
Maksimum	15,12	15,64	14,62
Ortalama	14,56	14,91	14,37

Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin toplam fenolik madde değişimine dair yapılan varyans analizi sonucunda yoğurt çeşidi ve depolama süresi farklılıkları ile yoğurt çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun ($p<0,01$) istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.17.).

Yoğurt örneklerinin toplam fenolik madde değerlerine ait LSD testi sonuçlarına göre en yüksek toplam fenolik madde miktarı pancar katkılı *L. casei* örneğinde (PC) tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinde toplam fenolik madde miktarı en yüksek 14. günde tespit edilmiş ancak depolama sonunda azalmıştır (Çizelge 4.17.).

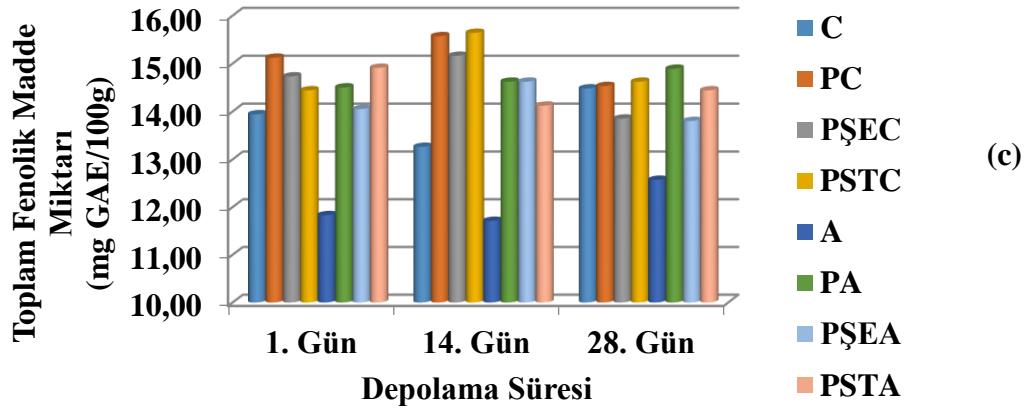
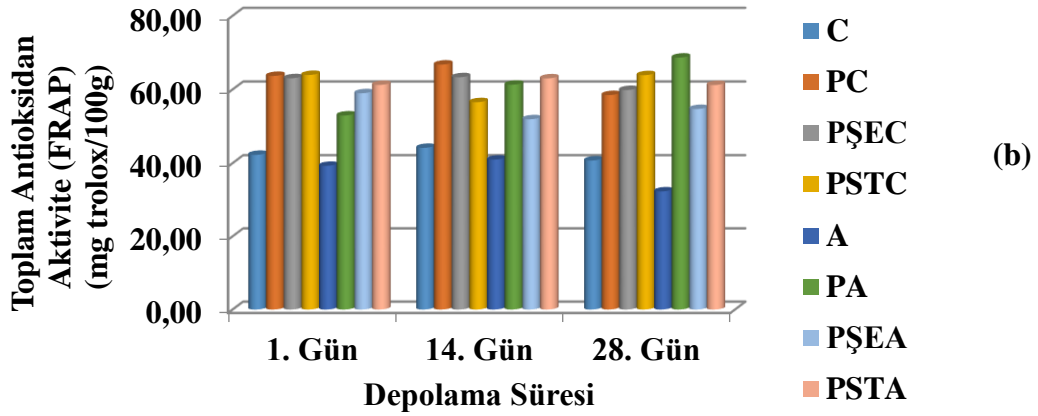
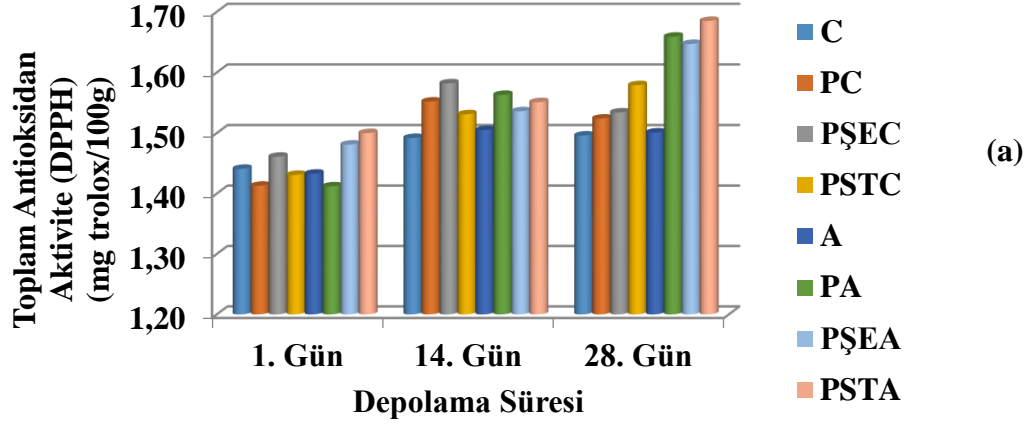
Bazı polifenollerin laktik asit bakterileri tarafından hidrolize edildiği ve toplam fenolik içeriğin azaldığı araştırmacılarca belirtilmiştir (Alberto ve ark. 2004, Barat ve Ozcan 2018).

Çizelge 4.17. Probiyotik yoğurt örneklerinin toplam antioksidan aktivite (DPPH), toplam antioksidan aktivite (FRAP) ve toplam fenolik madde bileşimine ait LSD testi sonuçları

Probiyotik Yoğurt Çeşidi	N	Toplam Antioksidan Aktivite (DPPH) (mg Trolox/100g)	Toplam Antioksidan Aktivite (FRAP) (mg Trolox/100g)	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100g)
A	9	1,48 ^d	37,47 ^e	12,04 ^d
PA	9	1,54 ^b	60,94 ^b	14,67 ^b
PŞEA	9	1,55 ^b	55,17 ^c	14,16 ^{bc}
PSTA	9	1,58 ^a	61,81 ^b	14,49 ^b
C	9	1,47 ^d	49,35 ^d	13,89 ^c
PC	9	1,50 ^c	62,95 ^a	15,07 ^a
PŞEC	9	1,53 ^b	62,06 ^a	14,58 ^b
PSTC	9	1,52 ^b	61,44 ^b	14,90 ^b
Depolama Süresi (Gün)				
1	24	1,49 ^b	55,65 ^b	14,19 ^b
14	24	1,54 ^{ab}	55,97 ^a	14,34 ^a
28	24	1,56 ^a	55,95 ^a	14,15 ^b
ANOVA				
Örnek (Ö)	7	**	**	**
Depolama Süresi (D)	2	**	**	**
Ö x D	14	**	**	**
Hata	48			

^aP- değerleri: (*) $P < 0.05$ değerinde önemli; (**) $P < 0.01$ değerinde önemli; ns, önemsiz. Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

A: *L. acidophilus* içeren probiyotik yoğurt, PA: *L. acidophilus* ve kırmızı pancar içeren probiyotik yoğurt, PŞEA: *L. acidophilus*, kırmızı pancar ve şeker/sakkaroz içeren probiyotik yoğurt, PSTA: *L. acidophilus*, kırmızı pancar ve stevia içeren probiyotik yoğurt, C: *L. casei* içeren probiyotik yoğurt, PC: *L. casei* ve kırmızı pancar içeren probiyotik yoğurt, PŞEC: *L. casei*, kırmızı pancar ve şeker/sakkaroz içeren probiyotik yoğurt, PSTC: *L. casei*, kırmızı pancar ve stevia içeren probiyotik yoğurt



Şekil 4.10. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin a) Toplam antioksidan aktivite (DPPH) b) Toplam antioksidan aktivite (FRAP), c) toplam fenolik madde değerlerinde meydana gelen değişim

4.3. Yoğurt Örneklerinde Tekstürel Özellikler

Yoğurt tekstürü ve mikro yapısının belirlenmesi, iç görünüş, katılık, yumuşaklık, esneklik, serum ayrılması gibi fiziksel özelliklerin tanımlanmasına yardımcı olmaktadır. Bu özellikler üzerinde etkili süt proteinleri, jel oluşumunu güçlendirme, kıvam artırma, emülsiyon oluşturma, su tutma ve serum ayrılmasını engelleme, ısı kararlılığı ve tekstürel özelliklerin geliştirilmesi gibi fonksiyonel özelliklerin oluşumunda görevlidirler (Delikanlı ve Özcan 2011).

Yoğurt üretiminde ilk aşamada oluşan pıhtı, ısı yardımıyla oluşan asit kazein jeli olarak tanımlanmaktadır. Isı uygulaması, yoğurt üretiminde pıhtı stabilitesinin oluşması için serum proteinlerinin istenilen denatürasyon düzeyine ulaşması ve serum proteinleriyle (β - laktoglobulin) κ -kazein arasında oluşan interaksiyonlar için oldukça önemlidir. Yoğurt jelinin mikro yapısal, reolojik ve tekstürel özellikleri protein konsantrasyonları, protein partiküllerinin boyutu, şekli ve dağılımları ile de ilgilidir ve bu da yoğurt kalitesini ve tüketici beğenisini önemli ölçüde etkilemektedir (Ozcan ve ark. 2011, Özdemir ve Özcan 2019).

4.3.1. Sıklık (Firmness)

Yoğurt kalitesini belirleyen pıhtı sıklığı ya da yapının deformasyonu için gerekli maksimum kuvvet olarak tanımlanan sıklık (firmness) tekstür parametrelerinden biridir (Izadi ve ark. 2015). Sıklık, duyuşal açıdan gıda maddesine uygulanan ilk sıkıştırma esnasındaki en yüksek kuvvet ya da dişler, dil ile damak arasında sıkıştırılmasıyla meydana gelen deformasyonun ölçüsüdür (Ozcan 2013).

Probiyotik yoğurt örneklerinde sıklık değerleri *L. acidophilus* grubu örneklerde 202,38 g ile 425,76 g arasında; *L. casei* grubu örneklerde 224,15 g ile 283,96 g değerleri arasında değişmiştir. Ortalama en yüksek sıklık değerleri *L. acidophilus* örneklerinde depolamanın 28. gününde, *L. casei* örneklerinde 14. günde ölçülmüştür (Çizelge 4.18.).

Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerindeki sıklık değerlerine dair yapılan varyans analizi sonucunda yoğurt çeşidi ve depolama süresi farklılıkları ile

yoğurt çeşidi x depolama süresi interaksyonunun ($p<0,01$) istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.22.).

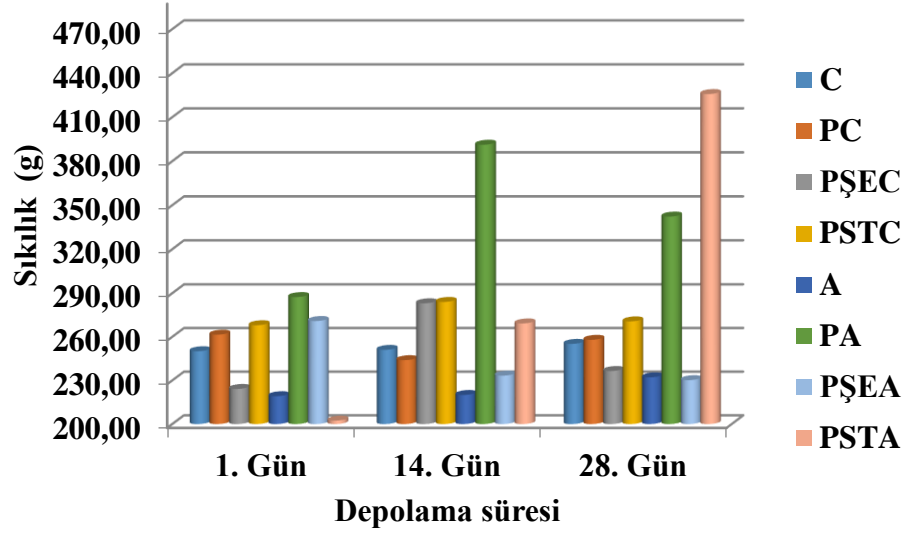
Probiyotik yoğurt örneklerinin sıklık değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.22.' de yer almaktadır. Yoğurt örneklerinde en yüksek sıklık değeri pancar katkılı *L. acidophilus* örneğinde (PA); en düşük sıklık değeri ise sırasıyla *L. acidophilus* örneğinde pancar (A), şeker katkılı *L. acidophilus* örneği (PŞEA) ve pancar ve şeker katkılı *L. casei* örneğinde (PŞEC) ölçülmüştür. Depolama boyunca örneklerdeki yoğurt sıklığı artmıştır (Çizelge 4.22.).

Süt matriksine bitkisel meyve ve sebze liflerinin eklenmesi, su tutma kapasitesini artırarak tekstür ve sıklığı etkilemektedir (Yildiz ve Ozcan, 2019). Bununla birlikte, süt proteinlerinin su bağlama ve hidrolizasyon özellikleri, fermente süt ürünlerinin istenilen reolojik, tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerinde etkili olmaktadır (Rybak 2014, Özdemir ve Özcan 2019). Çalışmada pancar pulpu ilavesi su kaldırma kapasitesi ve sıklık üzerinde olumlu etkide bulunurken, şeker/sakkaroz ilavesi jel yapısını bozmuştur.

Çizelge 4.18. Probiyotik yoğurt örneklerinin sıklık (g) değerlerindeki değişim

Probiyotik Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1.Gün	14.Gün	28.Gün
A	219,17	220,01	232,12
PA	287,32	391,21	342,22
PŞEA	270,85	233,30	230,19
PSTA	202,38	269,19	425,76
Minimum	202,38	220,01	230,19
Maksimum	287,32	391,21	425,76
Ortalama	244,93	278,43	307,57
C	250,09	251,02	255,14
PC	261,47	243,94	257,91
PŞEC	224,15	283,04	236,48
PSTC	267,96	283,96	270,60
Minimum	224,15	243,94	236,48
Maksimum	267,96	283,96	270,60
Ortalama	250,92	265,49	255,03

Yoğurt örneklerinin sıklık değerlerine ait depolama boyunca meydana gelen değişim Şekil 4.11.'de yer almaktadır.



Şekil 4.11. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin sıklık (g) değerlerinde meydana gelen değişim

4.3.2. Konsistens (Consistency)

Tekstür analiz grafiğinde yer alan pozitif eğrinin altındaki alanın hesaplanması ile belirlenen konsistens (consistency) değeri, yoğurt örneklerinin kıvam ve yoğunluğu hakkında bilgi vermektedir. Konsistens değerinin yüksek olması ürünün yüksek yoğunluğa sahip olduğunu, yapı, kıvam ve tekstürün iyi geliştiğini göstermektedir (Yildiz ve Ozcan 2019).

Yoğurt örneklerinin konsistens değerleri *L. acidophilus* örneklerinde 4442,76 gs ile 5627,42 gs değerleri arasında, *L. casei* örneklerinde 5091,89 gs ile 6532,96 gs değerleri arasında değişmiştir. Ortalama en yüksek konsistens değeri *L. acidophilus* ve *L. casei* içeren örneklerde sırasıyla 28. ve 14. günlerde, en düşük ise 1. günde tespit edilmiştir (Çizelge 4.19.).

Yoğurt örneklerinin konsistens (gs) değerlerine ait varyans analiz sonucunda yoğurt çeşidi ve depolama süresi farklılıkları ile yoğurt çeşidi x depolama süresi

interaksiyonunun ($p<0,01$) istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.22.).

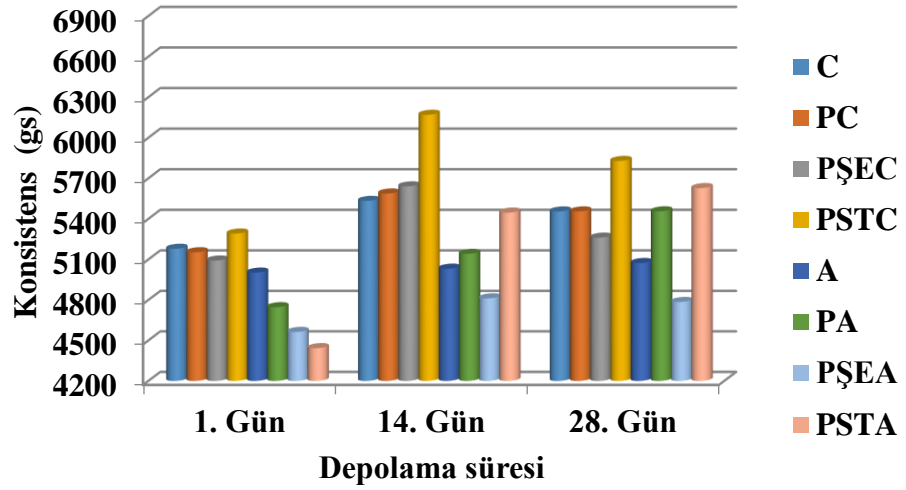
Çizelge 4.22.' de konsistens değerlerine ait LSD testi yer almaktadır. Genel olarak *L. acidophilus* bakteri grubu yoğurt örneklerinde konsistens değeri daha düşük bulunmuştur. Depolama süresince yoğurt örneklerinde konsistens değeri artmıştır (Çizelge 4.22.).

Çizelge 4.19. Probiyotik yoğurt örneklerinin konsistens (gs) değerlerindeki değişim

Probiyotik Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1.Gün	14.Gün	28.Gün
A	5002,35	5031,61	5073,43
PA	4746,06	5141,34	5455,49
PŞEA	4562,98	4811,60	4785,03
PSTA	4442,76	5446,42	5627,42
Minimum	4442,76	4811,60	4785,03
Maksimum	5002,35	5446,42	5627,42
Ortalama	4688,54	5107,74	5235,34
C	5178,77	5532,96	5454,66
PC	5153,03	5587,33	5454,99
PŞEC	5091,89	5640,02	5261,11
PSTC	5291,36	6169,30	5828,13
Minimum	5091,89	5587,33	5261,11
Maksimum	6178,77	6532,96	6454,66
Ortalama	5178,76	5732,40	5499,72

Yoğurt örneklerinin konsistens (gs) değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.22.'de yer almaktadır. Örneklerde en yüksek konsistens değeri pancar ve stevia içeren *L. casei* (PSTC) örneğinde, en düşük ise pancar ve stevia içeren *L. acidophilus* örneğinde (PSTA) belirlenmiş olup depolama süresince artmıştır (Çizelge 4.19.).

Yoğurt örneklerinin konsistens değerlerine ait depolama boyunca meydana gelen değişim Şekil 4.12.'de yer almaktadır.



Şekil 4.12. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin konsistens (gs) değerlerinde meydana gelen değişim

4.3.3. İç yapışkanlık (Cohesiveness)

İç yapışkanlık, gıda maddesi partiküllerinin birbiri arasındaki çekim kuvvetini ifade eden güçlü bağ oluşumuyla üründe yapısal bir bütünlüğü sağlayan tekstürel parametredir. Tekstür analizinde probun uyguladığı ikinci sıkıştırma sonrası oluşan pozitif alanın, birinci sıkıştırma sonrası oluşan pozitif alana oranı ile iç yapışkanlık değerine ulaşılmaktadır (Peng ve ark. 2009, Delikanli ve Ozcan 2014).

Yoğurt örneklerinin depolama boyunca ölçülen iç yapışkanlık değerleri (g) cinsinden belirlenip Çizelge 4.16.'da verilmiştir. Örneklerde iç yapışkanlık değerleri *L. acidophilus* örneklerinde -103,70 g ile -201,20 g arasında, *L. casei* örneklerinde ise -107,18 ile -188,88 değerleri arasında değişmiştir. Ortalama en yüksek iç yapışkanlık değeri *L. acidophilus* yoğurt örneklerinde 28. gün, *L. casei* yoğurt örneklerinde ise 14. günde tespit edilmiştir (Çizelge 4.20.).

Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerindeki iç yapışkanlık değerlerine dair yapılan varyans analizi sonucunda örneklerin iç yapışkanlık değerleri arasındaki yoğurt çeşidi, depolama süresi ve yoğurt çeşidi x depolama süresi interaksyonunun ise $p < 0,01$ istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.22.).

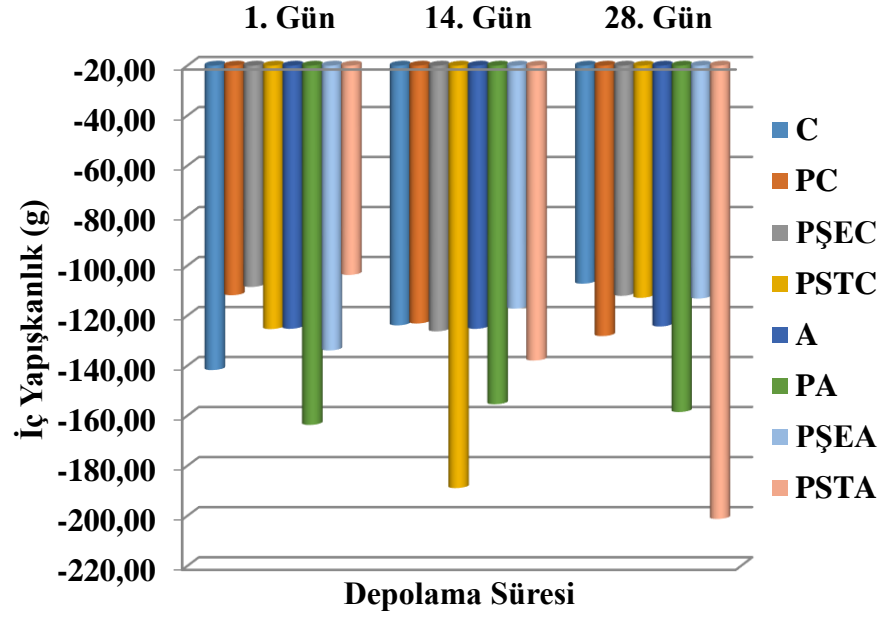
İç yapışkanlık değerinin yüksek olması gıdada güçlü bir jel yapısı oluşumunun gerçekleştiğini göstermektedir (Delikanlı ve Özcan 2014). Probiyotik yoğurt örneklerindeki iç yapışkanlık değerlerine ait LSD testi Çizelge 4.22.' de verilmiştir.

Örneklerdeki en yüksek iç yapışkanlık değeri pancar ve *L. acidophilus* içeren (PA), pancar ve stevia ilaveli *L. acidophilus* (PSTA) ve *L. casei* örneğinde (PSTC) saptanırken, en düşük ise pancar ve şeker ilaveli *L. casei* örneğinde (PŞEC) belirlenmiştir. Bu örnekte, şeker/sakkaroz ilavesi viskoziteyi artırmasına karşılık, heterojen bir jel ve misel yapısı oluşturarak iç yapışkanlık ve sıklık üzerinde olumsuz etkide bulunmuştur. Ancak genel olarak bakıldığında kırmızı pancar, şeker/sakkaroz ve stevia ilavesi birbirine yakın değerler oluşturmuştur. Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerindeki iç yapışkanlık değeri artmıştır (Çizelge 4.22.).

Çizelge 4.20. Probiyotik yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık (g) değerlerindeki değişim

Probiyotik Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1.Gün	14.Gün	28.Gün
A	-125,23	-125,25	-124,32
PA	-163,65	-155,41	-158,52
PŞEA	-133,89	-117,15	-113,14
PSTA	-103,70	-137,92	-201,20
Minimum	-103,70	-117,15	-113,14
Maksimum	-163,65	-155,41	-201,20
Ortalama	-131,62	-133,93	-149,30
C	-141,73	-123,86	-107,18
PC	-111,80	-123,12	-128,14
PŞEC	-108,50	-126,26	-112,06
PSTC	-125,34	-188,88	-112,86
Minimum	-108,50	-123,12	-107,18
Maksimum	-141,73	-188,88	-128,14
Ortalama	-121,84	-140,53	-115,06

Şekil 4.13.'de probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca iç yapışkanlık değerlerinde meydana gelen değişim yer almaktadır.



Şekil 4.13. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık (g) değerlerinde meydana gelen değişim

4.3.4. Viskozite indeksi

Yoğurt oluşumunda sütte bulunan süt proteinlerinin kümeleşmesi, moleküler konformasyonları, üç boyutlu ağ örgüsü ve ayrıca fermentasyon esnasında meydana gelen fiziko-kimyasal ve biyokimyasal değişimler jel ve viskozite özellikleri ile ilişkilendirilmektedir (Singh ve Kim 2009, Yıldız ve Ozcan 2019).

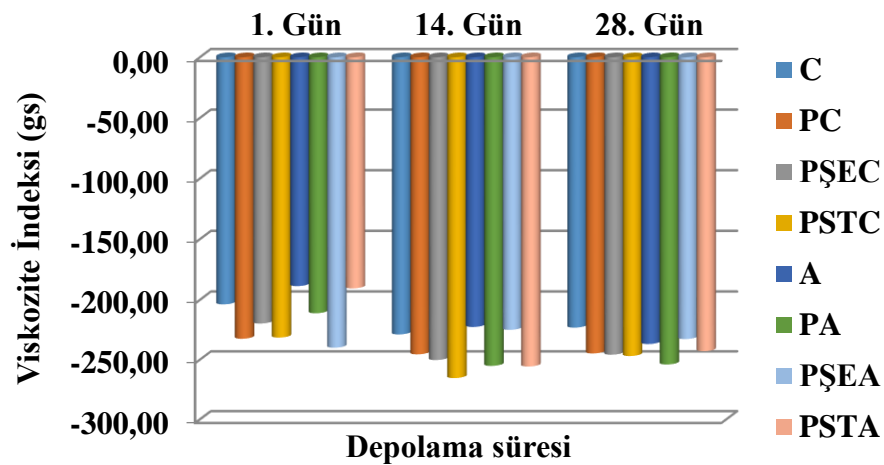
Yoğurt örneklerinin viskozite indeksi değeri (gs) cinsinden belirlenmiş olup Çizelge 4.21.'de yer almaktadır. Örneklerde viskozite indeksi değerleri *L. acidophilus* içeren örneklerde -188,65 gs ile -255,77 gs değerleri arasında, *L. casei* içeren örneklerde ise -203,76 gs- 265,44 gs arasında değişmiştir. Ortalama viskozite indeksi değerleri incelendiğinde en yüksek değeri *L. acidophilus* içeren örneklerde 28., *L. casei* içeren örneklerde ise 14. günde saptanmıştır (Çizelge 4.21).

Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerindeki viskozite indeksi değerlerine dair yapılan varyans analizi sonucunda örneklerin viskozite indeksi değerleri arasındaki yoğurt çeşidi, depolama süresi ve yoğurt çeşidi x depolama süresi etkileşimi istatistiksel açıdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.22.).

Probiyotik yoğurt örneklerinde viskozite indeksi değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.22.'de verilmiştir. Yoğurt örneklerinin viskozite indeksi (gs) en yüksek -247,99 gs ile pancar ve stevia katkılı PSTC örneğinde, en düşük ise kontrol C ve kontrol A örneğinde belirlenmiştir. Depolama boyunca ise viskozite indeksi artmıştır.

Çizelge 4.21. Probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite indeksi (gs) değerlerindeki değişim

Probiyotik Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1.Gün	14.Gün	28.Gün
A	-188,65	-222,69	-236,95
PA	-211,18	-255,23	-254,05
PŞEA	-240,02	-225,06	-232,78
PSTA	-190,52	-255,77	-242,92
Minimum	-188,65	-222,69	-232,78
Maksimum	-240,02	-255,77	-254,05
Ortalama	-207,59	-239,69	-241,68
C	-203,76	-228,92	-223,22
PC	-232,53	-245,58	-244,80
PŞEC	-219,79	-250,35	-245,88
PSTC	-231,54	-265,44	-247,00
Minimum	-203,76	-228,92	-223,22
Maksimum	-232,53	-265,44	-247,00
Ortalama	-221,91	-247,57	-240,23



Şekil 4.14. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite indeksi (gs) değerlerinde meydana gelen değişim

Çizelge 4.22. Probiyotik yoğurt örneklerinin tekstürel özelliklerine ait LSD testi sonuçları

Probiyotik Yoğurt Çeşidi	N	Sıklık (g)	Konsistens (gs)	İç Yapışkanlık (g)	Viskozite İndeksi (gs)
A	9	223,80 ^f	5035,46 ^c	-125,13 ^b	-216,10 ^d
PA	9	340,25 ^a	5114,30 ^c	-159,19 ^a	-240,15 ^b
PŞEA	9	244,78 ^e	4719,87 ^d	-121,39 ^b	-232,62 ^c
PSTA	9	299,11 ^b	5172,20 ^c	-147,60 ^{ab}	-229,74 ^c
C	9	252,05 ^d	5388,79 ^b	-124,26 ^b	-218,63 ^d
PC	9	254,44 ^d	5398,45 ^b	-121,02 ^b	-240,97 ^b
PŞEC	9	247,88 ^e	5331,01 ^b	-115,60 ^c	-238,66 ^{ab}
PSTC	9	274,17 ^c	5762,93 ^a	-142,36 ^{ab}	-247,99 ^a
Depolama Süresi (Gün)					
1	24	254,22 ^c	5160,15 ^b	-122,18 ^b	-223,71 ^b
14	24	271,44 ^b	5226,48 ^b	-131,45 ^a	-230,28 ^b
28	24	309,12 ^a	5567,03 ^a	-137,82 ^a	-247,65 ^a
ANOVA					
Örnek (Ö)	7	**	**	**	**
Depolama Süresi (D)	2	**	**	**	**
Ö x D	14	**	**	**	**
Hata	48				

^aP- değerleri: (*) $P < 0.05$ değerinde önemli; (**) $P < 0.01$ değerinde önemli; ns, önemsiz. Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

A: *L. acidophilus* içeren probiyotik yoğurt, PA: *L. acidophilus* ve kırmızı pancar içeren probiyotik yoğurt, PŞEA: *L. acidophilus*, kırmızı pancar ve şeker/sakkaroz içeren probiyotik yoğurt, PSTA: *L. acidophilus*, kırmızı pancar ve stevia içeren probiyotik yoğurt, C: *L. casei* içeren probiyotik yoğurt, PC: *L. casei* ve kırmızı pancar içeren probiyotik yoğurt, PŞEC: *L. casei*, kırmızı pancar ve şeker/sakkaroz içeren probiyotik yoğurt, PSTC: *L. casei*, kırmızı pancar ve stevia içeren probiyotik yoğurt

4.4. Yoğurt Örneklerinde Duyusal Özellikler

Gıdalarda besinsel ve fonksiyonel özellikler ile birlikte duyusal algılar da oldukça önemlidir. Gıdanın makro yapısı ya da şekli/yüzeyi; gıda parçacığı ağız içine alındığında ilk izlenim olarak belirlenmekte, gıdaların genel beğenisini, tat ve aroma algısını da yönlendirmektedir (Keser ve Özcan 2020).

Probiyotik yoğurt örneklerinin duyusal özellikleri tüm dönemlerde renk ve görünüş, yapı ve tekstür, pürüzsüzlük, koku, tat, tatlılık, duyusal asitlik, burukluk parametreleri ile değerlendirilmiştir. Ayrıca tüketici beğenisini değerlendirmek için satın alma niyeti ve genel kabul edilebilirlik parametreleri de incelenmiştir (Çizelge 4.23.).

Probiyotik yoğurt örneklerinde uygulanan duyusal analiz değerlendirmelerine ait varyans analizine göre, yoğurt çeşidi pürüzsüzlük ve burukluk açısından önemli bulunurken $p<0,01$, renk ve görünüş, yapı ve tekstür, koku, tat, tatlılık ve duyusal asitlik değerleri istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerindeki tat, satın alma niyeti ve genel kabul edilebilirlik değerleri için depolama süresi farklılıkları istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Renk ve görünüş, koku, duyusal asitlik ve burukluk depolama süresi farklılıkları $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Yapı ve tekstür, pürüzsüzlük, tatlılık değerlerinin ise depolama süresi boyunca $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.23.).

Gıdaların ağızda işlenmesinde tekstür-flavor-tat algıları tüketicilerin gıda kabulü ve tercihine yol açmaktadır. Gıdanın viskozitesi arttıkça aroma salınımlarının değiştiği belirtilmiştir. Ayrıca aroma aynı zamanda tat algısını da arttırabilmektedir (Keser ve Ozcan 2020). Yoğurt örneklerinde duyusal değerlendirme puanlarına ait LSD testi Çizelge 4.23.'de verilmiştir.

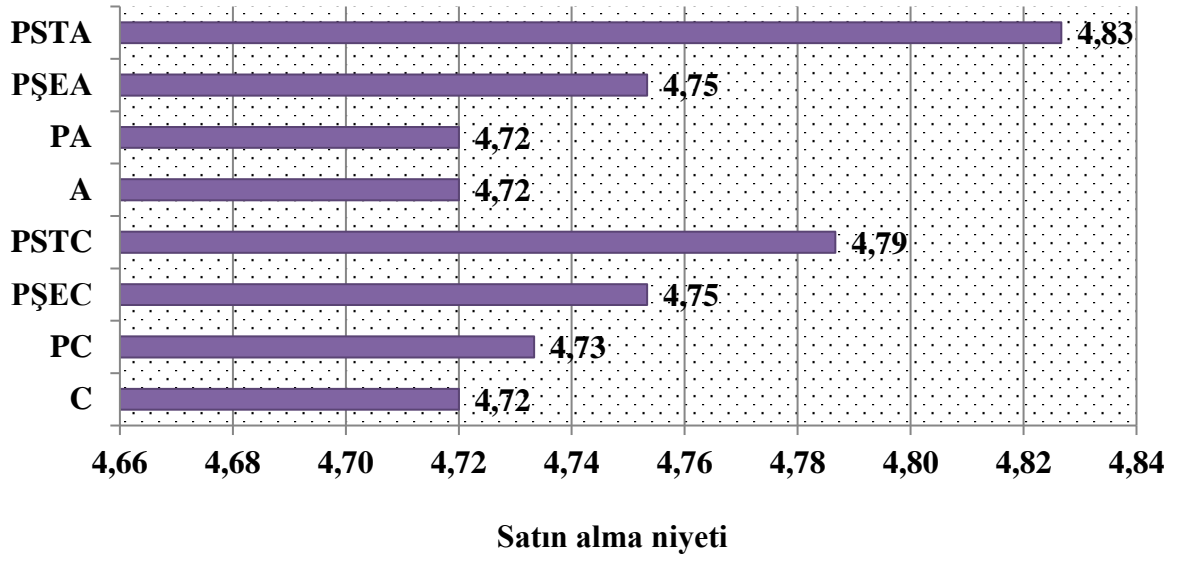
Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, renk ve görünüş, yapı ve tekstür, pürüzlülük, koku, tat, duyusal asitlik parametrelerinde değerlendirilen yoğurt örnekleri panelistler tarafından aynı ölçüde beğenilmiş ve istatistiksel açıdan aynı gruplarda yer almıştır. Probiyotik yoğurt örneklerinde satın alma niyeti ve genel kabul edilebilirlik

değerlendirmeleri tüm yoğurt örneklerine aynı derecelendirmelerde yapılmış ve panelistlerin tüm örnekleri genel anlamda beğendiği tespit edilmiştir. Tatlılık parametresi en fazla pancar ve stevia ilaveli *L. acidophilus* örneğinde (PSTA) saptanmıştır (Çizelge 4.23.).

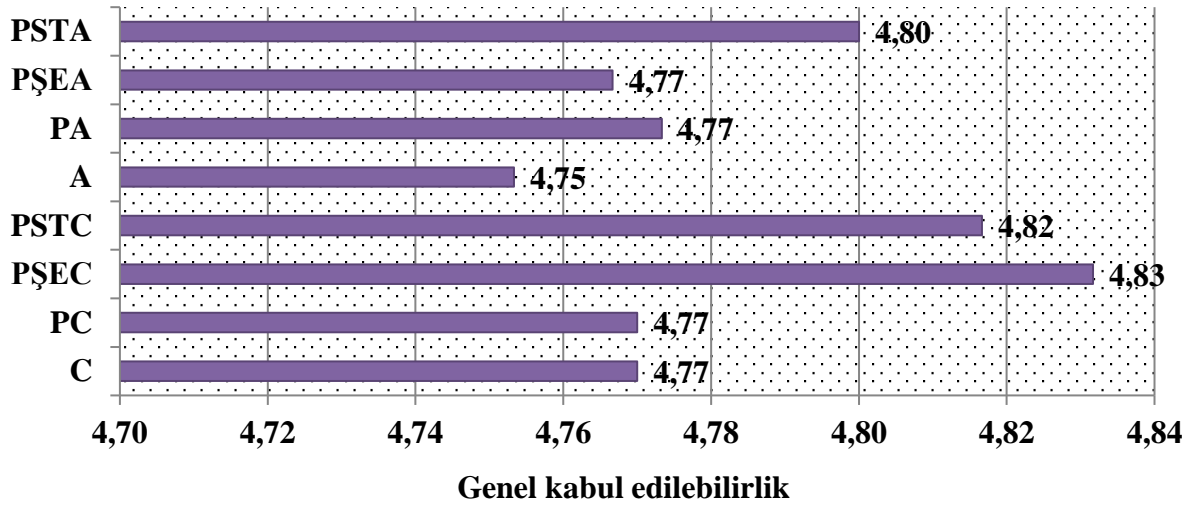
Depolama boyunca yoğurt örneklerinin değişen duyuşal değerlendirme puanları ve LSD testine göre görünüş, aroma, tekstür bakımından incelendiğinde en düşük yapı ve tekstür, koku, tatlılık, duyuşal asitlik puanları depolamanın 1. gününde belirlenmiştir. Yoğurt bakterilerinin aktivitesinin depolama süresince de devam etmesi ile birlikte yoğurtlarda görünüş, renk, aroma ve tekstür özelliklerinin etkilendiği belirtilmiştir (Aryana ve McGrew 2007).

Tekstür ve ağız hissi tüketicinin kabul edilebilirliğini büyük ölçüde etkilemektedir. Panelistler, kırmızı pancarın yoğurt örneklerine renk ve aroma kazandırdığını, asitlik gelişimini olumlu etkilediğini, koku ve tatlılığı artırdığını belirtmişlerdir. Stevia eklenen örnekler şeker ilaveli örneklere göre daha fazla beğenilmiş, kalorisiz ve şekere eş değer olan doğal tatlandırıcı stevianın renk, görünüş ve yapıyı olumsuz etkilemediği gözlemlenmiştir.

Depolama boyunca panelistler tarafından belirlenen satın alma niyeti ve genel kabul edilebilirlik değişimi Şekil 4.15. ve Şekil 4.16.'da yer almaktadır.

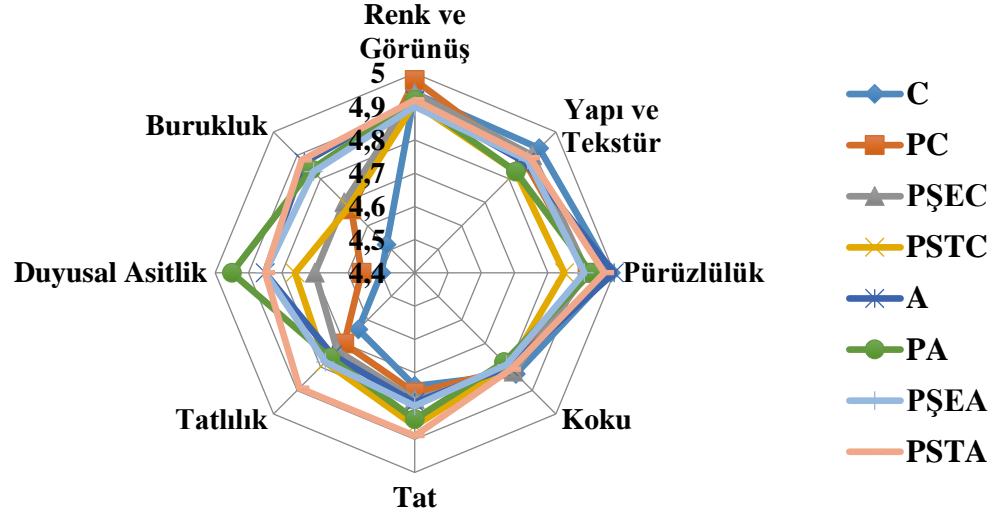


Şekil 4.15. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin satın alma niyeti değerlerindeki değişim

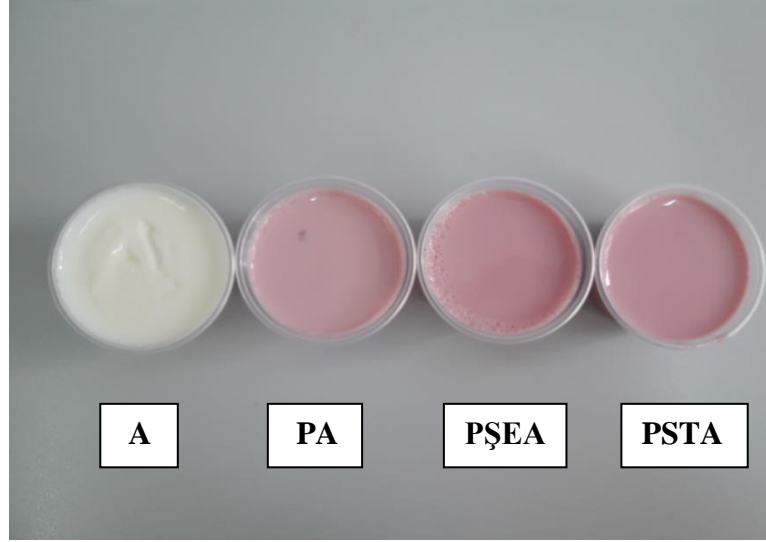


Şekil 4.16. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerlerindeki değişim

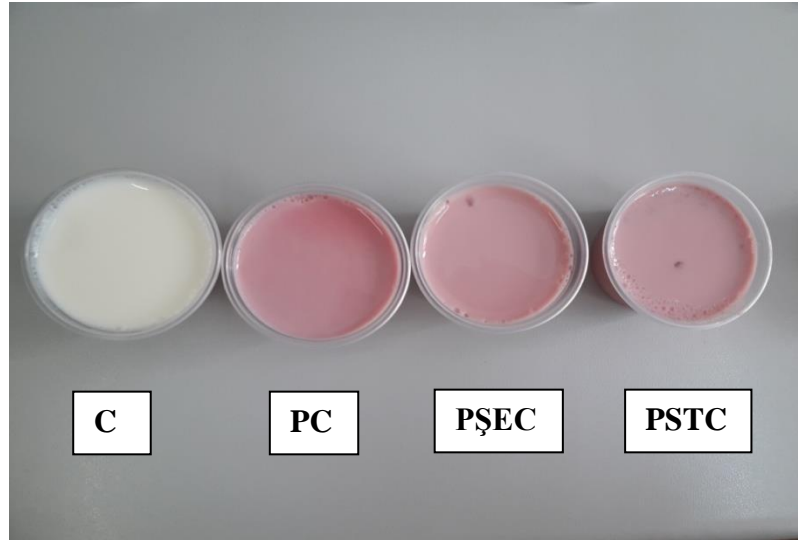
Şekil 4.17.'de depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin duysal özelliklerinde meydana gelen değişim görülmektedir.



Şekil 4.17. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin duysal özelliklerinde meydana gelen değişim



Şekil 4.18. *L. acidophilus* içeren kırmızı pancar ve stevia katkılı yoğurtlar



Şekil 4.19. *L. casei* içeren kırmızı pancar ve stevia katkılı yoğurtlar

Çizelge 4.23. Probiyotik yoğurt örneklerinin duyuusal özelliklerine ait LSD testi sonuçları

Yoğurt Çesidi	N	Renk ve Görünüş	Yapı ve Tekstür	Pürüzlülük	Koku	Tat	Tatlılık	Duyusal Asitlik	Burukluk	Satın Alma Niyeti	Genel Kabul Edilebilirlik
A	15	4,92 ^a	4,90 ^a	5,00 ^a	4,80 ^a	4,72 ^a	4,74 ^{ab}	4,79 ^a	4,85 ^a	4,72 ^a	4,75 ^a
PA	15	4,92 ^a	4,87 ^a	4,96 ^a	4,79 ^a	4,72 ^a	4,73 ^{ab}	4,83 ^a	4,86 ^a	4,72 ^a	4,77 ^a
PŞEA	15	4,90 ^a	4,88 ^a	4,92 ^a	4,79 ^a	4,77 ^a	4,78 ^{ab}	4,84 ^a	4,83 ^a	4,77 ^a	4,78 ^a
PSTA	15	4,92 ^a	4,90 ^a	4,96 ^a	4,82 ^a	4,84 ^a	4,90 ^a	4,86 ^a	4,86 ^a	4,84 ^a	4,82 ^a
C	15	4,94 ^a	4,94 ^a	4,99 ^a	4,86 ^a	4,74 ^a	4,66 ^b	4,73 ^a	4,56 ^b	4,74 ^a	4,78 ^a
PC	15	4,97 ^a	4,86 ^a	4,91 ^a	4,81 ^a	4,74 ^a	4,71 ^b	4,72 ^a	4,66 ^{ab}	4,74 ^a	4,76 ^a
PŞEC	15	4,94 ^a	4,92 ^a	4,92 ^a	4,83 ^a	4,77 ^a	4,72 ^b	4,75 ^a	4,72 ^{ab}	4,77 ^a	4,83 ^a
PSTC	15	4,92 ^a	4,83 ^a	4,80 ^b	4,78 ^a	4,80 ^a	4,78 ^{ab}	4,69 ^a	4,69 ^{ab}	4,80 ^a	4,82 ^a
Depolama Süresi (Gün)											
1	40	4,93 ^{ab}	4,83 ^b	4,94 ^{ab}	4,72 ^b	4,76 ^a	4,67 ^b	4,68 ^b	4,72 ^b	4,74 ^a	4,74 ^a
14	40	4,98 ^a	4,91 ^a	4,96 ^a	4,90 ^a	4,79 ^a	4,80 ^a	4,90 ^a	4,93 ^a	4,82 ^a	4,84 ^a
28	40	4,88 ^b	4,92 ^a	4,89 ^b	4,81 ^{ab}	4,85 ^a	4,79 ^a	4,74 ^b	4,61 ^b	4,72 ^a	4,78 ^a
ANOVA											
Örnek (Ö)	7	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns
Depolama Süresi (D)	2	**	*	*	**	ns	*	**	**	ns	ns
Ö x D	14	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns
Hata	96										

^aP- değerleri: (*) $P < 0.05$ değerinde önemli; (**) $P < 0.01$ değerinde önemli; ns, önemsiz. Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

5. SONUÇ

Kronik hastalıkların yaygınlaşması ve dünya çapında obezitenin artışı sağlığa yararlı bakterilerin, diyet liflerinin, doğal içeriğinden yararlanılan meyve/sebzelerin ve şeker oranı azaltılmış ürünlerin tüketiminin artmasına neden olmuştur. Bununla birlikte nutrasötik gıdaların sağlığa olan yararlı etkileri kanıtlanmış, gıdalardaki fonksiyonel içeriği zenginleştiren doğal tatlandırıcı ve renklendiriciler üzerine yapılan çalışmalar yoğunluk kazanmıştır. Probiyotik süt ürünleri fonksiyonel açıdan zengin bileşenlere sahip olmakla beraber içeriğinde tüketildiğinde sağlık için yararlı probiyotik bakterileri de içermektedir.

Prebiyotik lifler, doğal renklendirici ve tatlandırıcılar ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurtlarda bu bileşenler sadece besinsel içeriği geliştirmekle kalmamakta, ayrıca ürünün teknolojik özelliklerinde de etkili olmaktadır. Bazı spesifik bitkilerin doğal renklendirici ve tatlandırıcı özelliklerinin olduğu bilinmektedir. Bunlara örnek olarak verilen kırmızı pancarın antioksidan madde, diyet lifi miktarı yüksektir ve ayrıca ısı ve ışıktan etkilenmeyen doğal renk pigmentlerine sahiptir. Bir şeker ikamesi olarak kullanılan stevia bitkisi ise araştırmalarda belirlenmiş potensiyel prebiyotik etkiye sahip olabilen, tamamen doğal tatlandırıcı bir yapıya sahiptir. Bununla birlikte, stevia diyabet hastaları için kan şekeri seviyelerini etkilemeyen, diğer tatlandırıcılara nazaran nörolojik yan etkileri olmayan ve güvenli doğal bir tatlandırıcıdır.

Yapılan bu çalışmada, *L. acidophilus* ve *L. casei* probiyotik bakterileri starter kültür olarak kullanılmıştır. Probiyotik yoğurtlar kırmızı pancar, şeker ve stevia ilaveleriyle üretilmiştir. Depolama boyunca 1., 14. ve 28. günlerde mikrobiyolojik, fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyuşal değerlendirmeler yapılarak istatistiksel olarak farklılıklar belirlenmiştir ($p < 0,01$; $p < 0,05$).

Dünya Sağlık Örgütü/Gıda ve İlaç dairesi (WHO/FAO) tarafından “yeterli miktarda tüketildiği zaman konakçıda olumlu sağlık etkisi yaratan canlı mikroorganizmalar” olarak tanımlanan probiyotikler tek ve karışık mikroorganizma kültürleridir. Bu probiyotik bakteri türleri bağışıklık sistemini kendilerine özgü mekanizmalarla güçlendirmekte, farklı sağlık etkileri ile birlikte probiyotik üründe de farklı teknolojik özellikler oluşturabilmektedir.

Probiyotik mikroorganizmaların sağlık üzerine olumlu etkili gösterebilmesi için tktildikleri gıdalarda $>10^8$ kob/g olmaları ve gıdaların üretimi ve depolama süreleri boyunca canlı kalabilmeleri gerekmektedir.

Depolama boyunca yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda pancar, Şeker ve stevia içeren probiyotik yoğurtlarda *L. acidophilus* ve *L. casei* sayısı depolama boyunca yüksek bulunmuştur (8,00-10,00 log₁₀ kob/g).

Türk Gıda kodeksi Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliği'nde "Bir gıda ürününün probiyotik beyanına sahip olabilmesi için raf ömrü boyunca en az 10^6 kob/g probiyotik içermesi" gerektiği belirtilmektedir.

Fermantasyon ve depolama süresince pancar ve stevia ilavesi ile probiyotik yoğurtlarda artan toplam antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve potansiyel prebiyotik içeriğin probiyotik bakterilerin gelişimini teşvik etmesi sonucu, mikroorganizma canlılık seviyesinin biyoterapötik seviyenin üzerinde (<6 log₁₀ kob/g) kaldığı belirlenmiştir. Stevianın pancar ile karşılaştırıldığında daha yüksek gelişme oranı gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Kırmızı pancarın sahip olduğu antioksidanlar, antosiyaninler ve betalainlerin probiyotik bakteri gelişimini teşvik etmesi pH'nın azalmasında etkili olmuŐ, genel olarak *L. casei* grubu yoğurtlarda pH daha düşük bulunmuştur. Kırmızı pancar, Şeker ve stevia katkılı probiyotik yoğurtlarda fermantasyon sonucunda gelişen laktik asit miktarına bağlı olarak pH değişiminin depolama süresince azaldığı tespit edilmiştir. Pancar ilaveli yoğurt örnekleri, stevia-pancar ilaveli yoğurt örnekleri ve genel olarak *L. casei* içeren örneklerde titrasyon asitliği değerleri daha yüksek olarak saptanmıştır.

Yoğurt rneklerinin serum ayrılması oranları incelendiğinde kırmızı pancar katkılı örneklerin serum ayrılması değerlerinin diğer örneklerle oranla daha az olduğu belirlenmiştir. Renk parametreleri değerlendirildiğinde parlaklığın (L^* değer) depolama boyunca azaldığı, kırmızılık (a^*) değerinin kırmızı pancar katkılı örneklerde daha fazla bulunduğu ve sarılık değerinin (b^*) ise kontrol örneklerinde daha yüksek olduğu

belirlenmiştir. Depolamanın etkisi ile oluşan renk degradasyonunun renk yoğunluğu ve değişiminde etkili olduğu düşünülmüştür.

L. acidophilus içeren örneklerde indirgen şeker miktarı yüksek olarak tespit edilmiştir. Genel olarak kırmızı pancar içeren örneklerde antioksidan aktivite değeri daha yüksek bulunmuştur. Depolama süresi boyunca örneklerdeki toplam antioksidan madde miktarı artmıştır. Probiyotik yoğurt örneklerinde en yüksek DPPH-antioksidan aktivite değerleri pancar-stevia ilaveli *L. acidophilus* örneğinde ve antioksidan aktivite-FRAP değerleri ise genel olarak kırmızı pancar ve *L. casei* içeren örneklerde daha yüksek bulunmuştur. Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinde toplam fenolik madde miktarı depolama sonunda azalmıştır.

Tekstürel açıdan değerlendirildiğinde, sıklık ve konsistens değerleri depolama boyunca artmış, viskozite indeksi değerleri azalmış ve iç yapışkanlık değerleri ise stabil kalmıştır.

Probiyotik yoğurt örneklerinde duyuşal değerdendirmeler sonucu görünüş (renk, serum ayrılması, parlaklık, pürüzlülük), aroma (duyuşal asitlik, tat, tatlılık, burukluk, koku) ve tekstür (sıklık, homojenlik, yapışkanlık) özellikleri panelistler tarafından aynı derecede beğenilmiştir. Satın alma niyeti ve genel kabul edilebilirlik açısından bütün yoğurt örnekleri beğenilmiş ve duyuşal beğenilirlik depolama boyunca stabil kalmıştır.

Son yıllarda, sağlık üzerine etkili biyoaktif bileşenlere ve probiyotiklere ilginin artması fonksiyonel ve yaşam kalitesini yükselten yüksek lif ve fitokimyasalları içeren ve ayrıca şeker oranı azaltılmış nutrasötik gıdalara ilgiyi arttırmıştır. Bu çalışmada, kırmızı pancarın doğal renk pigmentlerinin, diyet lifi ve fenolik bileşen içeriğinin ve ayrıca potansiyel prebiyotik aktiviteye sahip doğal tatlandırıcı stevianın, belirlenen ve önerilen kullanım oranlarında probiyotik bakterilerin canlılığını, aktivitesini ve fermente süt ürünlerinin jelleşme özelliklerini geliştirdiği saptanmıştır. Ayrıca gıda matriksinde kırmızı pancar renk pigmentlerinin renk stabilitesinin korunduğu, nutrasötik biyoyararlılığa sahip, şeker hastaları için alternatif, şeker oranı azaltılmış bir ürün geliştirilmiştir.

Stevia gelecekte hızla büyüyen gıda pazarında sağlık etkisi, teknolojik ve duyuşal özellikleri bakımından potansiyel bir doğal tatlandırıcı kaynağı olarak birçok tatlandırıcıdan daha fazla yer alacak gibi görölmektedir.

Kırmızı pancarın yoğurtta meydana getirdiğı renk tüketicideki beğeni algısını geliştirmiştir. Ülkemizde bol miktarda yetiştirilmesi, doğal renk bileşenleri, antosiyanin, prebiyotik diyet lifi ve antioksidan içeriğı ile kırmızı pancar gıda sanayinde terapötik ve teknolojik faydalar sağılayan endüstriyel bir bitki olabilme eğilimi göstermektedir.

Probiyotik bakterilerin gıda ürünlerinde kullanılmaları tüketicilerde olumlu sağılık etkileri oluşturmaktadır. Probiyotik bakteri içeren süt ürünlerine prebiyotik etkisi bulunan gıda bileşenlerinin eklenmesi de gıdanın fonksiyonel özelliklerini geliştirici etkide bulunmaktadır. Bu çalışmada kırmızı pancar ve stevianın biyoaktif, fermente olabilir şeker ve diğere bileşen içeriğı ile zenginleştirilen fermente süt jelinde probiyotik bakterilerin gelişiminde olumlu etkide bulunduğı saptanmıştır. Bununla birlikte belirtilen yoğurt sisteminde prebiyotik potansiyeli tam olarak açıklayabilmek için, stevia ve kırmızı pancar biyoaktif bileşikleri ile ilgili *in vitro* ve *in vivo* canlı modellerinde probiyotik bakterilerin canlılığı, gelişimi, kolonizasyon özelliğı, prebiyotik aktivite skoru, prebiyotik indeks ve bileşen karakterizasyonlarının araştırılmasına dair yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Abbasi, H., Mousavi, M.E., Ehsani, M.R., Jomea, Z.E., Vaziri, M., Rahimi, J., Aziznia S. 2009.** Influence of starter culture type and incubation temperatures on rheology and microstructure of low fat set yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 62: 549-555.
- 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.
- Abed, S. M., Ali, A. H., Noman, A. 2016.** Inulin as prebiotics and its applications in food industry and human health: A Review. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 5: 88-97.
- Abou-Donia, M.B., El-Masry, E.M., Abdel-Rahman, A.A., McLendon, R.E., Schiffman, S.S. 2008.** Splenda alters gut microflora and increases intestinal p-glycoprotein and cytochrome p-450 in male rats. *Journal Toxicol Environ Health Part A*, 71: 1415-1429.
- Aguilar-Toala, J.E., Garcia-Varela, R., Garcia, H.S., Mata-Haro, V., Gonzalez-Cordova, A.F., Vallejo-Cordoba, B., Hernandez-Mendoza, A. 2018.** Postbiotics: An evolving term within the functional foods field. *Trends in Food Science and Technology*, 75: 105-114.
- Akhter, N., Wu, B., Memon, A.M., Mohsin, M. 2015.** Probiotics and prebiotics associated with aquaculture: a review. *Fish and Shellfish Immunology*, 45: 733-741.
- Akin, Z., Ozcan, T. 2017.** Functional properties of fermented milk produced with plant proteins. *LWT-Food Science and Technology*, 86: 25-30.
- Akkol, S., Doğan, M.C., Esenkar, D., Doğan, H., Karamahmutoğlu, T., Onat, F. 2017.** Effects of probiotic consumption on absence seizures. *Epilepsi*, 23: 51-56.
- Alberto, M.R., Gomez-Cordoves, M.C., Manca de Nadra, M.C. 2004.** Metabolism of gallic acid by *Lactobacillus hilgardii* from wine. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 52: 6465–6469.
- Altınışık, M. 2010.** Karbonhidrat metabolizması bozukluklarına biyokimyasal yaklaşım. *Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 11: 51-59.
- Aminha, S., Soumya, A.N., Raju, V.G., Goud, B.M., Irfath, M., Quadri, S.A.P. 2014.** Isolation and extraction of artificial sweetner (Stevia). *World Journal of Pharmaceutical Research*, 3: 481-486.
- Anonim, 2009.** Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tebliğ No: 2009/25-27143, Ankara.

Anonim, 2020. TÜİK, Süt ve süt ürünleri üretimi raporu, 2020. 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: 85-89.

Aryana, K.J., McGrew, P. 2007. Quality attributes of yogurt with *Lactobacillus casei* and various prebiotics. *LWT-Food Science and Technology*, 40: 1808-1814.

Atamanova, S.A., Brezhneva, T.A., Slivkin, A., Nikolaevskii, V.A. 2005. Isolation of saponins from table beetroot and primary evaluation of their pharmacological activity. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 39: 650-652.

Ayar, A., Sert, D., Kalyoncu, İ.H. 2005. Farklı meyveler kullanılarak üretilen yoğurtların kimyasal, reolojik ve duyuşal özellikleri. *Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi*, 7: 11-19.

Azeredo, H.M.C. 2009. Betalains: properties, sources, applications and stability-a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 44: 2365-2376.

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.

Bertazzoni, M.E., Benini, A., Marzotto, M., Sbarbati, A., Ruzzenente, O., Ferrario, R., Hendriks, H., Dellaglio, F. 2004. Assessment of novel probiotic *Lactobacillus casei* strains for the production of functional dairy foods. *International Dairy Journal*, 14: 723-736.

Bertelsen, R.J., Jensen, E.T., Ringel-Kulka, T. 2016. Use of probiotics and prebiotics in infant feeding. *Best Practice and Research Clinical Gastroenterology*, 30: 39-48.

Birch, C., Bonwick, G. 2019. Functional foods processing: maximising consumer benefit and producer confidence. *Institute of Food Science and Technology*, 54: 1467-1485.

Brandle, J.E., Starratt, A.N., Gijzen, M. 2000. Stevia rebaudiana. Its biological, chemical and agricultural properties. *Agriculture and AgriFood*, Canada.

Butchko, H.H., Stargel, W.W. 2002. Aspartame: scientific evaluation in the postmarketing period. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 34: 221-33.

Burns, P., Patrignani, P., Serrazanetti, D., Vinderola, G.C., Reinheimer, J.A., Lanciotti, R., Guerzoni, M.E. 2008. Probiotic crescenza cheese containing *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus acidophilus* manufactured with high-pressure homogenized milk. *Journal Dairy Science*, 91: 500-512.

Buriti, F.C., Bedani, R., Saad, S.M.I. 2016. Probiotic and prebiotic dairy desserts. *Probiotics, prebiotics and synbiotics*, 345-360 pp.

Buruleanu, L.C., Nicolescu, C.L., Gorghiu, G., Bratu, M.G., Avram, D., Manea, I. 2009. Lactic acid fermentation of carrot and red beet juices by probiotic bacteria. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca Agriculture* 66: 132–139.

Castellar, R., Obon, J.M., Fernandez-Lopez, J. 2006. The isolation and properties of a concentrated red-purple betacyanin food colourant from opuntia stricta fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 122-128.

Chatsudthipong, V., Muanprasat, C., 2009. Stevioside and related compounds: therapeutic benefits beyond sweetness. *Pharmacology and Therapeutics*, 121: 41–54.

Chaves, A.C.S.D., Fernandez, M., Lerayer, A.L.S., Mierau, I., Kleerebezem, M., Hugenholtz, J. 2002. Metabolic engineering of acetaldehyde production by *Streptococcus thermophilus*. *Applied and Environmental Microbiology*, 68: 5656-5662.

Chawla, H., Parle, M., Sharma, K., Yadav, M. 2016. Beetroot: a healthpromoting functional food. *Nutraceuticals*, 16: 1-5.

Chetachukwu, A.S., Thongraung, C.,Yupanqui, C.T. 2019. Development of reduced-fat coconut yoghurt: Physicochemical, rheological, microstructural and sensory properties. *International Journal of Dairy Technology*, 72: 524–535.

Chhikara, N., Kushwaha, K., Sharma, P., Gat, Y. 2018. Bioactive compounds of beetroot and utilization in food processing industry: a critical review. *Food Chemistry*, 272 pp.

Chou, W.T., Sheih, I., Fang, T.J. 2013. The applications of polysaccharides from various mushroom wastes as prebiotics in different systems. *Journal of Food Science*, 78: 1041-1048.

Chugh, B., Kamal-Eldin, A. 2020. Bioactive compounds produced by probiotics in food products. *Current Opinion in Food Science* 32: 76–82.

Clifford, T., Howatson, G., West, D.J., Stevenson, E.J. 2015. The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease. *Nutrients*, 7: 2801-2822.

Cueva, O., Aryana, K. J. 2008. Quality attributes of a heart healthy yogurt. *LWT-Food Science and Technology*, 41: 537-544.

Damunupola, P.R., Weerathilake, D.V., Sumanasekara, G.S. 2014. Evaluation of quality characteristics of goat milk yogurt incorporated with beetroot juice. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 4: 1-5.

Delgado-Vargas, F., Jimenez, A.R., Paredes-Lopez, O. 2000. Natural pigments: Carotenoids, anthocyanins, and betalains characteristics, biosynthesis, processing, and stability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40: 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: 495-503.

de Zwart F.J., Slow, S., Payne, R.J., George, P.M., Lever, M., Gerrard, J.A., Chambers, S.T. 2003. Glycine betaine and glycine betaine analogues in common foods. *Food Chemistry*, 83: 197-204.

de Vrese, M., Schrezenmeir, J. 2008. Probiotics, prebiotics and synbiotics. *Advances in Biochemical Engineering and Biotechnology*, 111: 1-66.

Dhanasekaran, D., Imran, M.Y., Reehana, N., Jayaraj, A., Arveez, A.A., Thajuddin, N., Alharbi, N.S., Muralitharan, G. 2016. Statistical optimization of exopolysaccharide production by *Lactobacillus plantarum* NTMI05 and NTMI20. *International Journal of Biological Macromolecules*, 93: 731-745.

Dias, M.G., Camoes, M., Oliveira, L. 2009. Carotenoids in traditional Portuguese fruits and vegetables. *Food Chemistry*, 113: 808–815.

Doherty, S.B., Auty, M.A., Stanton, C., Ross, R.P., Fitzgerald, G.F., Brodkorb, A. 2012. Application of whey protein micro-bead coatings for enhanced strength and probiotic protection during fruit juice storage and gastric incubation. *Journal of Microencapsulation*, 29: 713-728.

Donkor, O.N., Henriksson, A., Vasiljevic, T., Shah, N.P. 2006. Effect of acidification on the activity of probiotics in yoghurt during cold storage. *International Dairy Journal*, 16: 1181-1189.

Dwivedi, M., Kumar, P., Laddha, N.C., Kemp, E.H. 2016. Induction of regulatory T cells: a role for probiotics and prebiotics to suppress autoimmunity. *Autoimmunity Reviews*, 15: 379-392.

Edwards, C.H., Rossi, M., Corpe, C.P., Butterworth, P.J., Ellis, P.R. 2016. The role of sugars and sweeteners in food, diet and health: Alternatives for the future. *Trends in Food Science and Technology*, 56: 158-166.

Er, T. 2011. Effects of different drying temperature on some physical and phytochemical properties of red beet. *Yüksek Lisans Tezi*, S.Ü. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

Eroğlu, E. ve Özcan, T. 2019. Stevia katkılı probiyotik yoğurtlarda bakteri canlılığının ve ürün özelliklerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, B.U.Ü. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

Fang, J. 2014. Bioavailability of anthocyanins. *Drug metabolism reviews*, 46: 508-520.

Farias, D.P., Araujo, F.F., Neri Numa, I.A. 2019. Prebiotics: Trends in food, health and technological applications. *Trends in Food Science and Technology*, 23-35.

- Fayed, B., Abood, A., El-Sayed, H. S., Hashem, A.M., Mehanna, N.S. 2018.** A synbiotic multiparticulate microcapsule for enhancing inulin intestinal release and *Bifidobacterium* gastro-intestinal survivability. *Carbohydrate Polymers*, 193: 137-143.
- Fernandes, I., Faria, A., Calhau, C., de Freitas, V., Mateus, N. 2014.** Bioavailability of anthocyanins and derivatives. *Journal of Functional Foods*, 7: 54-66.
- Fernandez, M., Hudson, J.A., Korpela, R., de los Reyes-Gavilan, C.G. 2015.** Impact on human health of microorganisms present in fermented dairy products: An overview. *BioMed Research International*, 412714.
- Figiel, A. 2010.** Drying kinetics and quality of beetroots dehydrated by combination of convective and vacuum-microwave methods. *Journal of Food Engineering*, 98: 461-70.
- Frankenfeld, C.L., Sikaroodi, M., Lamb, E., Shoemaker, S., Gillevet, P.M. 2015.** High-intensity sweetener consumption and gut microbiome content and predicted gene function in a cross-sectional study of adults in the United States. *Ann Epidemiology*, 25: 736-742.
- Fuller, R., Fooks, L.J., Gibson, G.R. 1999.** Prebiotics, probiotics and human gut microbiology. *International Dairy Journal*, 9: 53-61.
- Gandía-Herrero, F., Escribano, J. and García-Carmona, F. 2010.** Structural implications on color, fluorescence, and antiradical activity in betalains. *Planta*, 232: 449-460.
- Gardana, C., Scaglianti, M., Simonetti, P. 2010.** Evaluation of steviol and its glycosides in *Stevia rebaudiana* leaves and commercial sweetener by ultra-high-performance liquid chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1217: 1463-1470.
- Gentile, C., Tessoriere, L., Allegra, M., Livrea, M.A., Alessio, P.D., 2004.** Antioxidant betalins from cactus pear (*O. ficus-indica*) inhibit endothelial ICAM-1 expression. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1028: 481-486.
- Georgiev, V., Weber, J., Kneschke, E.M., Denev, P. 2010.** Antioxidant activity and phenolic content of betalain extracts from intact plants and hairy root cultures of the red beetroot *Beta vulgaris* cv. detroit dark red. *Plant Foods for Human Nutrition*, 65: 105-111.
- Geuns, J.M. 2000.** Safety of stevia and stevioside. *Recent Research Developments in Phytochemistry*, 4:75-88.
- Geuns, J.M., Buyse, J., Vankeirsbilck, A., Temme, E.H. 2007.** Metabolism of stevioside by healthy subjects. *Experimental Biology and Medicine*, 232: 164-173.
- Gibson, G.R., Probert, H.M., Van Loo, J., Rastall, R.A., Roberfroid M.B. 2004.** Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutrition Research Reviews*, 17: 259-275.

Gibson, G.R., Hutkins, R., Sanders, M.E., Prescott, S.L., Reimer, R.A., Salminen, S.J., Scott, K., Stanton, C., Swanson, K.S. Cani, P.D., Verbeke, K., Reid, G. 2017. Expert consensus document: the international scientific association for probiotics and prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*, 14: 491-502.

Giri, A., Rao, H.R., Ramesh, V. 2014. Effect of partial replacement of sugar with stevia on the quality of kulfi. *Journal of Food Science and Technology*, 51: 1612-1616.

Gliszczynska-Swiglo, A., Szmusiak, H., Malinowska, P. 2006. Betanin, the main pigment of red beet: molecular origin of its exceptionally high free radical – scavenging activity. *Food Additives Contaminants*, 52: 234–238.

Gokhale, S.V., Lele, S.S. 2011. Dehydration of red beet root (*Beta Vulgaris*) by hot air drying: Process optimization and mathematical modeling. *Food Science and Biotechnology*, 20: 955-964.

Gopal, P.K. 2011. Encyclopedia of dairy sciences (second edition) lactic acid bacteria *Lactobacillus* spp.: *Lactobacillus acidophilus*. *Academic Press*, 91-95 pp.

Goyal, S.K., Samsher, G.R., Goyal, R.K. 2010. Stevia (*Stevia rebaudiana*) a bio-sweetener: A Review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 61: 1-10.

Gültekin, F. 2017. Tatlandırıcılar, glikoz intoleransı ve mikrobiyota. *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research*, 1: 34-38.

Guarner, F. 2009. Prebiotics, probiotics and helminths: the natural solution. *National Library of Medicine*, 27: 412-417.

Guyonnet, D., Chassany, O., Ducrotte, P., Picard, C., Mouret, M., Mercier, C.H., Matuchansky, C. 2007. Effect of a fermented milk containing *Bifidobacterium animalis* DN-173 010 on the health-related quality of life and symptoms in irritable bowel syndrome in adults in primary care: A multicentre, randomized, double-blind, controlled trial. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, Chapter 3, pp. 475-486.

Hajihashemi, S., Geuns, J. 2017. Steviol glycosides correlation to genes transcription revealed in gibberellin and paclobutrazol-treated *Stevia rebaudiana*. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*, 26: 387-394.

Hasan, S.J., Ahmed, T., Hossain, R.A., Haidar, I., Rube, S.A., Pramanik, M.H. 2014. Assessment on impact of dietary probiotic supplementation on growth indices of tilapia (*Oreochromis niloticus*). *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 6: 441-446.

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: 5-12.

Hernandez, A., Schiffer, T.A., Ivarsson, N., Cheng, A.J., Bruton, J.D., Lundberg, J.O., Weitzberg, E., Westerblad, H. 2012. Dietary nitrate increases tetanic $[Ca^{2+}]_i$ and

contractile force in Mouse fast-twitch muscle. *The Journal of Physiology*, 590: 3575-3583.

Hickson, M., D'Souza, A.L., Muthu, N., Rogers, T.R., Want, S., Rajkumar, C. Bulpitt, C.J. 2007. Use of probiotic *Lactobacillus* preparation to prevent diarrhoea associated with antibiotics: Randomised double blind placebo controlled trial. *BMJ*, pp. 335-380.

Hu, B., Gong, Q., Wang, Y., Ma, Y., Li, J., Yu, W. 2006. Prebiotic effects of neoagaro-oligosaccharides prepared by enzymatic hydrolysis of agarose. *Anaerobe*, 12: 260-266.

Isolauri, E., Sütas, Y., Kankaanpää, P., Arvilommi, H. 2001. Probiotics: effects on immunity. *Amerikan Journal of Clinical Nutrition*, 70: 444-450.

Inanc, N., Sahin, H., Cicek, B. 2005. The impact of probiotics and prebiotics on health. *Erciyes Medical Journal*, 27:122-127.

Ingle, M., Thorat, S.S., Kotecha, P.M. Nimbalkar, C.A. 2017. Nutritional assessment of beetroot (*Beta vulgaris* L.) powder cookies. *Asian Journal Dairy and Food*, 36: 222-228.

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: 5341-5346.

İnanç, A. L., Çınar, İ. 2009. Alternatif doğal tatlandırıcı: Stevia. *The Journal of Food*, 34: 411-420.

İşgören, A., Sungur, S. 2019. Tatlandırıcılar. *Lectio Scientific Journal of Health and Natural Sciences*, 3: 19-32.

Jastrebova, J., Witthöft, C.M., Grahn, A., Svensson, U. 2003. HPLC determination of folates in raw and processed beetroots. *Food Chemistry*, 80: 579-588.

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: e0117702.

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: 971-974.

Kahraman, M., Karahan, A.G. 2018. Tumor suppressor effects of probiotics. *Turkish Bulletin of Hygiene and Experimental Biology*, 75: 421-442.

Kajander, K., Hatakka, K., Poussa, T., Farkkila, M., Korpela, R. 2005. A probiotic mixture alleviates symptoms in irritable bowel syndrome patients: A controlled 6-month intervention. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, 22: 387-394.

- Kanev, M.O., Bakar, E. 2016.** Glycoconjugates in cancer. *Journal of Health Sciences of Kocaeli University*, 2: 1-5.
- Karaman, S., Özcan, T. 2018.** Fonksiyonel süt ürünlerinin geliştirilmesinde nutrasötik bileşenler. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 20: 30-45.
- Karimi, R., Azizi, M.H., Ghasemlou, M., Vaziri, M. 2015.** Application of inulin in cheese as prebiotic, fat replacer and texturizer: A Review. *Carbohydrate Polymers*, 119: 85-100.
- Kassayova, M., Bobrov, N., Strojny, L., Kiskova, T. 2014.** Preventive effects of probiotic bacteria *Lactobacillus plantarum* and dietary fiber in chemically induced mammary carcinogenesis. *Anticancer Research*, 34: 4969-4975.
- Kaur, C., Kapoor, H.C. 2002.** Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *International Journal of Food Science and Technology*, 37: 153-161.
- Kaur, I.P., Chopra, K., Saini, A. 2002.** Probiotics: Potential pharmaceutical applications. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 15: 1-9.
- Kavalcova, P., Bystricka, J., Tomas, J., Karovicova, J. 2015.** The content of total polyphenols and antioxidant activity in red beetroot. *Potravinarstvo*, 9: 77-83.
- Kedare, S.B., Singh, R.P. 2011.** Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *Journal of Food Science and Technology*, 48: 412-422.
- Kesekas, H., Kınık, O., Seckin, K., Gunc Ergonul, P., Akan, E. 2016.** Variation of *Enterococcus faecium*, *Bifidobacterium longum* and *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* counts in synbiotic white cheese produced from goat milk. *Ege University Faculty of Agriculture Journal*, 53: 75-81.
- Keser, G., Ozcan, T. 2020.** Determining product development and consumer strategies with food texture - aroma interactions. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 6: 29-54.
- 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 and Nutrition Research*, 61: 136-139.
- Kırmacı, H.A., Kuşçu, H., Atasoy, F. 2014.** Farklı oranlarda prebiyotik lif içeren stevia özü ilavesinin prebiyotik dondurmanın kalite özellikleri etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 18: 48-59.
- Kim, H. W., Miller, D. K., Yan, F., Wang, W., Cheng, H. W., Yuan, H., Kim, B. 2017.** Probiotic supplementation and fast freezing to improve quality attributes and oxidation stability of frozen chicken breast muscle. *LWT- Food Science and Technology*, 75: 34-41.

Kneifel, W., Rajal, A., Kulbe, K.D. 2000. In vitro growth behaviour of probiotic bacteria in culture media with carbohydrates of prebiotic importance. *Microbial Ecology in Health and Disease*, 12: 27-34.

Koçak, Y., Fındık, ., Çiftçi, A. 2016. Probiyotikler: genel özellikleri ve güvenilirlikleri. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 27: 118-122.

Kolderup A, Svihus B. 2015. Fructose metabolism and relation totherosclerosis, Type 2 diabetes, and obesity. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2015: 823081.

Kolodziej, M., Szajewska, H. 2017. Lactobacillus reuteri DSM 17938 in the prevention of antibiotic-associated diarrhoea in children: Protocol of a randomised controlled trial. *BMJ*, 7: e013928.

Kopjar, M., Jaksic, K., Pilizota, 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: 545-552.

Koul, V.K., Jain, M.P., Koul, S., Sharma, V.K. 2002. Spray drying of beet root juice using different carriers. *Indian Journal of Chemical Technology*, 9: 442-445.

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: 177-183.

Kujala, T.S., Vienola, M.S., Klika, K., Loponen, J.M. 2002. Betalain and phenolic compositions of four beetroot (*Beta vulgaris*) cultivars. *European Food Research and Technology*, 214: 505-510.

Kujala, T., Loponen, J., Pihlaja, K. 2001. Betalains and phenolics in red beetroot (*Beta vulgaris*) peel extracts: extraction and characterisation. *Zeitschrift fur Naturforschung*, 56: 343-348.

Kumar, S. 2011. Free radicals and antioxidants: human and food system. *Advances in Applied Science Research*, 2: 129-135.

Kumar, A., Singh, S., Dhyani, D., Ahuja, P.S. 2011. A review on the improvement of Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). *Canadian Journal of Plant Science*, 91: 1-27.

Kumar, S., Brooks, M.S. 2018. Use of beet (*Beta vulgaris* L.) for antimicrobial applications, a critical review. *Food and Bioprocess Technology*, 11: 17-42.

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 β -glucan on the properties of probiotic set yoghurt with *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* strain Bb-12. *International journal of dairy technology*, 71: 157-166.

Lee, C.H., Wettasinghe, M., Bolling, B.W., Ji, L.L., Parkin, K.L. 2005. Betalains, phase II enzyme-inducing components from red beetroot (*Beta vulgaris* L.) extracts. *Nutrition and Cancer*, 53: 91–103.

Lee, W., Lucey, J. 2004. Structure and physical properties of yogurt gels: Effect of inoculation rate and incubation temperature. *Journal Dairy Science*, 87: 3153–3164.

Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Zura-Bravo, L., Ah-Hen, K. 2012. *Stevia rebaudiana bertonii*, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry*, 132: 1121–1132.

Libik-Konieczny, M., Capecka, E., Kałol, E., Dziurka, M., Grabowska-Joachimiak, A., Sliwiska, E., Pistelli, L. 2018. Growth, development and steviol glycosides content in the relation to the photosynthetic activity of several *Stevia rebaudiana* Bertoni strains cultivate dunder temperate climate conditions. *Scientia Horticulturae*, 234: 10-18.

Lilly, D.M., Stillwell, R.H. 1965. Probiotics: Growth-promoting factors produced by microorganisms. *Science*, 147: 747-748.

Lisak, K., Jelcic, I., Ljubica, T., Bozanic, R. 2011. Influence of sweetener stevia on the quality of strawberry flavoured fresh yoghurt. *Mljekarstvo*, 61: 220-225.

Lollo, P.C.B., de Moura, C.S., Morato, P.N., Cruz, M.A., Castro, W.F., Betim, C.B., Nisishima, L., Assis, J., Junior, M., Fernandes, C.O., Amaya-Farfan, J. 2013. Probiotic yogurt offers higher immune-protection than probiotic whey beverage. *Food Reserch International*, 54: 118-124.

Lourens-Hattingh, A., Viljoen, B. C. 2001. Yogurt as probiotic carrier food. *International Dairy Journal*, 11: 1-17.

Madan, S., Ahmad, S., Singh, G.N., Kohli, K., Kumar, Y., Singh, R., Garg, M. 2010. *Stevia rebaudiana Bertoni*: A Review. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 1: 267-286.

Malashree, L., Angadi, V., Yadav, S., Prabha. 2019. Postbiotics – one step ahead of probiotics. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8: 2049-2053.

Malik, M., Bora, J., Sharma, V. 2019. Growth studies of potentially probiotic lactic acid bacteria (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, and *Lactobacillus casei*) in carrot and beetroot juice substrates. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43: 1–8.

Manoharan, A., Ramasamy, D., Naresh Kumar, C., Dhanalashmi, B., Balakrishnan, V. 2012. Organoleptic evaluation of beetroot juice as natural color of strawberry flavor ice cream. *Research Journal of Dairy Sciences*, 6: 5-7.

- Manning, T.S., Gibson, G.R. 2004.** Microbial gut interactions in health and disease, prebiotics. *Clinical Gastroenterology*, 18: 287-298.
- 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.
- Masih, D., Singh, N., Singh, A. 2019.** Red beetroot: A source of natural colourant and antioxidants: A Review. *Chemistry Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8: 162-166.
- Mathlouthi, M. 2001.** Water content, water activity, water structure and the stability of foodstuffs. *Food Control*, 12: 409-417.
- Megeji, N.W., Kumar, J.K., Singh, V., Kaul, V.K., Ahuja, P.S. 2005.** Introducing *Stevia rebaudiana*, a natural zero-calorie sweetener. *Current Science*, 88: 801–804.
- Midmore, D.J., Rank, A.H., 2002.** A new rural industry *Stevia* to replace imported chemical sweeteners. *Rural Industries Research and Development Corporation*, 22: 13-26.
- 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: 5241-5246.
- Mohanty, K., Panicker A.S., Ali, S.A., Anand, S., Panjagari, N.R., Kumar, S., Behare, P.V., 2018.** Evaluation of some in vitro probiotic properties of *Lactobacillus fermentum* strains. *Journal of Food Science and Technology*, 55: 2801-2807.
- Moraes, R.M., Donega, M.A., Cantrell, C.L., Mello, S.C., McChesney, J.D. 2013.** Effect of harvest timing on leaf production and yield of diterpene glycosides in *Stevia rebaudiana Bertoini*: A speciality perennial crop for Mississippi. *Industrial Crops and Products*, 51: 385- 389.
- Moraru, D., Blanca, I., Segal, R. 2007.** Probiotic vegetable juices. *Food Technology*, 4: 87-91.
- Nahla, T.K., Wisam, S.U., Tariq, N. 2018.** Antioxidant activities of beetroot (*Beta vulgaris L.*) extracts. *Pakistan Journal of Nutrition*, 17: 500-505.
- Narayanan, P., Chinnasamy, B., Jin, L., Clark, S. 2014.** Use of just-about-right scales and penalty analysis to determine appropriate concentrations of stevia sweeteners for vanilla yogurt. *Journal of Dairy Science*, 97: 3262-3272.
- Ng, W.K., Kim, Y.C., Romano, N., Koh, C.B., Yang, S.Y. 2014.** Effects of dietary probiotics on the growth and feeding efficiency of red hybrid tilapia, *Oreochromis sp.*, and subsequent resistance to streptococcus agalactiae. *Journal of Applied Aquaculture*, 26: 22-31.

Nguyen, H., Nguyen, M., Chandrn, V., Bui Chi, T., Lam, F., Dang, H. 2018. Phytochemical, cardiovascular effect, antioxidant, antiinflammation and anti-tumor properties by beta vulgaris (beet) root juice. *Journal of Translational Science*, 5: 5.

Nole, K.L.B., Yim, E., Keri, J.E. 2014. Probiotics and prebiotics in dermatology. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 71: 814-821.

Oliveira, M.N., Tmime, A.Y., Almeida, K.E. 2009. Influence of total solids contents of milk whey on the acidifying profile and viability of various lactic acid bacteria. *Food Science and Technology*, 42: 672-678.

Olson, D.W., Aryana, K.J. 2012. Effect of prebiotics on *Lactobacillus acidophilus* growth and resulting pH changes in skim milk and a model peptone system. *Journal of Microbial and Biochemical Technology*, 4: 121-125.

Ozcan, T., Horne, D., Lucey, J.A. 2011. Effect of increasing the colloidal calcium phosphate of milk on the texture and microstructure of yogurt. *Journal of Dairy Science*, 94: 5278–5288.

Ozcan, T., Yilmaz-Ersan, L. Akpinar-Bayizit, A., and Delikanli-Kiyak, B. 2017a. Using of stevia as non-caloric sugar substitutes on viability of probiotic bacteria *Lactobacillus casei*. *International Journal of Advances in Science Engineering and Technology*, 5: 43-48.

Ozcan, T., Yilmaz-Ersan, L., Akpinar-Bayizit, A., Delikanli, B. 2017b. Antioxidant properties of probiotic fermented milk supplemented with chestnut flour (*Castanea sativa* Mill). *Journal of Food Processing and Preservation*, 41: e13156.

Ozcan, T. 2013. Determination of yogurt quality by using rheological and textural parameters. *Nutrition and Food Science II*, 53: 118-122.

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: 65-73.

Ozdemir, C., Arslaner, A., Ozdemir, S., Allahyari, M. 2015. The production of ice cream using stevia as a sweetener. *Journal of Food Science and Technology*, 52: 7545-7548.

Özcan, T. Delikanlı, B., 2011. Gıdaların tekstürel özelliklerinin geliştirilmesinde peynir altı suyu protein katkılarının fonksiyonel etkileri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25: 77-88.

Özcan, K., Bilek, S.E. 2018. Kırmızı pancardan renk maddesi üretimi ve stabilitesinin sağlanması. *Akademik Gıda*, 16: 439-446.

Özcan, T., Akpinar-Bayizit, A. 2020. Probiyotik kültürlerin muhafazası. (Ed, Akçelik, M., Şanlıbaba, P., Akçelik, N., Tezel, B.U.) *Probiyotik Yüz Yılı*, 247-293.

- Özdemir, D., Başer, H., Çakır, B. 2014.** Tatlandırıcılar. *Türkiye Klinikleri Journal of Endocrinology*, 9: 60-70.
- Özdemir, T., Özcan, T. 2019.** Süt ürünlerinin mikro yapısının oluşumunda süt proteinlerinin önemi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33: 355-374.
- Öztürk-Topcu T., Özdemir, F. 2016.** Karbonhidratlar ve kanser. *Türkiye Klinikleri Medikal Onkoloji*, 9:1-6.
- Parracho, H., McCartney, A.L., Gibson, G.R. 2007.** Probiotics and prebiotics in infant nutrition. *Proceedings of the Nutrition Society*, 66: 405-411.
- Pedersen, L.L., Owusu-Kwarteng, J., Thorsen, L., Jespersen, L. 2012.** Biodiversity and probiotic potential of yeasts isolated from Fura, a West African spontaneously fermented cereal. *International Journal of Food Microbiology*, 159: 144-151.
- 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: 666-673.
- Peres, C.M., Peres, C., Hernandez-Mendoza, A., Malcata, F.X. 2012.** Review on fermented plant materials as carriers and sources of potentially probiotic lactic acid bacteria - with an emphasis on table olives. *Trends in Food Science and Technology*, 26: 31-42.
- Petit, E., Jacques, A., Daydé, J., Vallejo, V., Berger, M. 2018.** UGT76G1 polymorphism in *Stevia rebaudiana*: New variants for steviol glycosides conjugation. *Plant Physiology and Biochemistry*, 135: 563-569.
- Pourahmad, R., Khorramzadeh, D. 2016.** Physicochemical and organoleptic properties of drinking powder containing soy milk powder, stevia, isomalt and erythritol. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40: 1206-1214.
- Profir, A.G., Neagu, C.V., Vizireanu, C. 2015.** Impact of nutrients on the probiotic survival and sensory properties of vegetables juice. *Romanian Biotechnological Letters*, 20: 11041-11048.
- Quigley, E.M. 2010.** Prebiotics and probiotics; modifying and mining the microbiota. *Pharmacological Research*, 61: 213- 218.
- Quigley, E.M. 2019.** Prebiotics and probiotics in digestive health. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 17: 333-344.
- Rakin, M., Vukasinovic, M., Silver-Marinkovic, S., Maksimovic, M. 2007.** Contribution of lactic acid fermentation to improve nutritive quality of vegetable juices enriched with brewer's yeast autolysate. *Food Chemistry*, 100: 599-602.
- 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: 1411-1418.

Ranawana, V., Moynihan, E., Campbell, F., Duthie, G., Raikos, V. 2018. Beetroot improves oxidative stability and functional properties of processed foods: Singular and combined effects with chocolate. *Journal Food Science Technology*, 55: 2401-2409.

Rasic, J.L. 2003. Microflora of the intestine probiotics. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 2: 3911-3916.

Rauha, J.P., Remes, S., Heinonen, M., Hopia, A. 2000. Antimicrobial effects of finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. *International Journal of Food Microbiology*, 56: 3-12.

Reddy, M.K., Alexander-Lindo R.L., Nair, M.G. 2005. Relative inhibition of lipid peroxidation, cyclogenase enzymes and human tumor proliferation by natural food colors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 9268–9273.

Rolim, P.M. 2015. Development of prebiotic food products and health benefits. *Food Science and Technology*, 35: 3-10.

Roy, K., Gullapalli, S., Chaudhuri, U.R., Chakraborty, R. 2004. The use of a natural colorant based on betalain in the manufacture of sweet products in India. *International Journal of Food Science and Technology*, 39: 1087–1091.

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.

Rybak, O. 2014. The Role of milk proteins in the structure formation of dairy products. *Food Technologies*, 3:350-360.

Saad, N., Delattre, C., Urdaci, M.C. 2013. An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 50: 1-16.

Salminen, S., Rinne, M., Kalliomaki, M., Arvilommi, H., Isolauri, E. 2005. Effect of probiotics and breastfeeding on the bifidobacterium and *Lactobacillus/Enterococcus* microbiota and humoral immune responses. *The Journal of Pediatrics*, 147: 186-191.

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: 4033-4041.

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.

Sandhya, P.S., Lakshmy Priya, S. 2017. Formulation of beetroot cream cheese spread. *International Journal of Information Research and Review*, 4: 3710-3712.

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: 1756-1764.

Sanyaolu, A., Marinkovic, A., Gosse, J., Likaj, L., Ayodele, O., Okorie, C., Verner, O. 2018. Artificial sweeteners and their association with diabetes: a review. *Journal of Public Health and Nutrition*, 1: 86-88.

Sativa, S. M., Sheela, K., Sunanda, S., Shankar, A. G., Ramakrishna, P. 2004. *Stevia rebaudiana*-A functional component for food industry. *Journal of Human Ecology*, 15: 261-264.

Schrezenmeir, J., de Vrese, M. 2001. Probiotics, prebiotics and synbiotics approaching a definition. *National Library of Medicine*, 73: 361-364.

Scibisz, I., Mitek, M. 2009. Effect of processing and storage conditions on phenolic compounds and antioxidant capacity of highbush blueberry jams. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 59: 45-52.

Scibisz, I., Ziarno, M., Mitek, M. 2019. Color stability of fruit yogurt during storage. *Journal of Food Science and Technology*, 56: 1997–2009.

Shahraki, M.S., Sani, A.M., Hojjatoleslami, M. 2013. Quality and acceptability of flavored yoghurt enriched with red beet extract. *Trade Science International*, 9: 180-186.

Shankar, P., Suman Ahuja, R.D., Sriram, K. 2013. Non-nutritive sweeteners: Review and update. *Nutrition*, 29: 1293-1299.

Sharma, V., Mishra, H.N. 2013. Fermentation of vegetable juice mixture by probiotic lactic acid bacteria. *Nutrafoods*, 12: 17-22.

Shivanna, N., Naika, M., Khanum, F., Kaul, V.K. 2013. Antioxidant, anti-diabetic and renal protective properties of *Stevia rebaudiana*. *Journal Diabetes Complicat*, 27: 103–113.

Shu, G., Wang, Z., Chen, L., Wan, H., Chen, H. 2018. Characterization of freeze-dried *Lactobacillus acidophilus* in goat milk powder and tablet: Optimization of the composite cryoprotectants and evaluation of storage stability at different temperature. *LWT, Food Science and Technology*, 90: 70-76.

Singh, B., Singh Hathan, B. 2014. Chemical composition, functional properties and processing of beetroot- A Review. *International Journal of Scientific Engineering and Research*, 5: 679–684.

Singh, M., Kim, S. 2009. Yogurt fermentation in the presence of starch-lipid composite. *Journal of Food Science*, 74: 85-89.

Singh, P., Medronho, B., dos Santos, T., Nunes-Correia, I., Granja, P., Miguel, M. G., Lindman, B. 2018. On the viability, cytotoxicity and stability of probiotic bacteria entrapped in cellulose-based particles. *Food Hydrocolloids*, 82: 457-465.

Slavin, J. 2013. Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits. *Nutrients*, 5: 1417-1435.

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: 413-34.

Song, W., Derito, C.M., Liu, X., He, X., Dong, M., Liu, R.H. 2010. Cellular antioxidant activity of common vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 6621–6629.

Sömer, F., Akpınar, D., Kılıç, G.B. 2012. *Lactobacillus casei*'nin sağlık üzerine etkileri ve gıda endüstrisinde kullanımı. *Gıda*, 37: 165-172.

Srivastava, P. Prasad, S.G.M., Nayeem Ali, M., Prasad, M. 2015. Analysis of antioxidant activity of herbal yoghurt prepared from different milk. *The Pharma Innovation Journal*, 4: 18-20.

Stintzing, F., Carle, R. 2004. Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. *Trends in Food Science and Technology*, 15: 19-38.

Stintzing, F., Carle, R. 2007. Betalains emerging prospects for food scientists. *Trends in Food Science and Technology*, 18: 514-525.

Strack, D., Vogt, T., Schliemann, W. 2003. Recent advances in betalain research. *Phytochemistry*, 62: 247-269.

Suez, J., Korem, T., Zeevi, D., Zilberman-Schapira, G., Thaiss, C.A., Maza, O., Israeli, D., Zmora, N., Gilad, S., Weinberger, A., Kuperman, Y., Harmelin, A., Kolodkin-Gal, I., Shapiro, H., Halpern, Z., Segal, E., Elinav, E. 2014. Artificial sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiota. *Nature*, 514: 181-186.

Swithers, S.E. 2013. Artificial sweeteners produce the counter intuitive effect of inducing metabolic derangements. *Trends in Endocrinology and Metabolis*, 24: 431-441.

Taşdemir, A. 2017. Probiyotikler, Prebiyotikler, Sinbiyotikler. *Kastamonu Sağlık Akademisi Dergisi*, 2: 71-88.

Teixeira, R.S.S., Silva, A.S.A., Ferreira-Leitão, V.S., Silva-Bon, E.P. 2012. Amino acids interference on the quantification of reducing sugars by the 3,5-dinitrosalicylic acid assay mislead carbohydrase activity measurements. *Carbohydrate Research* 363: 33-37.

Tharmaraj, N., Shah, N.P. 2003. Selective Enumeration of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacteria*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, and *Propionibacteria*. *Journal of Dairy Science*, 86: 2288-2296.

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 and Technology*, 50: 120-127.

Tripathi, M.K., Giri, S. 2014. Probiotic functional foods: survival of probiotics during processing and storage. *Journal of Functional Foods*, 9: 225-241.

Usta, B. Yılmaz-Ersan, L. ve Özcan, T. 2015. Prebiyotik etkinin değerlendirilmesinde nicel yaklaşımlar, 2. İç Anadolu Bölgesi Tarım ve Gıda Kongresi, 28-30 Nisan, Nevşehir, 321.

Valero-Cases, E., Nuncio-Jauregui, N., Frutos, M.J. 2017. Influence of fermentation with different lactic acid bacteria and in vitro digestion on the biotransformation of phenolic compounds in fermented pomegranate juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65: 6488–6496.

Vali, L., Stefanovits-Banyai, E., Szentmihalyi, K., Febel, H. 2007. Liver-protecting effects of table beet (*Beta vulgaris* var. *rubra*) during ischemia-reperfusion. *Nutrition*, 23: 172-178.

Vasconcellos, J., Silvestre, D.H., Baiao, D.D.S., Werneck-de-Castro, J.P., Alvares, T.S., Flosi Paschoalin, V.M. 2017. A single dose of beetroot gel rich in nitrate does not improve performance but lowers blood glucose in physically active individuals. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2016:1-9.

Vasiljevic, T., Shah, N.P. 2008. Production of a functional frozen yoghurt fortified with omega-3 and vitamin E. *International Dairy Journal*, 18: 714-728.

Webb, A.J., Lidder, S. 2013. Vascular effects of dietary nitrate (as found in green leafy vegetables and beetroot) via the nitrate-nitrite-nitric oxide pathway. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 75: 677-696.

Wiebe, N., Padwal, R., Field, C., Marks, S., Jacobs, R., Tonelli, M. 2011. A systematic review on the effect of sweeteners on glycemic response and clinically relevant outcomes. *BMC Medicine*, 17: 123.

Williams, N.T. 2010. Probiotics. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 67: 449-458.

Vitali, B., Cruciani, F., Baldassarre, M.E., Capursi, T., Spisni, E., Valerii, M.C., Candela, M., Turrone, S., Brigidi, P. 2012. Dietary supplementation with probiotics during late pregnancy: outcome on vaginal microbiota and cytokine secretion. *National Library of Medicine*, 18: 236.

Wootton-Beard, P.C., Ryan, L. 2011. A beetroot juice shot is a significant and convenient source of bioaccessible antioxidants. *Journal of Functional Foods*, 3: 329-334.

Wruss, J., Waldenberger, G., Huemer, S., Uygun, P., Lanzerstorfer, P., Müller, U., Höglinger, O., Weghuber, J. 2015. Compositional characteristics of commercial

beetroot products and beetroot juice prepared from seven beetroot varieties grown in upper austria. *Journal of Food Composition and Analysis*, 42: 46-55.

Yang, K., Xu, M., Zhong, F., Zhu, J. 2018. Rapid differentiation of *Lactobacillus* species via metabolic profiling. *Journal of Microbiological Methods*, 154: 147-155.

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: 199-207.

Yilmaz-Ersan, L., Ozcan, T., Akpınar-Bayizit, A. 2020. Assessment of socio-demographic factors, health status and the knowledge on probiotic dairy products. *Food Science and Human Wellness*, 9: 272-279.

Yoon, K.Y., Woodams, E.E., Hang, Y.D. 2005. Fermentation of beet juice by beneficial lactic acid bacteria. *LWT - Food Science and Technology*, 38: 73–75.

Zhang, Q., Yang, H., Li, Y., Liu, H., Jia, X. 2017. Toxicological evaluation of ethanolic extract from *Stevia rebaudiana* Bertoni leaves: Genotoxicity and subchronic oral toxicity. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 86: 253-259.

Zitnanova, I., Ranostajova, S., Sobotova, H., Demelova, D. 2006. Antioxidative activity of selected fruits and vegetables. *Biologia*, 61: 279-284.

Zvitov, R., Schwartz, A., Nussinovitch, A. 2007. Comparison of betalain extraction from beet (*Beta vulgaris*) by low dc electrical field versus cryogenic freezing. *Journal of Texture Studies*, 34: 83-94.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Tuğçe ÖZDEMİR
Doğum Yeri ve Tarihi : Çerkeş, 05.05.1994
Yabancı Dili : İngilizce
Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)
Lise : Çerkeş Anadolu Lisesi
Lisans : Uludağ Üniversitesi (2012-2017)
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi (2017-2019)
Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Maret Gıda
Üretim Sorumlusu (01.2020-Devam ediyor)
İletişim (e-posta) : tgczdemir@gmail.com

Yayınlar

- Ozcan, T., Yilmaz-Ersan, L., Akpinar-Bayazit, A., Ozdemir, T., Karaman, S., 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.
- Ozcan, T., Yilmaz-Ersan, L., Akpinar-Bayazit, A., Ozdemir, T., Karaman, S., Topcuoglu, E., Mansri, C. 2018.** Association Between Intake of Yogurt Consumption and Sensory Aspects. International Congress on Engineering and Life Sciences, 26-29 April, Kastamonu, Turkey, 768-771.
- Özdemir, T., Özcan, T. 2019.** Süt Ürünlerinin Mikro Yapısının Oluşumunda Süt Proteinlerinin Önemi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(2): 355-374.
- Yilmaz-Ersan, L., Ozcan T., Akpinar-Bayazit, A., Mansri, C., Topcuoglu, E., Ozdemir, T., Karaman, S. 2019.** The Evaluation of the Textural and Sensorial Properties of Chocolate Dairy Dessert. *Journal of Animal Husbandry and Dairy Science*, 3(1): 9-13.
- Ozdemir, T., Ozcan, T. 2020.** Effect of Steviol Glycosides as Sugar Substitute on the Probiotic Fermentation in Milk Gels Enriched with Red Beetroot (*Beta vulgaris* L.) Bioactive Compounds. *LWT, Food Science and Technology*, 134: 109851.