

**PİRİNÇ SÜTÜ VE NOHUT SÜTÜ KULLANILARAK  
PROBİYOTİK FERMENTE İÇECEK ÜRETİMİ**

**Rabia ÖZTÜRK**



T.C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PIRINÇ SÜTÜ VE NOHUT SÜTÜ KULLANILARAK PROBİYOTİK  
FERMENTE İÇECEK ÜRETİMİ**

Rabia ÖZTÜRK  
0000-0001-9616-8710

Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT  
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2022

## TEZ ONAYI

Rabia ÖZTÜRK tarafından hazırlanan “**PİRİNÇ SÜTÜ VE NOHUT SÜTÜ KULLANILARAK PROBİYOTİK FERMENTE İÇECEK ÜRETİMİ**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT

- Başkan** : Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT İmza  
0000-0003-1898-1153Bursa Uludağ Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
- Üye** : Doç. Dr. Perihan YOLCİ ÖMEROĞLU İmza  
0000-0001-8254-3401Bursa Uludağ Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
- Üye** : Dr. Öğr. Üyesi Oya Irmak CEBECİ İmza  
0000-0003-2225-7993  
Yalova Üniversitesi,  
Mühendislik Fakültesi,  
Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

**Yukarıdaki sonucu onaylarım**

**Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN**  
**Enstitü Müdürü**  
.././.....

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

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

**beyan ederim.**

**28/07/2022**

**Rabia ÖZTÜRK**

## ÖZET

Yüksek Lisans

### PIRINÇ SÜTÜ VE NOHUT SÜTÜ KULLANILARAK PROBIYOTİK FERMENTE İÇECEK ÜRETİMİ

**Rabia ÖZTÜRK**

Bursa Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT

Çalışmada, bitkisel süt olarak kullanılmak üzere pirinç sütü ve nohut sütü üretimi gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan bitkisel sütler, sırasıyla pirinç sütü, nohut sütü ve pirinç-nohut sütü karışımı, daha önce üretici firma tarafından belirtilen talimatlara göre aktivasyonu yapılan YoFlex® YF-L02 DA termofilik laktik asit vegan kültür karışımı ile %1 ve %5 oranlarında fermente edilmiştir. Fermantasyon boyunca bitkisel süt numunelerinin; renk, pH, briks ve optik yoğunluk ölçümleri yapılmış, 7 günlük depolama süresince de bu analizlere ek olarak mikrobiyolojik canlılıkları incelenmiştir. Ayrıca, son üründe; kuru madde, kül, protein, yağ ve titrasyon asitliği analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre; bitkisel probiyotik süt örneklerinin fermantasyon ve 7 gün depolama süresince fiziko-kimyasal analizler olan pH, briks, optik densite ve renk değişimleri (*L*, *a*, *b*) sırasıyla 4,95-6,68, 1,7-3,6, 7,36-12,5 ve 55,79-70,29 (*L*), -1,39- -3,84 (*a*) ve -1,71 -8,51(*b*) değerleri arasında değişmiştir. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre; 7 günlük depolama süresince örneklerdeki *Streptococcus thermophilus* sayısı 7,87 log kob/mL - 9,78 log kob/mL), *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı 7,39 log kob/mL - 8,71 log kob/mL, *Lactobacillus acidophilus* sayısının 2,77 log kob/mL - 4,64 log kob/mL, *Lactobacillus paracasei* sayısı 7,42 log kob/mL - 8,93 log kob/mL, *Bifidobacterium* spp. sayısı ise 7,23 log kob/mL - 8,42 log kob/mL arasında değişmiştir. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre ürünlerin probiyotik değerleri istenilen minimum seviyede kalmış ve bu sebeple ürünler probiyotik olarak değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Pirinç sütü, Bitkisel Süt, Nohut Sütü, Probiyotik, Probiyotik içecek, Fonksiyonel gıda

**2022, xii + 81 sayfa**

## ABSTRACT

MSc Thesis

### PROBIOTIC FERMENTED BEVERAGE PRODUCTION USING RICE MILK AND CHICKPEA MILK

**Rabia ÖZTÜRK**

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

**Supervisor:** Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT

In the study, rice milk and chickpea milk were produced to be used as plant based milk. Rice milk, chickpea milk and rice-chickpea milk mixture were fermented with YoFlex® YF-L02 DA thermophilic lactic acid vegan culture mixture, which was activated according to the instructions given by the manufacturer, at 1% and 5%. During the fermentation of the plant based milk samples; color, pH, brix, optical density measurements were made, and in addition to these analyzes, during 7 days of storage, their microbiological viability was examined. In addition, in the final product; dry matter, ash, protein, oil and titration acidity analyzes were made. According to the analysis results; Physico-chemical analyzes of pH, brix, optical density and color changes (*L*, *a*, *b*) of plant based probiotic milk samples during fermentation and 7 days of storage changed between 4,5-6,8, 1,7-3,6, 7,36-12,5 and 55,79-70,29 (*L*), -1,39- -3,84 (*a*) and -1,71 -8,51(*b*), respectively. According to the results of microbiological analysis during the 7 days storage period; the number of *Streptococcus thermophilus* in the samples was between 9,78 log cfu/ml - 7,87 log cfu/ml; the number of *Lb. bulgaricus* was between 7,39 - 8,71 log cfu/mL, the number of *Lactobacillus acidophilus* was between 4,64 - 2,77 log cfu/ml, the number of *Lactobacillus paracasei* was between 8,93 log cfu/ml and 7,42 log cfu/ml and the number of *Bifidobacterium* spp. was between 8,42 and 7,23 log cfu/ml. According to the results of microbiological analysis; the probiotic values of the products remained at the desired minimum level and therefore the products were evaluated as probiotics.

**Key words:** Rice milk, plant based milk, chickpea milk, probiotic, probiotic beverage, functional food

**2022, xii + 81 pages.**

## **ÖNSÖZ ve/veya TEŞEKKÜR**

Yapmış olduğum tez çalışmasının gıda bilimine katkı sağlamasını ve tüm canlılara yararlı olmasını diliyor, bu süreçte yanımda olup bana destek olan herkese tüm içtenliğimle teşekkür ediyorum.

Rabia ÖZTÜRK  
28/07/2022

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÖNSÖZ ve/veya TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	6
2.1. Tahıllar ve Baklagiller.....	6
2.2. Bitkisel Sütler.....	8
2.3. Pirinç ve Pirinç Sütü.....	9
2.4. Nohut ve Nohut Sütü.....	11
2.5. Fonksiyonel Gıdalar.....	16
2.6. Fermantasyon.....	17
2.7. Probiyotikler ve Prebiyotikler.....	18
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	24
3.1. Materyal.....	24
3.2. Yöntem.....	25
3.2.1 Kültürün Aktive Edilmesi.....	25
3.2.2 Bitkisel Fermente Sütlerin Üretimi.....	25
3.2.3 Bitkisel Fermente Süt Örneklerinde Uygulanan Fiziko-Kimyasal Analizler.....	28
3.2.4 Bitkisel Fermente Süt Örneklerinde Uygulanan Mikrobiyolojik Analizler.....	32
3.2.5 Duyusal Değerlendirme.....	34
3.2.6 İstatistiksel Analiz.....	34
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	36
4.1. Bitkisel Sütlerin Fiziko-Kimyasal Özelliklerinin Değerlendirilmesi.....	36
4.2. Bitkisel Probiyotik Sütlerin Fiziko-Kimyasal Özelliklerinin Değerlendirilmesi.....	37
4.3. Son ürünlerin Fiziko-Kimyasal Özelliklerinin Değerlendirilmesi.....	40
4.4. Bitkisel Probiyotik Sütlerin Mikrobiyolojik Özelliklerinin Değerlendirilmesi.....	42
4.4.1 <i>Streptococcus thermophilus</i> Sayısının Değişimi.....	43
4.4.2 <i>Lactobacillus delbruckii</i> subps. <i>bulgaricus</i> Sayısının Değişimi.....	46
4.4.3 <i>Lactobacillus acidophilus</i> Sayısının Değişimi.....	49
4.4.4 <i>Lactobacillus paracasei</i> Sayısının Değişimi.....	52
4.4.5 <i>Bifidobacterium</i> spp. Sayısının Değişimi.....	55
4.5 Son ürünlerin Duyusal Özelliklerinin Değerlendirilmesi.....	59
5. SONUÇ.....	70
KAYNAKLAR.....	73
EKLER.....	80
ÖZGEÇMİŞ.....	81



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
dk	Dakika
g	Gram
kcal	Kilokalori
kob	Koloni Oluşturan Birim
log	10 Tabanında Logaritma
mg	Miligram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
mt	Milyon ton
p	Varyans
µg	Mikrogram

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
ACE	Anjiyotensin Dönüştürücü Enzim 1
BV	Biyolojik Değer
CLA	Konjuge Linoleik Asit
EFSA	Avrupa Gıda Güvenliği Komitesi
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
FAOSTAT	Gıda ve Tarım Örgütü İstatistik Birimi
FOS	Fruktooligosakkarit
GABA	γ-aminobutirik Asit
GI	Gastrointestinal
GRAS	Genellikle Güvenli Olarak Tanınan
KO	Kareler Ortalaması
KT	Kareler Toplamı
LA	Laktik Asit
LAB	Laktik Asit Bakterileri
LSD	En Küçük Anlamlı Fark Testi
NPU	Net Protein Kullanımı
PER	Protein Verimlilik Oranı
PUFA	Çoklu Doymamış Yağ Asitleri
QPS	Nitelikli Güvenilirlik Varsayımı
RDA/AI	Önerilen Günlük Alım Miktarı/Güvenilir Alım Düzeyi
RFO	Rafinoz Ailesi Oligosakkarit
RS	Dirençli Nişasta
SD	Serbestlik Derecesi
TD	Toplam Sindirilebilirlik
TS	Türk Standartları Enstitüsü
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 2.1.	Nohut türleri.....	13
Şekil 3.1.	Probiyotik pirinç sütü üretimi.....	26
Şekil 3.2.	Probiyotik nohut sütü üretimi.....	27
Şekil 3.3.	Probiyotik pirinç ve nohut sütü üretimi.....	28
Şekil 4.1.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince <i>Streptococcus thermophilus</i> sayısındaki değişim (log kob/mL).....	44
Şekil 4.2.	<i>Streptococcus thermophilus</i> 'a ait etkileşim deseni.....	45
Şekil 4.3.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subps. <i>bulgaricus</i> sayısındaki değişim (log kob/mL).....	47
Şekil 4.4.	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subps. <i>bulgaricus</i> ait etkileşim deseni.....	49
Şekil 4.5.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin <i>Lactobacillus acidophilus</i> sayısındaki değişimi (log kob/mL).....	50
Şekil 4.6.	<i>Lactobacillus acidophilus</i> 'a ait etkileşim deseni.....	52
Şekil 4.7.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısındaki değişim (log kob/mL).....	53
Şekil 4.8.	<i>Lactobacillus paracasei</i> 'e ait etkileşim deseni.....	55
Şekil 4.9.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince <i>Bifidobacterium</i> spp. sayısındaki değişim (log kob/mL).....	56
Şekil 4.10.	<i>Bifidobacterium</i> spp.'e ait etkileşim deseni.....	58

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 2.1.	Bakliyat mahsullerinin yıllık ortalama küresel çapta üretimi (2004-2013).....	6
Çizelge 2.2.	Tahıllara göre yaygın bakliyatların mikro besin profili (taze ağırlık bazında 100 g yenilebilir porsiyon başına).....	8
Çizelge 2.3.	Nohut Bitkisinin Sınıflandırılması.....	12
Çizelge 2.4.	2012-2014 yılları arasındaki dünya geneli nohut üretimi... ..	12
Çizelge 2.5.	Probiyotik bakterilerin faydaları ve tedavi edici etkileri.....	19
Çizelge 2.6.	Laktik Asit Bakterilerinin temel türleri.....	21
Çizelge 2.7.	Laktik asit bakterilerinin sağlık üzerine iddia edilen yararlı etkileri.....	22
Çizelge 3.1.	Kırık Pirinç ve Nohut Tozu besin değerleri.....	24
Çizelge 4.1.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin fermantasyon ve 7 gün depolama süresince briks değişimi .....	37
Çizelge 4.2.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin fermantasyon ve 7 gün depolama süresince pH değişimi .....	38
Çizelge 4.3.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin fermantasyon ve 7 gün depolama süresince optik densite değişimi.....	38
Çizelge 4.4.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin fermantasyon ve 7 gün depolama süresince renk değişimi.....	39
Çizelge 4.5.	Son Ürünlerin Fiziko-Kimyasal Özellikleri.....	40
Çizelge 4.6.	Son ürünlerin Kuru madde, Kül, Protein, Yağ değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	41
Çizelge 4.7.	Son ürünlerin Kuru madde, Kül, Protein, Yağ değerlerine ait LSD testi sonuçları.....	42
Çizelge 4.8.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince <i>S. thermophilus</i> sayısındaki değişim (log kob/mL).....	43
Çizelge 4.9.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince <i>S. thermophilus</i> sayısındaki değişime ilişkin varyans analizi sonuçları.....	44
Çizelge 4.10.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince <i>S. thermophilus</i> sayısına ait LSD testi sonuçları.....	45
Çizelge 4.11.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subps. <i>bulgaricus</i> sayısındaki değişim (log kob/mL).....	46
Çizelge 4.12.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subps. <i>bulgaricus</i> sayısındaki değişime ilişkin varyans analizi sonuçları.....	47
Çizelge 4.13.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subps. <i>bulgaricus</i> sayısına ait LSD testi sonuçları.....	48
Çizelge 4.14.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince <i>Lactobacillus acidophilus</i> sayısındaki değişim (log kob/mL).....	50
Çizelge 4.15.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince <i>Lactobacillus acidophilus</i> sayısındaki değişime ilişkin varyans analizi sonuçları.....	51

Çizelge 4.16.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince <i>Lactobacillus acidophilus</i> sayısına ait LSD testi sonuçları.....	51
Çizelge 4.17.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısındaki değişim (log kob/mL) .....	53
Çizelge 4.18.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısındaki değişime ilişkin varyans analizi sonuçları.....	54
Çizelge 4.19.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince <i>Lactobacillus paracasei</i> ayısına ait LSD testi sonuçları.....	54
Çizelge 4.20.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince <i>Bifidobacterium</i> spp. sayısındaki değişim (log kob/mL).....	56
Çizelge 4.21.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince <i>Bifidobacterium</i> spp. sayısındaki değişime ilişkin varyans analizi sonuçları.....	57
Çizelge 4.22.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince <i>Bifidobacterium</i> spp. sayısına ait LSD testi sonuçları.....	57
Çizelge 4.23.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 1., 4. ve 7. günlerindeki koku özelliklerine ait değerlendirme sonuçları.....	60
Çizelge 4.24.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 1., 4. ve 7. günlerindeki tat özelliklerine ait değerlendirme sonuçları.....	61
Çizelge 4.25.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 1., 4. ve 7. günlerindeki renk özelliklerine ait değerlendirme sonuçları.....	62
Çizelge 4.26.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 1., 4. ve 7. günlerindeki kıvam özelliklerine ait değerlendirme sonuçları....	63
Çizelge 4.27.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 1., 4. ve 7. günlerindeki pütürlülük özelliklerine ait değerlendirme sonuçları.....	64
Çizelge 4.28.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 1., 4. ve 7. günlerindeki kumluluk özelliklerine ait değerlendirme sonuçları.....	65
Çizelge 4.29.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 1., 4. ve 7. günlerindeki serum ayrılması özelliklerine ait değerlendirme sonuçları.....	66
Çizelge 4.30.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 1., 4. ve 7. günlerindeki acılık özelliklerine ait değerlendirme sonuçları....	67
Çizelge 4.31.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 1., 4. ve 7. günlerindeki ekşilik özelliklerine ait değerlendirme sonuçları....	68
Çizelge 4.32.	Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 1., 4. ve 7. günlerindeki genel beğeni duysal değerlendirme sonuçları.....	69

## 1. GİRİŞ

Son zamanlarda sağlık (laktoz intoleransı, süt protein alerjisi, hormon ve antibiyotik kalıntıları, hiperkolesterolemi), yaşam biçimi (vejetaryen/vegan beslenme, hayvan refahı/hakları bilinci), hayvancılığın çevreye etkisi ile ilgili kaygılar (geniş arazi kullanımı, su/karbon ayak izi/su tüketimi, CO<sub>2</sub> ve metan gazı emisyonu) gibi nedenlere bağlı olarak süt tüketiminde azalma gözlemlenirken, bitkisel bazlı süt alternatifi içeceklerle talep artmaktadır (Lopes vd. 2020).

Fonksiyonel gıdalar bu taleplerin karşılanması ve yeni ya da güçlendirilmiş alternatif ürünlerin pazara sunulması için iyi bir fırsat oluşturmaktadır. “Bilinen besin değerlerinin yanı sıra, bileşimlerine bağlı olarak insan vücudunda olumlu fizyolojik etkiler gösteren maddeler” olarak tanımlanan fonksiyonel gıdalar, metabolizma üzerinde olumlu sağlık etkileri gösteren maddeleri doğal olarak içermeleri ya da bunların ürün formülasyonuna dahil edilerek olumlu etkinin artırılması ile son zamanlarda giderek önem kazanmaktadır. Yapılan alışmalar gıda ya da gıda bileşenlerinin vücut fonksiyonlarının yerine getirilmesinde düzenleyici rol oynadığı, sağlıklı yaşamı desteklediği, belirli hastalıkların oluşum riskini azalttığı ve hatta yaşam kalitesini artırdığını ortaya koymaktadır. Özellikle, gıda maddelerinin antioksidan aktivite gösterme, kolesterolü ve kan basıncını dengeleme ile bağışıklığı düzenleme gibi sağlık yararları ön plana çıkmaktadır (Hussein vd. 2020, Zorbaz 2020).

Fermantasyon, gıda maddesinin besin değerini artırmak ve duyuusal özelliklerini geliştirmek için uygulanan en eski gıda muhafaza yöntemlerinden birisidir. Fermantasyon işlemi ile gıda içerisindeki bazı bileşiklerin değişikliğe uğratılarak, pişirme ile biyoyararlığı artırılarak ya da farklı gıda birleşimlerini aynı matrikste bir araya getirerek fonksiyonel gıdalar üretebilmek mümkündür. Bu nedenle, fermente gıdalar insan diyetinin de önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Ayrıca fenolik maddeler, antioksidanlar, probiyotikler, prebiyotikler, besinsel lifler, oligosakkaritler, çoklu doymamış yağ asitleri, vitaminler, mineraller, kükürt içeren bileşenler ve fitokimyasallar da fonksiyonel gıda formülasyonlarına eklenebilmektedir (Ersan ve Topçuoğlu 2019).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ile Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından probiyotikler “yeterli miktarlarda uygulandıklarında konakçıya sağlık açısında yarar sağlayan canlı mikroorganizmalar” olarak tanımlanmakta ve bir ürünün sağlık üzerine olumlu etki gösterebilmesi için tüketim anında minimum probiyotik bakteri içeriğinin  $10^6$  ila  $10^8$  kob/mL arasında olması önerilmektedir (Mesquita vd. 2014).

Bağırsak florasını dengeleyen ve bağırsak sağlığına katkıda bulunan probiyotik mikroorganizmaların fermente gıdalarda ya da besin takviyelerinde kullanımı, gıda endüstrisinin en büyük ve en hızlı büyüyen sektörlerinden biridir. Probiyotik mikroorganizmalara, gıda piyasasında yaygın olarak kullanılan ve GRAS (Genellikle güvenli olarak tanınan), QPS (Güvenli varsayılan) statüsünde yer alan Laktik Asit Bakterilerinden (LAB) Lactobasiller ve Bifidobakteriler örnek olarak verilebilir (Valero-Cases vd. 2020).

Pirinç (Çeltik – *Oryza sativa*), buğdaygiller familyasında yer alan ve dünyada besin kaynağı açısından değerlendirildiğinde buğday ve mısırdan sonra en çok talep gören, su içerisinde çimlenebilen otsu bir bitki türüdür. Besin değeri olarak incelendiğinde, pirincin besin değeri, türe, yetiştirildiği bölge ile pişmiş ve pişmemiş olma durumuna göre değişiklik göstermekle birlikte, 100 gramında yaklaşık olarak 2 g protein, 0,5 g yağ, 25 g karbonhidrat, 0,08 g şeker, 0,5 g diyet lif, çeşitli vitaminler ve mineraller bulunmaktadır.

Pirinç endüstrisinin temel yan ürünlerinden olan pirinç kabuğu, pirinç kepeği ve kırık pirinç gibi ürünler, besleyici ve tıbbi faydaları göz önüne alındığında en az pirinç kadar değerli ve önemlidir. Bu ürünler gıda endüstrisinde pirinç sütü, pirinç unu, puding benzeri ürünler, pirinç keki, pirinç nişastası ve pirinç tutkalı olarak değerlendirilmektedir (Padma vd. 2018). Pirinç sütü, çeşitli yöntemlerle pirinçten elde edilen bitkisel bir süttür. Pirincin, laktoz içermemesi, hipoalerjenik olması, hayvansal protein içermemesi (kazein), gluten içermemesi ve ucuz olması gibi özellikleri göz önüne alındığında bitkisel süt olarak iyi bir alternatif olduğu görülmektedir.

Dünya genelinde tüketimi oldukça yaygın olan nohut (*Cicer arietinum L.*), yüksek miktarda linoleik asit (18:2) ve oleik asit (18:1) gibi doymamış yağ asitleri, esansiyel aminoasitler (lizin ve arjinin), fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, sodyum, demir, bakır, manganez, çinko gibi mineraller, dirençli nişasta, rafinoz grubu oligosakkaritler içermektedir. Protein kaynağı açısından zengin bir baklagil olmasının yanı sıra soya fasulyesi veya fıstık gibi tanımlanmış alerjenleri bulunmamaktadır (Rincon 2020). 100 gramında yaklaşık olarak 58-62 g karbonhidrat, 21-25 g protein, 18-22 g lif (4-8 çözünebilir, 10-18 çözünemeyen lif), 2,7-6,4 g yağ bulunmaktadır (Jukanti vd. 2012, Rincon, 2020, Zandona vd. 2020).

Yapılan araştırmalar sonucunda, pepsin enzimi kullanılarak üretilen nohuttan elde edilen protein hidrolizatlarının antioksidan aktiviteye ve ACE (Anjiyotensin dönüştürücü enzim 1)'i inhibe edici özelliğe sahip olduğu belirtilmiştir. Nohut hidrolizatlarının anjiyotensin dönüştürücü enzimini inhibe edici özelliğinin, damar daralmasının işaretçisi olan hücresel reseptörlere bağlanıp kan basıncının artmasına neden olan Anjiyotensin I'in Angiotensin II'ye hidrolizini önleyerek hipertansiyonun oluş sıklığını azaltmaya yardımcı olduğu tespit edilmiştir. Bununla beraber nohut peptidlerinin; antioksidan, anti-enflamatuvar, antihipertansif, antikarsinojenik, antifungal, antiobezite, hipoglisemik ve hipokolesterolemik aktivitesi gibi çeşitli biyoaktif özelliklerinin olduğu bildirilmiştir (Kaur ve Prasad 2021).

Kumari ve ark. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada pirinç *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12'li probiyotik yoğurda dahil edilmiş ve depolama süresinin sonunda sade yoğurda kıyasla ham lif içeriğini ( $>8$  kob/mL<sup>-1</sup>-1,12-1,49%) önemli ölçüde iyileştirdiği gözlemlenmiştir. Bunun nedeninin ise muhtemelen pirincin prebiyotik etkisinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca, pirinç içeren yoğurt örneklerinin pirinç içermeyen sade yoğurtlara kıyasla daha yüksek toplam katı madde, yağ ve protein içerdiği, titre edilebilir asitlik, su tutma kapasitesi, viskozite ve doku sertliği değerlerinin de daha yüksek olduğu görülmüştür ( $p < 0,05$ ). Nohut ve hindistan cevizi içeren bitki bazlı sütün geliştirilmesi üzerine yapılan bir çalışmada, nohut ve hindistan cevizi ile yapılan içeceklerin inek sütü ve yulaf, badem ve pirinç içecekleri gibi diğer yaygın ikamelerle karşılaştırıldığında iyi bir besin bileşimine (protein,

kalsiyum ve lipit içeriği gibi) sahip olduğu gözlemlenmiştir (Rincon vd. 2020). Li ve ark. (2016) tarafından probiyotik *Lb. plantarum* M-6 kullanarak hazırlanan nohut sütünün daha yüksek  $\gamma$ -aminobütirik asit (GABA) içerdiği ve manganez kaynaklı PC12 hücre ölümü üzerinde nöroprotektif bir etki gösterdiği belirlendi. Bu çalışma sonucunda fermente nohut sütünün insan sağlığına faydalı olduğu sonucuna varıldı. Bitkisel bazlı potansiyel sinbiyotik içecekler üzerine yapılan bir incelemede, tahılların ve baklagillerin son zamanlardaki uygulaması, böyle bir sistemin probiyotiklere ve insan bağırsağına çeşitli faydaları olabileceğini göstermiştir. Bu faydalar arasında, işleme ve depolama sırasında probiyotik canlılığının kontrol edilmesi, mikroorganizmaların bağırsaktaki olumsuz koşullara karşı dayanıklılığı dahil olmak üzere, bağırsak epiteline yapışma ve immünomodülasyonu gibi bazı fonksiyonel özellikleri gösterilebilir. Bu tarz çalışmalar, bitkisel bazlı süt ürünlerinin potansiyel kabul edilebilirliği adına teşvik edici niteliktedir (Chaturvedi ve Chakraborty 2020).

Bu tez çalışmasında;

- ✓ Pirinç sütü ve nohut sütü kullanılarak, çeşitli oranlarda probiyotik kültür ilavesi ile ön çalışmalar yapılmıştır. Yapılan ön çalışmalar sonucunda 4:1, pirinç:nohut oranı uygun bulunmuş ve %1 ve %5 oranında “non-dairy probiyotik kültür (YoFlex® YF-L02 DA)” ilavesi ile bitkisel süt üretimi gerçekleştirilmiştir.
- ✓ Bitkisel içecek örneklerinin fermentasyon ve 7 günlük depolama süresi boyunca briks, pH, renk ve optik densite gibi fizikokimyasal analizleri ve 7 gün depolama süresince ise duyu analizleri yapılmıştır. Ayrıca son ürünlerde; kuru madde, kül, protein, yağ, ve titrasyon asitliği analizleri de yapılmıştır.
- ✓ Bitkisel içecek örneklerinde 7 gün süresince yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium* spp. bakterilerinin sayıları ve depolama süresinde canlılık indeksleri belirlenmiştir.

Son zamanlarda, süt ihtiva etmeyen fakat süte alternatif olabilecek ürünlere olan yönelim değerlendirildiğinde, bu tez çalışmasıyla süt bazlı içeceklere alternatif olarak laktoz içermeyen, besin değeri yüksek, lezzetli, aynı zamanda probiyotik içeren sağlıklı ve ekonomik bir bitkisel sütlü içecek geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada pirinç ve



nohut tercih edilmesinin sebebi alerjen madde (süt ya da gluten kaynaklı) ve laktoz içermemeleridir. Bununla birlikte probiyotik tahıl+baklagil kombinasyonunun besin değeri, lezzet ve sağlığa faydalı bileşenler açısından zenginleştirilmesi ile sağlık problemleri olan ya da yaşam tercihi olarak hayvansal ürünleri tüketmeyen bireyler için fonksiyonel bir süt içeceği alternatifi olacağı düşünülmüştür.

## 2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Tahıllar ve Baklagiller

Baklagiller, Leguminosae ailesine ait bitkilerin yenilebilir kuru tohumlarıdır. Bütün tohum olarak ya da parçalanmış tahıl, kabuğu alınmış parçalanmış tahıl ve un şeklinde tüketilmektedirler. Bakliyatlar topraktaki havada yer alan inert nitrojeni emen ve onu biyolojik olarak faydalı amonyağa dönüştüren (biyolojik nitrojen fiksasyonu) kök nodüllerine sahiptirler. Kök nodülleri, kendilerini bu bitkilerin köklerine bağlayan toprak kaynaklı rizobi bakterileri tarafından oluşturulmaktadır. Bitki ile bu bakteriler arasında oluşan simbiyotik ilişkide bitki, bakterilere besin ile enerji sağlamak ve bakteriler de bitkinin büyümesine yardımcı olan azotu üretmektedirler. Azotun çoğu, bitkinin büyümesi için kullanılırken, bir kısmı bakteri öldüğünde, bir kısmı da bitki artıkları ayrıştığında toprağa salınmaktadır. Sonuç olarak, bakliyat ekiminde gübre olarak ekstradan azota ihtiyaç duyulmakta ve topraktaki fazla azotun salınması nedeniyle fosil yakıt bazlı kimyasal azot gübreleme gereksinimi de azalmaktadır. Bakliyatların bu özellikleri, özellikle protein malnütrisyonu olmak üzere malnütrisyona mücadelede ve tarım alanında fosil yakıtların kullanımının azaltılmasında onları vazgeçilmez yapmaktadır (FAO 2019).

**Çizelge 2.1.** Bakliyat mahsullerinin yıllık ortalama küresel çapta üretimi (2004–2013)

Baklagiller	Üretim (1 000t)*
Fasulye	21 556
Bezelye	10 427
Nohut	10 160
Börülce	5 374
Bakla	4 156
Mercimek	3 982
Güvercin bezelyesi	3 949
Diğer baklagiller	5 936
Toplam	59 606

\* FAOSTAT (2015) tarafından rapor edilen toplam bakliyat üretimi ile bu tabloda listelenen yedi bakliyat ürününün toplamı arasındaki farktan diğer bakliyatlar için bir veri elde edilmiştir.

Dünyada birçok farklı bakliyat türü yetiştirilmektedir. Bunlardan küresel üretim ve tüketim miktarları açısından en önemlileri fasulye, nohut, kuru bezelye, mercimek, börülce, maş fasulyesi ve kuru fasulyedir (FAO 2019). Bakliyat mahsullerinin yıllık ortalama küresel çapta üretimi Çizelge 2.1.'de verilmiştir.

Baklagiller (fakir adamın eti) ve tahıllar, nispeten ucuz, zengin protein ile kalori kaynağı olmaları ve bazı ülkelerde ekonomik ve kültürel nedenlerle değerli olmaları sebebiyle, gıdaların besin değerini arttırmak ve protein açısından yetersiz beslenmeyi azaltmak adına yeni yaklaşımlar sunmaktadırlar (Akın ve Özcan 2017).

Tahıl proteinleri esansiyel aminoasitlerin tamamını, özellikle lizini içermese de; baklagiller yeterli miktarda lizin içermekte, ancak metionin, sistin ve sistein gibi aminoasitler açısından yetersiz kalmaktadırlar (Akın ve Özcan 2017). Baklagiller, özellikle mikroorganizmalar tarafından kullanılabilen sindirilemeyen oligosakkaritler içermeleri nedeniyle probiyotik mikroorganizmaların gelişimi için taşıyıcı görevi görerek uygun ortam oluşturmaktadırlar (Valero-cases vd. 2020).

Gelişmekte olan ülkelerde, bakliyatların ve tahılların, temel beslenme kaynağı olarak birlikte tüketilmeleri yaygındır. Bakliyatların tahıllarla kombinasyonunun esansiyel amino asit dengesini sağladığı görülmüştür. Örneğin nohut tohumları metionin ve sistein (kükürt içeren amino asitler) açısından fakir olmakla birlikte lizin ve arginin açısından zengindirler. Tahıllar ise kükürt içeren amino asitler açısından zengin, lizin aminoasiti açısından fakirdir (Rachwa- Rosiak vd. 2015). Kaur ve Prasad (2021) çığ nohut tohumları için protein verimlilik oranı (PER), biyolojik değer (BV), net protein kullanımı (NPU) ile toplam sindirilebilirlik (TD) değerlerinin sırasıyla 1,2-2,8, 0,520-0,850, 0,556-0,920 ve 0,760-0,928 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Tahıllara göre yaygın bakliyatların taze ağırlık bazında 100 g yenilebilir porsiyon başına mikro besin profili Çizelge 2.2.'de paylaşılmıştır.

**Çizelge 2.2.** Tahıllara göre yaygın bakliyatların mikro besin profili (taze ağırlık bazında 100 g yenilebilir porsiyon başına) (FAO 2016)

	<b>Nohut, ham</b>	<b>Nohut, Desi, ham</b>	<b>Nohut, Kabuli, ham</b>	<b>Pirinç ham</b>	<b>Beyaz pirinç, Soyulmuş, ham</b>
<b>Demir (mg)</b>	6,6	8,1	5,9	6	0,7
<b>Magnezyum (mg)</b>	132	164	114	201	-
<b>Fosfor (mg)</b>	264	302	254	303	-
<b>Potasyum (mg)</b>	819	1080	767	1390	-
<b>Çinko (mg)</b>	3,12	3,26	3,11	2,84	1,1
<b>Bakır (mg)</b>	0,44	0,57	0,37	1,21	-
<b>Folat (µg/100gm)</b>	400	390	400	120	20

Tahılların ve baklagillerin birlikte kullanıldığı ürünlerin geliştirilmesi, yeterli miktarda esansiyel aminoasit tüketiminin sağlanabilmesi adına önem arz etmektedir (Akın ve Özcan 2017).

## **2.2.Bitkisel Sütler**

Bitki bazlı sütler, görünüşte inek sütüne benzeyen, suda çözünmüş ve parçalanmış bitki materyalinin süspansiyonları olarak nitelenmektedirler. Bitkisel sütler, farklı prosesler ile bileşenler kullanılarak yeni fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesine olanak sağlaması ve faydalı mikroorganizmaların gelişmesi için uygun matris oluşturmaları nedeniyle büyük bir pazar potansiyeline sahiptirler. Bitkisel süt kullanarak geliştirilen içeceklerin lezzet profilinin geliştirilmesi ve tüketici kabul edilebilirliğinin artırılması için fermantasyon alternatif olarak düşünülebilir (Mauro ve Garcia 2019).

Son zamanlarda sağlık (laktoz intoleransı, süt protein alerjisi, hormon ve antibiyotik kalıntıları, hiperkolesterolemi), yaşam biçimi (vejetaryen/vegan beslenme, hayvan refahı/hakları bilinci), hayvancılığın çevreye etkisi ile ilgili kaygılar (geniş arazi kullanımı, su ayak izi/su tüketimi, CO<sub>2</sub> ve metan gazı emisyonu) gibi nedenlere bağlı olarak süt tüketiminde azalma gözlemlenirken, bitkisel bazlı süt alternatifi içeceklere talep artmaktadır (Lopes vd. 2020). Hayvansal kaynaklı olmayan sütler, alerjiye neden olabilen peynir altı suyu ve kazein proteini içermedikleri için hayvansal sütlere

alternatif oluşturmaktadır (Chavan vd. 2018). Ayrıca soya sütü, badem sütü ve hindistan cevizi sütü gibi hayvansal süt ürünü olmayan sütler, kolesterol ve laktoz da içermemektedirler.

Susam sütünün fiziko-kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerinde işleme koşullarının değerlendirildiği bir çalışmada incelenen parametrelerin (pH, toplam kuru madde, protein, yağ, kül, yoğunluk, viskozite ve renk) tohuma uygulanan ıslatma, ağartma ve kavurma gibi işlemlerden etkilendiği gözlemlenmiştir. Çalışmada, farklı haşlama sıcaklıklarının soya sütü ve yoğurt üretimine etkisi incelenmiş, tekstür ve mikro yapıları karşılaştırılmıştır. 70°C'den daha yüksek haşlama sıcaklıklarının, geleneksel işleme elde edilen yoğurda kıyasla zayıf jel yapı oluşturduğu ve sertliği %50 oranında azalttığı belirlenmiştir (Aguilar-Raymundo vd. 2019). Bu nedenle, probiyotik bakterilerinin gelişimine uygun hayvansal ürün ihtiva etmeyen formülasyonlar üzerinde çalışılması ve fermente hayvansal süt ürünlerine alternatif ürünlerin geliştirmesi gerektiği vurgulanmıştır. Valero-cases ve ark. (2020), alternatif ürün geliştirirken dikkat edilmesi gereken noktanın bitkisel ürün matrislerinde probiyotik mikroorganizmaların canlılığının korumasının hayvansal süt matrislerine göre daha zor olduğunu ifade etmişler ve probiyotik canlılığının korunması ve devam etmesini sağlamak ve fermentasyon sonucu modifiye edilen özellikle koku ve tat gibi organoleptik özellikleri yeterli düzeyde elde etmek için fiziko-kimyasal parametrelerin dikkatli bir şekilde kontrol edilmesinin gerektiğini bildirmişlerdir.

### **2.3.Pirinç ve Pirinç Sütü**

Pirinç, yıllık olarak yetişen ve tohumu için yaygın olarak yetiştirilen *Oryza sativa* (Asya Pirinci) ya da *Oryza glaberrima* (Afrika Pirinci) çim türlerine ait bir tahıldır. Bir monokot (tek çenekli) olan pirinç, dünya insan nüfusunun büyük bir kısmı için en temel besin ve şeker kamışı ve mısırdan sonra dünya çapında en yüksek üretimi olan üçüncü tarımsal üründür. Bir pirinç tohumunun 3000'den fazla pirinç tanesi vermesi ve hemen hemen her yerde yetişebilmesi, pirinci yüksek verimli bir tahıl yapmaktadır (Padma vd. 2019).

Zengin bir karbonhidrat kaynağı olan pirinç, düşük yağ, tuz ve kolesterol kaynağı olarak bilinmektedir. D vitamini, niasin, tiamin, demir vb. birçok vitamin ve mineral açısından da zengin bir kaynaktır. Pirincin besin değeri, türüne, yetiştirildiği bölgeye, pişmiş ve pişmemiş olma durumuna göre değişiklik göstermekle birlikte, 100 gramında yaklaşık olarak 2 g protein, 0,5 g yağ, 25 g karbonhidrat, 0,08 g şeker, 0,5 g diyet lif ve çeşitli vitaminler ve mineraller bulunmaktadır.

Pirincin işlenmesi sırasında oluşan temel yan ürünlerinden pirinç kabuğu, pirinç kepeği ve kırık pirinç gibi ürünler düşük katma değere sahip olmalarına rağmen, besleyici ve tıbbi faydaları göz önüne alındığında en az pirinç kadar değerli ve önemli olarak nitelenmektedirler. Böylece besinsel ve fonksiyonel kaliteye sahip düşük maliyetli ve katma değerli fonksiyonel ve yeni ürünlerin geliştirilmesinde kullanılacak besin değerlerini korumaktadırlar (Costa vd. 2017, Padma vd. 2018, 2019). Bu ürünler gıda endüstrisinde pirinç sütü, pirinç unu, puding benzeri ürünler, pirinç keki, pirinç nişastası ve pirinç tutkalı olarak değerlendirilebilmektedirler (Padma vd. 2018).

Pirinç unu, pirincin bazı işlemler sonucu toz haline getirilmesi ile üretilmektedir. Bu nedenle pirinç ununun bileşimi pirinçten farklı olmaktadır. Pirinç unu, sıvı ayrılmasını engellediği için soğutulmuş veya dondurulmuş tariflerde kıvam arttırıcı olarak kullanılmaktadır.

Kahverengi pirinç, nişastalı endospermin mikro ve dış katmanlarında yoğunlaşmış diyet lifleri, temel amino asitler, mineraller, proteinler, vitaminler ve diğer besinsiz temel fitokimyasallar (Kohama vd. 1987) gibi besin bileşenlerini içermektedir. Pirinç çekirdeğinin kepek katmanında  $\gamma$ -oryzanol, antosiyaninler ve fenolik bileşikler gibi yüksek seviyede biyoaktif bileşikler içerir. Bu bileşikler düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol düzeyini azaltma ve lipit profillerini iyileştirme etkisinin yanı sıra ve anti-enflamatuvar ve anti-oksidatif aktivite de göstermektedirler. Bu da kronik kalp hastalıkları ve diyabet sürecinde destekleyici bileşen olarak düşünülebilirler (Kumari vd. 2015).

Pirinç nişastası, amiloz ve amilopektin adı verilen iki polisakarit türünden oluşmaktadır (Fredriksson vd. 1998). Pişirme sırasında, sıcak su çığ pirinç nişastasının yarı kristal bölgelerine girmekte, moleküller arası hidrojen bağlarını kırmakta ve hidroksilin hidrojen ve oksijene bağlanmasına yani nişasta zincirleri kristalliklerini kaybederek amorf forma dönüşmelerine neden olmaktadır. Jelatinleştirilmiş nişasta termodinamik dengede değildir. Amilopektin moleküllerinin lineer molekülleri, amiloz ve lineer kısımları soğutma veya uzun süre daha düşük sıcaklıkta bırakılma sırasında suyu dışarı atmakta ve kendilerini yeniden daha kristal bir yapıya dönüştürmektedir. “Retrogradasyon” olarak bilinen bu yeniden kristalleşim pişmiş pirinçte düşük duyusal kaliteye ve düşük besin değerine sahip sert ve amilaz ile erişilemeyen dokulara neden olmaktadır (Kumari vd. 2015). Ayrıca, pişmiş pirincin yoğurttaki bifidobakteriler gibi probiyotik bakterilerin gelişmesini ve canlı kalmasını kolaylaştırdığı ve pirinç bazlı gıdaların besin kalitesinin küçük çocuklarda lizin içeriğini artıran ve nişastanın sindirilebilirliğini iyileştiren bazı laktobasil ve bifidobakteri türleri gibi amilolitik laktik asit bakterileri tarafından fermantasyon yoluyla da geliştirilebildiği ifade edilmiştir (Kumari vd. 2015, Atwaa ve Awaad 2019).

Pirinç sütü, çeşitli yöntemlerle pirinçten elde edilen bitkisel bir süttür. Pirincin, laktoz içermemesi, hipoalerjenik olması, hayvansal protein içermemesi (kazein), gluten içermemesi ve ucuz olması gibi özellikleri göz önüne alındığında bitkisel süt olarak iyi bir alternatif olduğu görülmektedir. Pirinç sütü, tüm sütler arasından en yüksek hipoalerjenik özellik gösteren süt olarak kabul edilmektedir. Laktoz intoleransı olanlara, doymamış yağ ve kolesterol içermediği için pirinç sütü içmeleri tavsiye edilmektedir. Pirinç sütünün yüksek selenyum ve magnezyum içeriği nedeniyle bağışıklık sistemini güçlendirdiği ve bakteri ve virüslere karşı direnç sağladığı bilinmektedir (Atwaa ve Awaad 2019).

#### **2.4.Nohut ve Nohut Sütü**

Nohut (*Cicer arietinum L.*), tabanından yayılan dalları olan küçük bir çalı görünümünde, serin mevsimde yetismeye elverişli, kuraklığa dayanıklı otsu ve yıllık bir bitkidir. Sağlıklı ve besleyici değeri yüksek bir gıda olarak kabul edilen nohut diğer

baklagillerle karşılaştırıldığında karbonhidrat değerinin yüksek ve özellikle protein, esansiyel amino asitler, lifler, vitaminler ve mineraller açısından da zengin olduğu bildirilmiştir. (Kaur ve Prasad 2021). Nohut bitkisinin sınıflandırılması Çizelge 2.3. verilmiştir.

**Çizelge 2.3.** Nohut Bitkisinin Sınıflandırılması

<b>Bitki taksonomisi</b>	
Alan Adı .....	Ökarya
Alem.....	Plantae
Filum.....	Spermatofit
Alt filum.....	Angiospermae
Sınıf.....	Dikotiledon
Sıra.....	Fabales
Aile.....	Fabaceae
Cins:.....	Cicer
Tür.....	arietinum

Nohut, fasulyeden sonra dünyada yaygın olarak yetiştirilen ikinci bakliyatırbaklagildir.. 2018 yılında kaydedilen toplam bakliyat baklagil ekim alanı 95,76 milyon hektar olup bunun 17,81 milyon hektarı nohut yetiştiriciliğine aittir; ayrıca nNohut üretimi 17,19 milyon ton olup toplam bakliyat baklagil üretiminin %18,63'ünü oluşturmaktadır. 2012-2014 yılları arasındaki dünya geneli nohut üretimi miktarları Çizelge 2.4.'de verilmiştir.

**Çizelge 2.4.** 2012-2014 yılları arasındaki dünya geneli nohut üretimi (FAO 2016)

Ülke	Üretim (mt)	Verim (kg/ha)	Hasat edilen arazi alanı (bin hektar)	Dünya çapındaki oranı (%)
<b>Hindistan</b>	8,8	922	9553	67,3
<b>Avusturalya</b>	0,8	1430	538	5,9
<b>Pakistan</b>	0,6	599	996	4,6
<b>Myanmar</b>	0,5	1472	336	3,8
<b>Türkiye</b>	0,5	1199	409	3,8
<b>Etiyopya</b>	0,4	1802	236	3,3
<b>İran</b>	0,3	530	557	2,3
<b>Meksika</b>	0,2	1822	118	1,7
<b>Kanada</b>	0,2	2077	73	1,2
<b>ABD</b>	0,1	1706	86	1,1
<b>Toplam</b>	13,1	957	13664	100,0



Ayrıca, Birleşmiş Milletler ve Gıda ve Tarım Örgütü tarafından, baklagiller, “Sürdürülebilir gelecek için besleyici tohumlar” olarak tanımlanmış ve 2016 yılı “Uluslararası bakliyat Baklagil Yılı” olarak ilan edilmiştir (FAO 2016).

Nohut iki ayrı sınıfa ayrılmaktadır;

**Mikrosperma:** Yaygın olarak “Desi Nohut” olarak bilinen bu sınıf, koyu kahverengi tohum kabuğu ve pürüzlü tohum yüzeyi olan küçük köşeli ya da yuvarlak olabilen tohumlar ve antosiyanin pigmentasyon işaretleri dahil olmak üzere birçok varyasyonla karakterize edilmektedir. Bitki boyu kısadır, mor renkli çiçekler taşımaktadır, antosiyanin içermektedir ve oldukça kalın tohum katları ile sarı kotiledonlara sahiptirler (Muehlbauer ve Sarker 2017, Kaur ve Prasad 2021).

**Makrosperma:** Pürüzsüz bir yüzey ve büyük bej renkli tohumları olan bu tür genellikle “Kabuli Nohut” olarak bilinmektedir. İsmi kökeni, yaklaşık iki yüzyıl önce Afganistan'ın başkenti Kabil'e dayanmaktadır. Bu türde tohumların çapları 22 mm ya da daha büyük büyüktür. Bitki boyu orta ila uzun arasında değişmekte, tohum kabukları pigmentless ve açık renkli ve beyaz çiçeklidir. Antosiyanin içermemektedir. Üretilmesi daha kolay ve daha ucuz olması nedeniyle bu özel nohut tipi, Güney Asya dışındaki pazarların çoğunda tercih edilmektedir (Kaur ve Prasad 2021).



Genel olarak, dünya nohut üretiminin %80'ini Desi türü ve kalan %20'sini Kabuli türü oluşturmaktadır. Desi ve Kabuli türleri çeşitli şekillerde kullanılmaktadır; kaynatma (yemek), taze sebze olarak çiğ tüketim, kavurma, ya da un haline getirme (Muehlbauer ve Sarker 2017).

**Şekil 2.1.** Nohut türleri

Nohut, çeşide ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak %15 ila %30 arasında değişen ve oldukça besleyici ucuz bir protein kaynağıdır. Ayrıca nohut yaklaşık olarak %60-65 karbonhidrat, %6 yağ, çeşitli mineraller ve temel B vitaminlerini içerir. Başka bir

çalışmada ise çiğ nohutun %20,5 protein, %6,0 yağ, %12,2 toplam diyet lifi, %10,7 şeker ve 57 mg kalsiyum /100 g<sup>-1</sup> kalsiyum içerdiği belirtilmiştir (Chen vd. 2018). Nohut (*Cicer arietinum L.*), prebiyotik özellikte karbonhidratlardan, 1,2-2,9 g RFO /100 g (rafinoz ailesi oligosakkaritler), 0-0.07 g FOS (fruktooligosakkarit) /100 g ve 2,4-4,4 g RS (dirençli nişasta) /100 g içerir (Siva vd. 2020). Rafinoz ailesi oligosakkaritler, dirençli nişastalar ve lifler açısından zengin olan nohutta bulunan globülinlerin, nohut proteininin daha yüksek protein biyoyararlanımına sahip olmasına katkıda bulunduğu gözlenmiştir. Ayrıca, değerli besin içeriğinin yanı sıra ekonomik ve ucuz olması nedeniyle refah seviyesi düşük toplumlar ve vegan beslenen kişiler için uygun bir protein kaynağı olduğu belirtilmiştir (Jukanti vd. 2012).

Nohutun yapısında insan metabolizmasında sindirilebilen ve sindirilemeyen karbonhidratlar bulunmaktadır. Sindirilebilen karbonhidratlar, ince bağırsakta enzimatik etki ile sindirilebilen ve monosakkaritler (glukoz, fruktoz, galaktoz) ile disakkaritlerden (sakaroz, maltoz) oluşan karbonhidratlardır. Sindirilemeyen karbonhidratlar ise, oligosakkaritler (rafinoz, staçioz, verbaskoz ve ciceritol), dirençli nişasta, pektin, hemiselüloz ile selülozdan oluşmaktadır. Bu karbonhidratlar ince bağırsakta sindirilemezler (Kaur ve Prasad 2021).

Nohutunun fonksiyonel özellikleri arasında su tutma kapasitesi, emülsifiye etme kapasitesi, jel oluşturma ve köpük oluşturma özelliği yer almaktadır. Nohut unu, stirred tipi biyo-yoğurt (pıhtısı kırılmış/çırpılmış) üretiminde prebiyotik ve kıvam arttırıcı madde olarak kullanılabilir. Yapılan bir çalışmada, stirred tipi biyo-yoğurta nohutunun eklenmesi, viskozitenin artmasıyla sonuçlanmış, antioksidan aktiviteyi iyileştirmiş ve probiyotik bakteri kültürünün canlılığını da arttırmıştır (Hussein vd. 2020). Probiyotik kültür canlılığının artması depolama sırasında yoğurdun pH'ını düşürmekte ve bunun sonucunda da proteinler arası bağ güçlenerek ürünün viskozitesi artmaktadır (Kaur ve Prasad 2021).

Dünya'da ve Türkiye'de nüfus artması ancak besin kaynaklarının sınırlanmasına bağlı olarak yetersiz ve dengesiz beslenme koşulları gözlenmektedir. Artan nüfusun beslenme ihtiyaçlarını karşılanmasında ve protein eksikliğini minimize edilmesinde nohut önemli

bir üründür. Ülkemizde geleneksel ekmek yapımında, özellikle glutensiz ekmek formülasyonlarında, maya olarak nohut kullanılmaktadır. Yapılan bir araştırmada, nohut kullanılarak yapılan ekmeğin karakteristik ekmek özellikleri ile duyuusal özelliklerinin beyaz buğday ekmeğine göre daha belirgin olduğu gözlemlenmiştir (Ertürk ve Gül 2018).

Nohutta bulunan rafinoz ailesiden oligosakkaritler, rafinoz ve stakiyoz, bağırsaklarda gaz oluşumuna neden olmakla birlikte etkin prebiyotikler olarak kabul edilmektedirler. Hayvan ve *in vitro* çalışmalar, inülin, oligofruktoz, laktuloz ve dirençli nişasta gibi oligosakkaritlerin *Bifidobacterium* türlerinin canlılığının korunması da dahil olmak üzere sağlığı geliştirici faydalarının olduğunu göstermişlerdir (Chen vd. 2018). Chen ve ark. (2018) tarafından konu ile ilgili çalışmalar incelenmiş ve yapılan bir çalışmada, gıda matrisine rafinoz ailesi oligosakkaritlerin eklenmesinin *Bifidobacterium lactis* BB-12 ve *Lactobacillus acidophilus* La-5'in canlılıklarını koruması üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu gözlemlendiği ifade edilmiştir. Bununla birlikte, lakto-oligosakkaritlerin probiyotik *Lactobacillus* suşlarının gelişmesini ve canlılığını teşvik etmek için mükemmel bir takviye olabileceği düşünülmüştür. Yapılan bir diğer çalışmada ise, yoğurda ilave edilen soya, mercimek ve nohut unlarının *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* gelişimine katkı sağladığının görüldüğü belirtilmiştir (Chen vd. 2018).

Wang vd. (2018), fermente nohut içeceğinin soya sütüne kıyasla daha düşük protein içerdiğini ve daha zayıf jel yapısı nedeniyle yüksek oranda serum ayrılmasının gözlemlendiğinin bildirmişlerdir.

Damasceno vd. (2020), %70 nohut özü ve %30 hindistan cevizi özü kullanılarak yapılan nohut ve hindistancevizi bazlı süt çalışmalarında, diğer ikamelere kıyasla protein ve kalsiyum içeriğinin yüksek olmasının yanı sıra beğenilen duyuusal özellikleri sebebiyle nohut + hindistan cevizi karışımının inek sütü için potansiyel bir ikame olabileceğini belirtmişlerdir.

Valero-cases ve ark. (2020), fermente bitki bazlı içeceklerde potansiyel bir probiyotik taşıyıcısı olarak soyaya alternatif olarak nohutun kullanımına odaklanan çalışmalar bulunduğunu belirtmişlerdir.

Sonuç olarak, son zamanlarda vegan beslemeye eğilimin artması nedeniyle bitkisel süte olan talep de artmıştır. Baklagiller genellikle inek sütü için potansiyel bir ikame olarak kabul edilmektedirler. Nohut bazlı içecekler, laktoz intoleransı olan bireyler için alternatif hammadde olarak değerlendirilebilir (Vanga ve Raghavan 2018).

## **2.5.Fonksiyonel Gıdalar**

Fonksiyonel gıdalar, yapılarındaki temel besin maddelerine ek olarak, tüketicinin sağlığı üzerinde olumlu etki oluşturabilecek yeterlilikte biyolojik olarak aktif bileşenler içeren gıdalar olarak tanımlanmaktadır. Jonas ve Beckmann (1998) fonksiyonel gıdaları modifikasyon ve zenginleştirme olarak iki farklı kategoride sınıflandırmıştır. Modifikasyon, gıda içeriğindeki zararlı maddeleri azaltmak ya da gıdadaki besinlerin değerini artırmak için biyoteknolojik yöntemlerle genlerin yapay olarak düzenlenmesini içermektedir. Zenginleştirme ise, probiyotik yoğurt gibi gıdalarda doğal olarak bulunan ya da bulunmayan temel besin maddelerinin eklenmesiyle yeni gıdaların elde edilmesini ifade etmektedir (Gök ve Çelik 2021). Bu tür gıdalar tüketildiğinde hastalık riskini azaltarak sağlık koşullarının iyi yönde gelişmesine katkı sağlamaktadırlar. Fonksiyonel bileşenler, antioksidan aktiviteyi artırma, kan kolesterol düzeyini azaltma, immünomodülasyon (bağışıklığın düzenlenmesi) ve kan basıncının ayarlanması gibi fizyolojik fonksiyonlara sahiptirler (Hasani vd. 2017). Bu bileşenlerin tüketicinin isteğine bağlı olarak sağlık yararları elde edilmesini sağlayacak şekilde gıdaya dahil edilmesi, fonksiyonel gıda geliştirmenin bir yoludur (Ndife vd. 2019). Fonksiyonel gıdalar, biyoaktif peptitler, oligosakkaritler, organik asitler, yüksek oranda emilebilir kalsiyum, probiyotikler, prebiyotikler, flavonoidler, karotenoidler ve konjuge linoleik asit (CLA) gibi biyolojik olarak aktif bileşenler içerdiklerinden dolayı sağlığa yararlar gıdalar olarak nitelenmektedirler (Akın ve Özcan 2017).

Bitkisel kaynaklı ürünler arasında baklagiller (soya vb.), badem, yulaf ve amaranttan elde edilen sıvı ekstraktlar ve unlar da bulunmaktadır. Bu ürünlerin besinsel ve fonksiyonel değerleri, frukto-oligosakkaritler, galakto-oligosakkaritler, inülin, dirençli nişasta ve laktuloz dahil olmak üzere sindirilemeyen karbonhidrat içeriklerinden kaynaklanmaktadır (Aguilar-Raymundo vd. 2019).

Son zamanlarda süt tüketiminde azalma ve buna paralel olarak bitkisel bazlı içeceklere olan talebin artması söz konusudur. Süt tüketimindeki bu azalmanın nedenleri arasında sağlık (laktoz intoleransı, süt protein alerjisi, hormon ve antibiyotik kalıntıları, hiperkolesterolemi), yaşam biçimi (vejetaryen/vegan beslenme, hayvan refahı/hakları bilinci), hayvancılık çevreye etkisi ile ilgili çevresel kaygılar (geniş arazi kullanımı, su ayak izi/su tüketimi, CO<sub>2</sub> ve metan gazı emisyonu) gösterilmektedir (Lupes vd. 2020). Bütün bunlar göz önüne alındığında, bitkisel fonksiyonel gıdalar bu taleplerin karşılanması, yeni alternatifler sunulması adına günümüz koşullarında değerlendirilebilecek iyi bir fırsat ve kaynak oluşturmaktadır. Fonksiyonel gıdalar, yararlı maddeleri doğal olarak içermesi ya da gıdalara eklenmesiyle sağlığa faydalı olması açısından oldukça önemlidir (Hussein vd. 2020).

## **2.6.Fermantasyon**

Fermantasyon, sindirilemeyen karbonhidratların parçalanmasıdır. Fermantasyon gıdanın esansiyel amino asitler, mineral ve vitamin içeriğini zenginleştirmekte ve gıdanın genel kalitesini, sindirilebilirliğini ve aromasını artırmaktadır (Giri vd. 2018). Fermantasyon, şeker gibi birincil metabolitlerin çoğunlukla mikroorganizmalar ve enzimler tarafından biyokimyasal modifikasyonu olarak tanımlanmaktadır. Gıdanın tat, aroma, doku gibi organoleptik özelliklerini, esansiyel aminoasitler ve vitaminler gibi besin değerlerini ve raf ömrünü olumlu yönde etkilemektedir (Gotcheva vd. 2000). Başka bir ifadeyle, fermentasyon organik asitlerin sentezi nedeniyle ortamın asitliğinin artmasına ve böylece patojenik mikroorganizmaların gelişme riskini azaltmaktadır. Gıda maddesinde vitaminlerin, yani riboflavin, tiamin, niasin ve askorbik asit konsantrasyonunu önemli ölçüde artıran fermentasyon işlemi protein sindirilebilirliğini kolaylaştırmaktadır (Kaur ve Prasad 2021).

Fermente içeceklerin geliştirilmesi için tahıllar çeşitli oranlarda karıştırılarak substrat olarak kullanılmaktadırlar. Nihai ürünün özellikleri substrat olarak kullanılan hammaddeye bağlı olmakla birlikte fermantasyon koşulları mikrobiyal popülasyonu etkileyebilmektedir. Fermantasyon, sağlığa faydalı özellikler gösteren yeni gıdalar geliştirmek için kullanılmıştır (Padma vd. 2019). Fermantasyonun gıda maddelerinin mikrobiyal bozulmadan korunmasına yardımcı olmak ve fermantasyon işlemi sırasında esansiyel amino asitlerin ve vitaminlerin sentezi açısından gıda ürünlerinin besin değerini arttırmak gibi faydalı etkileri bulunmaktadır. Ayrıca fermantasyon, gıda ürünlerinin sindirilebilirliğini arttırmakla birlikte pişmemiş gıdalardaki fitatlar, tanenler ve polifenoller gibi istenmeyen maddeleri yok etmektedir. (Kabak ve Dobson 2011).

Laktik asit bakterileri fermente sütte kullanılan en önemli mikroorganizmalar grubudur ve bunların çoğu probiyotik olarak kabul edilir. Fermantasyon için probiyotik olarak kullanılan çeşitli mikrobiyal suşlar vardır; ticari bazda probiyotik olarak en yaygın kullanılan bakteriler bifidobakteriler, laktobasiller, laktokoklar ve streptokoklar gibi laktik asit bakterileridir (Utami ve ark. 2014, Chavan vd. 2018). Fermentasyonda kültür seçimi, kalite ve stabilite açısından arzu edilen gıda ürünlerinin üretimi için önemlidir.

## **2.7.Probiyotikler ve Prebiyotikler**

Geleneksel fermente gıdalarda bulunan *Lactobacillus* türleri, gıdaları yeni ürünlere dönüştürebildikleri, düşük pH koşullarında dirençli oldukları ve zararlı mikroorganizmalara karşı antagonistik etkiler gösterdikleri için gıda teknolojisi uygulamaları için uygundur. LAB ve diğer starter kültürler, substratların biyokimyasal ve organoleptik özelliklerini geliştirmekte, çeşitli metabolitler üretmekte ve gıdaları çeşitli mikro besinler (vitaminler, mineraller, amino asitler, vb.), sağlığa faydalı, tüketime uygun mikroorganizmalar (probiyotikler), fermente edilebilir şekerler (prebiyotikler), diyet lifi, fitokimyasallar ve sindirim enzimleri ile zenginleştirmektedir. Ayrıca, yapılan çalışmalar probiyotik LAB'ların, laktoz intoleransı semptomlarının azaltılması, bağırsak mikrobiyotası üzerinde olumlu etkisi, bağırsak fonksiyonunun iyileştirilmesi, patojenik mikroorganizmaların gelişmesinin engellenmesi, B vitaminlerinin (özellikle folik asit) üretimi ve bağışıklık tepkisinin uyarılması gibi

sağlık üzerine olumlu etkileri bulunduğunu göstermektedir (Giri vd. 2018). Çizelge 2.5.'te probiyotik bakterilerin faydaları ve tedavi edici etkileri paylaşılmıştır.

**Çizelge 2.5.** Probiyotik bakterilerin faydaları ve tedavi edici etkileri (Aran 2013)

<b>Yararlı etkiler</b>	<b>Tedavi edici etkiler</b>
Bağırsak florasının koruması	Üreme yolundaki enfeksiyonları azaltma
Bağışıklık sistemini güçlendirmesi	Kabızlık ve ishali azaltma
Laktoz intoleransını azaltması	Osteoporozu (kemik erimesi/incelmesi) yavaşlatma
Kandaki kolesterol seviyesini azaltması	Bağırsak kanseri riskini azaltma
Anti-kanserojen etki göstermesi	Yüksek kolesterolü düşürme
Gıdaların besinsel değerini arttırması	Bebek ishalini azaltma

Probiyotiklerin insan sağlığına yararlı olabilmeleri için, bağırsak epiteline tutunmaları ve sindirim sırasında canlılıklarını korumaları gerekmektedir. Epitel dokuya tutunma yeteneği, probiyotik kültürün hidrofobikliğine ve oto-agregasyon kapasitesine, ayrıca miktarına, süresine ve taşıyıcı olarak kullanılan matrise bağlıdır (Valero-Cases vd. 2020). 3,6-4,9 pH aralığı, probiyotikler de dahil olmak üzere laktik asit bakterilerinin ürüne zarar vermeden normal şekilde gelişmesi için uygundur (Costa vd. 2017). Probiyotiklerin hücresel stresi 1,5 dolaylarında düşük pH seviyesine sahip olabilen mide içerisinde başlamaktadır. Bundan sonra, probiyotik hücre, safra salgılanan üst bağırsak yoluna girmektedir. İnsan sindirim sistemindeki safranın yoğunluğu değişkendir ve herhangi bir zaman için düzeyinin tahmin edilmesi zor olmakla birlikte sindirimden itibaren 0,5-2 g aralığında olduğu bilinmektedir. Bu zorlu yolculuktan sonra probiyotik hücreler alt bağırsak yolunun duvarına tutunup burada kolonize olmaktadır. Bu nedenle, probiyotik bakteri olarak kullanılmak üzere seçilen suşların sağlık üzerinde olumlu etki göstermeye başlayabilmesi için, en azından 90 dakika boyunca mide asidini ve sonrasında da safra asidini tolere edebilmesi, bağırsak epiteline tutunabilmesi ve alt bağırsak yolunda gelişim gösterebilmesi gerekmektedir (Costa vd. 2017).

Probiyotik mikroorganizmalar, kolay sindirilebilir besin takviyelerine ve fonksiyonel gıdalara dahil edilerek kullanılmaktadır. Probiyotik bakteriler daha fazla çözünür

kalsiyum sağlamakta, şişkinliği azaltmakta, istenmeyen patojenlerin gelişimini engellemekte/sınırlandırmakta ve probiyotik fermente gıdaların tadı ile dokusunu iyileştirmektedirler. Ayrıca probiyotik tüketimi ile bağırsak sağlığının iyileştirilmesi, laktoz intoleransı semptomlarının iyileştirilmesi, bağışıklık tepkisinin güçlendirilmesi, serum kolesterolünün düşürülmesi, ürogenital ve solunum yolu enfeksiyonlarının kontrolü ile kolon kanseri riskinin azaltılması gibi sağlık yararları da sağlanabilmektedir. Bu nedenle, probiyotik gıda ürünleri sağlık bilincine sahip tüketiciler arasında popülerdir (Kumari vd. 2015, Chavan vd. 2018).

Besinlerdeki probiyotik bakteriler, mide-bağırsak yolundan geçişleri sırasında, özellikle midedeki yüksek asitlik ve ayrıca bağırsakta safra tuzlarının varlığı nedeniyle çeşitli olumsuz koşullara maruz kalmaktadır. Bu ortamda hayatta kalma yeteneği, probiyotik gıdaların tüketimine atfedilen bazı sağlık yararları elde etmek için önemli bir özelliktir. Probiyotik mikroorganizmalar için ana seçim kriterlerinden biri düşük pH değerlerine ve safra tuzlarına karşı gösterdikleri toleranstır. Farklı gıda matrislerindeki probiyotik potansiyelinin karakterizasyonu, gastrointestinal sistem koşullarını simüle eden koşullar altında veya sadece asit stresi durumuna ve safra tuzlarının varlığına maruz bırakılarak gerçekleştirilmiştir (de Oliveira vd. 2019).

Probiyotik bakterilerin çoğu laktik asit bakterileridir ve bunlar arasında *Lactobacillus* türleri, potansiyel terapötik etkileri nedeniyle dünya çapında büyük ilgi görmüştür. Probiyotik bir suş olarak *Lb. paracasei*, uygun canlılık, uygun organoleptik özellikler, gastrointestinal koşullara mükemmel tolerans ve patojenlere karşı inhibitör etkisine ek olarak yoğurt kültürleriyle de yüksek uyumluluğa sahip olduğu belirtilmiştir (Ghamsepour vd. 2020).

Laktik asit bakterileri, fermantasyon işlemi sonucunda laktik asit üreten gram pozitif bakterilerdir (Başbülül vd. 2015). *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* ve *Streptococcus*, laktik asit bakterilerinin ana grubudur. *Lb. acidophilus*, çubuk şeklinde ve gram pozitif bir laktik asit bakterisidir. Laktik asit bakterileri morfolojik özelliklerine, glikoz fermantasyon kabiliyetine, farklı sıcaklıklarda büyüme kabiliyetine,



laktik asit üretimine ve yüksek tuz konsantrasyonuna toleransına, asit ve alkali ortamda tolerans kapasitesine göre sınıflandırılmaktadır (Salminen ve Wright 1998).

Laktik asit bakterileri, fermantasyon için homofermentasyon ve heterofermentasyon olmak üzere iki farklı yol kullanır. Homofermenterler sadece laktat üretirler ve Emden-Meyerhof-Parnas glikolitik yolunu kullanırlar, heterofermenterler ise glikoz fermantasyonundan eşit miktarlarda laktat, etanol/asetat ve CO<sub>2</sub> üretirler. Ek olarak, heterofermentatif laktik asit bakterilerinin CO<sub>2</sub> üretme yeteneği, heterofermentatif ve homofermentatif laktik asit bakterileri arasındaki farkın tanınmasını kolaylaştırabilmektedir (Adams ve Moss 2007). Fermantasyon tiplerine göre laktik asit bakterilerinin sınıflandırılması Çizelge 2.6.'da gösterilmiştir.

**Çizelge 2.6.** Laktik Asit Bakterilerinin temel türleri (Adams and Moss, 2007)

<b>Cins</b>	<b>Morfoloji</b>	<b>Fermantasyon tipi</b>	<b>Laktat isomeri</b>
<i>Lactococcus</i>	Zincirli Koklar	Homofermantasyon	L
<i>Leuconostoc</i>	Koklar	Heterofermantasyon	D
<i>Pediococcus</i>	Koklar	Homofermantasyon	DL
<i>Lactobacillus</i>	Çubuklar	Homofermantasyon /Heterofermantasyon	DL, D, L
<i>Streptococcus</i>	Zincirli Koklar	Homofermantasyon	L

Başbülbul ve ark. (2015) tarafından yayınlanan araştırma raporuna göre laktik asit bakterileri gıda kaynaklı veya enterik patojenlere yönelik antimikrobiyal direnç genine sahip oldukları belirtilmiştir. Laktik asit bakterilerinin sağlık üzerindeki olası olumlu etkileri Çizelge 2.7.'de gösterilmektedir.

*Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. kültürleri ile yapılan çalışmalar, bu kültürlerin diğer kültürlerin sağlık üzerine yararlı etkilerine ek olarak; serum kolesterolünü düşürme, bağırsak hastalıklarına ve patojenik bakterilerle ilgili rahatsızlıklara karşı koruma ve antibiyotiklerle ilişkili ishal riskini azaltma gibi sağlık yararlarının olduğunu göstermiştir (Costa vd. 2017).

**Çizelge 2.7.** Laktik asit bakterilerinin sağlık üzerine iddia edilen yararlı etkileri (Adams and Moss, 2007)

---

Gıdaların besin değerlerinin iyileştirilmesi  
Enterik patojenlerin gelişmesinin önlenmesi  
İshalin/Kabızlığın hafifletilmesi  
Hipokolesterolemi etkisi  
Kanserin önlenmesine yönelik etkinlik  
Bağışıklık sisteminin simülasyonu

---

*Lactobacillus paracasei* türü, sağlıklı bireylerin insan gastrointestinal (GI) mukozasında sıklıkla bulunur. Yapılan araştırmalar, *Lb. paracasei*'nin irritabl barsak sendromundan mustarip kişilerde iltihabı azaltmaya ve bağırsak hareketlerini iyileştirmeye yardımcı olduğunu, diş çürüğü gelişimini azalttığını, alerjik rinitle savaşmaya yardımcı olduğunu ve ayrıca ürogenital enfeksiyona karşı antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğunu ileri sürmüştür (de Oliveria vd. 2019).

Hayvansal süt ürünleri probiyotik bakterilerin gelişimi için uygun ortam oluşturmaları sebebiyle, fermente süt olarak piyasaya sunulmuştur, ancak laktoz intoleransı, kolesterol içeriği ve vejetaryen probiyotik ürünlere talep nedeniyle hayvansal süt bazlı olmayan probiyotik ürünlere de tüketiciler tarafından talep vardır (Prado vd. 2001). Fakat hayvansal süt ürünü olmayan ürünlerde probiyotik kültürlerin uygulanması oldukça zordur (Utami vd. 2014). Tahıl bazlı probiyotik içeceklerin geliştirilmesinde, içecek formülasyonlarının probiyotik gereksinimleri karşılaması, kabul edilebilir düzeyde fiziko-kimyasal özelliklere ve organoleptik özelliklere sahip olması gerekmektedir. Yapılan çalışmalar tahılların, obezite, kardiyovasküler hastalık ve tip II diyabet gibi kronik hastalık risklerinin azaltılmasıyla ilişkilendirilen probiyotiklerin büyümesini destekleme potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir. Tahıl bazlı probiyotik ürünler, sıkça rastlanan mikrobiyal patojenlere karşı antimikrobiyal aktivite geliştirir. Ayrıca, süt ürünü olmayan içeceklere yönelik tüketici talebini karşılamanın yanı sıra, tahıl bazlı içecekler antioksidanlar, diyet lif, mineraller, probiyotikler ve vitaminler gibi potansiyel fonksiyonel bileşikler açısından da önemli birer kaynak olarak kullanılabilirler. Bu

nedenle tahıllar, gastrointestinal sağlığı ve diğer faydalı özellikleri geliştiren fonksiyonel içeceklerin geliştirilmesinde büyük bir potansiyele sahiptir (Giri vd. 2018, Chavan vd. 2018)

Prebiyotikler bağırsak kolonundaki bir ya da sınırlı sayıda bakterinin gelişmesini ve/veya aktivitesini seçici olarak uyararak konakçıyı olumlu yönde etkileyen ve konakçı sağlığını iyileştiren sindirilemeyen gıda bileşenleri olarak nitelenmektedirler (Gibson ve Roberfroid 1995). Prebiyotiklere rnek olarak; laktuloz, galakto-oligosakkaritler, frukto-oligosakkaritler, polidekstrozinlin ve diğer gıda karbonhidratları gibi oligosakkaritler verilebilir. Prebiyotikler, probiyotiklerin gelişmesi ve aktivitesini teşvik ettiği için probiyotik ve prebiyotiklerin sinbiyotik etkisinin olduğu düşünülmektedir.

Bitki bazlı gıdalarda genellikle iki tip prebiyotik karbonhidrat bulunur: düşük moleküler ağırlıklı karbonhidratlar (LMWC'ler) (şeker alkollerini (SA'lar; sorbitol ve mannitol), rafinoz ailesi oligosakkaritler (RFO'lar; rafinoz, stakiyoz ve verbaskoz) ve fruktooligosakkaritler (FOS'ler; ketoz); ve yüksek moleküler ağırlıklı karbonhidratlar (selüloz, hemiselüloz, inülin ve dirençli nişasta (RS)) (Siva vd. 2020).

Diyet lifi olan prebiyotikler, minerallerin artan biyoyararlanımı, bağışıklık sisteminin modülasyonu, gastrointestinal (GI) enfeksiyonların önlenmesi, inflamatuvar koşulların modifikasyonu, metabolik hastalıkların düzenlenmesi dahil olmak üzere insanlarda kanser riskini azalttıkları ve sağlık açısından yararlı oldukları bilinmektedir. Prebiyotikler, sıcaktan, soğuktan, asitten veya zamandan etkilenmezler, çok çeşitli sağlık yararları sağlarlar ve herkesin bağırsaklarında bulunan iyi bakterilerin gelişimini desteklerler. Kısaca prebiyotik, kolonda bulunan sınırlı sayıda bakteri türünün veya her ikisinin de büyümesini veya aktivitesini seçici olarak uyararak konakçıyı etkileyen faydalı bir gıda maddesidir (Gök ve elik 2021). Prebiyotik karbonhidratlar, bağırsak pH'ını değiştirerek kolesterol emilimini, iltihabı, kan basıncını ve besin emilimini azaltan yararlı bağırsak mikroorganizmaları tarafından fermente edildikleri için insan sağlığına fayda sağlamaktadırlar (Gibson vd. 2017).

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada, kırık pirinç ve ön pişirilmiş nohut tozu kullanılmıştır. Kırık pirinç yerel bir marketten; nohut tozu, özel olarak tahıl ve baklagil tozları üreten Türk markası Naturelka firmasından ve YoFlex® YF-L02 DA termofilik laktik asit vegan kültür karışımı Chr. Hansen firmasından temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan hammaddelere ait besin değerleri Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Kırık Pirinç ve Nohut Tozu Besin Değerleri

Hammaddeler	Kırık pirinç	Nohut unu (ön pişirilmiş)
<i>Enerji (kcal)</i>	348	342
<i>Yağ</i>	0,6	5,1
<i>Doymuş Yağ</i>	0,1	0,75
<i>Karbonhidratlar</i>	77,8	49,5
<i>Şeker</i>	0	6,3
<i>Lif</i>	0,7	17,8
<i>Protein</i>	7,5	15,5
<i>Sodyum</i>	-	0,088

YoFlex® YF-L02 DA kültür bileşimi, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus paracasei*, *Bifidobacterium* spp. ve *Lactobacillus acidophilus* suşlarını içermektedir.

## **3.2. Yöntem**

### **3.2.1 Kültürün Aktive Edilmesi**

Bitkisel sütlere %1 ve %5 oranında aşılacak donmuş kültür öncelikle 100'er mL pirinç sütünde ve nohut sütünde aktive edilmiştir. Bu amaçla, ürün spesifikasyonunda belirtilen kullanım talimatına göre 100 mL ürüne 0,02±0.01 gram olacak şekilde donmuş kültür eklenmiş ve en az 15 dk boyunca karıştırılarak kültürün bitkisel sütler içinde homojen olacak şekilde iyice karışması sağlanmıştır. Karıştırma işlemi tamamlanan kültür içeren sütler fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyonu tamamlanan sütler kısa sürede kullanılmak üzere +4±1°C'de depolamaya alınmıştır. Kültürün aktivasyonu sırasında dikkat edilecek hususlar Ek-1'te verilmiştir.

### **3.2.2 Bitkisel Fermente Sütlerin Üretimi**

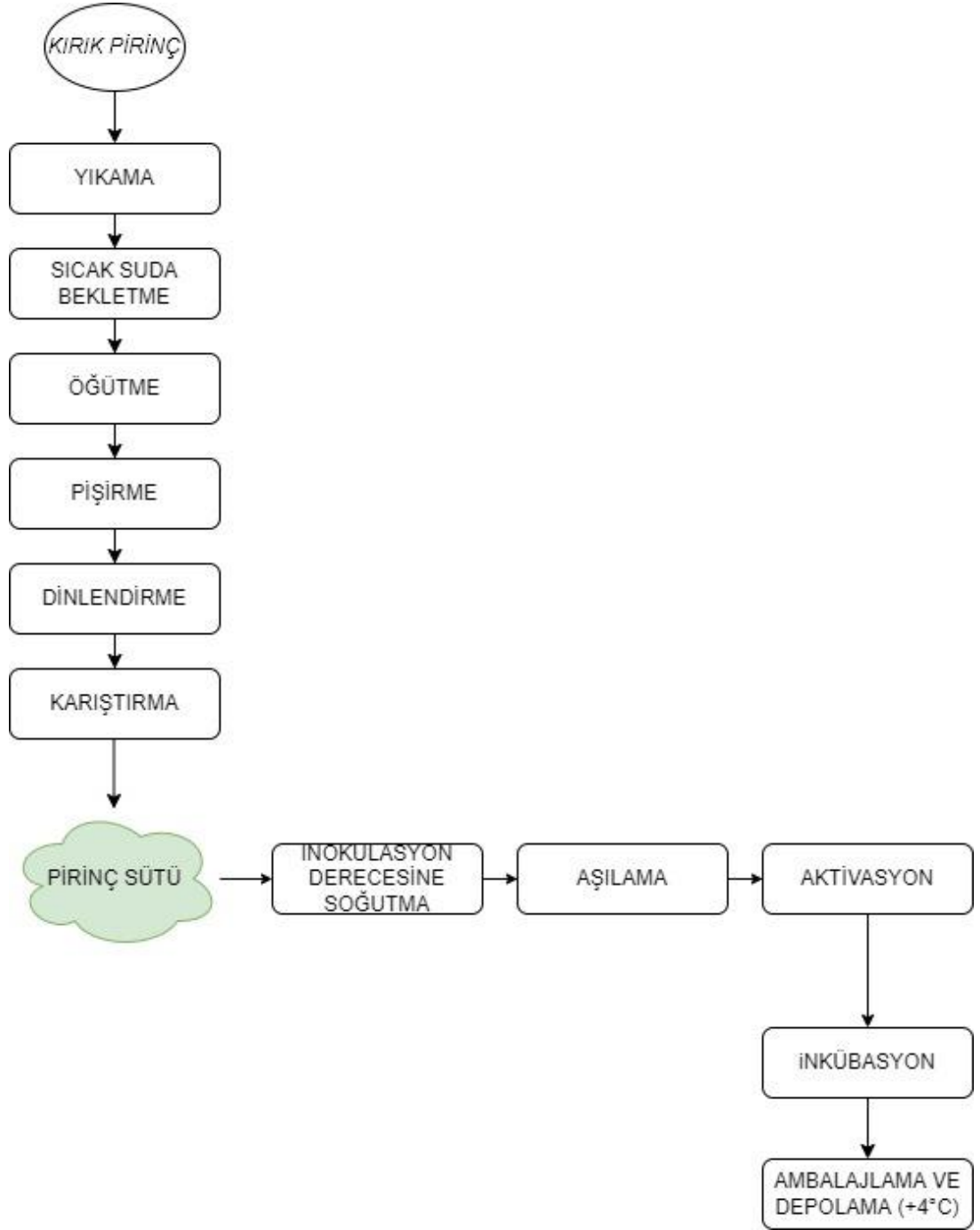
Pirinç ve nohut sütü kullanarak fermente içecek üretimi için ön çalışmalar yapılmış ve bu çalışmaların sonucunda en beğenilen pirinç ve nohut sütü oranı belirlenmiştir.

Öncelikle kırık pirinç, su durulaşınca kadar yıkanmış, daha sonra 1:15 oranında olacak şekilde sıcak su (90-95°C) eklenmiş ve pirinçler 1 saat boyunca sıcak suda bekletilmiştir. Sıcak suda bekletilen pirinçler el blendırı kullanılarak 2 dakika boyunca öğütülmüştür. Bu işlemden sonra karışım, kaynayınca kadar pişirilmiş ve sonrasında 60°C'ye kadar soğuması için dinlenmeye bırakılmıştır.

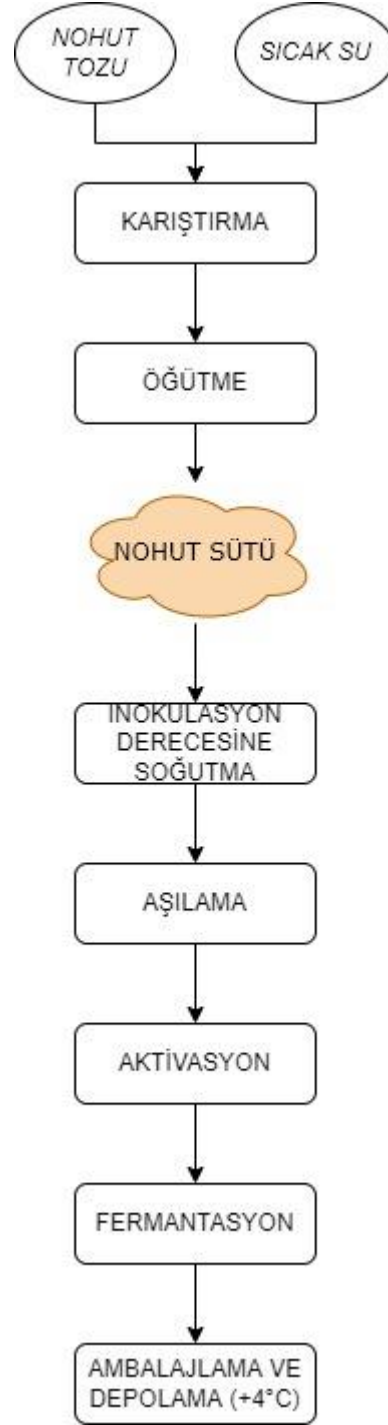
Nohut sütü üretimi için, ön pişirilmiş nohut tozu ile 60°C-70°C sıcaklık aralığındaki su 1:10 oranında karıştırılmış ve el blendırı ile 30 saniye karıştırma işlemine tabi tutmuştur.

Hazırlanan sütler, %80 pirinç sütü ve %20 nohut sütü olacak şekilde karıştırılmıştır. Bu işlemin ardından 40°C sıcaklığa soğutulmuş bitkisel süt karışımına, daha önce aktive edilen kültürden %1 ve %5 oranlarında eklenmiş ve 15 dk boyunca ürünün içinde homojen dağılması sağlanmıştır. Bu işlem kontrol grubu olarak pirinç sütü ve nohut sütü için ayrı ayrı uygulanmıştır. Hazırlanan probiyotik kültürle aşılansmış bitkisel

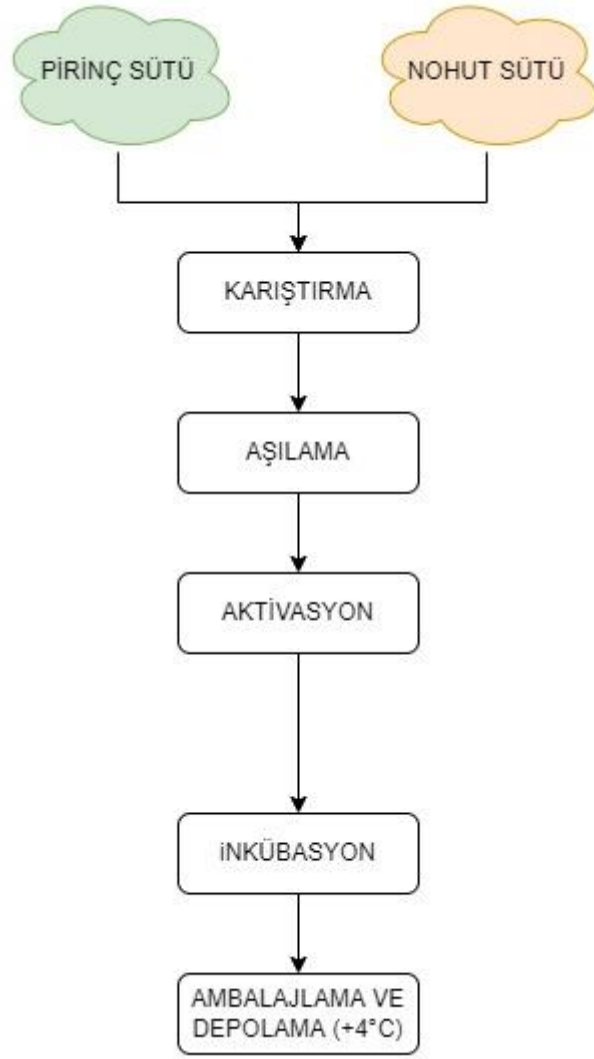
içecekler n denemeler ile belirlenen  $42\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 9 saatlik fermantasyona bırakılmıştır (fermantasyon süresi pirinç sütü için 24,5 saat ve nohut sütü için ise 6 saattir). İnkübasyon bitiminde fermente içecekler uygun ambalajlara alınarak  $+4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 7 gün boyunca depolanmıştır. Depolamanın 1., 4. ve 7. günlerinde örnekler analize alınmıştır.



**Şekil 3.1** Probiyotik pirinç sütü retimi



Şekil 3.2 Probiyotik nohut sütü üretimi



Şekil 3.3 Probiyotik pirinç ve nohut sütü üretimi

### 3.2.3 Bitkisel Fermente Süt Örneklerinde Uygulanan Fiziko-Kimyasal Analizler

#### *Suda çözünür kuru madde (Brix) tayini*

Örneklerin suda çözünür kuru madde miktarı (Briks), KEM Refractometer RA-500 (Tokyo, Japan) cihazı ile ölçülmüş ve sonuçlar % olarak verilmiştir (Uylaşer ve Başoğlu 2004).



## ***pH***

Bitkisel probiyotik fermente süt ieeği örneklerinin pH değerleri, Mettler Toledo (Seven Compact S220, Ohio, US) pH metre kullanılarak ölçülmüştür. lm öncesinde cihazın kalibrasyonu, standart tampon zeltiller kullanılarak yapılmıştır.

## ***Titrasyon asitliği***

Örneklerden 10 mL alınmış, 0,1 N NaOH ile pH 8,1 'e gelene kadar titre edilmiş ve asitlik (%) miktarı laktik asit (LA) cinsinden aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2007).

$$\% \text{ Titrasyon asitliği} = \frac{S \times 0,009}{\ddot{O}} \times 100 \quad (1)$$

S = NaOH sarfiyatı (ml)

 = Titre edilen örneğin miktarı (g)

0,009 = 0.1N NaOH zeltisinin düzeltme faktörü

## ***Renk analizi***

Renk analizi, Minolta (CR-400, Osaka, Japonya) renk ölçüm cihazı kullanılarak  $L^*$  (siyahtan beyaza kadar olan açıklık-koyuluk renk geçiş değeri),  $a^*$  (yeşilden kırmızılığa doğru renk geçiş değeri) ve  $b^*$  (maviden sarıya doğru renk geçiş değeri) renk sistemi cinsinden belirlenmiştir (Cemeroğlu 2007). Öncelikle cihazın kalibrasyonu yapılmış, daha sonra örnekler cihazın küvetine doldurularak ölçüm yapılmış ve  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri belirlenmiştir.

## ***Kuru madde tayini***

Yaklaşık 5 g tartılan numuneler, 105°C'de sabit tartıma gelinceye dek kurutulmuştur ve sonrasında oda sıcaklığına gelene kadar desikatörde bırakılmıştır. Oda sıcaklığına ulaşan numuneler tartılarak kuru madde miktarları hesaplanmıştır (AOAC 2000).

$$\% KM = [M_1 - M / M_2 - M] \times 100 \quad (2)$$

M = Kurutma kabı ağırlığı (g)

M<sub>1</sub> = Kurutma kabı ve kurutulmuş örnek ağırlığı (g)

M<sub>2</sub> = Örnek ve kurutma kabı ağırlığı (g)

### ***Kül tayini***

Sabit tartıma getirilmiş ve darası alınmış porselen kroze, bitkisel süt örneklerinden 3 er gram tartılıp konulmuştur. 2 paralel olarak tartılan örnekler ön yakma işlemine tabi tutulmuş, sonrasında 550°C'de kül fırınında beyaz kül oluşana kadar yakılmıştır. Yakma işleminin ardından örnekler desikatöre alınarak soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan örnekler tartılarak kül miktarları hesaplanmıştır (AOAC 2000).

$$\% \text{Kül: } [(M_2 - M_1) / M] \times 100 \quad (3)$$

M<sub>2</sub> = Yakma işlemi sonrasındaki kroze + kül ağırlığı (g)

M<sub>1</sub> = Kroze ağırlığı (sabit tartıma getirilmiş) (g)

M = Örnek ağırlığı (g)

### ***Protein tayini***

Ürünlerdeki toplam protein miktarı Kjeldahl metoduyla belirlenmiştir. Protein analizi, sırasıyla yakma, distilasyon ve titrasyon olmak üzere toplam üç basamaktan oluşmaktadır. Protein analizi için öncelikli olarak, yakma tüpü içerisine iyi bir şekilde karıştırılarak homojen hale getirilmiş bitkisel süt örneklerinden 2 g tartılmış ve 5 g kjeldahl karışımı eklenmiştir.

Yakma tüplerine 20 mL %98'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eklenmiş ve tüpler yakma düzeneğine yerleştirilmiştir. 350°C'de 15 dk yakma işlemi, totalde ısınma ve soğuma dahil yaklaşık 3 saat boyunca gerçekleştirilmiştir. Yakma işleminin ardından karışım, distilasyon cihazında distilasyon işlemine tabi tutulmuştur. Distilasyon cihazından tüp içerisine 60

mL saf su, 90 mL konsantrasyonu %32 (w/v) olan NaOH, 50 mL %4'lük borik asit otomatik olarak eklenmiş ve distilasyon işlemi tamamlanmıştır. Bu işlemden sonra elde edilen distile karışım 0,1 N HCl ile titre edilerek harcanan asit miktarı saptanmıştır. Aşağıdaki formül yardımıyla ürünlerdeki % ham protein miktarı bulunmuştur (AOAC 2005).

$$\% \text{ Ham protein} = \frac{(V_a - V_b) \times N_a \times f_a \times f_b \times 1,401}{m_n} \quad (4)$$

$V_a$  = Titrasyon boyunca numune için harcanan asit hacmi (0,1 N HCl) (mL)

$V_b$  = Titrasyon boyunca şahit için harcanan 0,1 N HCl hacmi (mL)

$N_a$  = Asit çözeltisinin normalitesi

$f_a$  = Kullanılan asitin faktörü

$f_b$  = Protein faktörü

\*Protein faktörü: et ve et ürünleri, soya ürünleri, pirinç, makarna ve meyve suyu gibi ürün grupları için 6,25'tir. Bu çalışmadaki protein analizi için 6,25 protein faktörü alınmıştır.

$m_n$  = Numunenin ağırlığı (g)

### ***Yağ tayini***

Örneklerin içerdikleri yağ miktarları Soxhlet yöntemi kullanılarak Buchi Universal Extractor E-800 cihazı ile belirlenmiştir. Etüvde  $105 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de 1 saat bekletilip desikatörde soğutulmuş, ekstraksiyon beherlerinin darası alındıktan sonra üzerlerine filtre kapları yerleştirilerek filtre kapları içerisine  $5 \pm 0,5$  gram numune tartılmıştır. Daha sonra ekstraksiyon kaplarına 50 mL petrol eter eklenmiş ve yağ tahin cihazına yerleştirilmiştir. Ekstraksiyon işlemi tamamlanan numuneler, 60 dakika  $105 \pm 2^\circ\text{C}$ 'lik etüvde bekletilip sonrasında desikatörde soğutulmuş ve tartım yapılmıştır. Aşağıdaki formül kullanılarak ürünlerdeki % yağ miktarı hesaplanmıştır (Kutlu 2008).

$$\% \text{ Ham Yağ} = [(m_2 - m_3) / m_1] \times 100 \quad (5)$$

$m_1$ : Numune ağırlığı (g)

$m_2$ : Beher ağırlığı (g)

$m_3$ : Numune ve beher ağırlığı (g)

### 3.2.4 Bitkisel Fermente Süt Örneklerinde Uygulanan Mikrobiyolojik Analizler

Bitkisel fermente süt örneklerinin  $10^{-1}$ 'den  $10^{-10}$  'a kadarki dilüsyonları aseptik koşullarda %0,85'lik fizyolojik tuzlu su çözeltisi ile hazırlanmıştır. Belirtilen oranlardaki dilüsyonlardan her bir mikroorganizma için dökme plak yöntemi ile ekim yapılmış ve mikroorganizmaların canlılıkları incelenmiştir. Tüm besiyerleri saf su ile hazırlanıp otoklav cihazında  $121^{\circ}\text{C}$ 'de 15 dk sterilize edilmiştir. Bitkisel fermente propiyotik içeceklerin mikrobiyolojik analizlerinin uygulanmasına dair prosedür detaylı olarak Ek-2'de yer almaktadır.

#### ***Streptococcus thermophilus* sayısı**

*Streptococcus thermophilus* sayımı için besiyeri olarak M17 Agar kullanılmış ve dökme plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. Belirli oranlarda hazırlanan her örnek dilüsyondan birer mL steril petri kaplarına alınmış, sonrasında petri kaplarının üzerlerine yaklaşık 20 mL olacak şekilde  $42-44^{\circ}\text{C}$ 'ye soğutulmuş M17 agar besiyerinden dökülmüştür. Hazırlanan petrilere içeriğin rotasyon hareketi ile iyice karışması sağlandıktan sonra, besiyerinin donması/katılaşması beklenmiştir. Daha sonra petri kapları ters çevrilerek  $37^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün aerobik koşullarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra oluşan yuvarlak sarımsı kolonilerden, 30-300 aralığında koloni sayısına sahip dilüsyon seçilmiş ve *Streptococcus thermophilus* sayımı yapılmıştır (Ranasinghe ve Perera 2016).

#### ***Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı**

*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayımı için öncelikli olarak pH ayarlamasının yapılması gerekmektedir. Bu sebeple ekim öncesinde kullanılacak besiyeri miktarına göre gerekli 1,0 M HCl miktarı, besiyerinin pH'sı 5,2 olacak şekilde

hesaplanmıştır. Belirtilen dilüsyon oranlarında seyreltilmiş örneklerden steril petri kaplarına 1 mL aktarılmıştır. pH'sı 5,2'ye ayarlı 42-44°C'ye soğutulmuş MRS Agardan petri kaplarına yaklaşık olarak 20 mL dökülmüş ve rotasyon hareketi ile besiyeri ve 1 mL'lik numune dilüsyonlarının iyice karıştırılması sağlanmıştır. Besiyeri katılaştıktan sonra petri kutuları ters çevrilmiş, 43°C'de 3 gün anaerobik koşullarda inkübasyona tabi tutulmuştur. Anaerobik ortamda inkübasyonu sağlamak için Anaerobtopf (Merck, Germany) adı verilen 2,5 L'lik plastik kavanozlar ve oksijeni uzaklaştırmak amacıyla da AnaeroGen (Oxoid, England) tabletler kullanılmıştır. İnkübasyondan sonra oluşan düzensiz beyaz renkteki koloniler (30-300 alınır) sayılarak *Lb. bulgaricus* sayısı belirlenmiştir (Ashraf ve Smith 2015).

#### ***Lactobacillus paracasei* sayısı**

Bakteri ekimi için, MRS agar ve dökme plaka tekniği kullanılır. Hazırlanan tüm dilüsyonlardan 1 mL olacak şekilde steril petri kaplarına alınmış, üzerlerine ince bir tabaka halinde 40-45°C'ye soğutulmuş besiyerinden yaklaşık 20 mL kadar dökülmüş ve besiyeri ile örneklerin, rotasyon hareketi yapılarak iyice karışması sağlanmış ve hazırlanan petriyer katılaştırmaya bırakılmıştır. İnkübasyon 37°C'de 72 saat aerobik olarak gerçekleştirilmiştir. İnkübasyon sonunda gelişen yuvarlak, beyaz krem renğinde ve yaklaşık 0,9-1,3 mm çapında olan koloniler sayılmıştır (Coman 2013, Fadhil 2016).

#### ***Lactobacillus acidophilus* sayısı**

1 litre besiyerine 1,5 g olacak şekilde OxBile (Ox bile dried pure, Merck, Germany) tartılıp MRS Agar besiyerine eklenerek *Lactobacillus acidophilus* sayımı için seçici besiyeri hazırlanmıştır. Hazırlanan tüm dilüsyonlardan 1 mL olacak şekilde steril petri kaplarına alınmış, üzerlerine ince bir tabaka halinde 40-45°C'ye soğutulmuş MRS-Bile agardan yaklaşık 20 mL kadar dökülmüş ve besiyeri ile örneklerin rotasyon hareketi yapılarak iyice karışması sağlandıktan sonra hazırlanan petriyer katılaştırmaya bırakılmıştır. Petriyer 37°C'de 3 gün anaerobik olarak inkübe edilmiştir. Anaerobik ortamın sağlanmasında, Anaerobtopf (Merck, Germany) 2,5 L'lik plastik kavanozlar ve oksijeni uzaklaştırmak amacıyla da AnaeroGen (Oxoid, England) sistem

kullanılmıştır. İnkübasyon sonunda, oluşan beyaz renkteki düzensiz koloniler (30-300) sayılarak *L. acidophilus* sayısı saptanmıştır (Mortazavian vd. 2007).

### ***Bifidobacterium spp.* sayısı**

1 L besiyerine 2 g Lityum Klorit ve 3 g Sodyum Propiyonat tartılıp MRS Agar besiyerine eklenerek *Bifidobacterium spp.* sayımı için seçici besiyeri hazırlanmıştır. Hazırlanan tüm dilüsyonlardan 1 mL olacak şekilde steril petri kaplarına alınmış, üzerlerine ince bir tabaka halinde 40-45°C'ye soğutulmuş besiyerinden yaklaşık 20 mL kadar dökülmüş ve besiyeri ile örneklerin rotasyon hareketi yapılarak iyice karışması sağlanmıştır. Katılan petri 37°C'de 3 gün süre ile Anaerobtopf (Merck, Germany) 2,5 L'lik plastik kavanozlar ve oksijeni uzaklaştırmak amacıyla da AnaeroGen (Oxoid, England) sistem kullanılarak anaerobik olarak inkübasyona bırakıldıktan sonra, oluşan küçük kremsi renkteki kolonilerin sayımı (30-300) yapılmıştır (Celestin vd. 2015).

### **3.2.5 Duyusal Değerlendirme**

Üretilen bitkisel probiyotik fermente içecek örneklerinin duyuusal değerlendirmeleri, Bursa Uludağ Üniversitesi, Gıda Mühendisliği bölümünden seçilen 7 panelist tarafından hedonik yöntem kullanılarak genel kabul edilebilirlik, renk, tat, kumluluk, pütürlülük, serum ayrılması, kıvam, acılık ve ekşilik kriterleri dikkate alınarak 9 puanlık skala üzerinden gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.6 İstatiksel Analiz**

Pirinç sütü ve nohut sütü bazlı probiyotik içecek örneklerinde örnek çeşitleri ve depolama süreleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla ANOVA Genel Doğrusal Model ve ANOVA One way varyans analizleri uygulanmıştır. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarının  $p < 0,01$  ve  $p < 0,05$  düzeyinde karşılaştırmaları Fischer çoklu karşılaştırma testi kullanılarak yapılmıştır. Depolama süresince örneklerin mikrobiyolojik ve nihai ürünlerin fiziko-kimyasal değerleri arasında saptanan

korelasyon, Pearson'un Korelasyon Katsayısı Yöntemi kullanılarak saptanmıştır (MINITAB Statistical Software).

## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1. Bitkisel Sütlerin Fiziko-Kimyasal Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan nohut sütü, pirinç sütü ve pirinç-nohut sütü karışıma ait fiziko-kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1.' de verilmiştir. Bitkisel sütlerin üretimde kullanılan hammaddelere ait besin tablosu materyal bölümünde ayrıca verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Bitkisel Sütlerin Fiziko-Kimyasal Özellikleri

		<b>PS</b>	<b>NS</b>	<b>PSNS</b>
<b>pH</b>		6,87±0,02	6,38±0,01	6,70±0,01
<b>Brix</b>		5,2±0,12	2,37±0,03	4,65±0,09
<b>Renk</b>	<i>L</i>	56,7±0,31	66,7±0,24	57,1±0,12
	<i>a</i>	-2,1±0,01	-3,54±0,06	-2,67±0,11
	<i>b</i>	-3,53±0,05	7,75±0,02	-1,94±0,02
<b>Titrasyon Asitliği</b>		0,16±0,00	0,74±0,03	0,18±0,01
<b>Kurumadde</b>		93,64±0,34	87,64±0,28	91,65±0,14
<b>Kül</b>		0,01±0,00	0,23±0,03	0,08±0,01
<b>Protein</b>		0,61±0,00	3,09±0,03	1,43±0,04
<b>Yağ</b>		0,0±0,00	0,04±0,01	0,01±0,00

*PS: Pirinç Sütü, PSNS: Pirinç Sütü+Nohut Sütü, NS: Nohut Sütü*

Pirinç sütü ile yapılan bazı çalışmalara ait analiz sonuçları incelendiğinde, fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarında farklılıklar görülmektedir. Bu farklılıkların sebebi olarak kullanılan pirinç tanesinin besin değerleri, üretim metodu, süt üretimi için uygulanan su:pirinç oranı gösterilebilir.

Ayrıca, Deeseenthum ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda kefir kültürüyle fermente edilen pirinç sütünün fonksiyonel gıda olarak potansiyeli olduğu belirtilmiştir.



## 4.2. Bitkisel Probiyotik Sütlerin Fiziko-Kimyasal Özelliklerinin Değerlendirilmesi

### *Briks (Suda çözünür kuru madde)*

Bitkisel probiyotik süt örneklerinin fermantasyon ve 7 gün depolama süresince briks değişimi incelendiğinde fermantasyon ve depolama süresinde brix, 1,7-3,6 değerleri arasında değişmiştir. Fermantasyon ve depolama süresince briks değerinde beklenildiği gibi büyük bir dalgalanma görülmemiştir. Briks sonuçları detaylı olarak Çizelge 4.1.'de paylaşılmıştır.

**Çizelge 4.1.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın fermantasyon ve 7 gün depolama süresince briks değişimi

<b>Brix</b>	<b>Fermentasyon</b>			<b>Fermentasyon Sonu</b>	<b>Depolama</b>	
	<b>0 saat</b>	<b>1/3*</b>	<b>2/3*</b>	<b>0.gün</b>	<b>3.gün</b>	<b>7.gün</b>
<b>ÜRÜN</b>						
<b>P1</b>	1,8±0,00	1,7±0,01	1,7±0,07	1,7±0,00	1,7±0,14	2±0,14
<b>P5</b>	1,6±0,14	1,6±0,14	1,7±0,21	1,7±0,49	1,9±0,21	2,1±0,14
<b>N1</b>	2,3±0,21	2,5±0,17	2,5±0,17	2,6±0,14	2,4±0,28	2,5±0,21
<b>N5</b>	2±0,14	2±0,14	2,2±0,14	2,2±0,21	2,2±0,21	2,4±0,42
<b>PN1</b>	3±0,07	3,2±0,01	3,2±0,07	3,4±0,07	3,5±0,14	3,2±0,57
<b>PN5</b>	2,9±0,14	3±0,15	3,4±0,20	3,6±0,21	3,7±0,07	3,3±0,14

\*Fermantasyon süresi pirinç sütü için 24,5 saat ve nohut sütü için ise 6 saattir, numuneler eşit süreli aralıklarda alınıp analiz edilmiştir.

### *pH değeri*

pH (power of hydrogen), aktif asitlik yani serbest asitliğin bir ölçüsüdür ve çözülmüş hidrojen iyonlarının yoğunluğu hakkında asitlik bazlık derecesine göre bilgi vermektedir. pH değerindeki değişimler kullanılan bakteri kültürlerine göre değişim göstermektedir (Topçuoğlu 2019). Diğer bir ifade ile inkübasyonda kullanılan mikroorganizmanın özellikleri ve kullanım oranı, pH'nın hızlı ya da yavaş bir biçimde azalmasında önemlidir (Yılmaz 2006).

**Çizelge 4.2.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın fermantasyon ve 7 gün depolama süresince pH değişimi

pH	Fermantasyon			Fermantasyon Sonu	Depolama	
	0 saat	1/3*	2/3*	0.gün	3.gün	7.gün
<b>ÜRÜN</b>						
<b>P1</b>	6,73±0,00	5,60±0,00	5,37±0,00	5,14±0,03	5,29±0,00	5,40±0,02
<b>P5</b>	6,69±0,00	5,56±0,04	5,29±0,00	5,03±0,01	5,23±0,01	5,29±0,01
<b>N1</b>	6,55±0,00	6,48±0,01	5,09±0,00	4,96±0,01	4,94±0,02	5,07±0,00
<b>N5</b>	6,45±0,00	6,12±0,00	4,99±0,00	4,89±0,01	4,98±0,01	4,97±0,04
<b>PN1</b>	6,88±0,00	5,48±0,00	5,24±0,00	5,03±0,01	5,11±0,01	5,04±0,02
<b>PN5</b>	6,77±0,00	5,34±0,02	5,29±0,00	4,95±0,01	5,09±0,01	4,98±0,01

\*Fermantasyon süresi pirinç sütü için 24,5 saat ve nohut sütü için ise 6 saattir, numuneler eşit süreli aralıklarda alınıp analiz edilmiştir.

Bitkisel probiyotik süt örneklerinin fermantasyon ve 7 gün depolama süresince pH değişimi incelendiğinde fermantasyon öncesi pH'nın 6,55-6,68 değerleri arasında, fermantasyon sonunda da 4,95-5,14 değerleri arasında değiştiğini görüyoruz. Fermantasyon süresince pH değerinde beklenildiği gibi doğrusal olarak yavaş bir biçimde bir azalma söz konusu iken depolama evresine geçildiğinde genellikle artış yönünde olacak şekilde dalgalanmalar mevcuttur. pH sonuçları detaylı olarak Çizelge 4.2.'de paylaşılmıştır.

#### **Optik Yoğunluk (McFarland)**

Optik densite sonuçları detaylı olarak Çizelge 4.3.'de paylaşılmıştır.

**Çizelge 4.3.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın fermantasyon ve 7 gün depolama süresince optik densite değişimi

OD	Fermantasyon			Fermantasyon Sonu	Depolama	
	0 saat	1/3*	2/3*	0.gün	3.gün	7.gün
<b>ÜRÜN</b>						
<b>P1</b>	8,06±0,01	7,92±0,01	8,0± 0,14	7,96±0,07	8,24±0,20	8,11±0,01
<b>P5</b>	7,89±0,01	8,16±0,04	8,4±0,21	8,45±0,01	8,11±0,21	7,87±0,04
<b>N1</b>	10,2±0,02	10,7±0,01	11,2±0,02	11,5±0,08	11,5±0,20	10,2±0,05
<b>N5</b>	11,0±0,01	11,5±0,00	11,9±0,01	12,5±0,08	12,5±0,01	10,7±0,02
<b>PN1</b>	7,25±0,10	7,36±0,14	7,42±0,11	7,56±0,18	8,06±0,14	7,56±0,01
<b>PN5</b>	7,77±0,12	7,52±0,10	7,64±0,08	7,77±0,21	7,94±0,14	7,68±0,12

\*Fermantasyon süresi pirinç sütü için 24,5 saat ve nohut sütü için ise 6 saattir, numuneler eşit süreli aralıklarda alınıp analiz edilmiştir.

Bitkisel probiyotik süt örneklerinin fermantasyon ve 7 gün depolama süresince optik densite değişimi incelendiğinde fermantasyon ve depolama süresinde sonuçlar 7,36-12,5 değerleri arasında değişmiştir.

### **Renk**

Bitkisel probiyotik süt örneklerinin fermantasyon ve 7 gün depolama süresince renk değişimi incelenmiş ve sonuçlar detaylı olarak izelge 4.4. 'de paylaşılmıştır.

**Çizelge 4.4.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın fermantasyon ve 7 gün depolama süresince renk değişimi

<b>Renk</b>		<b>P1</b>	<b>P5</b>	<b>N1</b>	<b>N5</b>	<b>PN1</b>	<b>PN5</b>
<b>Fermantasyon 0. saat</b>	<i>L</i>	57,53±0,11	57,78±0,26	69,10±0,38	70,29±0,25	57,09±0,57	58,44±0,32
	<i>a</i>	-2,02±0,02	-1,99±0,02	-3,84±0,01	-3,71±0,06	-2,65±0,03	-2,78±0,02
	<i>b</i>	-3,58±0,08	-3,60±0,04	8,22±0,33	8,51±0,42	-2,05±0,11	-1,87±0,09
<b>Fermantasyon 1/3. saat*</b>	<i>L</i>	57,41±0,02	57,64±0,15	68,42±0,49	71,81±0,38	55,20±0,03	58,12±0,02
	<i>a</i>	-2,08±0,05	-1,89±0,36	-3,58±0,06	-3,65±0,07	-2,71±0,32	-2,76±0,34
	<i>b</i>	-3,56±0,02	-3,52±0,23	6,86±0,02	8,91±0,06	-1,98±0,04	-1,76±0,11
<b>Fermantasyon 2/3. saat*</b>	<i>L</i>	57,63±0,34	57,26±0,17	69,47±0,21	72,72±0,41	56,49±0,26	58,69±0,06
	<i>a</i>	-2,04±0,02	-1,96±0,03	-3,28±0,17	-3,32±0,47	-2,58±0,37	-2,77±0,01
	<i>b</i>	-3,53±0,01	-3,62±0,71	6,61±0,41	8,72±0,67	-1,79±0,02	-1,71±0,01
<b>Fermantasyon Sonu</b>	<i>L</i>	57,96±0,16	57,01±0,30	71,52±0,20	72,18±0,67	58,45±0,37	59,19±0,43
	<i>a</i>	-2,05±0,03	-1,93±0,04	-3,34±0,01	-3,28±0,05	-2,78±0,02	-2,80±0,05
	<i>b</i>	-3,40±0,06	-3,49±0,05	7,95±0,16	8,66±0,54	-1,61±0,14	-1,66±0,10
<b>3. Gn</b>	<i>L</i>	58,47±0,06	57,30±2,20	70,63±0,91	71,99±0,14	56,79±0,30	57,37±0,46
	<i>a</i>	-2,12±0,03	-2,10±0,01	-3,30±0,08	-3,40±0,05	-2,71±0,04	-2,65±0,15
	<i>b</i>	-3,56±0,04	-3,43±0,05	7,23±0,67	8,27±0,57	-2,38±0,20	-1,89±0,16
<b>7. Gün</b>	<i>L</i>	57,83±0,50	58,24±0,51	72,80±0,11	72,61±0,16	55,79±0,44	56,35±0,81
	<i>a</i>	-1,98±0,08	-2,07±0,05	-3,29±0,04	-3,38±0,02	-2,69±0,00	-2,56±0,05
	<i>b</i>	-3,40±0,05	-3,48±0,07	9,06±0,31	9,65±0,25	-2,56±0,19	-2,59±0,30

\*Fermantasyon süresi piriņ sütü için 24,5 saat ve nohut sütü için ise 6 saattir, numuneler eşit süreli aralıklarda alınıp analiz edilmiştir.

### 4.3. Son ürünlerin Fiziko-Kimyasal Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Analiz sonuçlarına göre en yüksek yağ içeriği %0,27 ve %0,29 oranlarıyla propiyotik nohut sütü içeceği örneklerinde, en yüksek protein içeriği ise %3,09 değeriyle kültür ilavesiz nohut sütünde, sırasıyla %2,6 ve %2,39 olarak N1 ve N5 propiyotik nohut içeceklerinde olduğu görülmüştür. Bu farklılıkların ürünlerin parçacıklı olması, su oranlarının yüksek olması ve analize alınan ürünlerde eşit dağılım göstermemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. pH değerlerinde depolamanın 1. gününe kıyasla artış olduğu, briks ve renk değerlerinde belirgin bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir.

Son ürün analizleri ürünlerin fermentasyon tamamlanmasının ardından 10. günde yapılmış ve çalışmada kullanılan nohut sütü, pirinç sütü ve pirinç-nohut sütü karışıma ve bunların %1 ve %5'lik oranlarda aşılınmalarıyla elde edilen fermente probiyotik bitkisel içeceklere ait son ürünlerdeki fiziko-kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.5.' de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Son Ürünlerin Fiziko-Kimyasal Özellikleri

Son Ürün	pH	Brix	Renk			Titrasyon Asitliği	% Kuru madde	% Kül	% Protein	% Yağ
			L	a	b					
PS	6,87± 0,01	5,2± 0,14	56,68± 0,63	-2,10 ±0,01	-3,53 ±0,15	0,16± 0,23	93,64± 0,34	0,01± 0,00	0,61± 0,00	0,01± 0,00
P1	5,40± 0,01	2,00± 0,17	57,83± 0,53	-1,98 ±0,02	-3,40 ±0,04	0,28± 0,52	93,87± 0,10	0,02± 0,00	0,54± 0,00	0,01± 0,00
P5	5,29± 0,03	2,10± 0,21	58,24± 0,81	-2,07 ±0,02	-3,48 ±0,04	0,24± 0,44	94,54± 0,40	0,01± 0,00	0,58± 0,00	0,01± 0,00
NS	6,38± 0,04	2,37± 0,24	66,65± 0,32	-3,54 ±0,01	7,75 ±0,06	0,74± 0,36	87,64± 0,28	0,23± 0,03	3,09± 0,02	0,04± 0,0
N1	5,07± 0,04	2,5± 0,01	72,8±0, 16	-3,29 ±0,03	9,06± 0,03	1,28± 0,34	89,95± 0,12	0,24± 0,03	2,6± 0,05	0,27± 0,04
N5	4,97± 0,00	2,40± 0,10	72,61± 0,52	-3,38 ±0,05	9,65± 0,00	1,24± 0,23	90,57± 0,34	0,17± 0,06	2,39± 0,03	0,29± 0,04
PSNS	6,70± 0,00	4,65± 0,20	57,12± 0,08	-2,67 ±0,00	-1,94 ±0,00	0,18± 0,51	91,65± 0,14	0,08± 0,01	1,43± 0,04	0,01± 0,00
PN1	5,04± 0,02	3,20± 0,08	55,79± 0,36	-2,69 ±0,02	-2,56 ±0,20	0,63± 0,25	93,3±0, 01	0,03± 0,01	0,91± 0,00	0,01± 0,00
PN5	4,98± 0,02	3,30± 0,02	56,35± 0,20	-2,69 ±0,01	-2,59 ±0,10	0,56± 0,42	93,13± 0,02	0,05± 0,01	0,91± 0,02	0,01± 0,00

PS:Pirinç Sütü, NS:Nohut Sütü, PSNS:Pirinç-Nohut Sütü, N1: Nohut %1, N5: Nohut %5, , P1: Pirinç %1, P5:Pirinç %5, PN1: Pirinç+Nohut %1, PN5: Pirinç+Nohut %5

Son ürünlere ait protein, yağ, kül ve kuru madde değerlerine ilişkin varyans analizi ANOVA One Way kullanılarak yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 4.6.' da detaylı olarak verilmiştir. Sonuçlara göre örnek çeşitleri arasındaki farklılık  $p < 0,01$  düzeyinde önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.6.** Son ürünlerin Kuru madde, Kül, Protein, Yağ değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

<b>KURU MADDE</b>						
<b>Faktör</b>	<b>Düzye</b>	<b>Değerler</b>				
Ürün	9	N1; N5; Nohut; P1; P5; Pirinç; Pirinç-Nohut; PN1; PN5				
<b>Kaynak</b>	<b>SD</b>	<b>KT</b>	<b>KO</b>	<b>F Değeri</b>	<b>P Değeri</b>	
Örnek Çeşidi	8	81,9637	10,2455	179,17	0*	
Hata	9	0,5147	0,0572			
<b>KÜL</b>						
<b>Faktör</b>	<b>Düzye</b>	<b>Değerler</b>				
Ürün	9	N1; N5; Nohut; P1; P5; Pirinç; Pirinç-Nohut; PN1; PN5				
<b>Kaynak</b>	<b>SD</b>	<b>KT</b>	<b>KO</b>	<b>F Değeri</b>	<b>P Değeri</b>	
Örnek Çeşidi	8	0,14103	0,01763	26,59	0*	
Hata	9	0,00597	0,00066			
<b>PROTEİN</b>						
<b>Faktör</b>	<b>Düzye</b>	<b>Değerler</b>				
Ürün	9	N1; N5; Nohut; P1; P5; Pirinç; Pirinç-Nohut; PN1; PN5				
<b>Kaynak</b>	<b>SD</b>	<b>KT</b>	<b>KO</b>	<b>F Değeri</b>	<b>P Değeri</b>	
Örnek Çeşidi	8	0,22214	0,02777	85,73	0*	
Hata	9	0,00292	0,00032			
<b>YAĞ</b>						
<b>Faktör</b>	<b>Düzye</b>	<b>Değerler</b>				
Ürün	9	N1; N5; Nohut; P1; P5; Pirinç; Pirinç-Nohut; PN1; PN5				
<b>Kaynak</b>	<b>SD</b>	<b>KT</b>	<b>KO</b>	<b>F Değeri</b>	<b>P Değeri</b>	
Örnek Çeşidi	8	0,22214	0,02777	85,73	0*	
Hata	9	0,00292	0,00032			

\* $p < 0,01$  düzeyinde önemli

Pirincin *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12'li probiyotik yoğurda dahil edildiği bir çalışmada, depolama süresinin sonunda sade yoğurda kıyasla ham lif içeriğini ( $>8 \text{ kob/mL}^{-1}$ -1,12-1,49%) önemli ölçüde iyileştirdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca, pirinç içeren yoğurt örneklerinin pirinç içermeyen sade yoğurtlara kıyasla daha yüksek toplam katı madde, yağ ve protein ( $p < 0,05$ ) içerdiği, titre edilebilir asitlik, su tutma

kapasitesi, viskozite ve doku sertliği değerlerinin de daha yüksek olduğu görülmüstür (Kumari vd. 2015).

Nohut ve hindistan cevizi içeren bitki bazlı sütün geliştirilmesizerine yapılan bir diğer çalışmada ise, nohut ve hindistan cevizi ile yapılan içeceklerin inek st ve yulaf, badem ve pirinç içecekleri gibi diğer yaygın ikamelerle karşılaştırıldığında zengin bir besin bileşimine (protein, kalsiyum ve lipit içeriği gibi) sahip olduğu gözlemlenmiştir (Rincon vd. 2020).

Bitkisel probiyotik fermente süt ieeği örneklerinin protein, yağ, nem ve kül değerlerine ait LSD testi sonuçları ise izelge 4.7.'de verilmiştir.  $p < 0,01$  önemlilik düzeyinde aynı harfi paylaşan ortalamaların birbirinden farklı olmadığı görülmüstür.

**Çizelge 4.7.** Sonrnlerin Kurumadde, Kül, Protein, Yağ değerlerine ait LSD testi sonuçları

rnek eşidi	Kuru Madde		Kül		Protein		Yağ	
	N	Ortalama*	N	Ortalama*	N	Ortalama*	N	Ortalama*
P1	2	93,8702 <sup>ab</sup>	2	0,019386 <sup>b</sup>	2	0,53909 <sup>f</sup>	2	0,02033 <sup>b</sup>
P5	2	94,542 <sup>a</sup>	2	0,014804 <sup>b</sup>	2	0,57788 <sup>f</sup>	2	0,010983 <sup>b</sup>
Pirinç	2	93,642 <sup>b</sup>	2	0,01229 <sup>b</sup>	2	0,61319 <sup>f</sup>	2	0,005978 <sup>b</sup>
N1	2	89,954 <sup>d</sup>	2	0,2444 <sup>a</sup>	2	2,6044 <sup>b</sup>	2	0,2652 <sup>a</sup>
N5	2	90,574 <sup>d</sup>	2	0,1738 <sup>a</sup>	2	2,3894 <sup>c</sup>	2	0,2907 <sup>a</sup>
Nohut	2	87,640 <sup>e</sup>	2	0,2266 <sup>a</sup>	2	3,0867 <sup>a</sup>	2	0,03829 <sup>b</sup>
PN1	2	93,3043 <sup>b</sup>	2	0,03475 <sup>b</sup>	2	0,91223 <sup>e</sup>	2	0,001986 <sup>b</sup>
PN5	2	93,1336 <sup>b</sup>	2	0,05422 <sup>b</sup>	2	0,9078 <sup>e</sup>	2	0,00692 <sup>b</sup>
Pirinç-Nohut	2	91,653 <sup>c</sup>	2	0,07583 <sup>b</sup>	2	1,4304 <sup>d</sup>	2	0,001955 <sup>b</sup>

\*Aynı harfi paylaşan ortalamalar önemli ölçüde farklı değildir ( $p < 0,01$ )

#### 4.4. Bitkisel Probiyotik Sütleri Mikrobiyolojik zelliklerinin Değerlendirilmesi

Fermentasyonun ilk aşamalarında *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbruckii* subsp. *bulgaricus*' a oranla ortamda daha baskındır ve bu sebeple *Lb. bulgaricus*' tan daha hızlı gelişir. Hızlı gelişimi sonucunda oluşturduğu laktik asit sayesinde ortamın pH

değerini 5,5' e kadar düşürür ve sınırlı düzeyde proteolitik aktivite gösterir. Sonuç olarak, ortamda oluşan asitlik sayesinde, ortam koşulları *Lactobacillus delbruckii* subsp. *bulgaricus* için uygun hale gelir. *Lb. bulgaricus*' un gösterdiği yüksek proteolitik aktivite sonucunda ortamda peptit ve aminoasitler oluşturmaktadır ve oluşan bu aminoasitler de (glutamik asit, histidin, sistein, metiyonin, valin ve lösin) *S. thermophilus*' un gelişimini teşvik etmektedir. Sonuç olarak genellikle düşük pH ve asit ortama duyarlılığı olan *S. thermophilus* ve *Lb. bulgaricus*'un ortamda gelişiminin bakteriyel fermentasyon sonunu oluşturan asitlikten etkilendiği bilinmektedir (Mortazavian vd. 2006, Heydari vd. 2011, Shiby 2013).

#### 4.4.1 *Streptococcus thermophilus* Sayısının Değişimi

Probiyotik fermente bitkisel süt içeceklerinin *Streptococcus thermophilus* sayıları, 7 gün depolama süresince, ürün çeşidine ve kültür oranına göre 7,87 (PN1) ile 9,88 (P1) log kob/mL arasında değişmektedir.

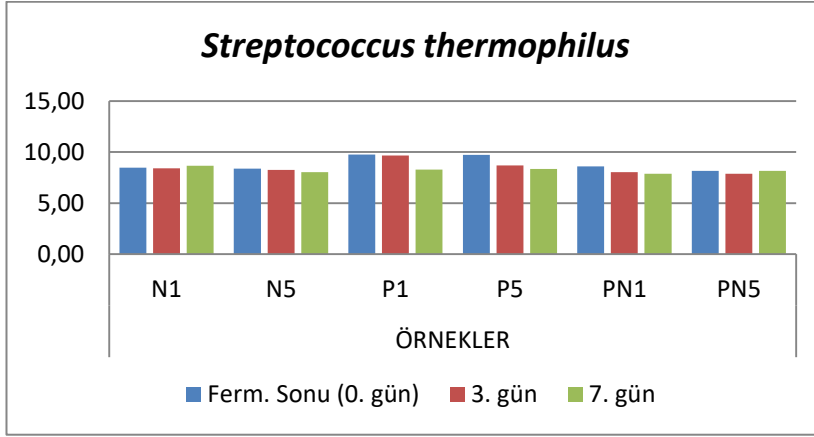
**Çizelge 4.8.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 7 gün depolama süresince *Streptococcus thermophilus* sayısındaki değişim (log kob/mL)

<i>Streptococcus thermophilus</i>		Fermantasyon Sonu	3. gün	7. gün	Min.	Max.	Ort.	% Canlılık
ÖRNEKLER	<b>N1</b>	8,49	8,43	8,68	8,43	8,68	8,53±0,13	102,24
	<b>N5</b>	8,38	8,26	8,03	8,03	8,38	8,23±0,18	95,77
	<b>P1</b>	9,78	9,68	8,28	8,28	9,78	9,25±0,84	84,68
	<b>P5</b>	9,72	8,69	8,36	8,36	9,72	8,92±0,71	86,05
	<b>PN1</b>	8,61	8,05	7,87	7,87	8,61	8,18±0,39	91,37
	<b>PN5</b>	8,17	7,88	8,17	7,88	8,17	8,07±0,17	100,04
Min.		8,17	7,88	7,87				
Max.		9,78	9,68	8,68				
Ort.		8,86±0,70	8,50±0,65	8,23±0,28				

**N1:** Nohut %1, **N5:** Nohut %5, **P1:** Pirinç %1, **P5:** Pirinç %5, **PN1:** Pirinç+Nohut %1, **PN5:** Pirinç+Nohut %5

Örneklerdeki *S. thermophilus* sayısındaki değişime ait canlılık oranları incelendiğinde en yüksek canlılık oranının N1 örneğinde, en düşük canlılık oranının ise P1 örneğinde olduğu görülmüştür. 7 günlük depolama süresince örneklerdeki en yüksek *Streptococcus thermophilus* sayısının ise depolamanın 1. gününde P1 (9,78 log kob/mL), en düşük sayısının 7. günde PN1 örneğinde (7,87 log kob/mL) olduğu

belirlenmiştir. Bitkisel probiyotik fermente süt ieeği örneklerinde belirlenen ortalama *Streptococcus thermophilus* sayısı ve canlılık yüzdeleri izelge 4.8.’de ve Şekil 4.1’de verilmiştir.



**Şekil 4.1.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 7 gün depolama süresince *Streptococcus thermophilus* sayısındaki değişim (log kob/mL)

Bitkisel probiyotik fermente süt içecek örneklerindeki *Streptococcus thermophilus* sayısına ait varyans analiz sonuçları izelge 4.9.’da verilmiştir. Varyans analizi değerlendirmesi sonucunda, bitkisel probiyotik fermente süt örneklerindeki *S. thermophilus* sayıları arasındaki farklılık; aşılama oranlarıyla birlikte bitkisel sütün çeşidi ve depolama süresi açısından değerlendirilmiş ve istatistiksel olarak  $p < 0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.9.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 7 gün depolama süresince *S. thermophilus* sayısındaki değişime ilişkin varyans analizi sonuçları

Faktör	Tr	Düzey	Değerler		
rnek eşidi	Sabit	6	N1; N5; P1; P5; PN1; PN5		
Süre	Sabit	3	1; 3; 7		
Kaynak	SD	KT	KO	F-Değer	P-Değer
rnek eşidi	5	3,276	0,6552	3,9	0,032*
Süre	2	1,185	0,5926	3,53	0,069**
Hata	10	1,68	0,168		

\*  $p < 0,05$  düzeyinde önemli, \*\*iki muamele grubunun ortalaması arasında fark yoktur



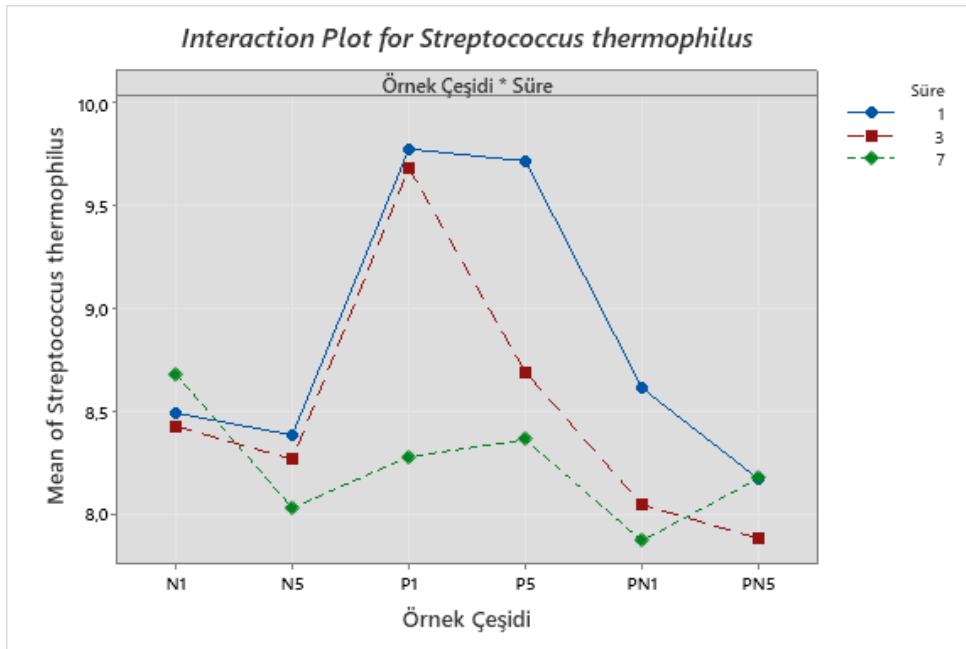
Bitkisel probiyotik fermente süt ieeği rneklerinin *S. thermophilus* sayısına ait LSD testi sonuçları ise izelge 4.10’da verilmiştir.  $p < 0,05$  önemlilik düzeyinde aynı harfi paylaşan ortalamaların birbirinden farklı olmadığı görülmüştür.

**Çizelge 4.10.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 7 gün depolama süresince *S. thermophilus* sayısına ait LSD testi sonuçları

rnek eşidi	N	Ortalama*	Süre	N	Ortalama*
P1	3	9,246 <sup>a</sup>	1	6	8,859 <sup>a</sup>
P5	3	8,923 <sup>ab</sup>	3	6	8,499 <sup>a</sup>
N1	3	8,5336 <sup>ab</sup>	7	6	8,232 <sup>a</sup>
N5	3	8,226 <sup>b</sup>			
PN1	3	8,176 <sup>b</sup>			
PN5	3	8,0748 <sup>b</sup>			

\*Aynı harfi paylaşan ortalamalar önemli ölçüde farklı değildir ( $p < 0,05$ )

Genel doğrusal model istatistik analizi doğrultusunda örnek çeşidi ve süre ilişkisi açısından *Streptococcus thermophilus*’a ait etkileşim deseni Şekil 4.2.’de gösterilmiştir.



**Şekil 4.2.** *Streptococcus thermophilus*’a ait etkileşim deseni

#### 4.4.2 *Lactobacillus delbrueckii* subps. *bulgaricus* Sayısının Değişimi

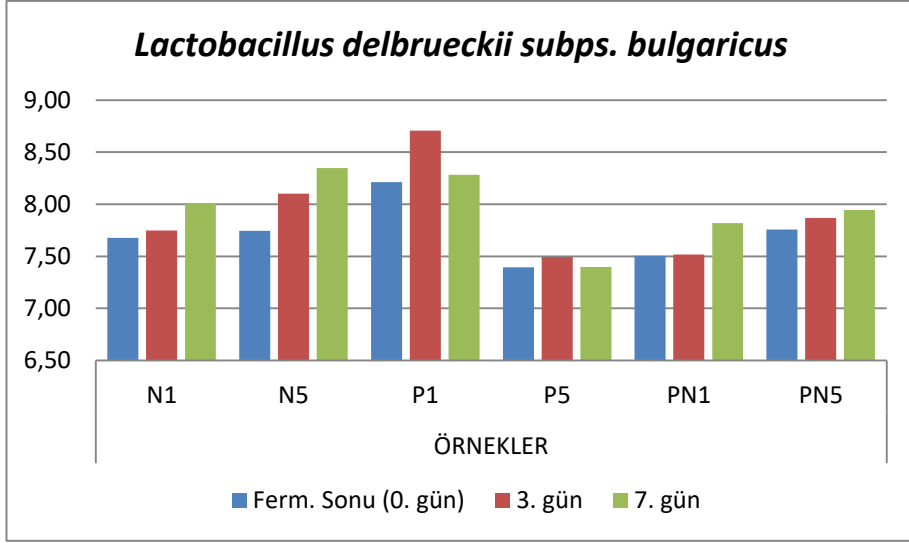
Bitkisel probiyotik süt içeceği örneklerinde *Lb. bulgaricus* sayısının 7,39 ile 8,71 log kob/mL arasında değiştiği görülmüştür. Örneklerdeki ortalama *Lb. bulgaricus* sayısı incelendiğinde en düşük değer 7,39 log kob/mL ile depolama süresinin 7. Gününde P5 rneğinde, en yüksek değer ise depolamanın 1. gününde P1 rneğinde 8,71 log kob/mL olarak saptanmıştır. Örneklerdeki *Lb. bulgaricus* sayısındaki değişime ait canlılık oranları incelendiğinde genel olarak canlılık oranında düşüş olmadığı ve mikroorganizmanın canlılığını pozitif yönde artışla koruduğu gözlenmiştir.

Bitkisel probiyotik fermente süt içeceği örneklerinde belirlenen ortalama *Lb. bulgaricus* sayısı ve canlılık yüzdeleri izelge 4.11'de ve Şekil 4.3'te detaylı olarak gösterilmiştir.

**Çizelge 4.11.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 7 gün depolama süresince *Lactobacillus delbrueckii* subps. *bulgaricus* sayısındaki değişim (log kob/mL)

<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subps. <i>bulgaricus</i>	Fermantasyon Sonu	3. gün	7. gün	Min.	Max.	Ort.	% Canlılık	
ÖRNEKLER	<b>N1</b>	7,68	7,75	8,01	7,68	8,01	7,81±0,18	104,39
	<b>N5</b>	7,75	8,10	8,35	7,75	8,35	8,06±0,30	107,76
	<b>P1</b>	8,21	8,71	8,28	8,21	8,71	8,40±0,27	100,87
	<b>P5</b>	7,39	7,49	7,40	7,39	7,49	7,44±0,06	100,07
	<b>PN1</b>	7,51	7,52	7,82	7,51	7,82	7,11±0,18	104,19
	<b>PN5</b>	7,76	7,87	7,94	7,76	7,94	7,86±0,09	102,43
Min.	7,39	7,49	7,40					
Max.	8,21	8,71	8,35					
Ort.	7,71±0,28	7,91±0,45	7,97±0,34					

**N1:** Nohut %1, **N5:** Nohut %5, **P1:** Piri %1, **P5:** Piri %5, **PN1:** Piri+Nohut %1, **PN5:** Piri+Nohut %5



**Şekil 4.3.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince *Lactobacillus delbrueckii subps. bulgaricus* sayısındaki değişim (log kob/mL)

Chen ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada baklagil unları (soya, mercimek veya nohut) ile yoğurta ilave edilmiş ve sonucunda *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* bakterisinin gelişme gelişimine katkı sağladığı görülmüştür.

**Çizelge 4.12.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince *Lactobacillus delbrueckii subps. bulgaricus* sayısındaki değişime ilişkin varyans analizi sonuçları

Faktör	Tür	Düzye	Değerler		
Örnek Çeşidi	Sabit	6	N1; N5; P1; P5; PN1; PN5		
Süre	Sabit	3	1; 3; 7		
Kaynak	SD	KT	KO	F-Değeri	P-Değeri
Örnek Çeşidi	5	1,7522	0,35044	13,09	0*
Süre	2	0,2088	0,10441	3,9	0,056**
Hata	10	0,2678	0,02678		

\*  $p < 0,01$  düzeyinde önemli, \*\*iki muamele grubunun ortalaması arasında fark yoktur

Bitkisel probiyotik fermente süt içeceği örneklerine ilişkin varyans analizi Çizelge 4.12.'de ve LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.13.'te verilmiştir.

Örneklerin 7 gün depolama sürecinde ortalama olarak *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları arasındaki istatistiksel farklılık  $p<0,01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Depolama süresinin örnekler üzerindeki etkisi incelendiğinde ise *L. bulgaricus*'un en yüksek sayıya sahip olduğu 1. ve 7. Günlerde olan örneklerde depolama süresince sayının azaldığı görülmektedir. Elde edilen bulgular, en yüksek *Lb. bulgaricus* canlılığının nohut içeceğinde olduğu gözlemlenmiştir.

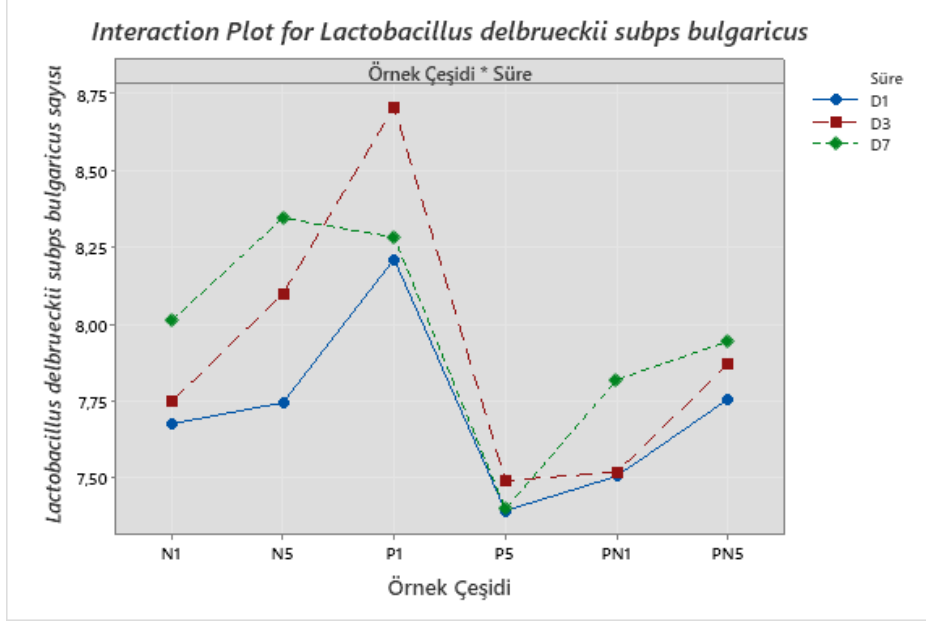
**Çizelge 4.13.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısına ait LSD testi sonuçları

Örnek Çeşidi	N	Ortalama	Süre	N	Ortalama
P1	3	8,401 <sup>a</sup>	1	6	7,714 <sup>a</sup>
P5	3	7,4273 <sup>c</sup>	3	6	7,906 <sup>a</sup>
N1	3	7,812 <sup>bc</sup>	7	6	7,967 <sup>a</sup>
N5	3	8,064 <sup>ab</sup>			
PN1	3	7,614 <sup>bc</sup>			
PN5	3	7,8565 <sup>bc</sup>			

\*Aynı harfi paylaşan ortalamalar önemli ölçüde farklı değildir ( $p<0,01$ )

LSD testinin uygulama amacı varyans analizi sonucuna göre örnekler arasındaki farklılığı belirlemek içindir. LSD test sonucuna göre örnek çeşidi, depolama süresi arasındaki farklılık  $p<0,01$  düzeyinde, aynı harfi sahip ortalamaların birbirinden farklı olmadığı şeklinde değerlendirme yapılmıştır.

Genel doğrusal model istatistik analizi doğrultusunda örnek çeşidi ve süre ilişkisi açısından *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'a ait etkileşim deseni Şekil 4.4.'de gösterilmiştir.



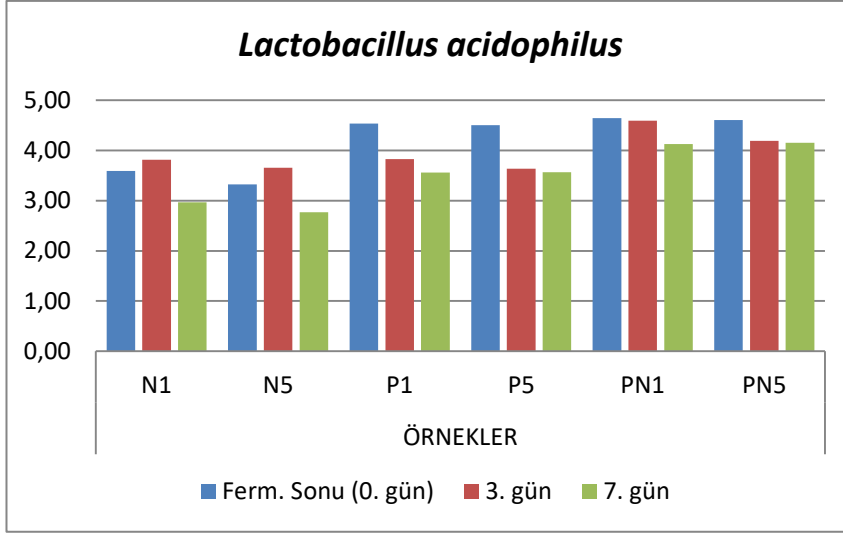
**Şekil 4.4.** *Lactobacillus delbrueckii* subps. *bulgaricus* ait etkileşim deseni

Farklı oranlarda pirinç sütü ilave ederek probiyotik yoğurt üretiminin gerçekleştirildiği bir çalışmada, pirinç sütü oranının artmasıyla *Lactobacillus delbrueckii* subps. *bulgaricus* sayısının azaldığı gözlemlenmiştir (Uzuner 2012).

#### 4.4.3 *Lactobacillus acidophilus* Sayısının Değişimi

Pirinç sütü ve nohut sütü probiyotik fermente bitkisel süt içeceklerinin *Lactobacillus acidophilus* sayıları ürün çeşidine ve kültür oranına göre 2,77 ile 4,64 log kob/mL arasında değişmektedir. Örneklerdeki *Lactobacillus acidophilus* sayısındaki değişime ait canlılık oranları incelendiğinde en yüksek canlılık oranının PN5 örneğinde, en düşük canlılık oranının ise P1 örneğinde olduğu görülmüştür. 7 günlük depolama süresince örneklerdeki en yüksek *Lactobacillus acidophilus* sayısının ise depolamanın 1. gününde PN1 (4,64 log kob/mL), en düşük sayısının 7. günde N5 örneğinde (2,77 log kob/mL) olduğu belirlenmiştir.

Bitkisel süt örneklerindeki *Lactobacillus acidophilus* sayıları Çizelge 4.14. ve Şekil 4.5' te verilmiştir.



**Şekil 4.5.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin *Lactobacillus acidophilus* sayısındaki değişimi (log kob/mL)

**Çizelge 4.14.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince *Lactobacillus acidophilus* sayısındaki değişim (log kob/mL)

<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Fermantasyon Sonu	3. gün	7. gün	Min.	Max.	Ortalama	%Canlılık
ÖRNEKLER	<b>N1</b>	3,59	3,81	2,96	3,81	3,46±0,44	82,53
	<b>N5</b>	3,32	3,65	2,77	3,65	3,25±0,45	83,40
	<b>P1</b>	4,53	3,83	3,56	4,53	3,97±0,50	78,48
	<b>P5</b>	4,51	3,63	3,57	4,51	4,90±0,52	79,20
	<b>PN1</b>	4,64	4,59	4,13	4,64	4,45±0,28	88,88
	<b>PN5</b>	4,60	4,19	4,15	4,60	4,31±0,25	90,23
Min.	3,32	3,63	2,77				
Max.	4,64	4,59	4,15				
Ort.	4,20±0,58	3,95±0,37	3,52±0,57				

**N1:** Nohut %1, **N5:** Nohut %5, **P1:** Pirinç %1, **P5:** Pirinç %5, **PN1:** Pirinç+Nohut %1, **PN5:** Pirinç+Nohut %5

Karışık kültür ile yapılan bir çalışmada, *Lb. acidophilus*'un canlılık kaybının, *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* tarafından üretilen hidrojen peroksit ve *L. delbrueckii* ssp.'nin hızlı büyümesi nedeniyle pH'nın *Lb. acidophilus*'un optimum büyüme aralığı olan 5,5–6,0 seviyesinin altına hızlı bir düşüş sebebiyle olduğu belirtilmiştir. Bu durum *Lb. acidophilus*'un daha düşük büyüme hızına sahip olmasına neden olur ve sonuç

olarak, fermantasyon döneminden sonra canlı sayısında azalma devam eder (Mortazavian vd. 2006).

Bitkisel probiyotik fermente süt içecek örneklerindeki *Lactobacillus acidophilus* sayısına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir. Varyans analizi değerlendirmesi sonucunda, bitkisel probiyotik fermente süt örneklerindeki *Lactobacillus acidophilus* sayıları arasındaki farklılık bitkisel sütün çeşidi, depolama süresi açısından istatistiksel olarak  $p < 0,01$  düzeyinde önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.15.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince *Lactobacillus acidophilus* sayısındaki değişime ilişkin varyans analizi sonuçları

Faktör	Tür	Düzye	Değerler		
Örnek Çeşidi	Sabit	6	N1; N5; P1; P5; PN1; PN5		
Süre	Sabit	3	1; 3; 7		
Kaynak	SD	KT	KO	F-Değeri	P-Değeri
Örnek Çeşidi	5	3,3145	0,66291	9,18	0,002*
Süre	2	1,4039	0,70197	9,73	0,005*
Hata	10	0,7217	0,07217		

\*  $p < 0,01$  düzeyinde önemli

**Çizelge 4.16.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince *Lactobacillus acidophilus* sayısına ait LSD testi sonuçları

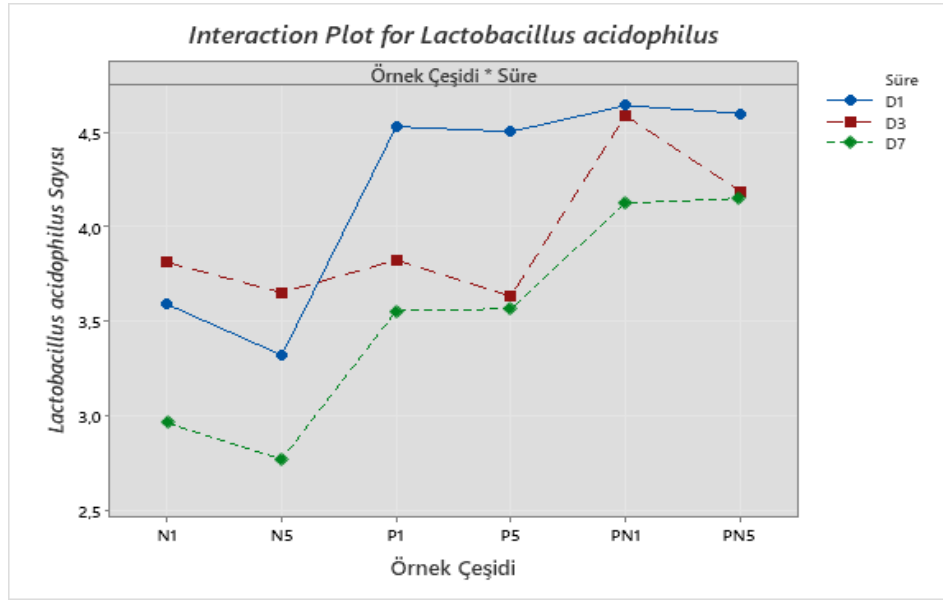
Örnek Çeşidi	N	Ortalama	Süre	N	Ortalama
P1	3	3,97129 <sup>ab</sup>	1	6	4,19924 <sup>a</sup>
P5	3	3,90227 <sup>abc</sup>	3	6	3,95118 <sup>ab</sup>
N1	3	3,45592 <sup>bc</sup>	7	6	3,52309 <sup>b</sup>
N5	3	3,24876 <sup>c</sup>			
PN1	3	4,45387 <sup>a</sup>			
PN5	3	4,31489 <sup>a</sup>			

\*Aynı harfi paylaşan ortalamalar önemli ölçüde farklı değildir ( $p < 0,01$ )

Bitkisel probiyotik fermente süt içeceği örneklerinin *Lactobacillus acidophilus* sayısına ait LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.16.'da verilmiştir. Fisher LSD testi ve  $p < 0,01$

önemlilik düzeyinde gruplandırma yapılmış ve aynı harfteki ortalamaların birbirlerinden önemli ölçüde farklı olmadığı şeklinde istatistiki değerlendirme yapılmıştır.

ANOVA Genel Doğrusal Model istatistik analizi doğrultusunda örnek çeşidi ve süre ilişkisi açısından *Lactobacillus acidophilus*'a ait etkileşim deseni Şekil 4.6.'da gösterilmiştir.



Şekil 4.6. *Lactobacillus acidophilus*'a ait etkileşim deseni

#### 4.4.4 *Lactobacillus paracasei* Sayısının Değişimi

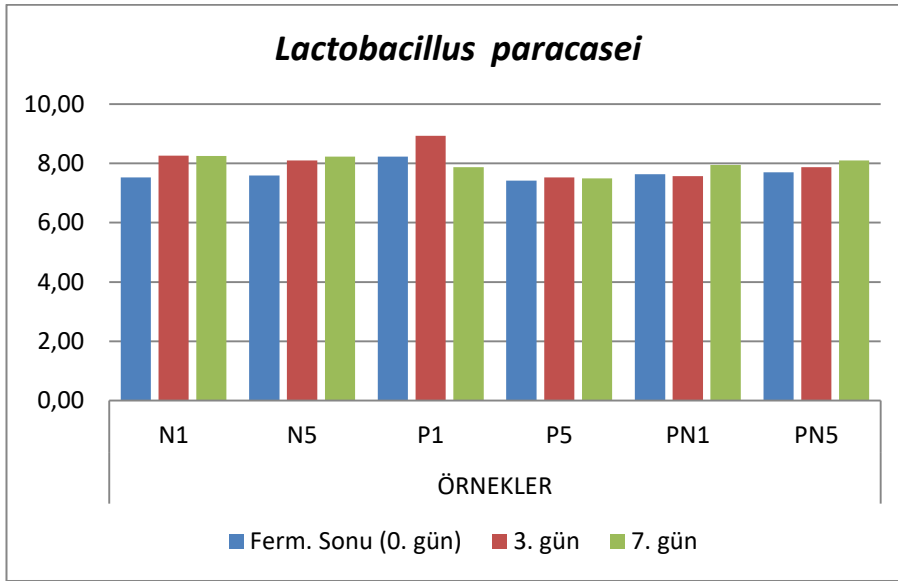
Pirinç sütü ve nohut sütü probiyotik fermente bitkisel süt içeceklerinin *Lactobacillus paracasei* sayıları ürün çeşidine ve kültür oranına göre 7,42 ile 8,93 log kob/mL arasında değişmektedir. Örneklerdeki *Lactobacillus paracasei* sayısındaki değişime ait canlılık oranları incelendiğinde en yüksek canlılık oranının N1 örneğinde, en düşük canlılık oranının ise P1 örneğinde olduğu görülmüştür. 7 günlük depolama süresince örneklerdeki en yüksek *Lactobacillus paracasei* sayısının ise depolamanın 3. gününde P1 (8,93 log kob/mL), en düşük sayısının 1. günde P5 örneğinde (7,42 log kob/mL) olduğu belirlenmiştir.



**Çizelge 4.17.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince *Lactobacillus paracasei* sayısındaki değişim (log kob/mL)

<i>Lactobacillus paracasei</i>		Fermantasyon Sonu	3. gün	7. gün	Min.	Max.	Ortalama	% Canlılık
ÖRNEKLER	<b>N1</b>	7,53	8,26	8,25	7,53	8,26	8,01±0,42	109,57
	<b>N5</b>	7,59	8,10	8,23	7,59	8,23	7,98±0,34	108,44
	<b>P1</b>	8,23	8,93	7,87	7,87	8,93	8,34±0,54	95,64
	<b>P5</b>	7,42	7,53	7,49	7,42	7,53	7,47±0,06	100,98
	<b>PN1</b>	7,63	7,57	7,94	7,57	7,94	7,72±0,20	104,07
	<b>PN5</b>	7,70	7,88	8,10	7,70	8,10	7,89±0,20	105,21
Min.		7,42	7,53	7,49				
Max.		8,23	8,93	8,25				
Ort.		7,68±0,28	8,05±0,52	7,98±0,28				

**N1:** Nohut %1, **N5:** Nohut %5, **P1:** Pirinç %1, **P5:** Pirinç %5, **PN1:** Pirinç+Nohut %1, **PN5:** Pirinç+Nohut %5



**Şekil 4.7.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince *Lactobacillus paracasei* sayısındaki değişim (log kob/mL)

Bitkisel süt örneklerindeki *Lactobacillus paracasei* sayıları Çizelge 4.17.'de ve Şekil 4.7.' de verilmiştir.

Bitkisel probiyotik fermente süt içecek örneklerindeki, ANOVA Genel doğrusal model istatistiksel analizi kullanılarak elde edilen, *Lactobacillus paracasei* sayısına ait varyans analiz sonuçları izelge 4.18.’de verilmiştir. Varyans analizi değerlendirmesi sonucunda, bitkisel probiyotik fermente süt örneklerindeki *Lactobacillus paracasei* sayıları arasındaki farklılık bitkisel sütün çeşidi, depolama süresi açısından değerlendirilmiş ve varyans değerlerinin 0,05’ten büyük olması sebebiyle istatistiksel olarak iki muamele grubunun ortalaması arasında fark olmadığı görülmüştür.

**Çizelge 4.18.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince *Lactobacillus paracasei* sayısındaki değerime ilişkin varyans analizi sonuçları

Faktör	Tr	Düzey	Değerler		
rnek eşidi	Sabit	6	N1; N5; P1; P5; PN1; PN5		
Süre	Sabit	3	1; 3; 7		
<b>Kaynak</b>	<b>SD</b>	<b>KT</b>	<b>KO</b>	<b>F-Değer</b>	<b>P-Değer</b>
rnek eşidi	5	1,2772	0,25543	2,87	0,073**
Süre	2	0,449	0,22451	2,52	0,13**
Hata	10	0,89	0,089		

\*iki muamele grubunun ortalaması arasında fark yoktur

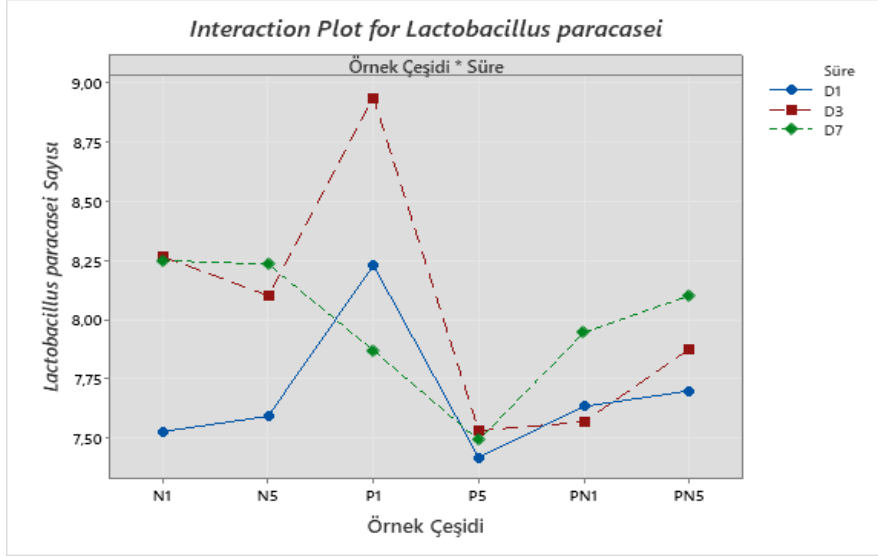
Bitkisel probiyotik fermente süt ieeği rneklerinin *Lactobacillus paracasei* sayısına ait LSD testi sonuçları ise izelge 4.19.’de verilmiştir.

**Çizelge 4.19.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince *Lactobacillus paracasei* ayısına ait LSD testi sonuçları

rnek eşidi	N	Ortalama	Süre	N	Ortalama
P1	3	8,34387 <sup>a</sup>	1	6	7,68307 <sup>a</sup>
P5	3	7,48038 <sup>b</sup>	3	6	8,04574 <sup>a</sup>
N1	3	8,01347 <sup>ab</sup>	7	6	7,98107 <sup>a</sup>
N5	3	7,97518 <sup>ab</sup>			
PN1	3	7,71538 <sup>b</sup>			
PN5	3	7,89147 <sup>ab</sup>			

\*Aynı harfi paylaşan ortalamalar önemli lde farklı değerdir ( $p < 0,01$ ,  $p < 0,05$ )

Genel doğrusal model istatistik analizi doğrultusunda örnek çeşidi ve süre ilişkisi açısından *Lactobacillus paracasei*'e ait etkileşim deseni Şekil 4.8.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.8. *Lactobacillus paracasei*'e ait etkileşim deseni

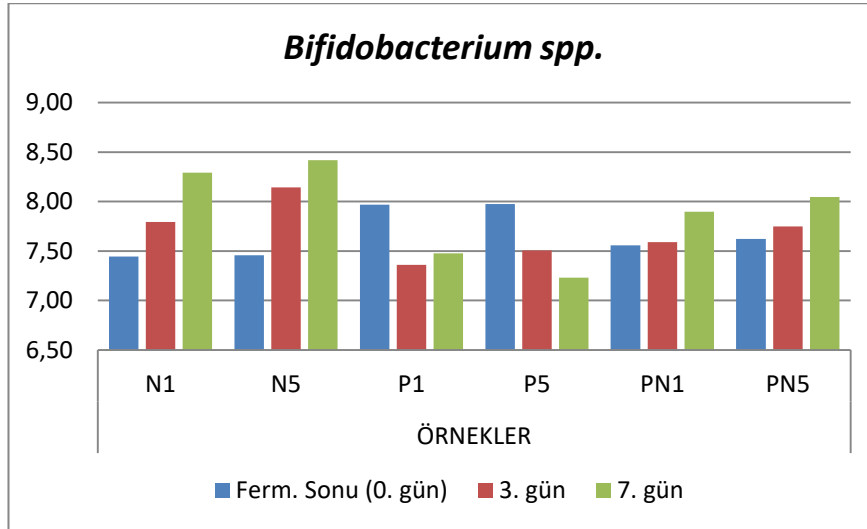
#### 4.4.5 *Bifidobacterium* spp. Sayısının Değişimi

Pirinç sütü ve nohut sütü probiyotik fermente bitkisel süt içeceklerinin *Bifidobacterium* spp. sayıları ürün çeşidine ve kültür oranına göre 7,23 ile 8,42 log kob/mL arasında değişmektedir. Bitkisel süt örneklerindeki *Bifidobacterium* spp. sayıları Çizelge 4.20. ve Şekil 4.9.' da verilmiştir. Örneklerdeki *Bifidobacterium* spp. sayısındaki değişime ait canlılık oranları incelendiğinde en yüksek canlılık oranının N5 örneğinde, en düşük canlılık oranının ise P5 örneğinde olduğu görülmüştür. 7 günlük depolama süresince örneklerdeki en yüksek *Bifidobacterium* spp. sayısının ise depolamanın 7. gününde N5 (8,42 log kob/mL), en düşük sayısının 7. günde P5 örneğinde (7,23 log kob/mL) olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.20.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince *Bifidobacterium* spp. sayısındaki değişim (log kob/mL)

<i>Bifidobacterium</i> spp.	Fermantasyon Sonu	3. gün	7. gün	Min.	Max.	Ortalama	%Canlılık
<b>N1</b>	7,44	7,80	8,29	7,44	8,29	7,84±0,43	111,36
<b>N5</b>	7,46	8,14	8,42	7,46	8,42	8,01±0,50	112,90
<b>P1</b>	7,97	7,36	7,48	7,36	7,97	7,60±0,32	93,83
<b>P5</b>	7,97	7,51	7,23	7,23	7,97	7,57±0,38	90,69
<b>PN1</b>	7,56	7,59	7,90	7,56	7,90	7,68±0,19	104,52
<b>PN5</b>	7,62	7,75	8,05	7,62	8,05	7,81±0,22	105,54
Min.	7,44	7,36	7,23				
Max.	7,97	8,14	8,42				
Ort.	7,67±0,24	7,69±0,27	7,89±0,46				

**N1:** Nohut %1, **N5:** Nohut %5, **NP1:** Pirinç %1, **P5:** Pirinç %5, **PN1:** Pirinç+Nohut %1, **PN5:** Pirinç+Nohut %5



**Şekil 4.9.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince *Bifidobacterium* spp. sayısındaki değişim (log kob/mL)

*Bifidobacterium* spp. sayısına ait örnek çeşidi, depolama süresi açısından varyans analizi sonuçları Çizelge 4.21.'de verilmiştir. Çizelgede belirtilen tüm varyasyon istatistiksel olarak değerlendirildiğinde iki muamele grubu arasında fark olmadığı belirlenmiştir.

**Çizelge 4.21.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince *Bifidobacterium* spp. sayısındaki değişime ilişkin varyans analizi sonuçları

Faktör	Tür	Düzye	Değerler		
Örnek Çeşidi	Sabit	6	N1; N5; P1; P5; PN1; PN5		
Süre	Sabit	3	1; 3; 7		
Kaynak	SD	KT	KO	F-Değeri	P-Değeri
Örnek Çeşidi	5	0,4087	0,08173	0,62	0,69**
Süre	2	0,1821	0,09107	0,69	0,525**
Hata	10	1,3242	0,13242		

\*\*iki muamele grubunun ortalaması arasında fark yoktur

Bitkisel probiyotik fermente süt içeceği örneklerinin *Bifidobacterium* spp. sayısına ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.22.'de verilmiştir.

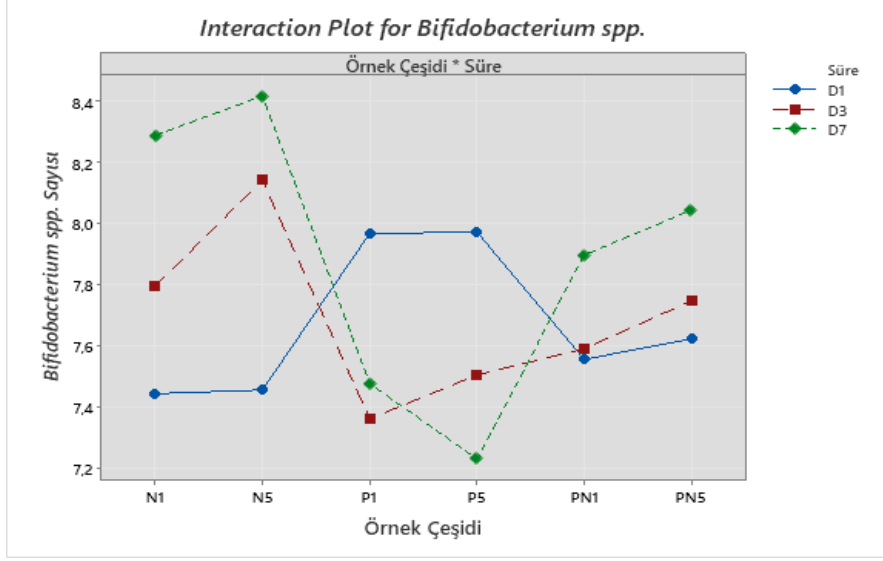
**Çizelge 4.22.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 7 gün depolama süresince *Bifidobacterium* spp. sayısına ait LSD testi sonuçları

Örnek Çeşidi	N	Ortalama	Süre	N	Ortalama
P1	3	7,60244 <sup>a</sup>	1	6	7,67026 <sup>a</sup>
P5	3	7,56958 <sup>a</sup>	3	6	7,69072 <sup>a</sup>
N1	3	7,84309 <sup>a</sup>	7	6	7,89314 <sup>a</sup>
N5	3	8,00589 <sup>a</sup>			
PN1	3	7,68166 <sup>a</sup>			
PN5	3	7,80559 <sup>a</sup>			

\*Aynı harfi paylaşan ortalamalar önemli ölçüde farklı değildir ( $p < 0,01$ )

Mortazavian ve ark. (2006) tarafından yayınlanan bir araştırma makalesinde *Bifidobacterium* spp. türünün pH'taki değişimlere karşı hassasiyet gösterdiği ve pH'ın 5'in altına düşmesi durumlarında gelişiminin yavaşladığı belirtilmiştir.

Genel doğrusal model istatistik analizi doğrultusunda örnek çeşidi ve süre ilişkisi açısından *Bifidobacterium* spp. 'e ait etkileşim deseni Şekil 4.10'da gösterilmiştir.



**Şekil 4.10.** *Bifidobacterium* spp. 'e ait etkileşim deseni

Wang ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada kuru nohuttan elde edilen nohut sütü 0,5% oranında bitkisel yoğurt kültürüyle (*Lb. bulgaricus*, *S. thermophilus*, *Lb. acidophilus*) 42°C'de 16 saat inkübe edilmiş ve mikroorganizma yükü başlangıçta, 4,70 log kob/mL, fermentasyon sonunda ise 6,86 log kob/mL bulunmuştur. Makale sonuçlarına göre nohudun fermentasyon kapasitesi düşük bulunmuş, bunun sebebinin de suda çözünebilen karbonhidrat ve protein miktarının düşük olmasından muhtemel olduğu tahmin edilmiştir.

Pişmiş nohutun besinsel, fiziksel ve fonksiyonel özelliklerini etkileyecek biçimde ultra yapısal değişikliklere uğradığı ve antibesinsel bileşenlerde önemli düşüşler ve diyet liflerinde ve protein sindirilebilirliğinde önemli artışlar gösterdiği belirtilmiştir (Zondana vd. 2021).

Probiyotik organizmaların canlılık oranının azalması, ortamın pH'sının düşmesi ve büyüme ve fermentasyon sonucu organik asitlerin birikmesi ile ilişkilidir, buna örnek olarak yoğurt fermentasyonu üzerine yapılan çalışmalar, yoğurdun fermentasyonu sonunda ulaşılan Son pH'nın ve *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*'un depolama sırasındaki metabolik aktivitesinin organik asitlerin

üretimine yol açması, *Lb. acidophilus* ve özellikle *Bifidobacterium* spp.'nin büyümesini ve canlılığını etkileyen en önemli faktör olduğunu göstermektedir (Donkor vd. 2006).

#### **4.5. Son Ürünlerin Duyusal Özelliklerinin Değerlendirmesi**

Bitkisel bazlı probiyotik fermente süt ürünlerinin tüketici tarafında beğeni ve kabulünü etkileyen en önemli etkenlerden biri de ürünlerin duyusal özellikleridir. Bu sebeple hazırlanan bitkisel süt örnekleri yapılan fiziksel kimyasal ve mikrobiyolojik analizlere ek olarak duyusal değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

Yeni bir ürün denemesi olması sebebiyle tüketicinin beğenisini daha geniş çapta değerlendirmek amacıyla hedonik duyusal değerlendirme skalası kullanılmış, ayrıca fermente bitkisel sütlerin yanı sıra fermente edilmemiş bitkisel sütler de duyusal değerlendirmeye alınmıştır.

Fermente olan ve olmayan tüm bitkisel sütler, koku, tat, renk, kıvam, doku; pütürlülük, serum ayrılması, kumluluk, acılık, ekşilik ve son olarak genel beğeni şeklinde 9 puanlık skala üzerinden, depolamanın 1., 4. ve 7. günlerinde değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçları çizelgeleri ile birlikte paylaşılmıştır.

#### **Koku**

Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, koku; en az depolamanın 1. gününde ortalama 4,43 puanla P1 örneğinde, en çok ise depolamanın 4. gününde ortalama 6,71 puanla PN5 örneğinde görülmüştür. Koku değerlendirme sonuçları Çizelge 4.23.'de detaylı olarak paylaşılmıştır.

**Çizelge 4.23.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin 1., 4. ve 7. günlerindeki koku özelliklerine ait değerlendirme sonuçları

Ürün	KOKU									Min.	Max.	Ort.
	1. gün			4. gün			7. gün					
	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.			
<b>P</b>	4	7	5,43± 0,98	4	8	5,57± 1,51	4	7	5,00± 1,15	4	8	5,33±0,29
<b>P1</b>	3	8	4,43± 1,72	4	7	5,14± 1,35	5	7	5,43± 0,79	3	8	5,00±0,51
<b>P5</b>	3	8	4,86± 1,86	4	7	5,29± 1,25	4	7	5,57± 0,98	3	8	5,24±0,36
<b>N</b>	4	7	5,43± 1,13	5	7	6,00± 0,82	4	7	6,14± 1,21	4	7	5,86±0,38
<b>N1</b>	3	7	5,14± 1,57	4	7	6,14± 1,21	4	7	6,14± 1,21	3	7	5,81±0,58
<b>N5</b>	3	6	4,57± 0,98	3	7	5,86± 1,46	4	8	6,00± 1,53	3	8	5,48±0,78
<b>PN</b>	4	7	5,86± 1,35	3	8	5,43± 2,15	4	8	5,14± 1,68	3	8	5,48±0,36
<b>PN1</b>	2	8	5,43± 2,57	3	9	5,43± 2,07	4	9	5,57± 1,62	2	9	5,48±0,01
<b>PN5</b>	2	8	5,14± 2,27	3	9	6,71± 1,89	4	9	6,57± 1,22	2	9	6,14±0,87
<b>Min.</b>	2	6	4,43	3	7	5,14	4	7	5,00			
<b>Max.</b>	4	8	5,86	5	9	6,71	5	9	6,57			
<b>Ort.</b>	3,09 ± 0,78	7,27 ± 0,71	5,14	3,73 ± 0,71	7,73 ± 0,87	5,77	4,18 ± 0,33	7,73 ± 0,87	5,74			

## Tat

Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, tat; en az depolamanın 1. gününde ortalama 3,43 puanla PN örneğinde, en çok ise depolamanın 4. gününde ortalama 7,29 puanla PN5 örneğinde görülmüştür.

Tat değerlendirme sonuçları Çizelge 4.24.'de detaylı olarak paylaşılmıştır.



**Çizelge 4.24.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 1., 4. ve 7. günlerindeki tat özelliklerine ait değerlendirme sonuçları

Ürün	TAT									Min.	Max.	Ort.
	1. Gün			4. Gün			7. Gün					
	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.			
<b>P</b>	2	7	5,00± 1,53	4	7	5,00± 1,15	3	6	4,71± 0,95	2	7	4,90±0,16
<b>P1</b>	3	8	4,71± 1,60	3	7	5,00± 1,29	4	6	5,14± 0,69	3	8	4,95±0,21
<b>P5</b>	4	8	5,57± 1,40	3	7	4,86± ±1,35	4	6	5,00± 0,82	3	8	5,14±0,38
<b>N</b>	2	7	5,00± 1,83	4	7	5,88± 1,71	4	8	6,14± 1,46	2	8	5,67±,59
<b>N1</b>	2	8	4,71± 2,36	5	9	6,86± 1,35	4	8	6,29± 1,60	2	9	5,95±1,11
<b>N5</b>	1	5	4,57± 1,51	5	9	6,86± 1,35	4	7	5,71± 1,25	1	9	5,71±1,14
<b>PN</b>	2	7	3,43± 1,7	4	9	5,86± 2,12	4	7	5,71± 1,25	2	9	5,00±1,36
<b>PN1</b>	2	8	5,43± 2,57	4	9	6,00± 2,16	4	9	5,71± 1,70	2	9	5,71±0,28
<b>PN5</b>	4	8	5,71± 1,70	4	9	7,29± 1,70	3	9	6,57± 1,90	3	9	6,52±0,78
<b>Min.</b>	1	5	3,43	3	7	4,86	3	6	4,71			
<b>Max.</b>	4	8	5,71	5	9	7,29	4	9	6,57			
<b>Ort.</b>	2,45 ± 1,01	7,1 ± 1,0	4,84	4,00 ± 0,71	8,09 ± 1,05	5,98	3,73 ± 0,44	7,36 ± 1,22	5,66			

## Renk

Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, renk; en az depolamanın 1. gününde ortalama 5,86 puanla N5 örneğinde, en çok ise depolamanın 4. gününde ortalama 7,86 puanla PN5 örneğinde görülmüştür.

Renk değerlendirme sonuçları Çizelge 4.25.'te detaylı olarak paylaşılmıştır.

**Çizelge 4.25.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 1., 4. ve 7. günlerindeki renk özelliklerine ait değerlendirme sonuçları

Ürün	RENK									Min.	Max.	Ort.
	1. Gün			4. Gün			7. Gün					
	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.			
<b>P</b>	5	8	6,57± 0,98	5	9	6,29± 1,70	4	8	6,29± 1,27	4	9	6,38±0,16
<b>P1</b>	5	8	6,71± 0,95	5	9	6,14± 1,68	3	8	5,86± 1,68	3	9	6,24±0,43
<b>P5</b>	5	8	7,14± 1,07	5	9	6,43± 1,51	3	8	5,86± 1,68	3	9	6,48±0,65
<b>N</b>	6	8	7,14± 0,90	6	9	6,71± 1,11	4	8	5,86± 1,68	4	9	6,57±0,65
<b>N1</b>	4	8	6,71± 1,50	5	9	7,00± 1,29	4	8	6,57± 1,40	4	9	6,76±0,22
<b>N5</b>	4	8	5,86± 1,35	4	9	6,71± 1,50	4	7	6,14± 1,07	4	9	6,24±0,44
<b>PN</b>	6	9	7,29± 0,95	5	9	6,71± 1,89	4	9	6,00± 1,83	4	9	6,67±0,65
<b>PN1</b>	6	9	7,57± 0,98	4	9	6,43± 2,51	4	9	6,57± 1,99	4	9	6,86±0,17
<b>PN5</b>	6	9	7,57± 0,98	6	9	7,86± 1,21	6	9	7,86± 1,21	6	9	7,76±1,17
<b>Min.</b>	4	8	5,86	4	9	6,14	3	7	5,86			
<b>Max.</b>	6	9	7,57	6	9	7,86	6	9	7,86			
<b>Ort.</b>	5,18 ± 0,88	8,36 ± 0,48	6,91	5,00 ± 0,74	9±0	6,75	4,09 ± 0,88	8,18 ± 0,74	6,43			

## Kıvam

Fermente süt ürünlerin duyuşal değerlendirmesinde ağız hissi (mouthfeel) açısından kıvam önemli bir parametredir. Duyuşal değerlendirme sonuçlarına göre, kıvam; en az depolamanın 1. gününde ortalama 4,71 puanla N5 örneğinde, en çok ise depolamanın 4. gününde ortalama 7,29 puanla PN5 örneğinde beğenilmiştir.

Kıvam değerlendirme sonuçları Çizelge 4.26’da detaylı olarak verilmiştir.

**Çizelge 4.26.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 1., 4. ve 7. günlerindeki kıvam özelliklerine ait değerlendirme sonuçları

Ürün	KIVAM									Min.	Max.	Ort.
	1. Gün			4. Gün			7. Gün					
	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.			
<b>P</b>	3	8	5,86± 1,77	3	9	5,86± 1,95	4	6	5,57± 0,79	3	9	5,76±0,16
<b>P1</b>	5	7	5,86± 1,07	3	9	6,00± 2,08	4	7	5,63± 0,92	3	9	5,83±1,19
<b>P5</b>	3	8	5,57± 1,72	3	9	6,00± 2,16	4	7	5,86± 0,90	3	9	5,81±0,22
<b>N</b>	3	8	5,71± 2,14	5	9	6,71± 1,25	4	8	6,38± 1,60	3	9	6,27±0,51
<b>N1</b>	2	8	5,43± 2,15	5	9	7,29± 1,70	4	8	7,00± 1,50	2	9	6,57±1,00
<b>N5</b>	1	6	4,71± 1,89	5	9	6,57± 1,62	5	8	6,25± 1,39	1	9	5,85±0,99
<b>PN</b>	3	8	6,00± 1,44	4	9	5,43± 2,15	4	8	5,71± 1,50	3	9	5,71±0,29
<b>PN1</b>	5	8	6,57± 1,51	4	9	5,57± 2,07	5	9	6,29± 1,38	4	9	6,14±0,52
<b>PN5</b>	5	8	6,71± 1,60	4	9	7,00± 1,73	5	9	6,50± 1,31	4	9	6,74±0,25
<b>Min.</b>	1	6	4,71	3	9	5,43	4	6	5,57			
<b>Max.</b>	5	8	6,71	5	9	7,29	5	9	7,00			
<b>Ort.</b>	3,27 ± 1,41	7,55 ± 0,70	5,81	4,00 ± 0,87	9,00 ± 0,00	6,29	4,36 ± 0,50	7,73 ± 0,97	6,16			

### Doku; kumluluk, pütürlülük ve serum ayrılması

Fermente süt ürünlerin duysal değerlendirmesinde dokusal olarak ağız hissi açısından pütürlülük istenmeyen bir durumdur, bu sebeple yüksek puan ürünlerde pütürlülük olmadığını, ürünlerin beğenildiğini gösterir. Duysal değerlendirme sonuçlarına göre, pütürlülük; en çok depolamanın 1. gününde ortalama 3,57 puanla N5 örneğinde, en az ise depolamanın 4. gününde ortalama 6,57 puanla PN5 örneğinde görülmüştür.

Pütürlülük değerlendirme sonuçları Çizelge 4.27’de detaylı olarak paylaşılmıştır.

**Çizelge 4.27.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 1., 4. ve 7. günlerindeki pütürlülük özelliklerine ait değerlendirme sonuçları

Ürün	PÜTÜRLÜLÜK									Min.	Max.	Ort.
	1. Gün			4. Gün			7. Gün					
	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.			
<b>P</b>	5	7	5,86± 0,90	3	9	5,86± 2,27	5	7	6,14± 0,69	3	9	5,95±0,16
<b>P1</b>	5	7	5,86± 0,69	5	9	6,29± 1,89	5	6	5,71± 0,49	5	9	5,95±0,29
<b>P5</b>	4	7	5,14± 1,07	5	9	6,29± 1,89	5	7	5,71± 0,76	4	9	5,71±0,57
<b>N</b>	3	6	4,29± 1,11	4	6	5,29± 0,95	4	7	5,00± 1,31	3	7	4,86±0,52
<b>N1</b>	2	5	5,14± 0,98	4	9	5,43± 1,72	4	8	5,29± 1,60	2	9	5,29±0,14
<b>N5</b>	1	5	3,57± 1,21	4	9	5,43± 1,72	4	6	4,43± 0,79	1	9	4,48±0,92
<b>PN</b>	5	7	6,43± 0,79	5	9	6,14± 1,57	5	7	5,71± 0,76	5	9	6,10±0,36
<b>PN1</b>	4	7	6,00± 1,15	4	9	5,86± 1,95	4	7	5,71± 1,11	4	9	5,86±0,14
<b>PN5</b>	4	7	5,29± 1,38	5	9	6,57± 1,40	4	7	5,71± 1,11	4	9	5,86±0,66
<b>Min.</b>	1	5	3,57	3	6	5,29	4	6	4,43			
<b>Max.</b>	5	7	6,43	5	9	6,57	5	8	6,14			
<b>Ort.</b>	3,55 ± 1,41	6,33 ± 0,8	5,23	4,27 ± 0,71	8,45 ± 1,00	5,91	4,45 ± 0,53	6,91 ± 0,60	5,45			

Fermente süt ürünlerin duyuşal değerlendirmesinde dokusal olarak, ağız hissi (mouthfeel) açısından pütürlülüğe benzer olarak kumluluk da tüketiciler tarafından istenmeyen bir durumdur, bu sebeple yüksek puan ürünlerde kumluluk olmadığını, ürünlerin beğenildiğini gösterir.

Duyuşal değerlendirme sonuçlarına göre, kumluluk; en çok depolamanın 1. gününde ortalama 3,14 puanla N5 örneğinde, en az ise depolamanın 4. gününde ortalama 6,71 puanla PN5 örneğinde görülmüştür.

Kumluluk değerlendirme sonuçları Çizelge 4.28.'de detaylı olarak paylaşılmıştır.

**Çizelge 4.28.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 1., 4. ve 7. günlerindeki kumluluk özelliklerine ait değerlendirme sonuçları

Ürün	KUMLULUK									Min.	Max.	Ort.
	1. Gün			4. Gün			7. Gün					
	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.			
<b>P</b>	5	7	6,14± 0,90	3	9	6,00± 2,24	5	7	6,14± 0,69	3	9	6,10±0,09
<b>P1</b>	5	7	6,14± 0,69	5	9	6,43± 1,90	5	7	6,00± 0,82	5	9	6,19±0,22
<b>P5</b>	4	7	5,57± 1,27	5	9	6,43± 1,90	4	8	5,71± 1,38	4	9	5,90±0,46
<b>N</b>	3	4	3,57± 0,53	4	6	5,00± 0,82	4	7	5,14± 1,07	3	7	4,57±0,87
<b>N1</b>	3	4	3,43± 0,53	4	7	5,43± 1,13	4	7	5,29± 1,25	3	7	4,71±1,12
<b>N5</b>	1	4	3,14± 1,21	4	7	4,86± 1,21	4	5	4,43± 0,53	1	7	4,14±0,89
<b>PN</b>	5	7	5,86± 0,69	5	9	6,14± 1,57	5	6	5,29± 0,49	5	9	5,76±0,43
<b>PN1</b>	2	7	5,71± 1,80	4	9	5,86± 1,95	4	7	5,57± 0,98	2	9	5,71±0,14
<b>PN5</b>	2	7	5,57± 1,81	5	9	6,71± 1,38	4	7	5,57± 0,98	2	9	5,95±0,66
<b>Min.</b>	1	4	3,14	3	6	4,86	4	5	4,43			
<b>Max.</b>	5	7	6,14	5	9	6,71	5	8	6,14			
<b>Ort.</b>	3,27 ± 1,51	5,91 ± 1,55	4,95	4,27 ± 0,71	8,09 ± 1,25	5,86	4,36 ± 0,52	6,73 ± 0,89	5,43			

Fermente süt ürünlerinde en sık karşılaşılan duyuşal problemden biri de serum ayrılmasıdır. Serum ayrılması, özellikle görsel açıdan tüketici memnuniyetsizliğine sebep olmaktadır. Bu sebeple, bu çalışmada serum ayrılması duyuşal açıdan özellikle değerlendirilmiştir. Serum ayrılması duyuşal değerlendirmede yüksek puan üründe serum ayrılması olmadığını ve ürünün beğenildiğini göstermektedir. Böylece serum ayrılmasının en çok depolamanın 7. gününde N5 (Nohut %5) örneğinde, en az ise depolamanın 4. gününde PN5 (Pirinç-Nohut %5) örneğinde görüldüğü gözlemlenmiştir. Sonuç olarak ürünler serum ayrılması açısından duyuşal olarak değerlendirildiğinde, en beğenilen örnek %5 oranında kültürle aşılanmış pirinç sütü ve nohut sütü karışımı olmuştur. Detaylı değerlendirme sonuçları Çizelge 4.29.'da paylaşılmıştır.

**Çizelge 4.29.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 1., 4. ve 7. günlerindeki serum ayrılması özelliklerine ait değerlendirme sonuçları

Ürün	SERUM AYRILMASI									Min.	Max.	Ort.
	1. Gün			4. Gün			7. Gün					
	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.			
<b>P</b>	4	7	5,43 ± 0,98	4	9	6,29± 2,06	5	8	6,00± 1,07	4	9	5,90±0,44
<b>P1</b>	3	8	4,43 ± 1,72	4	9	6,43± 2,15	5	8	6,00± 1,07	3	9	5,62±1,05
<b>P5</b>	3	8	4,86 ± 1,89	4	9	6,29± 2,06	4	8	5,71± 1,50	3	9	5,62±0,72
<b>N</b>	4	7	5,43 ± 1,57	4	6	5,14± 0,69	4	6	5,00± 0,82	4	7	5,19±0,22
<b>N1</b>	3	7	5,14 ± 1,57	4	9	5,86± 1,86	4	7	5,50± 1,20	3	9	5,50±0,36
<b>N5</b>	3	3	4,57 ± 5,86	4	9	5,00± 1,83	4	6	4,38± 0,74	3	9	4,65±0,32
<b>PN</b>	4	7	5,86 ± 5,43	4	9	5,57± 1,81	4	7	5,43± 1,13	4	9	5,62±0,22
<b>PN1</b>	2	8	5,43 ± 2,57	4	9	5,57± 1,81	4	8	5,86± 1,35	2	9	5,62±0,22
<b>PN5</b>	2	8	5,14 ± 2,27	5	9	6,57± 1,40	4	8	5,86± 1,35	2	9	5,86±0,71
<b>Min.</b>	2	3	4,43	4	6	5,00	4	6	4,38			
<b>Max.</b>	4	8	5,86	5	9	6,57	5	8	6,00			
<b>Ort.</b>	3,09 ± 0,78	6,73 ± 1,58	5,14	4,18 ± 0,33	8,45 ± 1,00	5,84	4,27 ± 0,44	7,27 ± 0,87	5,46			

### Acılık

Duyusal değerlendirmede acılık istenmeyen bir durumdur, bu sebeple yüksek puan ürünlerde acılık olmadığını gösterir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, acılık; en çok depolamanın 1. gününde ortalama 4,57 puanla N5 örneğinde, en az ise depolamanın 4. gününde ortalama 7,43 puanla PN5 örneğinde görülmüştür. Acılık değerlendirme sonuçları Çizelge 4.30.'da detaylı olarak paylaşılmıştır.

**Çizelge 4.30.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 1., 4. ve 7. günlerindeki acılık özelliklerine ait değerlendirme sonuçları

Ürün	ACILIK									Min.	Max.	Ort.
	1. Gün			4. Gün			7. Gün					
	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.			
<b>P</b>	6	7	6,43± 0,53	4	9	5,71± 2,06	4	7	5,29± 1,11	4	9	5,81±0,58
<b>P1</b>	5	7	5,71± 0,95	4	9	5,86± 2,27	4	7	5,71± 0,95	4	9	5,76±0,08
<b>P5</b>	5	7	6,43± 0,79	3	9	5,71± 2,14	4	7	5,43± 0,98	3	9	5,86±0,52
<b>N</b>	3	7	5,71± 1,89	5	9	6,86± 1,57	5	7	5,86± 0,90	3	9	6,14±0,62
<b>N1</b>	2	7	5,14± 2,12	5	9	6,86± 1,46	5	7	5,86± 0,92	2	9	5,95±0,86
<b>N5</b>	1	7	4,57± 2,43	5	9	6,57± 1,99	4	7	5,14± 1,07	1	9	5,43±1,03
<b>PN</b>	5	7	4,86± 0,79	4	9	6,00± 2,24	4	7	5,13± 0,99	4	9	5,33±0,60
<b>PN1</b>	3	8	5,43± 2,15	4	9	6,29± 2,29	3	7	5,25± 1,49	3	9	5,65±0,55
<b>PN5</b>	3	8	6,43± 1,86	5	9	7,43± 1,51	3	7	5,43± 1,51	3	9	6,43±1,00
<b>Min.</b>	1	7	4,57	3	9	5,71	3	7	5,13			
<b>Max.</b>	6	8	6,43	5	9	7,43	5	7	5,86			
<b>Ort.</b>	3,64 ± 1,66	7,27 ± 0,44	5,61	4,27 ± 0,70	9,00 ± 0,71	6,40	4,00 ± 0,60	7,00 ± 0,00	5,46			

### Ekşilik

Ekşilik, ürünlerin fermente olması sebebiyle makul bir düzeyde olmak kaydıyla istenilen bir özelliktir. Örneğin, panelistler tarafından yapılan yorumlamalarda PN5 ürününün, PN1 ürününe kıyasla daha ekşi fakat daha lezzetli olduğu belirtilmiştir. Yüksek puanlar ürünlerdeki ekşiliğin istenilen düzeyde olduğunu göstermektedir. Değerlendirme sonuçlarına göre ekşilik açısından en beğenilen örnek depolamanın 4. gününde 7,71 ortalamayla PN5, en az beğenilen örnek ise depolamanın 1. gününde 4,57 ortalamayla N5 örneği olmuştur. Değerlendirme sonuçları detaylı olarak Çizelge 4.31.'de paylaşılmıştır.

**Çizelge 4.31.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 1., 4. ve 7. günlerindeki ekşilik özelliklerine ait değerlendirme sonuçları

Ürün	Ekşilik									Min.	Max.	Ort.
	1. Gün			4. Gün			7. Gün					
	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.			
<b>P</b>	4	7	6,00± 1,15	3	8	4,86± 1,57	3	7	5,14± 1,30	3	8	5,33±0,59
<b>P1</b>	5	7	6,14± 0,69	3	8	5,00± 1,53	4	6	5,14± 0,90	3	8	5,43±0,62
<b>P5</b>	6	8	6,71± 0,76	3	8	5,14± 1,46	4	7	5,29± 1,11	3	8	5,71±0,87
<b>N</b>	3	8	6,00± 1,73	5	9	6,14± 1,35	4	7	5,71± 1,32	3	9	5,95±0,22
<b>N1</b>	2	8	5,14± 2,21	5	9	6,86± 1,57	4	8	6,00± 1,75	2	9	6,00±0,86
<b>N5</b>	1	6	4,57± 2,06	4	9	6,71± 1,60	4	7	5,29± 1,00	1	9	5,52±1,09
<b>PN</b>	5	7	6,14± 0,69	5	8	6,00± 1,15	4	7	5,14± 0,94	4	8	5,76±0,54
<b>PN1</b>	3	8	6,29± 2,06	4	9	6,43± 2,07	4	8	5,86± 1,60	3	9	6,19±0,30
<b>PN5</b>	3	8	6,14± 1,95	6	9	7,71± 0,95	3	8	5,86± 2,00	3	9	6,57±1,00
<b>Min.</b>	1	6	4,57	3	8	4,86	3	6	5,14			
<b>Max.</b>	6	8	6,71	6	9	7,71	4	8	6,00			
<b>Ort.</b>	3,55 ± 1,59	7,36 ± 0,73	5,86	4,27 ± 1,09	8,55 ± 0,53	6,13	3,73 ± 0,44	7,18 ± 0,70	5,51			

### Genel Beğeni

%1 ve %5 kültürle aşılanmış pirinç sütü, nohut sütü ve pirinç-nohut sütü karışım örneklerinin duyuşal değerlendirme, koku, tat, kıvam, doku, ekşilik gibi tüm özellikleri dahil edilerek genel beğenilirlikleri incelendiğinde en beğenilen ürünün depolamanın 4. gününde 7,14 puanla ve depolamanın 7. gününde 7,11 oranla PN5 ürünü olduğunu görüyoruz. En az beğenilen ürüne diğerk duyuşal parametrelere paralel olarak 3,71 puanla N5 ürünü olmuştur.

Duyuşal değerlendirme açısından ürünlerin beğeni oranını artırmak amacıyla pirinç sütü ve nohut sütü yapılan ön çalışmalar neticesinde belirlenen oranda karıştırılmıştır.



Yapılan bu oranın, tüketici memnuniyetini artırdığını, genel beğeni ve diğer duysal parametreler olarak da en iyi sonuçları almıştır.

**Çizelge 4.32.** Bitkisel probiyotik süt örneklerinin depolamanın 1., 4. ve 7. günlerindeki genel beğeni duysal değerlendirme sonuçları

Ürün	GENEL BEĞENİ									Min.	Max.	Ort.
	1. Gün			4. Gün			7. Gün					
	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.			
<b>P</b>	2	6	5,43± 1,51	4	7	4,86± 1,07	4	6	5,29± 0,76	2	7	5,19±0,30
<b>P1</b>	3	7	5,57± 1,40	4	7	5,00± 1,00	4	6	5,29± 0,76	3	7	5,29±0,29
<b>P5</b>	3	8	5,71± 1,80	4	7	4,86± 1,07	4	6	5,29± 0,76	3	8	5,29±0,43
<b>N</b>	2	8	5,57± 2,44	5	7	5,71± 0,76	5	7	6,14± 0,69	2	8	5,81±0,30
<b>N1</b>	2	8	4,86± 2,34	4	9	6,29± 1,80	5	8	6,88± 0,99	2	9	6,01±1,04
<b>N5</b>	1	5	3,71± 1,50	5	8	6,29± 1,11	5	8	7,00± 1,07	1	8	5,67±1,73
<b>PN</b>	3	8	6,43± 1,90	5	8	5,86± 1,21	4	8	5,43± 1,27	3	8	5,90±0,50
<b>PN1</b>	4	8	6,14± 1,77	4	9	6,00± 2,24	4	9	6,50± 1,77	4	9	6,21±0,26
<b>PN5</b>	4	9	6,29± 2,29	5	9	7,14± 1,68	4	9	7,11± 1,76	4	9	6,85±0,49
<b>Min.</b>	1	5	3,71	4	7	4,86	4	6	5,29			
<b>Max.</b>	4	9	6,43	5	9	7,14	5	9	7,11			
<b>Ort.</b>	2,64 ± 1,00	7,36 ± 1,24	5,44	4,45 ± 0,53	7,91 ± 0,93	5,82	4,36 ± 0,50	7,45 ± 1,24	6,12			

## 5. SONUÇ

Bu tez çalışmasında, bitkisel sütler kullanılarak fermente propiyotik içecek geliştirmek amaçlanmış ve bu sebeple tercih edilen pirinç sütü ve nohut sütü ön çalışmalar neticesinde belirlenen oranda karıştırılarak, öncesinde aktive edilen bitkisel kültürle, %1 ve %5 oranında aşılanmıştır.

Daha önce üretici firma tarafından belirtilen talimatlara göre aktivasyonu yapılan ve 5 farklı suş içeren YoFlex® YF-L02 DA termofilik laktik asit vegan kültür karışımı ile %1 ve %5 oranında aşılanan pirinç sütü, nohut sütü ve pirinç-nohut sütü örneklerinin fermantasyon ve 7 günlük depolama boyunca; briks, pH, renk ve optik densite analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, bitkisel probiyotik süt örneklerinin fermantasyon ve 7 gün depolama süresince pH, briks, optik densite ve renk değişimleri sırasıyla 4,95-6,68, 1,7-3,6, 7,36-12,5 ve 55,79-70,29 (L), -1,39- -3,84 (a) ve -1,71 -8,51(b) değerleri arasında değişmiştir. Değerler incelendiğinde aynı içerikteki ürünler arasında belirgin farklılıklar olmadığı görülmüştür.

Fermente probiyotik süt örneklerinin 7 günlük depolama süresinin 1., 3. ve 7. günlerindeki mikroorganizma sayılarındaki değişim ve mikrobiyolojik canlılıkları incelenmiştir, buna göre; örneklerdeki *S. thermophilus* sayısındaki değişime ait canlılık oranları incelendiğinde en yüksek canlılık oranının N1 örneğinde, en düşük canlılık oranının ise P1 örneğinde olduğu görülmüştür. 7 günlük depolama süresince örneklerdeki en yüksek *Streptococcus thermophilus* sayısının ise depolamanın 1. gününde P1 (9,78 log kob/mL), en düşük sayısının 7. günde PN1 örneğinde (7,87 log kob/mL ) olduğu belirlenmiştir. *Lb. bulgaricus* sayısı incelendiğinde en düşük değer 7,39 log kob/mL ile depolama süresinin 7. Gününde P5 örneğinde, en yüksek değer ise depolamanın 1. Gününde P1 örneğinde 8,71 log kob/mL olarak saptanmıştır. Örneklerdeki *Lb. bulgaricus* sayısındaki değişime ait canlılık oranları incelendiğinde genel olarak canlılık oranında düşüş olmadığı ve mikroorganizmanın canlılığını pozitif yönde artışla koruduğu gözlenmiştir. Örneklerdeki *Lactobacillus acidophilus* sayısındaki değişime ait canlılık oranları incelendiğinde en yüksek canlılık oranının PN5 örneğinde, en düşük canlılık oranının ise P1 örneğinde olduğu görülmüştür. 7

günlük depolama süresince örneklerdeki en yüksek *Lactobacillus acidophilus* sayısının ise depolamanın 1. gününde PN1 (4,64 log kob/mL), en düşük sayısının 7. günde N5 örneğinde (2,77 log kob/mL) olduğu belirlenmiştir. Örneklerdeki *Lactobacillus paracasei* sayısındaki değişime ait canlılık oranları incelendiğinde en yüksek canlılık oranının N1 örneğinde, en düşük canlılık oranının ise P1 örneğinde olduğu görülmüştür. 7 günlük depolama süresince örneklerdeki en yüksek *Lactobacillus paracasei* sayısının ise depolamanın 3. gününde P1 (8,93 log kob/mL), en düşük sayısının 1. günde P5 örneğinde (7,42 log kob/mL) olduğu belirlenmiştir. Örneklerdeki *Bifidobacterium* spp. sayısındaki değişime ait canlılık oranları incelendiğinde en yüksek canlılık oranının N5 örneğinde, en düşük canlılık oranının ise P5 örneğinde olduğu görülmüştür. 7 günlük depolama süresince örneklerdeki en yüksek *Bifidobacterium* spp. sayısının ise depolamanın 7. gününde N5 (8,42 log kob/mL), en düşük sayısının 7. günde P5 örneğinde (7,23 log kob/mL) olduğu belirlenmiştir. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre ürünlerin probiyotik değerleri istenilen toplam değerler açısından istenen seviyede kalmış ve bu sebeple ürünler probiyotik olarak değerlendirilmiştir.

Duyusal değerlendirme açısından ürünlerin beğeni oranını artırmak amacıyla pirinç sütü ve nohut sütü yapılan ön çalışmalar neticesinde belirlenen oranda karıştırılmıştır. Yapılan bu oranın, tüketici memnuniyetini artırdığı, genel beğeni ve diğer duyusal parametreler olarak da en iyi sonuçları aldığı görülmüştür.

Son olarak 10. günün sonunda, son üründe; kuru madde, kül, protein, yağ ve titrasyon asitliği analizleri yapılmıştır. Analizlere ait sonuçlar, ilgili konu başlıklarına ait bölümde detaylı olarak paylaşılmıştır.

Yapılan tez çalışmasıyla süt bazlı içeceklere alternatif olarak laktoz içermeyen, besin değeri yüksek, lezzetli, aynı zamanda probiyotik mikroorganizma içerin sağlıklı ve ekonomik bir bitkisel sütlü fermente içecek geliştirilmesi amaçlanmıştır. Son ürünlerin yeterli sayıda toplam probiyotik mikroorganizma içererek probiyotik özellik taşıması ve duyusal açıdan kabul görmesi tez çalışmanın en önemli kriterleri olması sebebiyle tez çalışması süresinde yapılan analizler mikrobiyolojik ve duyusal ağırlıkta tamamlanmıştır.

Yapılan tez çalışmasında özellikle pirinç ve nohut tercih edilmesinin sebebi alerjen madde (süt ya da gluten kaynaklı) ve laktoz içermemeleri, ekonomik açıdan uygun ve kolay ulaşılabilir olmaları etken olmuştur. Bununla birlikte probiyotik tahıl+baklagil kombinasyonunun besin değeri, lezzet ve sağlığa faydalı bileşenler açısından zenginleştirilmesi ile sağlık problemleri olan ya da yaşam tercihi olarak hayvansal ürünleri tüketmeyen bireyler için fonksiyonel bir süt içeceği alternatifi olacağı düşünülmüştür. Bu tez çalışması ile birlikte yapılan benzer çalışmalar da bu düşüncüyü kanıtlar niteliktedir.

Sonuç olarak, yapılan tez çalışmasının tüm insanlık açısından faydalı olacağı ve gelecekte yapılacak çalışmalar için öncü ve bu çalışmaları için iyi bir örnek olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Aguilar-Raymundo, V. G., & Vélez-Ruiz, J. F. (2019). Yoghurt-type beverage with partial substitution of milk by a chickpea extract: Effect on physicochemical and flow properties. *International Journal of Dairy Technology*, 72(2), 266–274. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12581>
- Alhamdan, A. M., Al Juhaimi, F. Y., Hassan, B. H., Ehmed, K. A., & Mohamed Ahmed, I. A. (2021). Physicochemical, Microbiological, and Sensorial Quality Attributes of a Fermented Milk Drink (Laban) Fortified with Date Syrup (Dibs) during Cold Storage. *Foods*, 10(12), 3157. <https://doi.org/10.3390/foods10123157>
- Aljobair, M. O. (2018). Characteristics of cereal flakes manufactured using date syrup in place of sugar. *Nutrition & Food Science*, 48(6), 899–910. <https://doi.org/10.1108/nfs-01-2018-0013>
- AOAC. (2000). Official Methods of Analysis: Association of Official Analytical Chemists, 17th ed., Washington, DC, USA.
- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists, 15th Edition. Ed: Horwitz, W., Latimer, G.W. AOAC International, Maryland-USA
- Ashraf, R., & Smith, S.C. (2015). Selective enumeration of dairy based strains of probiotic and lactic acid bacteria. *IFRJ* 22(6): 2576-2586
- Atwaa, E., Elmaadawy, A., & Awaad, E. (2019). Production of Fruit Flavored Probiotic Rice Milk Beverage. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 10(12), 453–458. <https://doi.org/10.21608/jfds.2019.71360>
- Barat, A., & Ozcan, T. (2017). Growth of probiotic bacteria and characteristics of fermented milk containing fruit matrices. *International Journal of Dairy Technology*, 71, 120–129. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.123911>
- Celestin, S., Thorat, S. S., Desale, R. J. & Chavan, U. D. (2015). Effect of milk supplementation with fructooligosaccharides and inulin on viable counts of probiotic bacteria in goat and cow milk yoghurts. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)*, 9(7): 6–12.
- Cemeroğlu, B. (2007). Gıda analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Bizim Büro Basımevi, Ankara, 535 s.
- Chaturvedi, S., & Chakraborty, S. (2020). Review on potential non-dairy synbiotic beverages: a preliminary approach using legumes. *International Journal of Food Science and Technology*, 56(5), 2068-2077. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14779>

- Chavan, M., Gat, Y., Harmalkar, M., & Waghmare, R. (2018). Development of non-dairy fermented probiotic drink based on germinated and ungerminated cereals and legume. *LWT*, 91, 339–344. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.070>
- Chen, X., Singh, M., Bhargava, K., & Ramanathan, R. (2018). Yogurt Fortification with Chickpea (*Cicer arietinum*) Flour: Physicochemical and Sensory Effects. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 95(8), 1041–1048. <https://doi.org/10.1002/aocs.12102>
- Coman, M. M., Verdenelli, M. C., Cecchini, C., Silvi, S., Vasile, A., Bahrim, G. E., Cresci, A. (2013). Effect of buckwheat flour and oat bran on growth and cell viability of the probiotic strains *Lactobacillus rhamnosus* IMC 501®, *Lactobacillus paracasei* IMC 502® and their combination SYN BIO®, in synbiotic fermented milk. *International Journal of Food Microbiology*, 167(2), 261–268. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.09.015>
- Costa, K. K. F. D., Soares Júnior, M. S., Rosa, S. I. R., Caliari, M., & Pimentel, T. C. (2017). Changes of probiotic fermented drink obtained from soy and rice byproducts during cold storage. *LWT*, 78, 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.017>
- de Oliveira Vogado, C., dos Santos Leandro, E., de Alencar, E. R., Ginani, V. C., & Zandonadi, R. P. (2019). Survival of *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* LBC 81 in Fermented Milk Enriched with Green Banana Pulp Under Acid Stress and in the Presence of Bile Salts. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 12, 320–324. <https://doi.org/10.1007/s12602-019-09534-9>
- Deeseenthum, S., Luang-In, V., & Chunchom, S. (2017). Characteristics of Thai Pigmented Rice Milk Kefirs with Potential as Antioxidant and Anti-Inflammatory Foods. *Pharmacognosy Journal*, 10(1), 154–161. <https://doi.org/10.5530/pj.2018.1.26>
- do Espírito Santo, A. P., Perego, P., Converti, A., & Oliveira, M. N. (2011). Influence of food matrices on probiotic viability – A review focusing on the fruity bases. *Trends in Food Science & Technology*, 22(7), 377–385. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.04.008>
- 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(10), 1181–1189. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.10.00>
- El-Nimer, Amal M.M., M.A. Mostafa & M.A. Ahmed. (2014). The Use Of Dairy By-Products in Preparing Probiotic Fermented Milk Drink Fortified With Chickpea. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 92(4), 1575–1590. <https://doi.org/10.21608/ejar.2014.157689>
- Ersan, L. Y., & Topçuoğlu, E. (2019). Badem Sütü ile Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik ve Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(2), 321–339

- Ersöz, N. B. (2012). Yüksek lisans tezi, Erciyes Uni. Erişim adresi: <https://avesis.erciyes.edu.tr/yonetilen-tez/fc40cf24-1dfd-4660-a56d-7ffbc84eecbb/pirinc-sutu-ile-dusuk-kalorili-dondurma-uretimi>
- Ertürk, A., & Gül, M. (2018). Input Usage and Problems in Chickpea Production in Kütahya Province, Turkey. *Scientific Papers: Management, Economic Engineering in Agriculture & Rural Development*, 18(2), 171–178. Erişim adresi: <https://eds.p.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=dcca4d4d-0b6c-4891-a26a-e1f8272305d5%40redis>
- Fadhil, Z. H., & Akın, M. (2016). Probiyotik bakteri ile sebze sularının fermentasyonu. *Fen Fakültesi Fen Dergisi*. 42(1), 01-09.
- FAO. (2015). Erişim adresi: [www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org).
- FAO. (2012). Erişim adresi: [www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org).
- FAO. (2016). Nutritious seeds for a sustainable future. Rome, Italy: FAO.
- FAOSTAT. (2019). Food and agriculture data. Rome: FAO.
- Ghasempour, Z., Javanmard, N., Mojaddar Langroodi, A., Alizadeh-Sani, M., Ehsani, A., & Moghaddas Kia, E. (2020). Development of probiotic yogurt containing red beet extract and basil seed gum; techno-functional, microbial and sensorial characterization. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 29, 101785. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101785>
- 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 & Hepatology*. <https://doi:10.1038/nrgastro.2017.75>
- Gibson, G.R. & Roberfroid, M.B. (1995) Dietary Modulation of the Human Colonic Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics. *Journal of Nutrition*, 125, 1401-1412.
- Giri, S. S., Sen, S. S., Saha, S., Sukumaran, V., & Park, S. C. (2018). Use of a Potential Probiotic, *Lactobacillus plantarum* L7, for the Preparation of a Rice-Based Fermented Beverage. *Frontiers in Microbiology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00473>
- Global Economy Pulses. (2019). Erişim adresi: <https://www.fao.org/3/i7108en/I7108EN.pdf>
- Gotcheva, V., Pandiella, S. S., Angelov, A., Roshkova, V. G., & Webb, C. (2000). Microflora Identification of the Bulgarian Cereal-Based Fermented Beverage Boza. *Process Biochemistry*, 36, 127-130.

- Gök, İ., & Çelik, F. H. (2021). Use of Some Functional Flours for Development of Prebiotic Gluten-Free Cookies. *Food Health and Technology Innovations*, 4(8), 251–261. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/food/issue/66268/853184>
- Heydari, S., Mortazavian, A.M., Ehsani, M.R., Mohammadifar, M.A., Sohrabvandi, S. (2011). Biochemical, microbiological and sensory characteristics of probiotic yogurt containing various prebiotic or fiber compounds. *Italian Journal of Food Science*, 23(2): 153-163.
- Hussein, H., Awad, S., El-Sayed, I., & Ibrahim, A. (2020). Impact of chickpea as prebiotic, antioxidant and thickener agent of stirred bio-yoghurt. *Annals of Agricultural Sciences*, 65(1), 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.aoads.2020.03.001>
- Jonas, M. S., & Beckmann, S. C. (1998). Functional foods: Consumer perceptions in Denmark and England. Aarhus School of Business, MAPP Centre.
- Jukanti, A. K., Gaur, P. M., Gowda, C. L. L., & Chibbar, R. N. (2012). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *British Journal of Nutrition*, 108(S1), S11–S26. <https://doi.org/10.1017/s0007114512000797>
- Kabak, B., & Dobson, A. (2011). An Introduction to the Traditional Fermented Foods and Beverages of Turkey. March 2011 *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 51(3):248-60. <https://doi.org/10.1080/10408390903569640>
- Kaur, R., & Prasad, K. (2021). Technological, processing and nutritional aspects of chickpea (*Cicer arietinum*) - A review. *Trends in Food Science & Technology*, 109, 448–463. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.044>
- Kumari, A., Ranadheera, C., Prasanna, P., & Senevirathne, N. (2015). Development of a rice incorporated synbiotic yogurt with low retrogradation properties. *International Food Research Journal*, 22(5), 2032–2040. Erişim adresi: [http://www.ifrj.upm.edu.my/22%20\(05\)%202015/\(42\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/22%20(05)%202015/(42).pdf)
- Kutlu, H., R. (2008). Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü
- Li, W., Wei, M., Wu, J., Rui, X., & Dong, M. (2016). Novel fermented chickpea milk with enhanced level of  $\gamma$ -aminobutyric acid and neuroprotective effect on PC12 cells. *PeerJ*, 4, e2292. <https://doi.org/10.7717/peerj.2292>
- Lopes, M., Pierrepont, C., Duarte, C. M., Filipe, A., Medronho, B., & Sousa, I. (2020). Legume Beverages from Chickpea and Lupin, as New Milk Alternatives. *Foods*, 9(10), 1458. <https://doi.org/10.3390/foods9101458>
- Mansrı, C. (2020). *Badem ununun bazı probiyotik bakterilerin gelişmesi üzerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.



- Mauro, C. S. I., & Garcia, S. (2019). Coconut milk beverage fermented by *Lactobacillus reuteri*: optimization process and stability during refrigerated storage. *Journal of Food Science and Technology*, 56(2), 854–864. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3545-8>
- Mesquita, M. C., Leandro, E. S., Alencar, E. R., Botelho, R. B. A. (2020). Fermentation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and coconut (*Coccus nucifera* L.) beverages by *Lactobacillus paracasei* subsp *paracasei* LBC 81: The influence of sugar content on growth and stability during storage. *LWT - Food Science and Technology*, 132, 109834. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109834>
- Mirzaei, D., Pedram Nia, A., & Jalali, M. (2020). Effect of inulin and date syrup from Kaluteh variety on the qualitative and microbial properties of prebiotic ketchup. *Journal of Food Science and Technology*, 58(11), 4127–4138. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04877-6>
- Mortazavian, A. M., Ehsani, M. R., Mousavi, S. M., Reinheimer, J. A., Emamdjomeh, Z., Sohrabvandi, S., & Rezaei, K. (2006). Preliminary investigation of the combined effect of heat treatment and incubation temperature on the viability of the probiotic microorganisms in freshly made yogurt. *International Journal of Dairy Technology*, 59(1), 8–11. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2006.00216.x>
- Mostafa, H. S., ALI, M. R., & Mohamed, R. M. (2021). Production of a novel probiotic date juice with anti-proliferative activity against Hep-2 cancer cells. *Food Science and Technology*, 41(suppl 1), 105–115. <https://doi.org/10.1590/fst.09920>
- Muehlbauer, F. J., & Sarker, A. (2017). Economic Importance of Chickpea: Production, Value, and World Trade. *Compendium of Plant Genomes*, 2, 5–12. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-66117-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-66117-9_2)
- Ndife, J., Linus-Chibuezeh, A., C. Ezeocha, V., & C. Ojinnaka, M. (2019). Development and Evaluation of a Non-Dairy Probiotic Beverage from Brown Rice (*Oryza sativa*). *Journal of Food Processing & Technology*, 10(9). <https://doi.org/10.35248/2157-7110.19.10.806>
- Padma, M., Jagannadarao, P. V. K., Edukondalu, L., Ravibabu, G., & Aparna, K. (2018). Physico-Chemical Analysis of Milk Prepared from Broken Rice. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(2), 426–428. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.702.054>
- Prado, A. G., & Airoidi, C. (2001). The effect of the herbicide diuron on soil microbial activity. *Pest Management Science*, 57(7), 640–645. <https://doi:10.1002/ps.321>
- Ranasinghe, J., & Perera, W. (2016). Prevalence of *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* stability in commercially available yogurts in Sri Lanka. *Asian Journal of Medical Sciences*, 7(5), 97–101. <https://doi.org/10.3126/ajms.v7i5.14326>

- Rincon., L., Assunção Botelho, R. B., & Rodrigues de Alencar, E. (2020). Development of novel plant-based milk based on chickpea and coconut. *LWT*, 109479. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109479>
- S. Abdel-Ghany, A., & A. Zaki, D. (2018). Production of Novel Functional Yoghurt Fortified with Bovine Colostrum and Date Syrup for Children. *Alexandria Science Exchange Journal*, 39, 651–662. <https://doi.org/10.21608/asejaiqjsae.2018.20475>
- Salminen, S., von Wright, A., Morelli, L., Marteau, P., Brassart, D., de Vos, W.M., Fonden, R., Saxelin, M., Collins, K., Mogensen, G., Birkeland, S.E., Mattila- Sandholm, T. (1998). Demonstration of safety of probiotics – a review. *International Journal of Food Microbiology*, 44(1-2):93-106.
- Sajja, S. B., Samineni, S., & Gaur, P. M. (2017). Botany of Chickpea. *Compendium of Plant Genomes*, 3, 13–24. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-66117-9\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-66117-9_3)
- Shanta, F. H., Rahut, B. K., Islam, M. J., Azad, M. O. K., Sohel, Md. A. T., Rajib, M. R. R., Adnan, Md. (2021). Development of value added drinks from date palm juice (*Phoenix sylvestris*). *Heliyon*, 7(11), e08322. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08322>
- Shiby, V.K. & Mishra, H.N. (2013) Fermented Milks and Milk Products as Functional Foods— A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53, 482-496.
- Siva, N., Thavarajah, P., & Thavarajah, D. (2020). Prebiotic carbohydrate concentrations of common bean and chickpea change during cooking, cooling, and reheating. *Journal of Food Science*, 85(4), 980–988. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15066>
- Topçuoğlu, E. (2019). *Badem sütü ile probiyotik yoğurt üretimi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Utami, T., Giyarto, G., Djaafar, T. F., & Rahayu, E. S. (2014). Growth of *Lactobacillus paracasei* SNP-2 in Peanut Milk and Its Survival in Fermented Peanut Milk Drink During Storage. *Indonesian Food and Nutrition Progress*, 13(1), 11. <https://doi.org/10.22146/jifnp.116>
- Uylaşer, V. & Başoğlu, F. (2004). Gıda Analizlerine Giriş Uygulama Kılavuzu. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü. II. Baskı Bursa
- Uzuner, A.E. (2012). *Probiyotik yoğurt üretiminde pirinç sütü kullanımı*. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 75 s.
- Valero-Cases, E., Cerdá-Bernad, D., Pastor, J.,J., ve Frutos, M., J. (2020). Non-Dairy Fermented Beverages as Potential Carriers to Ensure Probiotics, Prebiotics, and Bioactive Compounds Arrival to the Gut and Their Health Benefits. *Nutrients*, 12(6):1666. <https://doi.org/10.3390/nu12061666>

- Wang, S., Chelikani, V., & Serventi, L. (2018). Evaluation of chickpea as alternative to soy in plant-based beverages, fresh and fermented. *LWT*, 97, 570–572. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.07.067>
- Yılmaz, L. (2006). *Yoğurt benzeri fermente süt ürünleri üretiminde farklı probiyotik kültür kombinasyonlarının kullanımı* [Yayınlanmamış doktora tezi]. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Erişim adresi: <http://acikerisim.uludag.edu.tr/jspui/handle/11452/3512>
- Zandona, L., Lima, C., ve Lannes, S. (2020). Plant-Based Milk Substitutes: Factors to Lead to Its Use and Benefits to Human Health. *Milk Substitutes - Selected Aspects, Malgorzata Ziarno, IntechOpen*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.94496>.
- Zorbaz, D. (2020). *Matthiola incana L. (şebboy çiçeği)'nin fizikokimyasal yapısı ve antioksidan potansiyeli* [Yüksek Lisans Tezi]. Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa

## **EKLER**

- EK 1** Kültür Hazırlık ve Uygulama Prosedürü  
**EK 2** Mikrobiyolojik Analizlerin Uygulanması Prosedürü

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Rabia ÖZTÜRK  
Doğum Yeri ve Tarihi : Kadıköy 27/04/1993  
Yabancı Dil : İngilizce (B2)

Eğitim Durumu  
Lise : Maltepe Anadolu Lisesi (2011)  
Lisans : İstanbul Teknik Üniversitesi (2016)  
Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi (2022)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : Sinerji Gıda Kimya Ve Tekstil A.Ş.

İletişim (E-Posta) : ozturk2223@gmail.com

## **EK-1**

### **KÜLTÜR HAZIRLIK VE UYGULAMA PROSEDÜRÜ**

#### **Kültürün hazırlanması:**

Çalışma öncesinde, Chr. Hansen firmasından temin edilen YoFlex® YF-L02 DA termofilik laktik asit vegan kültür karışımı 500 g'lık paket içinde donuk ürün olarak -80°C'de muhafaza edilmiştir. Daha sonra başlangıç kültüründe kullanılmak üzere steril kaplara hijyenik koşullarda\* 20şer gram alınmıştır.

\*Öncelikle, numune ayırma işleminin yapılacağı tezgah ve ekipmanlar %70 etil alkolle sterilize edilmiş, daha sonra 15 dk boyunca UV ışığı açık bırakılarak ortam sterilizasyonu sağlanmıştır. Numune alım işlemi, yanan ispirto ocağı yakınında yapılmıştır. Alınan kültür numuneleri hemen kullanıma hazır olacak şekilde -20°C'de muhafaza edilmiştir.

#### **Kültürün aktivasyonu:**

Aktivasyon işlemi kültür spesifikasyonunda belirtilen kullanım talimatına göre yapılmıştır, buna göre sterilizasyonu sağlanmış ortamda steril koşullarda\* 100 ml ürüne 0,02 gram olacak şekilde donmuş kültür eklenmiş ve en az 15 dk boyunca karıştırılarak kültürün bitkisel sütler içinde homojen olacak şekilde iyice karışması sağlanmıştır. Karıştırma işlemi tamamlanan kültür içeren sütler fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyonu tamamlanan sütler gün içinde aşılama kültürü olarak kullanılmak üzere +4°C'de depolamaya alınmıştır.

\*Ortam sterilizasyonun sağlamak adına, kültür aktivasyonu yapılacak alan alkolle iyice temizlenip 15-20 dk UV lambası açık bırakılmıştır. Kültür aktivasyonu sırasında kullanılan tüm ekipmanlar, ortamın UV lambası ile sterilizasyonun öncesi aktivasyon yapılacak tezgahta hazır edilmiş ve öncesinde tüm malzemeler alkolle iyice temizlenmiştir.

### **Kültürün aılanması:**

Aktivasyonu tamamlanan ve depolamaya alınan başlangıç kültüründen bitkisel sütlere %1 ve %5 oranlarında hijyenik ortam ve koullarda\* aılama işlemi yapılmıştır.

Aılama sırasında kullanılan tüm malzemeler alkolle iyice temizlenmiştir ve ortamın UV lambası ile sterilizasyonunu sağlanmıştır.

### **Başlangıç kültürünün hazırlanması, aktivasyonu ve aılama süresince dikkat edilecek hususlar:**

1. Çalışmanın yapılacağı ortam ve tüm malzemeler %70'lik etil alkolle iyice temizlenmelidir.
2. Ortam sterilizasyonu sağlanması adına en az 15-20 dk UV lambası açık bırakılmalı ve UV lambası ile sterilizasyon sırasındaki ve sonrasındaki süreçte ortamdaki hava giriş çıkışını minimize etmek amacıyla çalışma boyunca klimalar alıtırılmamalı, kapılar açık bırakılmamalıdır.
3. Numune ve kültür açıkta bırakılmamalıdır. Bitkisel süt numuneleri en fazla +4°C ve kültür numunesi en az -18°C'de muhafaza edilmelidir.

## EK-2

### MİKROBİYOLOJİK ANALİZLERİN UYGULANMASI

#### 1. Dilüsyon sıvısı ve dilüsyon tüplerinin hazırlanması

Dilüsyon sıvısı olarak %0,85'lik Fizyolojik tuzlu su (FTS) hazırlanır; 1000 ml saf su+ 8,5 gr tuz(NaCl)

Dilüsyon tüplerine(Cam tüp ya da 15 ml'lik falcon tüpleri kullanılabilir) 9'ar ml tuzlu su çözeltisi aktarılır. Tüpün kapakları hafifçe kapatılır ve ekim öncesi sterilizasyona hazır hale getirilir.

#### 2. Besiyerilerinin hazırlanması

Çalışmada 5 farklı suş kullanılmıştır. Her bir suş için kullanılan besiyerinin hazırlanması detaylı olarak çizelge 2.1.'de verilmiştir.

**Çizelge 2.1.** Bakteri türüne göre mikroorganizma gelişimi için kullanılan besiyerleri

Bakteri türü	Kullanılan besiyeri ve katkıları	Katkılar (Seçici besiyeri)	Miktar
<i>Streptococcus thermophilus</i>	M17 Agar	-	1000 ml saf suya 55 gram
<i>Lactobacillus delbrueckii subps. bulgaricus</i>	MRS Agar	1 N HCl* ile pH 5,2 ye düşürülür**	1000 ml saf suya 62 gr
<i>Lactobacillus paracasei</i>	MRS Agar	-	1000 ml saf suya 62 gr
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	MRS Agar	%0,15 oxbile	1000 ml saf suya 62 gr
<i>Bifidobacterium spp.</i>	MRS Agar	%0,2 LiCl, %0,3 Sodyum propiyonat (99%, propiyonik asit sodyum tuzu)	1000 ml saf suya 62 gr

\* pH ayarı öncesi HCl tindelize\*\*\* edilmedir.

\*\* Hazırlanan besiyerinden 20 ml ayrılır ve bu miktar üzerinden pH ayarı yapılır. Ekim sırasında kullanılacak besiyeri için gerekli HCl miktarı, 20 ml besiyeri için harcanan



HCl miktarı ile oran orantı yoluyla hesaplanır. pH ayarı sırasında kullanılacak cam pipetler 175°C'de 1 saat boyunca kuru sterilizasyona tabi tutulur.

\*\*\*Tindelizasyon: Kullanılacak HCl'nin sterilizasyon işlemidir.

### **3. Ekim alanının hazırlanması, ekimde kullanılacak tüm malzemeler ve sterilizasyon**

Ekim yapılacak alan alkolle iyice temizlenir. 15-20 dk UV lambası açık bırakılır, ortam sterilize edilir. Bu süreçte ortamdaki hava giriş çıkışını minimize etmek amacıyla ekim boyunca klimalar çalıştırılmamalı, kapılar açık bırakılmamalıdır.

Ekim süresince kullanılacak diğer malzemeler, ortamın UV lambası ile sterilizasyonun öncesi ekim yapılacak tezgahta hazır edilir, öncesinde malzemeler alkolle iyice temizlenir.

Ekimde kullanılacak besiyeriler, dilüsyon tüpleri, mikropipetler otoklav cihazında 121°C'de 15 dk sterilize edilir. Sterilizasyon sonrası besiyeri içeren otoklav şişelerinin ortamdaki kontamine olmaması için hafif açık kapakları tam kapatılır. Kullanılma zamanı gelene kadar, etüvde 55°C'de donmaması için bekletilir. Dilüsyon sıvısı içeren tüpler ise ekim odasına alınır ve soğumaya bırakılır.

### **4. Mikrobiyolojik ekimde kullanılan yöntemler ve seyreltme oranı**

Ekim yöntemi olarak dökme plak yöntemi kullanılır. 42-45°C'ye soğutulmuş besiyeriler her dilüsyon örneğinden birer ml aktarılmış petrilere 15-20 ml olacak şekilde dökülür ve örnekle besiyerini iyice karışması sağlanır daha sonra petrilere soğumaya/donmaya bırakılır.

Örnekleri dilüsyon sıvısı ile seyreltme işlemi amacıyla her bir örnek için 90 ml FTS içeren otoklav şişesi ve 9 adet dilüsyon tüpü hazırlanır. Örnekten 10 ml alınarak, 90 ml FTS içeren şişeye aktarılır ve iyice karışması sağlanır. Hazırlanan bu dilüsyon -1. dilüsyondur, bu dilüsyondan birer ml alınıp sırasıyla dilüsyon tüplerine aktararak -2, -3, -4... olacak şekilde seyreltme işlemi tamamlanır.

## 5. Inkübasyon parametreleri

Her bir bakteri türü için inkübasyon parametreleri Çizelge 5.1’de gösterilmiştir.

**Çizelge 5.1** Inkübasyon parametreleri

<b>Bakteri türü</b>	<b>Parametreler</b>
<i>Streptococcus thermophilus</i>	37°C, 72 saat, aerobik ortam
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subps. <i>bulgaricus</i>	43°C, 72 saat, anaerobik ortam*
<i>Lactobacillus paracasei</i>	37°C, 72 saat, anaerobik ortam*
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	37°C, 72 saat, anaerobik ortam*
<i>Bifidobacterium</i> spp.	37°C, 72 saat, anaerobik ortam*

\*Anaerobik ortam anaerogen tablet ve anaerocult jarlar ile sağlanmıştır.

## 6. Mikrobiyolojik sayım

Sayım öncesi ortamın sterilizasyonunun sağlandığından emin olunduktan sonra sayım işlemine başlanır. Sayım sırasında her bakteri türü için tanımlanan morfolojik özelliklere göre petri üzerinde sayım yapılır. Koloni sayısının 30-300 arası olduğu dilüsyonda sayım yapılır.

## 7. Atıkların bertarafı

Sayım işlemi tamamlanmış petriler çift kat olacak şekilde otoklav poşetine yerleştirilir. 121°C’de 15 dk sterilize edilir. Sterilizasyon işlemi tamamlanan petriler, evsel atık kategorisinde bertaraf edilir.