

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YOĞURT KURU MADDE STANDARDİZASYONUNDA
DOĞAL KEFİR TOZU
KULLANIMI ÜZERİNE ARAŞTIRMA**

Burcu BOZOVA

**Danışman
Prof. Dr. Zeynep Banu SEYDİM**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2014**

© 2014 [Burcu BOZOVA]

TEZ ONAYI

Burcu BOZOVA tarafından hazırlanan "**Yoğurt Kuru Madde Standardizasyonunda Doğal Kefir Tozu Kullanımı Üzerine Araştırma**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Prof. Dr. Zeynep Banu ŞEYDİM
Süleyman Demirel Üniversitesi

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Tuğba KÖK TAŞ
Süleyman Demirel Üniversitesi

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Banu ÖZDEN TUNCER
Süleyman Demirel Üniversitesi

Enstitü Müdürü

Doç. Dr. Ahmet ŞAHİNER

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Burcu BOZOVA



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1. Fermente Süt Ürünleri	3
2.2. Yoğurdun Tarihçesi	5
2.2.1. Yoğurdun tanımı	6
2.2.2. Yoğurt üretimi	8
2.2.3. Yoğurt benzeri fermente süt ürünleri	11
2.2.4. Yoğurt bakterilerinin probiyotik özellikleri	12
2.2.5. Yoğurt tekstürü	13
2.3. Kefir	15
2.3.1. Kefir danesi	19
2.4. Probiyotik Bakteriler	23
2.4.1. Probiyotik bakterilerde aranan özellikler	24
2.4.2. Probiyotik bakterilerin sağladığı yararlar	25
2.4.3. Probiyotik gıdaların etiketlenmesi	25
2.4.4. <i>Lactobacillus acidophilus</i> 'un genel özellikleri	26
2.4.5. Bifidobakterilerin özellikleri	27
2.5. Fonksiyonel Yoğurt Üretimi ile İlgili Çalışmalar	30
3. MATERYAL VE YÖNTEM	39
3.1. Kefir Tozu ve Kefir Tozuyla Zenginleştirilmiş Yoğurt Üretimi	39
3.2. Mikrobiyolojik Analizler	42
3.3. Kimyasal Analizler	43
3.4. Renk Analizi	44
3.5. Tat ve Aroma Maddelerinin Gaz Kromatografik Yöntemle Belirlenmesi	45
3.6. Duyusal Değerlendirme	45
3.7. İstatistiksel Değerlendirme	46
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	47
4.1. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları	47
4.2. Kimyasal Analiz Bulguları	52
4.3. Renk Analiz Bulguları	55
4.4. Yoğurt Örneklerinin Tat ve Aroma Bileşikleri İçerikleri	57
4.5. Duyusal Analiz Bulguları	59
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	64
KAYNAKLAR	66
EKLER	75
ÖZGEÇMİŞ	76

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YOĞURT KURU MADDE STANDARDİZASYONUNDA DOĞAL KEFİR TOZU KULLANIMI ÜZERİNE ARAŞTIRMA

Burcu BOZOVA

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Zeynep Banu SEYDİM

Sade yoğurt teknolojisinde yoğurt kıvam, tat ve kokusunun istenilen düzeyde olması önemlidir. Özellikle üretimdeki en önemli parametrelerden birisi olan kuru madde standardizasyonu ürünün bu karakteristik özelliklerinin yanı sıra diğer bileşen özelliklerini de etkilemektedir. Bu tez çalışmasının amacı, yoğurt sütünde kuru madde standardizasyonunun kefir tozu kullanılarak üretilen yoğurtların kalite kriterlerinin belirlenmesidir.

Kefirin, sindirim sistemine ve bağışıklık sistemine, kolesterolü düşürme, laktoz intoleransı iyileştirme, antitumörjenik ve antikanseröjenik etkileri gibi sağlık üzerine olumlu etkileri birçok bilimsel araştırma tarafından desteklenmektedir. Kefir en doğal probiyotik ve prebiyotik içeren fonksiyonel bir gıdadır.

Araştırmada %15 kuru maddeye süt tozu ilavesi ve kefir tozu ilavesiyle standardize edilen iki ayrı yoğurt örneği üretilmiştir. Kefir tozu doğal kefir danelerinden üretilen kefirin liyofilizasyonu ile üretilmiştir. Kefir tozu ilavesinden dolayı yoğurt örneklerinde depolama süresince gerçekleşen mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerdeki değişimler 1., 7., 14., ve 21. gün değerlendirilmiştir.

Kok grubu bakteri içeriği bakımından kontrol örneğinin (YKON) ortalaması 9,13 log kob/g iken kefir tozuyla üretilen yoğurt örneğinde (KTYO) 8,76 log kob/g olarak daha düşük bulunmuştur ($P<0.05$). *Lactobacillus* spp. içeriği bakımından örnekler arasında ve depolama süresince önemli bir fark tespit edilmemiştir ($P>0.05$).

Kefir tozu ile üretilen yoğurt örneğinin 1. ve 21. gün *L. acidophilus* içeriği sırasıyla 6,93-5,79 log kob/g olarak, *Bifidobacterium* spp. içeriği 4,83-4,05 log kob/g, Maya içeriği 3,64-4,95 log kob/g olarak tespit edilmiştir ($P>0.05$). Kontrol örneğinde ise *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* spp. ve maya tespit edilmemiştir.

Yoğurt örneklerinde depolamanın 14. gününde 1. güne göre pH değerlerinde önemli bir azalma görülmüştür ($P<0.05$). Yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği 7. günden itibaren önemli düzeyde artmıştır ($P<0.05$).

Yoğurt örneklerindeki serum ayrılması depolamanın son gününde 1. güne göre önemli düzeyde azalmıştır ($P<0.05$). Kuru madde ve protein içeriği YKON örneğinde sırasıyla; %15,90 ve %4,37 iken KTYO örneğinde %15,51 ve %4,41 olarak tespit edilmiştir.

Gıdanın görünüşünü etkileyen en önemli özelliklerden biri olan renkte L^* , a^* ve b^* değerleri bakımından YKON ve KTYO yoğurt örnekleri arasında önemli düzeyde fark tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Sade yoğurdun önemli lezzet bileşenleri olan; asetaldehit, etanol ve diasetil miktarları bakımından YKON ve KTYO örnekleri arasında ve depolama süresince önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($P>0.05$). YKON örneğinin aseton miktarı KTYO örneğine göre daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$).

Duyusal değerlendirme eğitilmiş 8 panelist tarafından tat, koku, görünüş, yapı, kıvam ve renk olarak değerlendirilmiştir. Sekiz panelist arasında yapılan genel duyusal değerlendirme puanlarında, 1.güne göre 14. gün genel değerlendirme duyusal puanları önemli düzeyde azalmıştır ($P<0.05$). Ancak uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark tespit edilmemiştir. Genel değerlendirme puanlarına göre kefir tozuyla üretilen yoğurt örneği panelistler tarafından kabul görmüştür.

Bu çalışma geleneksel yoğurdun kefir tozu ile üretilmesinin geleneksel yoğurda kazandıracağı yeni özelliklere dikkat çekmiştir. Kuru maddenin kefir tozu ile standardize edilmesinin fermantasyon süresince önemli etkileri olduğu gösterilmiştir. Geleneksel yoğurdun mikrobiyal özellikleri kefir tozu ile geliştirilmiştir. Kuru madde standardizasyonu için ilave edilen kefir tozu fermantasyon esnasında starter kültür gibi yoğurt starter kültürüyle beraber aktive olmuştur. Bu da fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş yoğurt üretimini mümkün kılmıştır. Tüketicilerin sağlık yararları elde edebilmesi, hem kuru madde artırımını hem de probiyotik özellik kazandırmak amacıyla yoğurda kefir tozu ilavesi önemli olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Yoğurt, kefir tozu, probiyotikler, lezzet bileşenleri.

2014, 76 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

RESEARCH ON USE OF NATURAL KEFIR POWDER FOR DRY MATTER STANDARDIZATION IN YOGURT PRODUCTION

Burcu BOZOVA

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Food Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Zeynep Banu SEYDİM

Gel structure, taste and flavour are the important attributes for the consumer acceptance in the set type yogurt production. As a significant parameter total solid standardization in plain set type yogurt production affects not only sensory properties of the product but also nutritional properties. The aim of this research is to determine quality properties of yogurt which is produced with kefir powder for total solid standardization.

Several studies have showed that the health benefits associated with kefir are gastrointestinal proliferation, antibacterial spectrum, anticarcinogenic effect, hypocholesterolemic effect, antidiabetic properties, antimutagenic activity, effect on lipid and blood pressure level, antiallergic properties, anti-inflammatory action, bacterial colonization, and immune system booster. Kefir is the most natural functional food consists of probiotics and prebiotics.

In this study, yogurts were made with using natural kefir powder as a treatment group and milk powder as a control for 15% total solid standardization. Kefir powder was produced with freeze-drying of concentrated kefir made from authentic kefir grains. Microbial, chemical, sensory and physical properties of yogurts were determined during cold storage at days 1st, 7th, 14th, 21st.

YKON sample has higher coccus bacteria counts than the KTYO sample, 9,13 and 8,76 log kob/g respectively (P<0.05). *Lactobacillus* spp. contents of yogurt samples contained either kefir powder or milk powder were similar during cold storage (P>0.05).

The cell counts of *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* spp. and yeasts ranged between 6,93-5,79; 4,83-4,05 and 3,64-4,95 log kob/g during the cold storage of KTYO product at 1st and 21st day respectively. *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* spp. and yeasts didn't determine in the YKON product.

A gradual decrease in pH through the storage was noted both of the samples at the 14th day according to the 1st day (P<0.05). The titratable acidity values of yogurt samples increased during the cold storage of the 7th day (P<0.05).

Syneresis was significantly affected by the storage time. 21st day of the syneresis amount of yogurt samples decreased significantly according to the 1st day ($P < 0.05$). Solid content and protein contents were YKON and KTYO samples are %15,90 and %4,37; %15,51 and %4,41 respectively ($P > 0.05$).

L^* , a^* ve b^* values are important factors for the appearance of the products. L^* , a^* ve b^* values were significantly different between YKON and KTYO yogurt samples ($P < 0.05$).

Acetaldehyde, ethanol and diacetyl contents of yogurt samples contained either kefir powder or milk powder were similar during the cold storage ($P > 0.05$). But the aseton contents of YKON yogurt samples were significantly higher than KTYO samples ($P < 0.05$).

Number of 8 trained panelists was selected to rate sensory properties of yogurt. Yogurt samples were organoleptically evaluated for taste, color, odor, appearance and consistency. After 14 day cold storage yogurt samples had significantly lower scores according to the 1st day ($P < 0.05$). But the general evaluations scores of the applications were no significant differences ($P > 0.05$). According to the general evaluations scores KYTO yogurt generally accepted by the panelists.

This study showed that a combination of kefir powder and yogurt starter cultures would be used to renovate the traditional yogurt production. Kefir powder can be used to total solid standardization of yogurt; furthermore it was concluded that kefir powder also had a significant role during fermentation. Kefir powder adding for total solid standardization of yogurt act as a starter culture with the yogurt starter cultures during fermentation. Functional properties of traditional yogurt improved with the kefir powder. In order for consumers to gain health benefits from yogurt, kefir powder can be added to yogurt. It not only increases total solids but also enhances probiotic content.

Keywords: Yogurt, kefir powder, probiotics, aroma compounds.

2014, 76 pages

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her anında bana destek olan değerli danışman hocam Prof. Dr. Zeynep Banu GÜZEL-SEYDİM'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Her konuda yanımda olan hocalarım, Prof. Dr. Atıf C. SEYDİM'e, Yrd. Doç. Dr. Tuğba KÖK-TAŞ'a ve Yrd. Doç. Dr. Nilgün BUDAK'a teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarımda bana yardımcı olan ve bilgilerini esirgemeyen Araş. Gör. Bilge ERTEKİN-FİLİZ'e, Araş. Gör. Ece ÇAĞDAŞ'a teşekkür ederim.

Danem Ltd. Şti.'ye ücretsiz sağladığı kefir ve kefir tozu üretimindeki desteğinden dolayı teşekkür ederim.

Sütöfis Gıda Mamulleri A.Ş.'ye ücretsiz sağladığı süt tozu desteğinden dolayı teşekkür ederim.

Tez çalışmamda sağladıkları destekten dolayı Üniversitemiz Ünsüt Süt İşletmesi'ne ve Gıda Yük. Müh. Burçin FİŞEKÇİ'ye teşekkür ederim.

Manevi desteğini esirgemeyen aileme ve her türlü desteği sağlayan sevgili iş arkadaşlarım Nilgün ATA ve Hatice YILDIRAN'a çok teşekkür ediyorum.

İstatistiksel analizlerimde bana yol gösteren Yrd. Doç. Dr. Özgür KOŞKAN'a teşekkür ediyorum.

3372-YL-12 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Burcu BOZOVA
ISPARTA, 2014

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Yoğurt çeşitleri	9
Şekil 3.1. Kefir tozu üretimi.....	40
Şekil 3.2. Süt tozu ve kefir tozu ile standardize edilmiş yoğurt üretim akım şemaları	41
Şekil 4.1. Örneklerin depolama süresince kok grubu bakteri içerikleri.....	48
Şekil 4.2. Örneklerin depolama süresince <i>Lactobacillus</i> spp. içerikleri.....	49
Şekil 4.3. KTYO örneğinin depolama süresince <i>L. acidophilus</i> içeriği	49
Şekil 4.4. KTYO örneğinin depolama süresince <i>Bifidobacterium</i> spp. içeriği...	50
Şekil 4.5. KTYO örneğinin depolama süresince maya içeriği.....	50
Şekil 4.6. Yoğurt örneklerinin 1. gün duyusal değerlendirme sonuçları	60
Şekil 4.7. Yoğurt örneklerinin 7. gün duyusal değerlendirme sonuçları	60
Şekil 4.8. Yoğurt örneklerinin 14. gün duyusal değerlendirme sonuçları	60
Şekil 4.9. Yoğurt örneklerinin 21. gün duyusal değerlendirme sonuçları	61

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Çeşitli fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanılan mikroorganizmaların ekolojisi	5
Çizelge 2.2. Fermente süt ürünlerinin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri...	7
Çizelge 2.3. Yoğurt starter kültürü tarafından üretilen karbonil bileşikler	10
Çizelge 2.4. Kefir ve kefir danesinde bulunan bakteriler.....	22
Çizelge 2.5. Kefir ve kefir danesinde bulunan mayalar	23
Çizelge 2.6. <i>Lactobacillus acidophilus</i> ile üretilen probiyotik ürünler.....	26
Çizelge 2.7. <i>Bifidobacterium</i> türleri ile üretilen probiyotik ürünler	29
Çizelge 4.1. Yoğurt örneklerinin depolama süresince kok grubu bakteri ve <i>Lactobacillus</i> spp. içerikleri	47
Çizelge 4.2. KTYO örneğinin depolama süresince <i>L. acidophilus</i> , <i>Bifidobacterium</i> spp., maya içeriği	51
Çizelge 4.3. Yoğurt örneklerinin depolama süresince kimyasal analiz sonuçları (n=3)	54
Çizelge 4.4. Yoğurt örneklerinin depolama süresince CIE L*, a* ve b* değerleri değişimi	56
Çizelge 4.5. Yoğurt örneklerinin depolama süresince tat ve aroma değerleri değişimi	58
Çizelge 4.6. Yoğurt örneklerinin depolama süresince duyuşal değerlendirme puan değişimleri.....	62

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

EPS	Ekzopolisakkarit
<i>L</i>	<i>Lactobacillus</i>
LAB	Laktik asit bakterileri
<i>Leu</i>	<i>Leuconostoc</i>
<i>S</i>	<i>Streptococcus</i>

1. GİRİŞ

Rus asıllı Bulgar bilim adamı Metchnikoff'un "On the Prolongation of Life" adlı kitabının 1907 yılında yayınlanmasından sonra yoğurdun popülaritesi artmış ve bu konuda yapılan araştırmaların sayısı önemli sayılara ulaşmıştır. Metchnikoff, fermente süt ürünlerinin bağırsak florasını dengelediğini ve tüketicilerin bu sayede daha uzun ömürlü olacaklarını öne sürmüştür (Heller, 2001).

Yoğurdun besleyici ve fizyolojik etkileri son yıllarda probiyotik mikroorganizmaların eklenmesi ile geliştirilmektedir. Çünkü yoğurt probiyotik bakterilerin taşınması için uygun bir ortamdır (Özer vd., 2005; Elizaquivel vd., 2011). Fermente gıdaların canlı bakteri içermesi tüketicilerin alışık olduğu bir kavram olması nedeniyle probiyotik bakteriler genellikle günlük tüketilen yoğurt benzeri ürünler üzerinden piyasaya sürülmektedir (Heller, 2001).

İnsanın doğal bağırsak florasında bulunan probiyotik mikroorganizmalarla üretilen süt ürünlerinin yararlılığının daha fazla olduğunu bildiren yayınlar her geçen gün artmaktadır. İnsan orijinli olan bu bakteriler üst gastrointestinal sistem koşullarından etkilenmeden canlı kalarak barsağa kadar ulaşabilmekte ve bağırsakta kolonize olabilmektedir (Özden, 2008). Sağlık yararı açısından laktik asit bakterileri ve Bifidobakterilerin birlikte kullanımının tek başlarına kullanımlarından daha etkili olduğu öngörüsü mevcuttur (Wang vd., 2012).

1980'li yıllarda birçok araştırmacı *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* ile üretilen süt ürünlerinin sağlık yönünden daha yararlı olduğunu bildirmişlerdir. Bu ürünlerin metabolizma yönünden L(+) laktik asidi yüksek oranda içerdiği, aynı zamanda bağırsak enfeksiyonlarından koruduğu, mide, karaciğer hastalıkları üzerinde olumlu etkiler gösterdiği bildirilmiştir. Bazı araştırmacılar da anti-kollesterolemik ve antikarsinojenik etkilerinin de olduğunu gündeme getirmişlerdir (Özden, 2008).

Fonksiyonel gıdalar arasında probiyotik ürünler en ön sırada yer almasına rağmen, probiyotik gıdaların geliştirilmesi pahalı ve çok aşamalı bir işlemdir. Raf ömrü

boyunca bir taraftan probiyotik bakterilerin canlı kalması sağlanırken diğer taraftan ürünün duyuşal ve kimyasal stabilitesini sağlamak gereklidir. Diğer fermente süt ürünlerine göre piyasada daha yüksek fiyata satılan probiyotik ürünlerin, tüketici tarafından ancak etiket bilgilerinin açık, anlaşılır, güvenilir ve yeterli bilgiyi içermesiyle tercih edilebileceği görülmüştür. Bu durumda ulusal mevzuat düzenleyicilerin, akedemisyenlerin, sanayi temsilcilerinin ve tüketicilerin işbirliği ile bu tür ürünler için gıda-sağlık ilişkiş dengeli bir şekilde ortaya konmalıdır (Granato vd., 2010).

Geleneksel yoğurt starter kültürleri *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* probiyotik bakteri olarak kabul edilmesine rağmen yoğurt daha çok “probiyotik bakteri taşıyıcısı” olarak kullanılmaktadır (Granato vd., 2010). Yoğurt starter bakterileri, sindirim sisteminde canlılıklarını sürdüremedikleri ve kolonize olamadıkları için bağırsakta çok etkin rol oynayamamaktadır. Bu nedenle yoğurda *L. acidophilus*, *Bifidobacterium spp.* ve *L. casei* gibi probiyotik bakterilerin eklenmesi gündeme gelmiştir (Ashraf ve Shah, 2011). Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliğine göre de; probiyotik bakteri sayısı yoğurt starter kültürüne ilave olarak eklenmesi gereken bakteri olarak değerlendirilmektedir (GTHB, 2013a).

Kefirden izole edilen mikroorganizmaların liyofilizasyonu ile ilgili çeşitli çalışmalar (Golowczy vd., 2011a; Golowczy vd., 2011b) bulunmasına karşın, doğal kefir tozu üretimi ve özelliklerinin tespitiyle ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Doğal kefirin önemli fonksiyonel özelliklerinden dolayı pıhtısı kırılmamış sade yoğurt üretiminde, yoğurdun özellikle hem fonksiyonel hem de duyuşal özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla kuru madde standardizasyonunda liyofilize kefir tozu kullanılması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Fermente Süt Ürünleri

Dünyanın pek çok bölgesinde fermantasyon işlemi gıdaların muhafazasında kullanılan en eski ve en ekonomik yöntemlerden biridir. Fermente süt ürünleri sütün, başta laktik asit bakterileri olmak üzere, mezofil ve termofil bakteri kültürleri, küf ve mayalar tarafından fermente edilmesi sonucu elde edilen farklı kıvam ve aromaya sahip ürünlerdir. Fermantasyon işlemi gıdaların raf ömrünü uzatmanın yanında ürünün besleyici değerini de geliştirir (Kabak ve Dobson, 2011).

Anaerobik oksidasyonda (fermantasyon), karbonhidratların dehidrojenasyonu sitokrom enzim sistemi kullanılmaksızın gerçekleşir. Laktik asit bakterileri sitokrom enzim sistemine sahip olmadıklarından enerji gereksinimlerini fermantasyon yoluyla sağlamaktadırlar. Bazı laktik asit bakterileri ise enerji ihtiyaçlarını kısmen flavo-protein respirasyonu ile sağlarlar. Laktik asit bakterisi, temel enerji kaynağı olarak laktozu kullanır. Laktoz, laktik asit bakterileri tarafından direkt olarak fermentatif işlemde kullanılamaz. Laktozun önce laktaz (Beta-galaktosidaz) enzimi aracılığı ile glukoz ve galaktoza parçalanması gerekir. Laktaz bir endoenzim olduğu için laktozun önce bakteri hücrelerine girmesi gerekir. Laktozun başlangıçta bakteri hücrelerine alınıp laktaz ile glukoz ve galaktoza parçalanması esas yol olmakla birlikte *S. lactis*'in laktozu; laktaz enzimi ile hidrolize uğratarak glukoz ve galaktoza parçaladığı gibi, laktoz dehidrogenaz enzimi ile oksidasyona uğratarak "laktobionat"a çevirdiği daha sonra da enzimatik yıkım ile "glukonat" ve "galaktoz"u açığa çıkardığı gösterilmiştir (Özden, 2008).

Fermantasyona yol açan mikroorganizmalar; bakteriler, mayalar ve küflerdir. Laktik asit fermantasyonu, bakterilerin etkisi ile karbonhidratlardan laktik asit oluşumudur. Karbonhidratlardan genellikle mayalar aracılığı ile etil alkol meydana gelmesine etanol fermantasyonu, aerobik koşullarda etanolün bakteriyel oksidasyonu ile asetik asit oluşumuna asetik asit fermantasyonu denir (Özden, 2008). Fermente süt ürünleri, fermantasyon tipine bağlı olarak üç farklı tipte sınıflandırılmıştır (Güzel-Seydim vd., 2010):

- 1-Laktik asit fermantasyonu (Yoğurt, peynir, tereyağı)
- 2-Alkol-laktik asit fermantasyonu (Kefir, kıymız)
- 3-Küf-laktik asit fermantasyonu (Villi).

Dünya piyasalarında bulunan yüzlerce çeşit süt ürünü gözden geçirilirse çoğunun laktik asit fermantasyonuyla üretildiği görülür (Özden, 2008). Bazı türler, yoğurdun terapötik ve besin değerini artırıcı özelliklere sahiptir (Singh vd., 2011). 400'den fazla tür mikroorganizmanın yaşadığı bağırsak sistemi, bağışıklık sisteminin önemli ve unutulmuş bir organıdır. Anormal bağırsak mikroflorası; alerji, diyabet, bağırsak kanseri, bağışıklık sistemi bozuklukları, romatoid artrit gibi birçok hastalığın meydana gelmesiyle bağlantılıdır. Yapılan bilimsel çalışmalar bağırsak mikroflorasının fermente süt ürünleri ile normale getirilmesinin, bağırsak kaynaklı birçok hastalığın önlenmesinde etkili olacağını göstermektedir (Wang vd., 2012).

Fermente süt ürünü, sütün uygun mikroorganizmalar tarafından fermantasyonu ile pH değerinin kazeinin izoelektrik noktası olan pH 4,6' ya düşürülmesi sonucu oluşan ve içermesi gereken mikroorganizmaları yeterli sayıda, canlı ve aktif olarak bulunduran süt ürünüdür (GTHB, 2013a). Çeşitli fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanılan mikroorganizmaların ekolojisi Çizelge 2.1.'de sunulmuştur (Özden, 2008).

Çizelge 2.1. Çeşitli fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanılan mikroorganizmaların ekolojisi (Özden, 2008)

TÜR	EKOLOJİSİ
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	Süt, süt ürünleri
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i>	Süt, peynir, tahıl lapaları
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	İnsan, hayvan barsağı, insan ağız florası, vajina
<i>Lactobacillus helveticus</i>	Ekşi süt, peynir, peynir suyu
<i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>casei</i>	Süt, ekşi hamur, peynir, insan barsağı, vajina, lağım
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	Yeni doğanın dışkısı
<i>Bifidobacterium infantis</i>	Anne sütü ile beslenen bebek dışkısı
<i>Streptococcus thermophilus</i>	Süt ve süt ürünleri
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	Çiğ süt, süt ürünleri, kurutulmuş gıdalar, bitkiler
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	Süt ve süt ürünleri
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i>	Çiğ süt, süt ürünleri
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>	Süt ürünleri, sebzeler
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>dextranicum</i>	Süt ürünleri, süt, meyve sebzeler

2.2. Yoğurdun Tarihi

İlk defa Türkler tarafından üretilen yoğurdun çok eski bir geçmişi vardır. Avrupa’da 20. yüzyılın başlarından beri, Amerika’da 60 yıldır tanınmaya ve yapılmaya başlanan yoğurdun en azından 1000 yıl önce Türk ülkelerinde işlendiğine dair bazı eserlerde “Kutadgu Bilig” ve “Divani Lugat-ı-Türk” de açıklamalar vardır. Yoğurt kelimesinin Türkçe “jugurt” kelimesinden türetildiği belirtilmektedir (Akın, 2006).

Yoğurt, kefir ve kımız gibi fermente süt ürünlerinin antik çağdan beri sağlık üzerinde olumlu etkilerinin olduğu bilinmektedir. Örneğin; bir İran Efsanesine göre Hz. İbrahim’in yetenekleri ve uzun ömürlülüğünün sebebi yoğurttur. Ayrıca Fransa Kralı 1. Francis’in keçi sütünden yapılan yoğurt sayesinde iyileştiği söylenir. Bu olaylar fermente sütlerin değerinin tanınmasını sağlamıştır (Akın, 2006).

Rus asıllı Bulgar bilim adamı Metchnikoff’un “On the Prolongation of Life” adlı kitabının 1907 yılında yayınlanmasından sonra yoğurdun popülaritesi artmış ve bu konuda yapılan araştırmaların sayısı önemli sayılara ulaşmıştır. 1921 yılında Retger ve Cheplin tarafından *L. acidophilus* kullanılarak fermente süt üretilmesi ve bununla

ilgili makalenin yayınlanması, 1948-1968 yılları arasında *B. bifidum*'un fermente süt ürünlerinde kullanılması, 1968'den sonra *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* türü bakteriler kullanılarak üretilen fermente süt ürünlerinin tüketiminde artışlar ve bu bakterilerin gelişme ortamlarında daha hızlı gelişebilmeleri için gerekli besin maddelerinin belirlenmesi ve bunlara ait geniş derlemeler yayınlanmıştır (Akın, 2006).

2.2.1. Yoğurt tanımı

Yoğurt, Türk Gıda Kodeksine uygun olarak, genellikle homojenize edilmiş sütün, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* bakterilerinden oluşan starter kültür ile laktik asit fermantasyonu sonucunda elde edilen fermente bir süt ürünüdür (Üçüncü, 2010).

Uluslararası Sütçülük Federasyonu, fermente sütü “tam yağlı, yağlı, yarım yağlı, az yağlı, yağsız süt, konsantre süt, süt tozuyla kuru maddesi artırılmış süt, homojenize veya homojenize edilmemiş, pastörize veya sterilizasyon işleminden sonra soğutulup özel laktik asit bakterilerini içeren starter kültürleriyle tek başlarına veya karışımları kullanılarak fermente edilmiş içerisinde tüketimden önce canlı laktik asit bakterileri içeren bir ürün” olarak tanımlamıştır (Akın, 2006).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliğine göre; yoğurt, fermantasyonda spesifik olarak *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un simbiyotik kültürlerinin kullanıldığı fermente süt ürününü ifade eder. Toplam Spesifik Miroorganizma en az 10^7 kob/g, etikette belirtilen toplam ilave mikroorganizma 10^6 kob/g olmalıdır. Fermente süt ürünlerinin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri Çizelge 2.2.'de sunulmuştur (GTHB, 2013a).

Çizelge 2.2. Fermente süt ürünlerinin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri (GTHB, 2013a)

	Fermente Süt Ürünü	Yoğurt	Asidofiluslu Süt	Ayran	Kefir	Kımız
Süt Proteini*(Ağırlıkça %)	En az 2,7	En az 3,0	En az 2,7	En az 2,0	En az 2,7	-
Süt yağı (Ağırlıkça %)	En fazla 10	En fazla 15	En fazla 15	-	En fazla 10	En fazla 10
Titrasyon asitliği (Laktik asit olarak ağırlıkça %)	En az 0,3	En az 0,6 En fazla 1,5	En az 0,6	En az 0,5 En fazla 1,0	En az 0,6	En az 0,7
Etanol (% hacim/ağırlık)	-	-	-	-	-	En az 0,5
Toplam Spesifik Mikroorganizma (kob/g)	En az 10 ⁷	En az 10 ⁷	En az 10 ⁷	En az 10 ⁶	En az 10 ⁷	En az 10 ⁷
Etikette Belirtilen Toplam İlave Mikroorganizma (kob/g) **	En az 10 ⁶	En az 10 ⁶	En az 10 ⁶	En az 10 ⁶	En az 10 ⁶	En az 10 ⁶
Mayalar (kob/g)	-	-	-	-	En az 10 ⁴	En az 10 ⁴

* Süt Proteini; Kjeldahl metodu ile belirlenen toplam azot miktarı x 6.38.

** Bu Tebliğ kapsamında yer alan ürünlerin üretiminde starter kültürlerle ilave olarak eklenen diğer starter ve/veya yan kültürler.

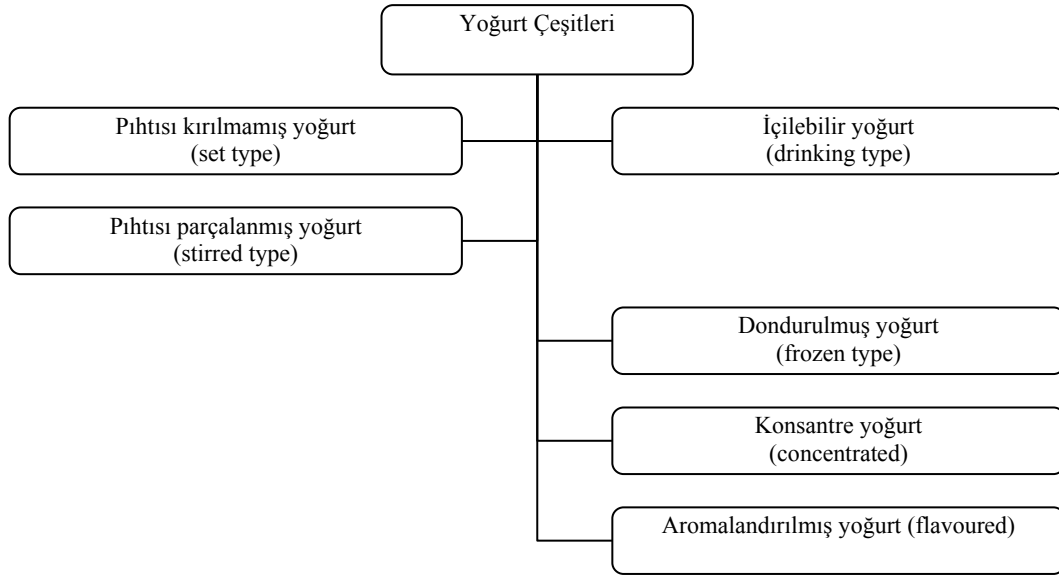
TS 1330'a göre yoğurt; TS 1018 ve/veya TS 1019 standardına uygun, tercihen homojenize edilmiş sütlerin, *S. salivarius* subsp. *thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* bakterilerinden oluşan starter kültür ile laktik asit fermantasyonu sonucunda elde edilen ve yoğurt kültürünü canlı olarak içeren bir fermente süt ürünüdür. Gıda Tarım Örgütü ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından yapılan tanıma göre yoğurt; süttozu, peynir suyu tozu, vb. süt ürünleri katılmış veya katılmamış süttten, *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* bakterilerinin etkisiyle laktik asit fermantasyonu sonucu kazanılan pıhtılaşmış süt ürünüdür (Üçüncü, 2010).

2.2.2. Yoğurt üretimi

Dünyada bölgesel olarak üretilip tüketilebilen birçok fermente süt ürünü olmasına rağmen, bunlardan sadece yoğurt gerçek anlamda uluslararası yayılım göstermekte başarılı olabilmektedir. Temel yoğurt üretim prosesinin uzun yıllardır pek fazla değişiklik göstermemiş olmasına karşın son yıllarda probiyotik starter kültür kullanımı yaygınlaşmıştır (Akın, 2006; Ashraf ve Shah, 2011).

Fermente süt ürünleri üretim miktarı, 2011 verilerine göre; Türkiye’de 1,5 milyon ton, AB-27’de 8,3 milyon ton, Rusya’da 2,5 milyon ton, Çin’de 3,9 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye’de 2012 yılı yoğurt üretimi özellikle yaz aylarında artmakta olup 1.052.657 ton olmuştur. Türkiye’de 2012 yılı kişi başı yoğurt tüketimi yaklaşık 28 kg’dır (IDF, 2013).

Ülkemizde özellikle pıhtısı kırılmamış yoğurt tüketimi geleneksel beslenmemizin önemli bir parçasıdır. Dünyadaki yoğurt tüketimi eğilimi ise genellikle meyveli, aromalı, tatlandırılmış pıhtısı kırılmış yoğurt şeklindedir (Aswal vd.,2012). Yoğurt teknolojisinde, özellikle pıhtısı kırılmamış yoğurt üretiminde pıhtı yapısı, yoğurt tat ve aroması tüketici için önemlidir. Ülkemizde yoğurt üretiminde kuru madde standardizasyonu %15 olarak gerçekleştirilmektedir. Bunun için uygulanan yasal olan başlıca yöntemler sütün evaporasyonla koyulaştırılması, süte süt tozu ilave edilmesi veya membran filtrasyon teknikleriyle sütün kuru maddesinin standardize edilmesidir (Üçüncü, 2010). Yoğurt endüstriyel olarak aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır (Şekil 2.1) (Aswal vd., 2012).



Şekil 2.1. Yoğurt çeşitleri (Aswal vd., 2012)

Yoğurtta inkübasyon süresi kullanılan kültürün bileşimine göre 40-45°C de 2,5-3,0 saattir. Fermantasyon sürecinde yoğurt bakterileri laktozu enzimatik hidrolize ederek glukoz ve galaktoza dönüştürürler. Glukoz, çeşitli aşamalardan geçerek laktik asite parçalanır. Sütte asitliğin artması, kazeine yani kalsiyum-kazeinat-fosfat kompleksine trikalsiyum fosfat halinde bağlı bulunan kalsiyum ve fosforun uzaklaşmasına, çözünerek ayrılmasına neden olur. Asitlik pH 5,2-5,3 düzeyinde iken kazein misellerinde destabilizasyon yani jelleşme başlar. pH'ın 5'in altına düşmesiyle "asit jel" oluşumu gerçekleşir ve kazeinin izoelektrik noktasına (pH 4,6) düştüğünde pıhtılaşma tamamlanır. *L. bulgaricus* kazeini peptitlere ve *S. thermophilus* peptitleri serbest aminoasitlere dönüştürür (Üçüncü, 2010).

S. thermophilus ve *L. bulgaricus* arasında simbiyotik bir ilişki vardır. Bu nedenle yoğurtta asit gelişimi tek kültür kullanımına göre daha hızlıdır. *S. thermophilus*'un laktik asit ve az miktarda formik asit üretimi, *L. bulgaricus*'un gelişimini desteklerken, *L. bulgaricus*'un amino asit üretimi de *S. thermophilus*'un gelişimini hızlandırmaktadır (Aswal vd., 2012).

Fermente süt ürünleri, kazeinin sindirilebilirliğini geliştiren laktik asitin L(+) ve D(-) izomerlerinin her ikisini de içermektedir. L(+) laktik asitin insan vücudunda

fizyolojik olarak kullanılabilir olmasına rağmen D(-) laktik asitin hücre metabolizması açısından önemli olmadığı görülmüştür. *S. thermophilus*, *L. bulgaricus*'dan hızlı gelişir ve bu nedenle L (+) laktik asit ilk olarak ardından D(-) laktik asit üretilir. *S. thermophilus* temel olarak L(+) laktik asit üretir. D(-) laktik asit *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* tarafından üretilir. *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*'dan daha fazla uçucu bileşen üretir. Depolama süresince asetaldehit miktarı düşerken diasetil miktarının arttığı görülmüştür. Asetaldehit miktarının ilk 6 gün yükselişte olduğu ancak 14.günden sonra azalışa geçtiği tespit edilmiştir. *L. bulgaricus*'un proteolitik aktivitesinin *S. thermophilus*'dan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Sarkar, 2008a; Akın, 2006).

Yoğurtta şimdiye kadar doksandan fazla aroma bileşeni tespit edilmiştir. Karbonil bileşiklerinden özellikle asetaldehit, diasetil, aseton, asetoin, asetik, formik, bütanoik ve propiyonik asit belirleyici rol oynar (Çizelge 2.3). Asetaldehit ve diasetil ise en önemli aroma bileşenleridir. Yoğurt yüksek sıcaklıklarda üretildiğinde asetaldehit üretiminden ağırlıklı olarak *L. bulgaricus*'un sorumlu olduğu öngörülmektedir. Çünkü *S. thermophilus*'un aldolaz aktivitesinin sıcaklık 30 °C'den 42 °C'ye yükselirken azaldığı tespit edilmiştir (Routray ve Mishra, 2011; Üçüncü, 2010). Lösin, lizin, sistin, aspartik asit, izölösin, tirozin, glutamik asit, metionin, gilislin ve histadin *L. bulgaricus* tarafından; formik asit, pürivik asit ve CO₂ ise *S. thermophilus* tarafından üretilmektedir (Sarkar, 2008a).

Çizelge 2.3. Yoğurt starter kültürü tarafından üretilen karbonil bileşikler ($\mu\text{g/g}$)
(Routray ve Mishra, 2011)

Organizma	Asetaldehit ($\mu\text{g/g}$)	Aseton ($\mu\text{g/g}$)	Asetoin ($\mu\text{g/g}$)	Diasetil ($\mu\text{g/g}$)
<i>S. thermophilus</i>	1.0-13.5	0.2-5.2	1.5-7.0	0.1-13.0
<i>L. bulgaricus</i>	1.4-77	0.3-3.2	..-2.0	0.5-13.0
Karışık kültür	2.0-41.0	1.3-4.0	2.2-5.7	0.4-0.9

2.2.3. Yoğurt benzeri fermente süt ürünleri

Yoğurt benzeri fermente süt ürünleri özel yoğurt olarak da adlandırılırlar ve çoğunlukla diyetetik veya terapötik amaçlarla üretilir, bioyoğurt veya probiyotik yoğurt olarak adlandırılmaktadır (Akın, 2006). *L. acidophilus* ve bazı *Bifidobacterium* türleri kullanılarak üretilen probiyotik ürünlerin; kolesterolü ve kan basıncını düşürücü, antimutajenik, antikanserojenik, anti-diyare, bağışıklık sistemini destekleyici, egzama ve gıda alerjilerini önleyici gibi terapötik özelliklerinin olduğu belirtilmiştir (Elizaquivel vd., 2011; Ashraf ve Shah, 2011).

Dünyada bugüne kadar 3500 çeşitten fazla fermente gıda üretildiği tahmin edilmektedir (Kabak ve Dobson, 2011). Özellikle *B. bifidum* ve *L. acidophilus* içeren 90'dan fazla çeşit "Acidophilus-Bifidobacterium" ürünü dünya piyasalarında bulunmaktadır (Sarkar, 2008a).

L. acidophilus içeren fermente süt ürünlerinin tüketilmesinin sindirim mikroflorasını dengede tutması, orijininin bağırsak florası olması nedeniyle ortamda kolaylıkla yaşayıp gelişebilmesi ve enterik patojen mikroorganizmaların inhibisyonu için bazı antagonistik maddeler üretmeleri, bu konuda yapılan çalışmaların önem kazanmasına sebep olmuştur. Ancak günümüzde bu tip fermente süt ürünlerinin tıbbi amaçlarla kullanımı henüz yaygın değildir (Akın, 2006).

Sadece *L. acidophilus* saf kültürü ile üretilebilen Acidophilus'lu Süt (Reform Yoğurt) ilk kez 1920 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde üretilmiştir. Acidophilus'lu süt uzun yıllar gastrointestinal rahatsızlıkların tedavisinde kullanılmıştır. İkinci Dünya Savaşı'nda antibiyotiklerin kullanıma girmesiyle ortaya çıkan antibiyotiğe bağlı diyarelerin tedavisinde de Acidophilus'lu süt kullanılmıştır. Bu ürünün 1 gramında 10-100 milyon canlı bakteri bulunur. Acidophilus'lu sütün tadı beğenilmediği için üretimi ve tüketimi zaman içinde azalmıştır. Henneberg 1934 yılında normal yoğurt florasına *L. acidophilus* ilave ederek yoğurt üretmiş, fakat halk bu yoğurdun değerini anlamadığı için yoğurt kadar popüler olmamıştır (Özden, 2008).

Bifidobacterium türlerini içeren fermente süt ürünleri genellikle Almanya, İngiltere gibi Batı Avrupa ülkeleri, Japonya ve ABD gibi ülkelerde üretilip tüketilen geleneksel olmayan ürünlerdir. İnek sütünden *Bifidobacterium* türü organizma kullanılarak üretilen, orta asitli, meyveli veya meyve aromalı olan ürünlerdir. *Bifidobacterium* türü organizmalar anne sütüyle beslenen çocukların sindirim sisteminin dominant mikroflorasını oluştururlar. Bu organizma; patojen bakterilere karşı antagonistik etki, asetik ve laktik asit üretimi, nitratin nitrite indirgenmesinin önlenmesi, azotun kullanımını geliştirerek çocuklarda ağırlık artışı, enterik infeksiyonlara karşı koruma, antibiyotik tedavisinde oluşabilecek bazı yan etkilerin ve sindirim sistemindeki düzensizliklerin önlenmesi gibi yararlı etkilere sahiptir (Akın, 2006).

Özge vd. (2008), araştırmalarında farklı inkübasyon sıcaklıklarında (25 °C ve 42 °C) %2 kefir destek kültürü ilavesi ile ürettikleri fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş yoğurt örneklerinde yaklaşık 4 log/mL yüksek düzeyde laktobasil ve 6 log/mL maya tespit etmişlerdir. Kefir destek kültürü kullanılan yoğurt örneklerinde, mayaların alkol fermantasyonu sonucu oluşan karbodiksitten kaynaklanan az sayıda orta büyüklükte gözenekler belirlenmiştir.

2.2.4. Yoğurt bakterilerinin probiyotik özellikleri

Yoğurdun zengin bir protein, kalsiyum, fosfor ve potasyum kaynağı olması nedeniyle beslenmede önemli bir yeri vardır. Yüksek bir Ca/Na oranına sahip olduğu için kemikleri osteoporoz ve artritten korur. Yoğurt ciltteki kolajenleri güçlendirerek iyi bir cilde sahip olmayı sağlar, kan basıncını, kötü kolesterolü ve kalp krizi riskini düşürür, bağırsakları kanserden korur, ülserle sebep olan *Helicobacter pylori*'nin gelişimini durdurur, vücudun savunma mekanizmasını güçlendirir (Aswal vd., 2012).

Akpınar vd, (2011) 30 çeşit ev yapımı yoğurtta yaptıkları çalışmada tüm *L. bulgaricus* suşlarının *E. coli*'ye ve tüm *S. thermophilus* suşlarının ise *Klebsiella pneumoniae*'ya karşı antimikrobiyal etki gösterdiklerini tespit etmişlerdir. Laktik asit bakterilerince üretilen; laktik asit, asetik asit, formik asit, hidrojen peroksit, diasetil, etanol gibi bileşikler antimikrobiyal bileşenler olup *L. bulgaricus* ve *S.*

thermophilus'un probiyotik bakteri olmalarından söz edilebilir. Yoğurt bakterilerinin sindirim sistemi enfeksiyonlarına sebep olan *Clostridium difficile* ve *Helicobacter pylori*'yi elimine ettikleri de belirlenmiştir. Birçok laktik asit bakterisi antibiyotiklere dirençli olduğu için her hangi bir bağırsak rahatsızlığında mikrobiyal dengesi bozulmuş bağırsak için faydalı etkileri de olabilmektedir. *L. bulgaricus*'un ürettiği “bulgarikan” isimli bakteriyosinin Gram (+) ve Gram (-) bakterilere karşı inhibitör etkisinin olduğu bilinmektedir.

Yoğurdun kanser, bağırsak rahatsızlıkları için terapötik etkilerinin olduğuna ve bağışıklık sistemini desteklediğine dair birçok çalışma mevcuttur. *L. delbrueckii* ve *S. thermophilus*'un laktoz sindirimini iyileştirdikleri ve böylece laktoz intoleransa iyi gelerek probiyotik kavramına uymaktadırlar. Ancak *L. delbrueckii*'nin potansiyel probiyotik özellikler göstermesine karşın probiyotik olarak adlandırılması konusunda çelişkili görüşler halen devam etmektedir (Guglielmotti vd., 2007).

Geleneksel yoğurt starter kültürleri *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, sindirim sisteminde canlılıklarını sürdüremedikleri ve kolonize olamadıkları için bağırsakta çok etkin rol oynayamamaktadır. Bu nedenle yoğurda *L. acidophilus*, *Bifidobacterium spp.* ve *L. casei* gibi probiyotik bakterilerin eklenmesi gündeme gelmiştir. (Ashraf ve Shah, 2011).

Dünya Sağlık Örgütü, geleneksel yoğurt tüketimini, çocuklarda görülen akut diyare rahatsızlığına karşı önermektedir. Özellikle yetişkinlerde, yoğurt tüketimi bağışıklık sistemini güçlendirmektedir. Bir yıl gibi uzun süreli yoğurt tüketiminin alerjik semptomları azalttığı insan denemelerinde tespit edilmiştir (Guarner vd, 2005).

2.2.5. Yoğurt tekstürü

Yoğurdun duyuşal özellikleri tüketicilerin tercihlerini önemli ölçüde etkilemektedir. Yoğurt gibi yarı katı gıdalarda, ürünün başlangıçtaki reolojik özellikleri ile tüketim sırasında algılanan yapısı önemlidir. Yoğurdun, dille damak arasında kolay dağılmayan, homojen, dolgun yapıda, serumu hemen ayrılmayan, pütürlü olmayan,

çatlak ve gaz kabarcığı bulundurmeyen bir yapıda olması istenir (Grygorczyk vd., 2013).

Jelatin, nişasta ve pektin jel yapısını güçlendirici katkıları olarak kullanılabilir (Bruzzone vd., 2013). Ancak bu tür katkıları bazen üründe istenmeyen bir tekstür, tat ve aromaya neden olabilir (Loveday vd., 2013). Ülkelerin gıda mevzuatına göre değişmekle birlikte, geleneksel yoğurda katkı maddesi ilave edilmesine Türkiye’de yasaktır (GTHB, 2013a). Süt tozu, peynir altı suyu tozu, kalsiyum kazeinat ve sodyum kazeinat gibi katkıları da yoğurdun kuru madde içeriğinin artırılmasında ve jel yapısının geliştirilmesinde kullanılabilir. Ancak bu tür katkıları maliyeti yüksektir (Loveday vd., 2013).

Isıl işlem ve inkübasyon sıcaklığı ve süresi yoğurt jel yapısını etkileyen bir diğer faktördür. Inkübasyon sıcaklığının çok düşük veya yüksek olması gevşek jel yapısına neden olmaktadır (Üçüncü, 2010). Homojenizasyon, yağ globüllerini küçülterek süt içinde eşit oranda dağılmasını ve böylece yoğurdun daha kıvamlı bir yapı kazanmasını sağlayan önemli bir proses basamağıdır (Loveday vd., 2013).

S. thermophilus, eksopolisakkarit (EPS) üretimi ile yoğurt tekstürüne katkıda bulunmaktadır. Protein-EPS etkileşimi yoğurt tekstürünü geliştirmekle birlikte yoğurt viskozitesi ile EPS konsantrasyonu her zaman doğru orantılı değildir (Purwandari vd, 2007). EPS gibi doğal kıvam artırıcıları aynı zamanda yoğurt starter kültürlerini faj ataklarına, toksik maddelere ve antibiyotiklere karşı korumaktadır (Gürsoy vd., 2010).

Son yıllarda enzimlerin etkisiyle proteinlerin modifiye edilmesi gıdaların fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesinde kullanılmaktadır. Transglutaminaz, proteinler (kazein) arasında çapraz bağ oluşturan bir transferaz enzimidir. Transglutaminaz pıhtısı kırılmamış yoğurta jel sıkılığını ve viskoziteyi artırmaktadır (Şanlı vd., 2011). Transglutaminaz enzimi, süt tozu ilavesine gerek kalmaksızın, kovalent interaksiyonu artırarak pıhtısı kırılmamış yoğurt jelinin su tutma kapasitesini ve ürünün reolojik özelliklerini geliştirmektedir. Keçi sütüne 2 U TG/g transglutaminaz enzimi uygulamasının pıhtısı kırılmamış yoğurdun duyuşal özelliklerini,

viskozitesini, jel yapısını geliştirdiği ve serum ayrılmasını azalttığı tespit edilmiştir (Domagala vd., 2013).

Tüketicilerin katkısız az yağlı yoğurt talebi üzerine, tekstürün yeni proseslerle geliştirilmesi gündeme gelmiştir. Yoğurt jel yapısının güçlendirilmesi için; yüksek basınçlı proses (HPP), yüksek basınçlı homojenizasyon (HPH), ultrasonik proses (USP) ve transglutaminaz enzimi (TG) kullanılması gibi yöntemler geliştirilmiştir. HPP ve TG ile HPH ve TG proseslerinin birlikte kullanımı diğer yöntemlere göre daha iyi sonuç vermektedir. Özellikle pıhtısı kırılmamış yoğurt üretiminde üç boyutlu jel yapının korunması ve serum ayrılmasının azaltılması önemlidir (Loveday vd., 2013).

2.3. Kefir

Geleneksel kefir, Karadeniz ve Hazar Denizi arasında Kafkasya'daki kuzey Kafkas Dağlarında yaşayan Türkler tarafından üretilmiş, her jenerasyon, kefir danelerini bir sonrakine aktararak devam ettirmiştir. Kafkasların uzun yaşam sırrının özellikle yüksek kefir tüketiminden kaynaklandığı belirtilmektedir. Geleneksel kefir, kefir danelerinin pastörize edilmiş ve oda sıcaklığına soğutulmuş süt içine ilave edilerek 24 saat 25 °C'de inkübe edilmesiyle yapılmaktadır. Fermantasyon tamamlandığında karbondioksitin etkisiyle kefir daneleri yüzeyde toplanmaktadır (Seydim, 2001). Kefir danesi yaşam için çok faydalı olan probiyotikleri özellikle laktik asit bakterilerini, asetik asit bakterilerini ve mayaları doğal olarak kendi bünyesinde çok zengin miktarda bulundurmaktadır. Kefir danesinin zengin mikrobiyal içeriği fermantasyon süresince süte geçmesi ve sütteki besin maddelerini kullanarak çoğalmasıyla diğer kefir elde edilir. Kefirin en önemli özelliği hem laktik asit hem de etanol fermantasyonlarının bir arada gerçekleşmesidir (Güzel-Seydim vd., 2011b). Kefir ayrıca; Kefyr, Kephir, Kefer, Kiaphur, Knapon, Kepi ve Kippi olarak da bilinmektedir (Sarkar, 2007; Ahmed vd., 2013).

Kefir, fermantasyonda spesifik olarak *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus* ve *Acetobacter* cinslerinin değişik suşları ile laktozu fermente eden *Kluyveromyces marxianus* ve laktozu fermente etmeyen *Saccharomyces unisporus*, *Saccharomyces*

cerevisiae ve *Saccharomyces exiguus* içeren starter kültürler ya da kefir danelerinin kullanıldığı fermente süt ürününü ifade eder (GTHB, 2013a).

Irigoyen vd. (2005) tarafından yapılan çalışmada, 24 saat fermantasyon sonucunda kefirin mikrobiyal içeriğinin sırasıyla; Laktobasil 10^8 kob/ml, Laktokok 10^5 kob/ml, Maya 10^6 kob/ml ve Asetik Asit Bakterileri 10^6 kob/ml olduğu kaydedilmiştir.

Kefir ve kefir danelerinin çeşitli klasik yöntemlerle belirlenmiş bakteri ve maya türleri arasında başlıca *Lactobacillus kefir*, *Lactobacillus kefiranofaciens*, *Lactobacillus kefirgranum*, *Lactobacillus parakefir*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Streptococcus cremoris*, *Acetobacter* sp. bakterileriyle *Saccharomyces*, *Candida* ve *Klyveromyces* mayaları bakımından zengin olduğu belirtilmiştir (Güzel-Seydim vd., 2010). Kefirin tadı asidik, ferahlatıcı ve hafif mayamsıdır. Kefir fermantasyonunda mayalar, etanol ve karbondioksit üretimi nedeniyle önemlidir. Keskin asit ve hafif mayamsı tat, maya kültürünün ürettiği karbondioksitten kaynaklanan ferahlıkla beraber olunca tipik kefir tadı ortaya çıkar. Kefirin pH'ı yaklaşık 4.5 olup alkol oranı %0.08- %2 (w/w) arasında değişmektedir (Güzel-Seydim vd., 2000a; Irigoyen vd., 2005). Kefir, karakteristik aromasını veren diasetil ve asetaldehit başta olmak üzere, etanol, asetoin, sitrik asit, orotik asit, hippürik asit ve prüvik asit gibi yaklaşık 40 çeşit aromatik bileşen içermektedir (Güzel-Seydim vd., 2000b; Kabak ve Dobson, 2011).

Güzel-Seydim vd. (2000a), tarafından kefirin uçucu aroma bileşenleri gaz kromatografisi-tepe boşluğu kullanılarak belirlenmiştir. Fermantasyon sonunda kefirde 6400 µg/g laktik asit ve 1440 µg/g sitrat tespit edilmiştir. Fermantasyon süresince asetik, propionik ve bütirik asit tespit edilememiştir.

Diasetil ve asetaldehit gibi en önemli tat-aroma bileşenlerinin üreticisi *S. lactis* subsp. *diacetylactis* ve *Leuconostoc* spp.'dir. Fermantasyon sırasında oluşan ve tat ve aromaya katkısı olan diğer başlıca bileşikler; laktik asit, asetik asit, pürivik asit, propiyonik asit, bütirik asit, hippürik asittir. Kefir, yoğurdun iki katı pürivik asit ve dokuz katı asetik asit içermektedir (Ahmed vd., 2013).

Güzel-Seydim vd. (2000b), çalışmalarında kefirin 4 °C'deki depolama süresince organik asit değerlerindeki değişimi UV dedektör kullanarak HPLC ile belirlemişlerdir. Kefirin 21 günlük depolama süresi sonunda; ataldehit miktarının 11 µg/g, asetoin içeriğinin 16 µg/g, etanol konsantrasyonunun %0.08, laktik asit miktarının ise 7739 ppm olduğunu tespit etmişlerdir.

Ertekin ve Güzel-Seydim (2010), yağsız sütte yağ ikame maddesi olarak Dairy Lo® (%2) ve inulin (%2) kullanımının kefirin duysal özelliklerinde her hangi bir olumsuzluğa neden olmadığını tespit etmişlerdir. Üretilen kefirlerin asetaldehit ve etanol içerikleri sırasıyla 2.89-7.28 mg/mL ve 151,46-323,89 mg/mL olarak belirlenmiştir.

Kefir ve diğer geleneksel fermente süt ürünleri arasındaki en önemli fark, kefir danelerinin içinde çok çeşitli bakterileri bulunduran kapalı matriks bir sisteme sahip olmasıdır. Kefir daneleri kefirde izole edilerek daha sonraki fermantasyon için tekrar kullanılabilir (Güzel-Seydim vd., 2005a; Ahmed vd., 2013). Yıllarca tekrar tekrar kullanılabilen danelerin daha sonra neden aktivitelerini yitirdiğiyle ilgili yeterince bilgi bulunmamakla birlikte uygun olmayan çevre koşullarından zarar gören danenin fizyolojik ve teknolojik özelliklerinin kaybolarak mikrobiyolojik dengesinin bozulduğu ve bu durumun “dananın hastalanması” olarak tanımlandığı belirtilmektedir (Kolakowski ve Ozimkiewicz, 2011).

Kefirin yüksek oranda amino asit, protein, fosfor, magnezyum ve kalsiyum içerdiği tespit edilmiş ve bazı araştırmacılar kefir fermantasyonu sırasında; pridoksin, vitamin B12, folik asit ve biotin miktarının artarken riboflavin ve tiamin miktarının düştüğünü, amonyak, lizin, alanin, treonin, serin miktarının arttığı belirlenmiştir (Ahmed vd., 2013).

Kefir ve Kefiranın Gram-pozitif, Gram-negatif bakterilere ve *Candida albicans*'a karşı antibiyotik aktivite gösterdiği yapılan çalışmalarda bildirilmiştir. Ayrıca *Aspergillus flavus* AH3 ve *Fusarium graminearum* CZ1 karşı antifungal etki gösterdiği, karaciğer için karsinogen madde olan Aflatoksin B1 üretimini önemli düzeyde engellediği tespit edilmiştir (İsmaiel vd., 2011).

Kefirin, *Salmonella*, *Helicobacter*, *Shigella*, *Staphylococcus*, *E. coli* gibi mikroorganizmaların patojen suşlarına karşı inhibisyon etkilerinin bulunduğu belirtilmektedir (Rodrigues vd., 2005; Vrese vd., 2011).

Kök-Taş vd. (2013), farklı fermantasyon koşullarında kefir danesi (%2) ve dansiz kefir starter kültürleri (%3) ile üretilen kefirlerin, mikrobiyolojik, kimyasal, reolojik ve duyuşal özelliklerinin benzer olduğunu tespit etmişlerdir. Ancak %10 CO₂ sağlanan ortamda %2 kefir danesi ile fermente edilen kefirin eksopolisakkarit içeriğinin, normal atmosfer koşullarında fermente edilen kefir örneklerine göre daha yüksek olduğu bu sayede kefirin terapötik etkisinin artabileceğini belirtmişlerdir.

Kefirin, sindirim sistemine ve bağışıklık sistemine, kolesterolü düşürme, laktoz intoleransı iyileştirme, antialerjik, antidiabetik, antioksidatif, antitumörjenik ve antikanserojenik etkileri gibi sağlık üzerine olumlu etkileri birçok bilimsel araştırma tarafından desteklenmektedir (Santos vd., 2003; Chen, 2005; Güzel-Seydim vd., 2006; Urdenata vd., 2007; Günerhan vd., 2009; Hong vd., 2011; Güzel-Seydim vd., 2011b; Ahmed vd., 2013). Bu özelliklerinden dolayı kefir 21. yüz yılın yoğurdu olarak tanımlanmıştır. Bundan dolayı kefirle ilgili araştırmalar son yıllarda önemli artış göstermiştir (Ahmed vd., 2013).

Kefirin, *E.coli*, *Salmonella typhi*, *Shigella sonnei*, *Candida albicans* ve *S. aureus*'a karşı antimikrobiyel etki gösterdiği (Silva vd., 2009) ve *Bacillus cereus* spor gelişimini önlediği tespit edilmiştir (Kakisu vd., 2013). *E.coli* O 157:H7 tarafından üretilen Shiga toksine karşı, kefirde izole edilen *Lactobacillus plantarum*'un antagonistik etki gösterdiği tespit edilmiştir (Kakisu vd., 2013). Organik asit, etanol, bakteriosin, hidrojen peroksit üretiminin kefirin antimikrobiyal etkisini açıklayan maddeler olduğu ve kefir jelinde bulunan laktik asit, asetik asit ve polisakkaritlerin yanık yarasını iyileştirici özelliğinin olduğu fare denemeleriyle ispatlanmıştır (Huseini vd., 2012).

Kefirin yüksek oranda laktik asit ve asetik asit içermesi nedeniyle hücrelerdeki DNA deformasyonunu azaltarak bağırsak kanserinin önlenebileceği *in vitro* modellemede ortaya konmuştur (Grishina vd., 2011). Alanin, serin, lisin, metiyonin ve threonin

gibi amino asitleri süt ve yoğurda göre daha yüksek oranda içermesi kefire antimutajenik özellik kazandırmaktadır (Güzel-Seydim vd., 2003).

Özellikle Sovyet lkelerinde, kefir kronik hastalılarda profilaktik olarak, mide bağırsak rahatsızlıkları, alerji ve hipertansiyon gibi hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır (Kabak ve Dobson, 2011; Ahmed vd., 2013).

Kefir rnleri karmaşık ve yapay beslenen bebek ve okul öncesi çocuklar için de kabul gören bir üründür; bu bağlamda *Bifidobacterium bifidum* içeren bifidokefirlerin normal kefiirlere göre ince bağırsak enfeksiyonlarını azaltmada daha etkili olduğu görülmüştür (Ahmed vd., 2013).

2.3.1. Kefir danesi

Kefir daneleri, küçük karnabahar veya mısır patlağı görünümündedir. Yuvarlak, beyaz-krem renginde, çapları 0.3-3.5 cm uzunluğunda, elastik ve sıkı bir tekstüre sahiptir (Zajsek vd., 2011; Papavasiliou vd., 2008). Genel olarak kefir danesinde 10^8 kob/g LAB, 10^6 - 10^7 kob/g maya ve 10^5 kob/g asetik asit bakterisi bulunmaktadır (Garrote vd., 2010). Kefir daneleri ‘‘Peygamber darısı’’ olarak da adlandırılır (zden, 2008).

Lactococcus lactis subsp. *lactis*, *Lactobacillus kefir*, *Lactococcus plantarum*, *Acetobacter* ve *Saccharomyces* her çeşit kefir danesinde bulunabiliyorken, *Leuconostoc mesenteroides*, *L. lactis* subsp. biovar *diacetylactis*, *Lactococcus parakefir* ve *Kluyveromyces marxianus* spesifiktir (Garrote vd., 2010).

Kök-Taş vd. (2012), tarafından yapılan çalışmada polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) yöntemi ile kefir danesinin mikroflorası belirlenmiştir. Türkiye’de üretilen kefir danelerinde *Lactobacillus helveticus*, *L. kefiranofaciens* subsp. *kefirgranum*, *L. kefiranofaciens* subsp. *kefiranofaciens*, *L. crispatus*, *L. acidophilus*, *S. thermophilus* ve *B. bifidum* tespit edilmiştir.

Kefiran üretiminin *Lactobacillus kefirgranum*, *Lactobacillus parakefir*, *Lactobacillus kefir* ve *Lactobacillus kefiranofaciens* tarafından gerçekleştirildiği ve Tibet'e özgü kefir danesinden izole edilen *L. kefiranofaciens*'in 1g/L kefiran üretebildiği tespit edilmiştir (Garrote vd., 2010). Kefiran eşit oranda D-glukoz ve D-galaktoz içeren suda çözünebilen bir polisakkarittir. Kefiran viskoelastik özelliklere sahiptir, teknolojik olarak asitli sütte viskozitenin geliştirilmesi için kullanılır (Garrote vd., 2010). Yüksek molekül ağırlığına sahip olan kefiran seyreltik çözeltilerde newtonian, yüksek konsantrasyonlarda ise psödoplastik özellik göstermekte olup gıdaların viskozitesinin artırılmasında gıda katkı maddesi olarak kullanılabilir. Kefiran kriyojenik uygulamadan sonra jel oluşturma özelliği kazanmakta olup yarı saydam, yapışkan, yüksek derecede su tutma kapasitesine sahip, ağız sıcaklığında eriyebilen bir forma dönüşmektedir (Piermaria vd., 2008). Laktik asit bakterilerinin ürettiği ekzopolisakkaritler GRAS (genel olarak emniyetli kabul edilen) statüsünde olması nedeniyle yoğurt gibi fermente süt ürünlerinde tekstürü geliştirmek için kullanılır (Zajsek vd., 2011). Kefir danesinden elde edilen kefiran, emülsifiye ve stabilize edici, yağ ikamesi ve jelleştirici olarak kullanılmakta olup aynı zamanda antifungal, antibakteriyel ve antitümör aktivite de göstermektedir (Tada vd., 2007; Zajsek vd., 2011).

Kefir danesi içerisinde geliştirilen asetik asit bakterilerin, ekzopolisakkarit üretimini ve biyokütle artışını olumlu yönde etkilediği, danenin mikroflorasında olumsuz bir değişikliğe neden olmadığı tespit edilmiştir (Özdemir, 2012).

Genellikle uzun ve kıvrık laktobasiller danenin iç kısımlarında kısa laktobasiller ise danenin dış kısmında gözlenmiştir. Mayalar ise aerobik olmalarından dolayı daha çok danenin dış kısmında gözlemlenmiştir. Ancak laktik asit bakterilerinin dane yüzeyine ve iç kısımlarına homojen olarak dağıldığı da rapor edilmiştir (Güzel-Seydim vd., 2005a). Laktokokların ise kefir danesinin dış yüzeyine çok zayıf bağlandığı ve yıkama sırasında da daneden uzaklaşmış olabileceği düşünülmüştür (Güzel-Seydim vd., 2010).

Danede yerleşik bulunan mikroorganizmaların türleri ve oranları danelerin orijinine ve üretim koşullarına göre değişebilmektedir. Kullanılan kefir danesinin mikrobiyal

içeriği, dane süt oranı, inkübasyon süresi ve sıcaklığı, kefir danelerin ayrılması ve yıkanması sırasındaki sanitasyon ve soğuk depolama koşulları kefir kalitesini ve mikroflorasını etkileyen unsurlardır (Güzel-Seydim vd., 2005a).

Endüstriyel üretimi kısıtlayan en önemli sebep olan kefir danelerinin nispeten yavaş gelişimlerinin hızlandırılmasıyla ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır. Güzel-Seydim vd. (2011a), %2 oranında peynir altı suyu protein izolatu ve inulin içeren süte %2 oranında kefir danesi inoküle etmiştir. Normal ve %6 CO₂ ortamlarında 25 °C'de, pH 4.6'da inkübasyon sonlandırmıştır. Her üç aktifleştirmeyi takiben kefir danelerinin ağırlıkları tartılarak kaydetmiştir. Danelerin biyokütle artışının takibi yanında laktobasil, laktokok ve maya içerikleri incelenmiştir. Normal ve CO₂ atmosferlerinde geliştirilen danelerin biyokütleleri ve mikrobiyolojik özellikleri kontrol örnekleri ile karşılaştırılmıştır. Dane biyokütlesindeki en fazla artışın normal atmosfer ortamında peynir altı suyu protein konsantratu ilaveli sütte (%392) olduğu tespit edilmiştir.

Kefirden izole edilen mikroorganizmaların liyofilizasyonu ile ilgili çeşitli çalışmalar (Golowczy vd., 2011a; Golowczyk vd., 2011b) bulunmasına karşın, doğal kefir tozu üretimi ve özelliklerinin tespitiyle ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Liyofilizasyon gıdalar ve özellikle mikroorganizmalar için uygun bir koruma yöntemidir. Bu yöntemin en büyük avantajı, depolama süresince özel gereksinim gerektirmemesi ve donmuş ürünlere göre liyofilize tozların kullanımının daha kolay olmasıdır. Yine de liyofilizasyon işleminde uygulanan soğutma hızı ve kullanılan kriyojenik ajanların hücrelerde yarattığı stres, canlı hücre kaybına neden olmaktadır. Kefirin dondurularak kurutulmasından önce %10 galaktoz ya da %10 sukroz ilavesinin hücrelerin sağ kalımını iyileştirdiği görülmüştür (Papavasiliou vd., 2008). Liyofilizasyon işleminde uygulanan düşük sıcaklık ve su aktivitesi mikrobiyolojik kültürlerin canlılıklarını olumsuz etkilemektedir. Karbonhidratlar ve süt proteinleri kriyoprotektan ajan olarak bakteri ve mayaların liyofilizasyon ve depolama süresince korunmasına yardımcı olur (Bolla vd., 2011). Kefir ve kefir danesinde bulunan bakteriler Çizelge 2.4.'de; kefir ve kefir danesinde bulunan mayalar ise Çizelge 2.5.'de sunulmuştur (Kök-Taş, 2010).

Çizelge 2.4. Kefir ve kefir danesinde bulunan bakteriler (Kök-Taş, 2010)

Laktobasiller	Kaynaklar
<i>Lactobacillus kefir</i>	Koreleva, 1991; Pintado vd., 1996; Takizawa vd., (1994); Kandler ve Kunath, 1983; Santos vd., 2003; Angulo vd., 1993; Garrote vd., 2001; Mobili vd., 2008
<i>Lactobacillus kefiranoferiens</i>	Fujisava vd., 1988; Takizawa vd., 1994; Santos vd., 2003; Wang vd., 2008; Vinderola vd., 2007
<i>Lactobacillus kefirgranum</i>	Takizawa vd., 1994
<i>Lactobacillus parakefir</i>	Takizawa vd., 1994; Garrote vd., 2001
<i>Lactobacillus brevis</i>	Ottogalli vd., 1973; Simova vd., 2002; Santos vd., 2003; Angulo vd., 1993; Mobili vd., 2008
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Garrote vd., 2001; Santos vd., 2003
<i>Lactobacillus helveticus</i>	Koreleva, 1991; Lin vd., 1999; Simova vd., 2006; Valasaki vd., 2007
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Ottogalli vd., 1973; Santos vd., 2003; Angulo vd., 1993
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	Koreleva, 1991; Angulo vd., 1993
<i>Lactobacillus casei</i>	Simova vd., 2002; Ergüllü ve Üçüncü, 1983; Karagözlü, 1990
<i>Lactobacillus paracasei</i>	Santos vd., 2003
<i>Lactobacillus fructivorans</i> <i>Lactobacillus hilgardii</i>	Yoshida ve Toyoshima 1994
<i>Lactobacillus fermentum</i> <i>Lactobacillus viridescens</i> <i>Lactobacillus gasseri</i>	Angulo vd., 1993
<i>Lactobacillus mesenteriodes</i> <i>Lactobacillus crispatus</i>	Garbers vd., 2004
Laktokoklar	
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	Ottogaldi vd., 1973; Ergüllü ve Üçüncü, 1983; Koreleva, 1991.; Pintado vd., 1996; Yüksekdağ vd., 2004; Dousset ve Caillet, 1993; Simova vd., 2002; Yoshida ve Toyoshima, 1994; Garrote vd., 2001; Angulo vd., 1993; Kojic vd., 2007; Mainville vd., 2006
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar <i>diacetylactis</i>	Garrote vd., 2001
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	Mainville vd., 2006
Streptokoklar	
<i>Streptococcus thermophilus</i>	Simova vd., 2002; Yüksekdağ vd., 2004
<i>Streptococcus cremoris</i> <i>Streptococcus faecalis</i>	Ergüllü ve Üçüncü, 1983; Karagözlü, 1990
<i>Streptococcus durans</i>	Yüksekdağ vd., 2004
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	Ottogaldi vd., 1973; Koreleva 1991; Lin vd., 1999; Garrote vd., 2001
Asetik Asit Bakterileri	
<i>Acetobacter aceti</i>	Rosi, 1978; Koreleva vd., 1991
<i>Acetobacter pasteurianus</i>	Ottogaldi vd., 1973
<i>Acetobacter</i> sp.	Garrote vd., 2001

Çizelge 2.5. Kefir ve kefir danesinde bulunan mayalar (Kök-Taş, 2010)

Mayalar	Kaynaklar
<i>Saccharomyces cerevesiae</i>	Rohm vd., 1992; Angulo vd., 1993
<i>Saccharomyces delbrueckii</i>	Rosi ve Rossi, 1978; Engel vd., 1986
<i>Candida kefir</i>	Engel vd., 1986; Angulo vd., 1993; Marshall, 1993; Berruga ve Sanjose, 1997
<i>Klyveromyces lactis</i>	Engel vd., 1986; Angulo vd., 1993; Marshall vd., 1993; Latorre Garcia vd., 2007
<i>Issatchenka occidentalis</i>	Latorre Garcia vd., 2007
<i>Saccharomyces unisporus</i>	Latorre Garcia vd., 2007
<i>Saccharomyces exiguss</i>	Latorre Garcia vd., 2007
<i>Saccharomyces humaticus</i>	Latorre Garcia vd., 2007
<i>Klyveromyces marxianus</i>	Berruga ve Sanjose, 1997; Wang vd., 2008
<i>Saccharomyces turicensis</i>	Wang vd., 2008
<i>Pichia fermentans</i>	Wang vd., 2008

2.4. Probiyotik Bakteriler

Probiyotik kelimesi bugün kullanıldığı anlamı ile ilk kez 1974 yılında Parker tarafından kullanılmıştır. Probiyotik bakteriler oksijen toleransına göre anaeroplara ve fakültatif anaeroplara olmak üzere iki ana grupta değerlendirilebilir. Probiyotik bakteriler Gram (+), sporsuz, çubuk şeklindedir (Doğan, 2012).

Probiyotik mikroorganizma, gıdalarla belirli miktarlarda alındığında insan sağlığını olumlu yönde etkilediği kanıtlanmış olan canlı mikroorganizma suşlarıdır (GTHB, 2013b). Genel olarak probiyotik özelliğe sahip mikroorganizmalar *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus fermentum*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium infantis*'dir (Elizaquivel vd., 2011; Wang vd., 2012).

Probiyotikler insan bağırsağındaki bakterilerin, özellikle de patojen bakterilerin kolonizasyonunu önleyerek bağırsak rahatsızlıklarını gidermede etkili olan birçok mekanizmayı harekete geçirirler. Bu mekanizmalar aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır.

- Antimikrobiyal maddelerin üretilmesi, bağırsaklarda istenmeyen mikroorganizmaların çoğalma hızını kontrol eder (laktik asit, asetik asit, bakteriyosin, hidrojen peroksit vb.). Laktik asit ortamın pH'nı düşürerek diğer bakteriler için uygun olmayan bir ortam yaratmaktadır. *L. acidophilus* Gram (+)

ve Gram (-) bakterilere karşı etkili olan asidofilin ve laktosidin adı verilen antimikrobiyal bileşikler üretmektedir.

- Probiyotik bakteriler bağırsak yüzeyine kolonize olarak istenmeyen bakterilerin tutunmasını engeller,
- Kompetitif olarak besinlerin patojen bakteriler tarafından kullanılmasına engel olurlar,
- Savunma sistemini güçlendirirler (Gülmez ve Güven, 2002; Guarner vd, 2005; Granato vd., 2010; Doğan, 2012).

Özellikle Amerika ve Avrupa'da hızla yaşanan nüfusun; yaşam tarzından kaynaklanan ve yaşlanmaya bağlı olarak gelişen hastalıkların önlenmesi ve geciktirilmesi için sağlığa faydalı etkileri olan, iyi hissettiren fonksiyonel gıdalara olan talebi artmıştır. Bağışıklık sistemi zayıflamış çocuklar ve yetişkinlerde görülen bağırsak düzensizliğine bağlı birçok semptom ve hastalık probiyotik gıdaların tüketilmesiyle önlenilmekte ve azaltılabilmektedir (Mattila-Sandholm vd., 2005).

2.4.1. Probiyotik bakterilerde aranan özellikler

Probiotik özellikteki bakterilerde bulunması gerekli özellikler şunlardır:

- Biyolojik açıdan güvenilir, iyi bilinen, tercihen normal insan bağırsak kökenli bir suş olmalı,
- Bağırsakta canlı kalabilme, tutunma ve çoğalma özelliğine sahip olmalı,
- Antibiyotiklere dirençli olmalı, antimikrobiyal madde üretebilmeli,
- Stabil olmalı, düşük pH ve safra tuzlarından olumsuz etkilenmemeli,
- Üretim ve depolama sırasında gıdada canlılık ve aktivitesini koruyabilmelidir (Çınar ve Dayısoylu, 2005; Guarner vd, 2005; Gürakan vd., 2010; Granato vd., 2010; Savard vd, 2011).

2.4.2. Probiyotik bakterilerin sağladığı yararlar

Probiyotik bakterilerin sağlık yararları aşağıdaki gibidir:

- Beslenme açısından yararları; folik asit, niasin, biotin, pantotenik asit, B₆, B₁₂, tiamin, riboflavin sentezlenmesi, laktoz kullanımının ve mineral madde alınımının artırılması,
- Profilaktik etkileri; vücudun savunma mekanizması üzerine olumlu etkisi, antikansorejen etkisi, toksik bileşiklerin azaltılması,
- Terapötik etkisi; laktoz intolerans ve bağırsak enfeksiyonlarının (*Candida enteritis* ve *Helicobacter pylori*) kontrol altına alınması, antikolesterol, antikansorojen, idrar yolları enfeksiyonlarının, rotavirüs diyaresinin, osteoporozun engellenmesi, tümörlerin baskılanması (Kılıç, 2008; O'Connell, 2009; Granato vd., 2010; Lee vd., 2013).

2.4.3. Probiyotik gıdaların etiketlenmesi

Türk Gıda Kodeksi Etiketleme Yönetmeliğine göre probiyotik gıdanın en az 1×10^6 kob/g canlı mikroorganizma içermesi gerekmektedir. Bu durumda etikette “Bu gıda probiyotik mikroorganizma içerir. Probiyotik mikroorganizmalar sindirim sistemini düzenlemeye ve bağışıklık sistemini desteklemeye yardımcı olur” ifadesi yer alabilir (GTHB, 2013b).

- İçindekiler
- Cins, tür, suş tanımı
- Depolama koşulları
- Üretici firma iletişim bilgileri
- Sağlık beyanı
- Önerilen sağlık yararının elde edilebilmesi için tüketilmesi gereken porsiyon miktarı ve raf ömrü süresince gıdada bulunacak minimum canlı bakteri sayısı bilgisi probiyotik içeren gıdaların etiketlerinde yer almak zorundadır (Sarkar, 2013).

2.4.4. *Lactobacillus acidophilus*'un genel özellikleri

Lactobacillaceae ailesinin *Lactobacillus* cinsi Gram (+) bir bakteridir. Bu bakteri literatürde *Bacillus acidophilus*, *Mycobacterium lacticum* ve *Thermobacterium intestinal* olarak da isimlendirilmiştir. Çubuk şeklinde 0,6-0,9 mikron kalınlığında, 1,6-6 mikron uzunluğundadır. Optimum 37 °C'de üremektedir. *L. acidophilus* bağırsak orijinli bir bakteri olduğundan genellikle süt emen çocukların dışkılarından izole edilir. İnsan sağlığı üzerinde olumlu özelliklere sahip *L. acidophilus*, *B. bifidum* 1900 yılında izole edilmiştir. *L. acidophilus*, çubuk şeklinde, hareketsiz, gram (+), katalaz (-), anaerob ya da fakültatif anaerob bir bakteridir. Homofermantatif olup, sütte %0,3-1,9 oranında DL laktik asit üretebilmektedir. Optimum 37 °C'de, pH 5,5-6'da gelişir (Özden, 2008). *L. acidophilus* ile üretilen probiyotik ürünler Çizelge 2.6.'da sunulmuştur (Kılıç, 2008).

Çizelge 2.6. *Lactobacillus acidophilus* ile üretilen probiyotik ürünler (Kılıç, 2008)

ÜRÜN ADI	MİKROORGANİZMA
Acidophilus Yoğurdu	<i>L. acidophilus</i> , Yoğurt Kültürü
ACO Yoğurdu	<i>L. acidophilus</i> , Yoğurt Kültürü
AB Yoğurdu	<i>L. acidophilus</i> , <i>B. bifidum</i> , Yoğurt Kültürü
Acidophilus Sütü	<i>L. acidophilus</i>
Tatlı Acidophilus Sütü	<i>L. acidophilus</i> , <i>B. bifidum</i>
Ekşi Acidophilus Sütü	<i>L. acidophilus</i> , <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactislactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactislactis</i> bv. <i>diacetylactis</i> , <i>Leu. mesenteroides</i> ssp. <i>dextranicum</i>
Acidophilus Maya Sütü	<i>L. acidophilus</i> , Bira, Ekmek veya Şarap Mayası
AB-Fermente Sütü	<i>L. acidophilus</i> , <i>B. bifidum</i>
AB-38 Fermente Sütü	<i>L. acidophilus</i> , Mezofilik Laktik Asit Bakterileri
Acidophilus Paste	<i>L. acidophilus</i>
Acidophilus'lu Yayıkalıtı İçeceği	<i>L. acidophilus</i>
Acidophilus Peyniri	<i>L. acidophilus</i> , Peynir Kültürü
Acidophilus Tereyağı	<i>L. acidophilus</i> veya <i>L. acidophilus</i> ile termofil süt asiti bakterileri
Acidophilus Süttozu	<i>L. acidophilus</i>
Acidophilin	<i>L. acidophilus</i> , <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i> , Kefir Kültürü
Acidophilus Quarkı	<i>L. acidophilus</i> , Şarap Mayası
Acidophilus'lu Tablet	<i>L. acidophilus</i>

Lactobacillus acidophilus'un genel özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Üst gastrointestinal kanaldan geçerek ince bağırsak ve kolona ulaşarak kolonize olabilir,
- Laktik asit üretir ve kolon florasını düzenler. *Lactobacillus* türleri, ince bağırsakta yaşayabilir ve çok sayıda bulunurlar,
- Acidophilin adı verilen bir antibiyotik üretir ve bu nedenle antibakteriyel özelliği vardır (*E. coli* ve diğer patojenlere etkilidir),
- *Lactobacillus acidophilus* antibiyotiklere ve mide bağırsak salgılarına dayanıklı olduğundan bağırsaklara kolayca adapte olur ve kolonize olur,
- Bağırsak florasını düzeltmek için çeşitli bağırsak hastalıklarında yıllardır kullanılmaktadır (Özden, 2008; Saarela, 2009).

2.4.5. Bifidobakterilerin genel özellikleri

Bifidobakterilerden, *Bifidobacterium bifidum* 1980'de Tissier tarafından izole edilmiştir. Lactobacillaceae familyasından Bifidobacterium cinsinde bulunan bu bakteriler birçok cins içinde yer almıştır. Anne sütü ile beslenen bebeklerin kolonunda hakim olan bakteridir ve floranın yaklaşık %99'unu oluşturduğunu bildiren yayınlar vardır. İnsanlardan, hayvanlardan, bal arılarından olmak üzere birçok bifidobakter türü izole edilmiştir. Son yıllarda bu bakterilerin özellikleri ve insan sağlığı üzerine olan yararları konusunda yoğun çalışmalar vardır (Özden, 2008).

Bifidobakteriler Gram (+), sporsuz, çubuk şeklinde, içinde metilen mavisi ile boyanan granüller bulunan, asit ve alkole dayanıklı, CO₂ varlığında oksijeni bazı türler tolere etmesine rağmen anaerobik bakterilerdir. Optimum 37-41 °C'de gelişirler. Optimum pH 6,5-7,0'dir. İnsandaki türlerinin hepsi glikoz, galaktoz, laktoz, özellikle fruktozu karbon kaynağı, amonyağı da azot kaynağı olarak kullanırlar (Özden, 2008; Kılıç, 2008; Doğan, 2012).

Bifidobakteriler kalın bağırsakta koloni oluşturabilir. Ortam pH'nın 4,5- 5'den düşük ve 8-8,5'dan yüksek olduğu koşullarda gelişimleri olumsuz etkilenir. Bifidobakteriler, glikoz metabolizmasının yıkım ürünleri olarak asetik asit ve laktik

asit üretirler. Bifidobakteriler ve bazı laktik asit bakterilerinin %1' lik safra ortamında aktivitelerine devam ettiği tespit edilmiştir. Probiyotik bakterilerin ayrıca proteolitik enzimler (pH 2.5–9.0) ürettiği gözlemlenmiştir. Böylece normal bağırsak mikroflorasında bu bakterilerin proteinleri metabolize ettiği sonucuna varılmıştır (Doğan, 2012).

Maya ekstraktı ve süt proteinlerinin bifidobakterilerin gelişimini artırdığı ve yoğurda askorbik asit ve sistein eklenmesinin Bifidobakterilerin yoğurttaki canlılıklarını geliştirdiği belirtilmektedir (İbrahim ve Carr, 2006).

Tissier 1900 yılında Y formundaki bakterileri çocukların gaitalarında tespit etmiş ve *Bacillus bifidus communis* adını vermiştir. Bu bakteriler V veya Y şeklinde zincir veya tek tek bulunur. Ortamdaki birçok faktör morfolojilerini değiştirir. Bifidobacterium popülasyonu yetişkinlerde yaşla azalır. *B. longum* sıçanlarda karaciğerdeki tümörler üzerinde antitümör etkiye sahiptir. *B. bifidum* ve *B. longum*'un antimikrobiyal aktiviteleri enterobakterler, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis* ve *Pseudomonas auriginosa*'ya karşı önemli düzeyde yüksektir (Kılıç, 2008).

İnsanlardan izole edilen bakteriler;

- *Bifidobacterium bifidum*
- *Bifidobacterium infantis*
- *Bifidobacterium breve*
- *Bifidobacterium adolescentis*
- *Bifidobacterium angulatum*
- *Bifidobacterium catenulatum*
- *Bifidobacterium pseudo catenulatum*
- *Bifidobacterium dentim*

Bifidobakterilerin genel özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Bifidobakteriler metabolik olaylar sürecinde asetik asit, laktik asit, azda olsa formik asit oluşmasına neden olurlar. Ürettikleri asitler ortamdaki pH'ı düşürür. Böylece alkali ortamda gelişen, arzu edilmeyen bakterilerin üremesine mani

olurlar. Asetik asidin gram negatif bakterilere karşı antagonist etkisi laktik asitten daha güçlüdür.

- Mide asidine, pankreas dış sekresyonuna ve safraya dirençli olduklarından ince barsağa ve kolona geçerek kolonize olma şansları yüksektir.
- Bu bakteriler epitele yapışmak veya kolonizasyon için patojen bakteriler ile yarış içine girerler.
- Kolon florasındaki mikroorganizmalar antibakteriyel faktörler üretirler. Bu maddeler *E. coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Staphylococcus* ve *Bacillus* cinsleri dahil bir çok bakterinin üremesini inhibe ederler. Böylece patojenlerin kolonize olmalarını önlerler.
- Bifidobakteriler nitratları nitritlere indirgeyen mikroorganizmaların üremesini önlerler.
- Gastrointestinal enfeksiyonlara karşı koruyucu etki gösterirler. Bu özelliklerden dolayı Bifidobakterilerden *B. bifidum*, *B. longum*, *B. breve*, *B. infantis* bebek gaitasından izole edilerek bazı fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanılmıştır. Son yıllarda yeni Bifidobakteri suşları da devreye girmiş ve yeni süt ürünlerinin üretiminde kullanılmaktadır (Özden, 2008). *Bifidobacterium* türleri ile üretilen probiyotik ürünler Çizelge 2.7.'de görülmektedir (Kılıç, 2008; O'Connell, 2009; Aswal vd, 2012).

Çizelge 2.7. *Bifidobacterium* türleri ile üretilen probiyotik ürünler (Kılıç, 2008).

ÜRÜN ADI	MİKROORGANİZMA
Bifidus Sütü	<i>B. bifidum</i> veya <i>B. longum</i>
Bifighurt	<i>B. bifidum</i> , <i>S. salivarius</i> ssp. <i>thermophilus</i>
Biogarde	<i>B. bifidum</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>S. salivarius</i> ssp. <i>thermophilus</i>
Biokys	<i>B. bifidum</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i>
Bifidus Yoğurdu	<i>B. bifidum</i> veya <i>B. longum</i> , <i>S. salivarius</i> ssp. <i>thermophilus</i> , <i>L. delbrueckii</i> spp. <i>bulgaricus</i>
Cultura	<i>B. bifidum</i> , <i>L. acidophilus</i>
Mil-Mil	<i>B. bifidum</i> , <i>B. breve</i> , <i>L. acidophilus</i>
Proyoghurt	<i>B. bifidum</i> ve/veya <i>L. acidophilus</i> , <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i> bv. <i>diacetilactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>cremoris</i>

2.5. Fonksiyonel Yoğurt Üretimi ile İlgili Çalışmalar

Özellikle Amerika, Avrupa ve Japonya'da; insan ömrünün uzaması ve bu nedenle yaşlı nüfusun daha kaliteli ve sağlıklı bir yaşam sürmek istemesi, artan sağlık giderlerinin azaltılması için gıdaların, besleyici olmasının yanı sıra bazı hastalıkların oluşma riskini azaltması ve sağlığı geliştirici etkilerinin bulunması bilinçli tüketiciler tarafından aranan bir özellik olmuştur. Bu nedenle fonksiyonel gıdalar son yıllarda ticari sektörün, akedemisyenlerin, yasa düzenleyicilerin ve tüketicilerin ilgi odağı haline gelmiştir. Fonksiyonel gıdanın geliştirilmesi ve ticaretinin; kompleks, pahalı ve riskli olması nedeniyle ancak uluslararası şirketler bu olumsuzlukların üstesinden gelebilmektedir (Granato vd., 2010). Fonksiyonel gıdalar tüketiciler tarafından ekonomik bir tedavi yöntemi olarak algılanmaktadır (Bhat ve Bhat, 2011).

Fonksiyonel gıda terimi ilk olarak 1980'lerin başında Japonya'da özel hazırlanmış fizyolojik etkili gıdalar olarak; besleyici özelliğinin yanında bireyin sağlığı, fiziksel performansı ve ruhsal durumu üzerine olumlu etkiler yapan gıdalar olarak tanımlanmıştır (Erbaş, 2006).

Birçok ülkede fonksiyel gıdalar için yasal düzenlemeler yeterince oluşturulmamış olup tüketiciler açısından gıda-sağlık ilişkisi, yanlış anlaşılmalara yol açabilmektedir. Japonya'da 500'den fazla fonksiyonel gıdanın üretilmesine FOSHU (Foods for Specified Health Use) direktifince izin verilmiştir (Granato vd., 2010).

Fonksiyonel gıdalar; doğal olarak içerdikleri bileşenleri ile besin gereksinimlerini karşılamanın yanı sıra, sağlık açısından yarar sağlayan, biyoaktif bileşenleri içeren, kimyasal koruyucu içermeyen, hastalıklardan korunmada etkili olabilen, yaşam fonksiyonları üzerinde olumsuz etki yapabilecek öğelerden arındırılmış ve yaşam kalitesini yükselten, iyi hali geliştirici besinler olarak tanımlanmaktadır (Çınar, 2005; Erbaş, 2006). Fonksiyonel gıdalar; geleneksel (doğal) gıdalar (sebzeler ve meyveler), modifiye gıdalar (fortified, enriched, enhanced) (Ca zenginleştirilmiş portakal suyu, folik asitli ekmek, bitkisel sterol içeren margarinler vb.), tıbbi amaçlı gıdalar (fenilalanin içermeyen gıdalar, diabetik gıdalar vb.) ve özel beslenme amaçlı gıdalar

(bebek mamaları, gluten, laktoz içermeyen gıdalar vb.) olarak sınıflandırılmaktadır (Granato vd., 2010).

Gıdanın fonksiyonel olabilmesi için biyoaktif bileşikler, probiyotik mikroorganizmalar, prebiyotik maddeler veya prebiyotik ve probiyotik karışımı (simbiyotik) gibi etkenlere sahip olması gereklidir (Erbaş, 2006; Gürakan vd., 2010). Son yıllarda süt sektöründe fonksiyonel gıdalar söz konusu olduğunda probiyotikler ön plana çıkmaktadır. Probiyotik kelimesi Yunanca'da "yaşam için" anlamına gelmektedir (Granato vd., 2010).

Probiyotik organizmaların en önemli taşıyıcısı fermente süt ürünleridir. Probiyotik taşıyıcısı olarak fermente süt ürünleri arasında ise yoğurt en ön sırada yer alır. *L. acidophilus* ve *Bifidobacteria* içeren ürünlerin sağlığa faydalarını kanıtlayan birçok çalışma mevcut olup dünya çapında 100'den fazla probiyotik fermente süt ürünü bulunmaktadır. Sağlık yararı elde edebilmek için ürünün raf ömrü süresince en az 10^6 kob mL^{-1} probiyotik bakteri içermesi ve günlük alınması gereken terapötik dozun ise 10^8 - 10^9 kob mL^{-1} olması gerektiği öngörülmektedir (Tamime vd., 2005).

Literatürde canlı olmayan mikroorganizmaların da sağlığa yararlı etkilerinin olduğu gösterilmektedir. Canlı olmayan mikroorganizma ya da mikroorganizma ekstraktları için de parabiyotik (hayalet probiyotikler) teriminin kullanılması önerilmektedir (Taverniti ve Guglielmetti, 2011).

Tüketicilerin çeşitli kronik hastalıkların tedavisinde alternatif olabilecek fonksiyonel özellikleri olan gıdalara talebinin artması, yüksek sağlık harcamaları, yaşam kalitesi, yaşlanma süreci gibi faktörler doğal kefir tanelerini de içeren fonksiyonel gıdaların gelişimine yol açmıştır. Fermente sütlerde bulunan probiyotikler ve biyolojik aktif maddelerin diğer gıdalarda bulunanlara göre daha güvenilir olduğu düşünülmektedir. Yoğurt, kefir, yakult, kıymız, miso, natto, kimchee gibi fermente süt ürünleri probiyotik özelliklerinden dolayı uzun zamandır kullanılan ürünlerdir (Ahmed vd., 2013).

Probiyotik bakterilerin sağlığa faydalı etkilerini gösterebilmesi için probiyotik gıdada en az 10^6 kob/g canlı hücre konsantrasyonunda bulunması gerekmektedir. Bu derece yüksek miktarda gıdada bulunmasının istenmesinin nedeni mide ve bağırsak sisteminden geçerken miktarında azalma olmasıdır. Yapılan çalışmalarda birçok probiyotik bakterinin sütte zayıf gelişme gösterdiği ve özellikle yoğurtta çok da yüksek canlılık gösteremedikleri belirtilmiştir. Yoğurtta bulunan probiyotik bakterilerin canlılığı; seçilen suşa, türler arasındaki etkileşime, bakteriyel metabolizma sonucu üretilen hidrojen peroksit, ürünün asitliğine, ortamda mevcut besinlere, gelişimi önleyici ya da destekleyici maddelerin varlığına, şeker konsantrasyonuna, çözünmüş oksijene ve ambalajdan geçen oksijene bağlıdır. Yüksek oksijen varlığında anaerobik olan Bifidobakterilerin canlılık ve gelişiminin olumsuz etkilendiği, *L. acidophilus* asitli ortama *Bifidobacterium* spp.'dan daha dayanıklı olduğu görülmüştür (Tamime vd.,2005; Granato vd.,2010).

Probiyotik kültürlerin canlılığını olumsuz yönde etkileyen oksidatif stresin üstesinden gelebilmek için; kültür ilavesi sırasında nitrojen gazı verilmesi, kimyasal maddelerle veya gazlarla ortamın redoks potansiyelinin modifiye edilmesi, oksijen toleransı yüksek suşların kullanılması ya da redoks potansiyelini düşürücü *Lactococcus lactis* gibi suşların ortama eklenmesi gibi teknolojik çözümler önerilmektedir (Cruz vd., 2011).

L. acidophilus ve *Bifidobacterium* spp. bir miktar β -galaktosidaz aktiviteye sahip olsa da bu miktar kendi gelişimleri için gereken amino asit ve küçük proteinleri sağlamakta yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle ortama kazein, peynir altı suyu proteinleri, maya ekstraktı, glukoz ve vitamin eklenmesi *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp.'in sütteki gelişimine katkıda bulunmaktadır. Fermente süt ürünlerine eklenen süt proteinleri tamponlama özelliği ile probiyotiklerin daha iyi yaşamasını sağlamaktadır. Laktuloz ve oligosakaritler gibi kompleks karbonhidratları sadece Bifidobakteriler kullanabilir bu maddelere prebiyotik ya da bifidus faktörü denir. Prebiyotikler Bifidobakterilerin bağırsaktaki gelişimine destek olur (Tamime vd., 2005).

Probiyotik yoğurtta bulunan *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp.'in canlı hücre kaybına neden olan en önemli faktör ortamdaki organik asitlerin artmasıyla beraber pH'daki düşüştür. Probiyotik organizmaların proteolitik aktiviteleri, *L. delbruekii* ssp. *bulgaricus* Lb1466'nın gelişimini artırırken, bu organizmanın laktik asit üretimi *B. lactis* B94 ve *L. paracasei* L26'nın canlılığını etkilemektedir. *B. lactis* B94'ün *L. acidophilus* L10'a göre yoğurt asitliğine daha duyarlı olduğu tespit edilmiştir. *Bifidobacterium* spp.'nin yoğurtta düşük oranda canlılık gösterdiği ve üretimden kısa bir süre sonra bile sayısının hızla azaldığı belirlenmiştir. *L. acidophilus*'un 28 günlük raf ömrü boyunca yoğurtta, geleneksel yoğurt kültüründen daha iyi seviyede canlılığını sürdürebildiği rapor edilmiştir (Donkor vd., 2006).

B. bifidum BB-02'nin depolama süresince *S. thermophilus*'un antagonistik etkisinden olumsuz etkilendiği, *L. bulgaricus*'un simbiyotik etkisiyle ile daha iyi bir gelişim gösterdiği rapor edilmiştir. *L. bulgaricus*'un proteolitik aktivitesinin sonucu olan serbest amino asitler Bifidobakterlerin gelişimini sağlamaktadır. AB Yoğurduna işlenecek süte laktuloz eklenmesinin, inülün eklenmesinden daha çok *B. bifidum* BB-02 ve *L. acidophilus* LA-5 canlılığını depolama süresince (10^7 kob/g) istenen seviyede tuttuğu görülmüştür (Özer vd., 2005).

Bifidobacterium spp. yoğurtta asetik asit ve propionik asit sentezini uyarmaktadır (Sarkar, 2008a). Fazla ekşimeyen orta düzeyde yoğurt isteniyorsa, *L. bulgaricus* yerine probiyotik özelliği olan *Lactobacillus* türleri ve Bifidobakteriler kullanılır. Bu amaçla L(+) laktik asit üreten *B. bifidum* ve hem L(+) hem de D (-) laktik asit oluşturan *L. acidophilus* bakterileri içeren kültür kullanılır. Bu kültüre kısaca AB kültürleri denir (Üçüncü, 2010). *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus*'un alkol dehidrogenaz enzimleri sayesinde asetaldehit etanole dönüşmektedir (Özer vd., 2005).

Çeşitli bakteriyel kültürlerin ve probiyotiklerin raf ömrünü uzatan mikroenkapsülasyon yöntemi ile mikroorganizmaların kontrollü salınımı sağlanarak, gıdada çoğalması ve istenmeyen tat oluşumu da önlenmektedir. Mikroenkapsülasyonlu *L. acidophilus*'un manda sütünden yapılan yoğurtta; 28 günlük bir depolama sonunda 7.9-7.5 log kob/g, serbest hücrelerin ise 4.4-4.9 log

kob/g seviyesinde olduğu ve mikroenkapsülasyonla hücre canlılığının 7 °C’de 120 gün istenen seviyede korunabileceği gösterilmiştir (Shogi vd., 2013).

Bifidobacterium spp., üründe yüksek miktarlarda bulunduğunda uzun fermentasyon sonucunda önemli miktarda asetik asit oluştururken, *L. acidophilus* asetaldehit ve laktik asit üretmekte olup böylece “bio” yoğurt aroması oluşmaktadır. Probiyotik mikroorganizmalar arasında en çok kullanılan *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* cinsleridir. *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp.’in yoğurt kültürüyle beraber kullanımı yoğurda “terapötik” değeri katmaktadır. Yoğurt kültürü bazı probiyotik bakterilerin gelişimini önleyebilmektedir. Özellikle uzun fermentasyon süreci sonunda hatta fermentasyondan kısa süre sonra bile probiyotik bakterilerin gelişimi zor olmaktadır. *Bifidobacterium* spp. ve *L. acidophilus* arasında pozitif bir etkileşim bulunan probiyotik bakterilerdir (Tamime vd., 2005).

İnsanda *Bifidobacterium* hücre sayısı yaşlanmayla veya hastalıklarla birlikte, yaşam tarzına ve diete bağlı olarak azalma eğilimi göstermektedir. Bu düşüşle birlikte bağırsaklarda Clostridia ve diğeri negatif etkili bakterilerin sayısı artmaktadır (O’Connell, 2009).

Tüketicilerin sağlık bilincinin artmasıyla; düşük kalorili, az yağlı, lif, fitosterol, omega-3 yağ asiti, antioksidan, vitamin, kalsiyum, bal, balık yağı, alg yağı, demir, izoflavon gibi fizyolojik açıdan bioaktif maddeleri içeren yoğurt üretimi gelişen sektördür (Routray ve Mishra, 2011).

Acidophilus ve bifidus içeren gıdaların sağlığa yararları belgelenmiştir. Probiyotik ürünlerin sayısı dünya çapında artış göstermiş ve son on yılda küresel pazarda 500’den fazla probiyotik ürün çeşidi yer almıştır. Binlerce yıldır bilinen en popüler fermente süt ürünü olan yoğurt son yıllarda probiyotik bakterilerin gelişimiyle, probiyotik bakterilerin taşıyıcısı olarak kullanılmıştır. Probiyotik ürünlerden sağlık yararları elde etmek için güncel eğilim iki başlangıç bakteri kültürleri ile 5-6 farklı probiyotik suşun kullanılmasıdır. *S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *B. bifidum*, *B. breve*, *B. longum* yaygın olarak, fermente süt üretiminde kullanılan suşlardır (Ashraf ve Shah, 2011).

B. animalis subsp. *lactis* Bb12 gastrointestinal sistemde dikkat çekici şekilde hayatta kaldığı ve eritrositlere olağanüstü şekilde tutunabildiği bulunmuştur. Ayrıca *B. animalis* subsp. *lactis* Bb12'nin üründe lezzet, görünüm ve tat olarak istenmeyen yan etkileri yoktur ve probiyotik ürün tüketilinceye kadar yüksek konsantrasyonlarda canlı bakteri içerir (Ashraf ve Shah, 2011).

Probiyotik kültürlerle takviye edilmiş yoğurttaki probiyotik bakterilerin depolama süresince yeterli miktarda canlılığının korunabilmesi teknolojik açıdan kolay değildir. Buzdolabında depolama süresince plastik ambalaj materyalinden geçen oksijenin neden olduğu oksidatif stres bu problemlerden biridir (Cruz vd., 2011). Yoğurt üretiminde kullanılacak süte *Lactococcus lactis* eklenmesi ile ürünün redoks potansiyelinin düşürülmesi, redoks potansiyelinin eklenen N₂-H₂ gazlarla modifiye edilmesi, yoğurda glukoz oksidaz enziminin eklenerek çözünmüş oksijenin azaltılıp *B. longum* sayısının korunması oksidatif stresin azaltılması için kullanılmış yöntemlerdir (Ebel vd., 2011; Cruz vd., 2011).

Ispanak, pancar, siyah çay, fındık, maydanoz, kara buğday, ıspanak ve çikolata yüksek oranda çözünebilir oksalat içermektedir. Yüksek miktarda alınan çözünebilir oksalat bağırsak sisteminden emilerek böbrekte kalsiyum oksalat kristaline yani taşa dönüşebilir. Kızartılmış pancar yaprakları yoğurda eklenerek çözünebilir oksalat yoğurttaki kalsiyum ile çözünemeyen oksalata dönüşmekte olup oksalat emilimi ve böbrek taşı oluşumu azaltılabilmektedir (Johansson vd., 2011).

Son yıllarda Coenzim Q10 önemli bir gıda takviyesi haline gelmiştir. Coenzim Q10, doğal olarak dokularda bulunan yağda çözünebilir vitamin benzeri bir redoks molekülüdür. Hücre zarını ve plazma proteinlerini serbest radikallerin olumsuz etkilerine karşı korur. Coenzim Q10, üç farklı yöntemle hazırlanarak yoğurda eklenmiştir. Emülsifiye Coenzim Q10, γ -Siklodekstrin/coenzyme Q10 kompleksi ve nano tanecik Coenzim Q10, 80° C'de 5 dakika kaynatılan yağsız süte (250 g) sırasıyla 3,33 g, 2 mL ve 2 mL oranında eklenmiştir. %3 kültür ilavesi ile 42 °C'de pH 4.7'ye ulaşıncaya kadar inkübasyona devam edilmiştir. Nano tanecik Coenzim yöntemi ile hazırlanan Coenzim Q10 ile üretilen yoğurdun diğer yöntemlerle

hazırlanan yoğurtlara göre Coenzim Q10 biyoyararlılığının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Ercan ve El, 2012).

Singh vd. (2011), tarafından anason yağı ve anason oleoresini katkılı tam yağlı manda yoğurdunun mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. 90-95 °C’de 5 dakika ısıl işlem uygulanmış olan tam yağlı sütün, %3 (w/v) oranında 1 günlük yoğurt ile inokülasyonundan önce 0.1-1.0 g/L anason yağı ve 0.1-1.0 g/L anason oleoresini ilave edilmiştir. Toplam bakteri, maya ve küf içerikleri tespit edilmiştir. Yoğurtta bozulmaya neden olan mikroorganizmaların artışına engel olmak için yoğurda antimikrobiyal ve antioksidan özelliklere sahip 1.0 g/L anason yağı ve 1.0 g/L anason oleoresini eklenmesinin yeterli olduğu belirtilmiştir.

Karaca vd. (2012), tarafından dut, pekmez ve keçiyoynuzu pekmezlerinin %6, %10 ve %14 oranlarında yoğurda ilavesi ile mineral içeriği yüksek fonksiyonel yoğurt üretimi amaçlanmıştır. %5 (v/v) yoğurt kültürü ilavesinden önce pastörize süte pekmez çeşitleri eklenmiş olup bakır, çinko, potasyum, manganez ve demir içeriklerinin kontrol örneğine göre önemli düzeyde arttığı tespit edilmiştir. Son yıllarda özellikle çocuklar için üretilen meyveli yoğurtların pazar payı Türkiye’de artmıştır. Buna rağmen pekmezli yoğurt endüstriyel olarak üretilmemektedir. Geleneksel olarak pekmezli yoğurt halk arasında “fakibeyni” olarak adlandırılmaktadır. Pekmez, yoğurdun mineral içeriğini zenginleştirerek yoğurda fonksiyonellik kazandırmaktadır.

Yoğurda görünebilir büyüklükte doğal lif eklenmesinin (portakal, kuşkonmaz vb.) tüketiciler tarafından görünüş ve tat olarak kabul görmemesi nedeniyle yoğurda 1.5 g/100 kcal⁻¹ oranında, 1.75 mm-2.48 mm büyüklüğünde çözünebilir tahıl lifi ve inülin eklenmesinin tüketiciler tarafından kabul gördüğünü belirlemişlerdir (Hoppert vd., 2013).

Ünal vd. (2013), çalışmalarında yoğurt örneklerinin antioksidan aktivitelerini; DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) yöntemi ile serbest radikal yakalama, Fe⁺² iyonu indirgeme ve H₂O₂ yakalama aktivitelerini belirleyerek tespit etmişlerdir. Kazein ve peynir altı suyu proteinleri antioksidant özelliklere sahiptir. *B. animalis* subsp. *lactis*

içeren probiotik yoğurdun 88 g/100g oranında sodyum-kalsiyum kazeinat ve 80 g/100g oranında peynir altı suyu proteinleri ile zenginleştirilmesinin ürünün antioksidan aktivesini artırdığı belirlenmiştir. Sodyum-kalsiyum kazeinat ve peynir altı suyu proteinleri ilave edilmiş yoğurtların, demir iyonları, H₂O₂ ve serbest radikaller üzerinde sırasıyla; %60, %90-93 ve %29 oranında antioksidan etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Wen vd. (2012), tüketicilerin yağı azaltılmış yoğurt talebi üzerine, ürünün tekstür ve reolojisini bu yönde geliştirmeye yönelik bir araştırma yapmıştır. Süte doğal, sentetik gam ya da diğer stabilize edici katkıların kullanımının bazı ülkelerde yasak olması nedeniyle, çalışmada yağsız yoğurdun reolojik özelliklerinin modifiye edilmesi için yaban turbundan elde edilen peroksidazin alternatif olabileceğini göstermişlerdir.

Oliveira vd. (2012), yağsız fermente sütün fermantasyonunda, yağ ikamesi ve prebiyotik olan inülin kullanımının fermantasyon süresini azalttığını ve laktik asit bakterilerinin depolama süresince canlılığını koruduğunu tespit etmişlerdir.

Probiyotiklerin sindirim sisteminden geçişi sırasında mide asitinden ve safra tuzundan etkilenmeden bağırsak sistemine canlı olarak ulaşabilmesini sağlamak amacıyla mikroenkapsülasyon ile fiziksel koruma sağlanabilmektedir. Enkapsülasyon, biyolojik aktif maddenin dış etkenlerin olası zararlı etkilerinden korunmasını sağlamak için yarı geçirgen bir maddeyle kaplanmasıdır. Enkapsülasyonda kullanılan aljinat, deniz yosunundan ekstrakte edilen, toksik olmayan, biyolojik olarak uyumlu, ucuz ve süt ürünlerinde geniş kullanım alanı olan polimerdir. Enkapsülasyonda nişasta ve sodyum aljinat jelinin kullanılarak yoğurda bulunan *L. rhamnosus* LBRE-LSAÖ ve *B. lactis* Bb12 probiyotik bakterilerinin, mide ve bağırsak sıvılarına benzer ortamın sağlandığı modellemede, serbest hücrelerden daha fazla canlılık gösterdiği tespit edilmiştir (Ziar vd., 2012).

Yoğurdun fonksiyonelliğini artırmak amacıyla yoğurda %2-5 (w/v) oranında; inülin, modifiye mumsu mısır nişastası ve galaktooligosakkaritler gibi prebiyotiklerin eklenmesi, yoğurdun hem tekstürünü iyileştirmiş hem de probiyotik kültürlerin gelişimine katkıda bulunmuştur. %2 oranında yoğurda eklenen galaktooligosakkarit,

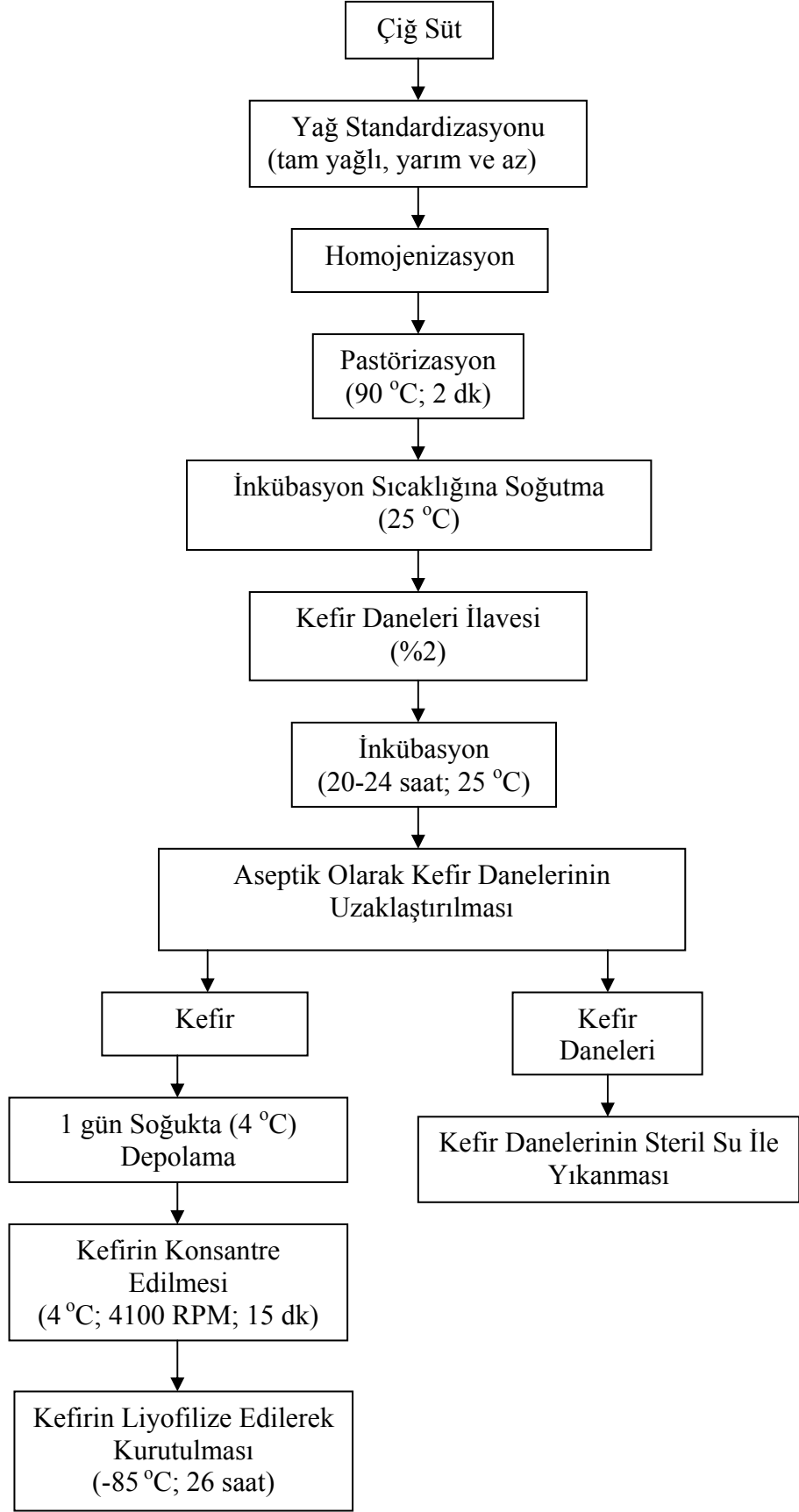
yoğurttaki *S. thermophilus* M5 and *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* ATCC 11842 bakterilerinin depolama süresince canlı kalabilirliğini geliştirmiştir (Prasad vd., 2013).

3.MATERYAL VE YÖNTEM

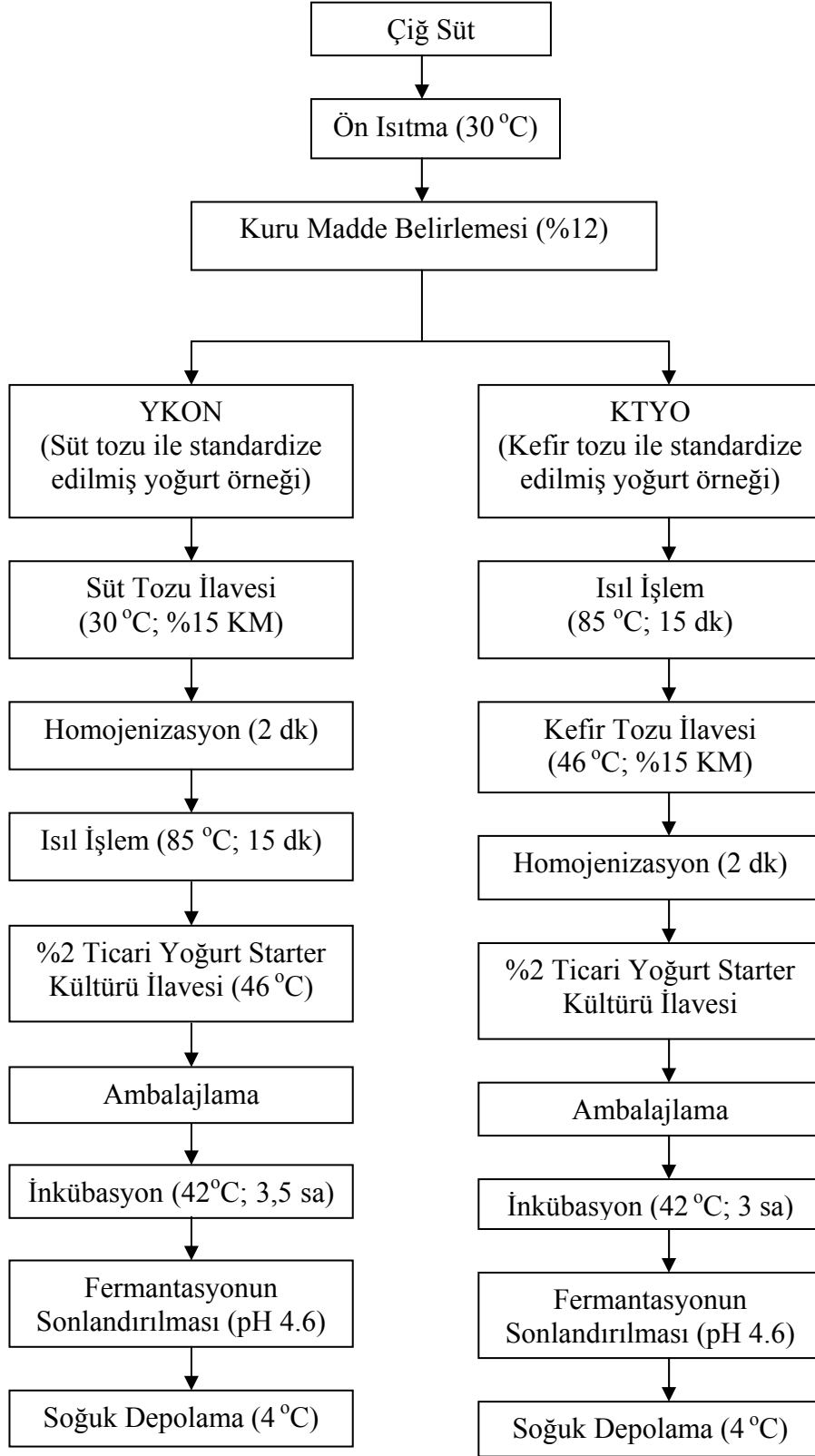
3.1. Kefir Tozu ve Kefir Tozuyla Zenginleştirilmiş Yoğurt Üretimi

Çalışmada kullanılan YC-350 starter kültürü (Peyma-Chr. Hansen, İstanbul) üretimden bir gün önce rekonstitüe steril süt (%12 kuru maddeli) içerisinde hazırlanarak aktiveştirilmiştir. Çalışmada kullanılan doğal kefir tozu, Süleyman Demirel Üniversitesi Teknokenti bünyesinde faaliyet gösteren Danem Ltd. Şti.'de (Isparta) üretilen kefirde liyofilizasyon yöntemi (Xianou-12N Freeze Dryer, Nanjing Xianou Instruments Manufacture Co., Ltd., China) ile elde edilmiştir. Üretimde kullanılan çiğ süt Ünsüt Süt İşletmesi'nden (Isparta) temin edilmiştir.

Kefir daneleri kullanılarak doğal kefir üretimi ve sonrasında elde edilen kefirin liyofilizasyonu Şekil 3.1.'de, süt tozu (YKON) ve kefir tozu (KTYO) ile zenginleştirilmiş yoğurt üretimi ise Şekil 3.2.'de sunulmuştur.



Şekil 3.1. Kefir tozu üretimi



Şekil 3.2. Süt tozu ve kefir tozu ile standardize edilmiş yoğurt üretim akım şemaları

3.2. Mikrobiyolojik Analizler

Yoğurt örneklerinin mikrobiyal içeriği aşağıda belirtilen analizlerle tespit edilmiştir.

***Lactobacilli* spp. içeriği:** Hazırlanan dilüsyonlardan 1 mL örnek steril petri kutularına pipetlendikten sonra, 45°C' ye kadar soğutulmuş 15 mL MRS Agar (Merck) petri kutusuna ilave edilmiştir. İnkübasyon 37°C'de 3 gün %6'luk CO₂ inkübatörde (CO-150, New Brunswick Scientific, ABD) inkübe edilerek, 30-300 koloni bulunduran petrilere sayımlar yapılmıştır.

Kok grubu bakteri içeriği: Hazırlanan dilüsyonlardan 1 mL örnek petri kutularına pipetlendikten sonra, 45 °C' ye kadar soğutulmuş 15 mL M17 Agar (Merck) petri kutusuna ilave edilmiştir. İnkübasyon 37 °C'de 2 gün %6'luk CO₂ inkübatörde gerçekleştirilerek, 30-300 koloni bulunduran petrilere sayımlar yapılmıştır.

***L. acidophilus* içeriği:** Yoğurt örneklerinde *L. acidophilus* kolonilerini saymak amacıyla MRS-sorbitol (Sigma) agar kullanılmıştır. %10'luk hazırlanan sorbitol 0.2 µm olan steril filtreden geçirilerek, 50 °C'ye kadar soğutulmuş MRS agar içerisine ilave edilip karıştırılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan 1 mL örnek steril petri kutularına alınarak üzerine 15 mL MRS-sorbitol agar petri kutusuna ilave edilmiştir. İnkübasyon 37 °C'de 2 gün %6'luk CO₂ inkübatörde gerçekleştirilerek, 30-300 koloni bulunduran petrilere sayımlar yapılmıştır.

***Bifidobacterium* spp. içeriği:** Örneklerde *Bifidobacterium* spp. kolonilerini saymak amacıyla MRS- NNLP agar seçici besiyeri kullanılmıştır. NNLP karışımı, Neomisin sülfat (Merck) (100 mg/L), nalidisik asit (Merck) (50 mg/L), lityum klorit (Merck) (3000 mg/L), paronomisin sülfat (Merck) (200 mg/L) tartılarak, üzerine 100 mL saf su ilave edilmiş ve 35 °C karıştırıcıda çözündürülmüştür. Steril filtereden 0,2 µm geçirilerek, %20 oranında MRS agar içerisine ilave edilmiştir. Hazırlanan örnek dilüsyonlarından 1 mL steril petri kutularına alınarak ve 45 °C' ye kadar soğutulmuş 15 mL MRS-NNLP agar inoküle edilmiştir (Özer vd., 2008). İnkübasyon 37 °C 'de 3 gün %6'luk CO₂ inkübatörde gerçekleştirilerek 30-300 koloni bulunduran petrilere sayımlar yapılmıştır.

Maya-Küf sayımı: Hazırlanan dilüsyonlardan 1 mL örnek petri kutularına alınarak, 45 °C' ye kadar soğutulmuş PDA (Patates Dekstroz Agar, Merck) 'dan 15 mL petri kutusuna ilave edilmiştir; 25 °C 'de 5 gün inkübe edilerek, 30-300 koloni bulunduran petrilere sayımlar yapılmıştır.

3.3. Kimyasal Analizler

Yoğurt örneklerinde; pH, titrasyon asitliği, kuru madde ve protein içerikleri TS 1330'a göre yapılmıştır (Kırdar, 2001).

Titrasyon asitliği tayini (% Laktik asit)

Örneklerin asitlik tayininde 10 g yoğurt tartılıp üzerine 40 °C'de 90 mL damıtık su ilave edilmiştir. Fenolftalein varlığında 0,25 N NaOH çözeltisi ile titre edilerek; titrasyon sonucunda harcanan miktar büretten kaydedilerek titrasyon asitliği sonucu bulunmuştur.

pH tayini

Örneklerin pH değerleri Inolab (WTW, Measurement System, FL, ABD) pH metre kullanılarak belirlenmiştir.

Kuru madde tayini

Bütün örnekler için önceden etüvde kurutulup, tartımı alınan kurutma kabı içerisine 5 g yoğurt örneği alınmış ve etüvde 105 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur. Kurutulan örnekler desikatör içine yerleştirilerek oda sıcaklığına getirilmiştir. Gravimetrik olarak gerçekleştirilen yöntemde tartımlar hassas terazi (Metler Toledo, AB204, İsviçre) kullanılarak yapılmış ve sonuçlar % olarak hesaplanmıştır.

Protein tayini

Yoğurt örneklerinin protein miktarı Burdur Gıda Kontrol Laboratuvarı'nda TS 1330'a göre tespit edilmiştir. Kjeldahl tüpüne 0,1 mg hassasiyette yaklaşık 1 g kadar numune alınır. Üzerine 2 adet tablet katalizör atılıp 12 mL derişik H₂SO₄ eklenir ve digestere yerleştirilip, sıcaklık 420 °C'ye ayarlanır. 2,5 saatlik yaş yakma süresi sonunda tüpler oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulur. Soğuma sonunda 75 mL saf su ilave edilir. 250 ml'lik behere 25 mL katalizörlü %4'lük borik asit çözeltisi konarak distilasyon cihazına yerleştirilir. Yavaş yavaş %40 NaOH pompalanır. Elde edilen distilat 0,1 N HCl ile renk yeşilden morumsu kırmızıya dönünceye kadar titre edilir (V1).

$$\%Protein=Nxfx(V1-V_0)x0,014x\text{ÇF}x100/m \quad (3.1)$$

N : Titrasyonda kullanılan HCl çözeltisinin normalitesi

V1 : Titrasyonda kullanılan HCl çözeltisinin hacmi, ml

V₀ : Tanık deneydeki titrasyonda kullanılan HCl çözeltisinin hacmi, ml

F : Titrasyonda kullanılan HCl çözeltisinin faktörü

Çf : Azottan proteine çevirme faktörü

M : Analize alınan numune miktarı, g

Serum ayrılması

Atamer ve Sezgin'e göre (1986) yapılan yöntemde 25 g yoğurt 3 °C de 2 saat süresince kaba filtre kağıdından geçirilerek ayrılan serum miktarı volumetrik olarak ölçülerek belirlenmiştir.

3.4. Renk Analizi

Yoğurt örneklerinin renk analizi Minolta CR-400 renk cihazı (Minolta Corp, Ramsey, NJ, ABD) kullanımıyla CIE L*, a*, b* renk değerleri tespit edilmiştir.

3.5. Tat ve Aroma Maddelerinin Gaz Kromatografik Yöntemle Belirlenmesi

Yoğurt örneklerinin tat ve aroma bileşenlerinin miktarları Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü'nde Agilent 7697A Headspace ve Agilent 7890A GC 5975C MS cihazları kullanılarak tespit edilmiştir. Yoğurt örnekleri 4 mL tepe boşluğu viallerine konularak ağızları kapatıldıktan sonra sisteme yerleştirilmiştir. Kolon sıcaklık programı: 35 °C'de 5 dakika bekledikten sonra dakikada 50 °C'lık artışla 150 °C'ye ulaşılmakta ve bu sıcaklıkta 5 dakika beklenmektedir (Yılmaz ve Seçilmiş, 2006). Aşağıda cihaz kullanım koşulları verilmiştir.

Dedektör ve enjektör sıcaklığı: 200 °C ve 180 °C

Akış Hızı: 25 PSI (He)

Needle: 90 °C

Transfer hattı: 120 °C

Vial fırını: 85 °C

Termostat zamanı: 5 dakika

Basınç zamanı: 0.5 dakika

Enjeksiyon zamanı: 0.08 dakika

Çekme zamanı: 0.5 dakika

3.6. Duyusal Değerlendirme

Duyusal değerlendirmede kullanılan test, puanlama testi olup ürünlerin özellikleri aşağıda verilerek belirlenmiştir. Ürün özellikleri ön denemelerle tanımlanmıştır. Kefir tozuyla zenginleştirilen yoğurt örnekleri, Süleyman Demirel Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri ve öğrencilerinden oluşan 8 eğitimli panelist tarafından değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirmeyi gerçekleştiren panelistler kefir ve yoğurt ürünlerinin özellikleri konusunda eğitim almışlardır ve bu konuda eğitimlidirler. Değerlendirme 5 puan üzerinden yapılmıştır (Lawless ve Heymann, 1999; Ertekin ve Güzel-Seydim, 2010). Örnekler panelistlere 1., 7., 14. ve 21. günlerde plastik bardaklarda 120 mL kraker ve su ile soğuk olarak servis yapılmıştır. Duyusal değerlendirme formu Ek-1'de verilmiştir.

3.7. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmada kimyasal özellikler bakımından elde edilen verilere faktöriyel düzende tekrarlanan ölçümlü varyans analizi tekniği uygulanmıştır (Repeated Measurement ANOVA). Çalışmada zaman faktörünün 4 seviyesi (1., 7., 14., 21. gün) ile uygulama faktörünün 2 (YKON: Süt tozu ile standardize edilen yoğurt ve KTYO: Kefir tozu ile standardize edilen yoğurt) seviyesinin birlikte etkisi irdelenmiştir. Grup ortalamaları arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Tukey A testi kullanılmıştır.

Çalışmada *Lactobacillus* spp. ve kok grubu bakteri özellikleri bakımından elde edilen verilere faktöriyel düzende tekrarlanan ölçümlü varyans analizi tekniği uygulanmıştır (Repeated Measurement ANOVA). Çalışmada zaman faktörünün 4 seviyesi (1, 7, 14, 21.gün) ile uygulama faktörünün 2 (YKON ve KTYO) seviyesinin birlikte etkisi irdelenmiştir. Grup ortalamaları arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Tukey A testi kullanılmıştır.

L. acidophilus, *Bifidobacterium* spp. ve Maya ve Küf bakımından YKON'daki değerler sıfır olduğu için, KTYO'daki zamanlar arasındaki fark tekrarlanan ölçümlü varyans analiz tekniğiyle analiz edilmiştir.

Duyusal verilerde, elde edilen 8 kişinin puanları ortalama alınarak analize tabi tutulmuştur. Ortalamaları alındığı için faktöriyel düzende tekrarlanan ölçümlü varyans analizi tekniği uygulanmıştır.

Aroma için elde edilen veriler faktöriyel düzende tekrarlanmış olup zaman faktörünün 1. ve 21. gün olmak üzere 2 seviyesi, uygulama faktörünün (YKON ve KTYO) 2 seviyesi irdelenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

Araştırmada süt tozu ilavesi ve kefir tozu ilavesiyle %15 kuru madeye standardize edilen iki ayrı yoğurt üretilmiştir. Kefir tozu ilavesiyle üretilen yoğurt örneklerinde depolama süresince gerçekleşen mikrobiyolojik değişimler 1., 7., 14., ve 21. gün değerlendirilmiştir (Çizelge 4.1.). Kontrol örneğinde (YKON) kok grubu bakteri içeriği 1. gün 9,12 log kob/g iken 21. gün 9,16 log kob/g seviyesine ulaşmış olup depolama süresince önemli bir değişim tespit edilmemiştir ($P>0.05$). Kefir tozuyla üretilen yoğurt örneğinde (KTYO) kok grubu bakteri içeriği 1. gün 8,83 log kob/g iken 21. gün 8,80 log kob/g seviyesine düşmüş olup depolama süresince önemli bir değişim tespit edilmemiştir ($P>0.05$). Depolama süresince, YKON örneğinin kok grubu bakteri içeriği ortalaması 9,13 log kob/g iken KTYO örneğine ait ortalama 8,76 log kob/g olarak önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($P<0.05$).

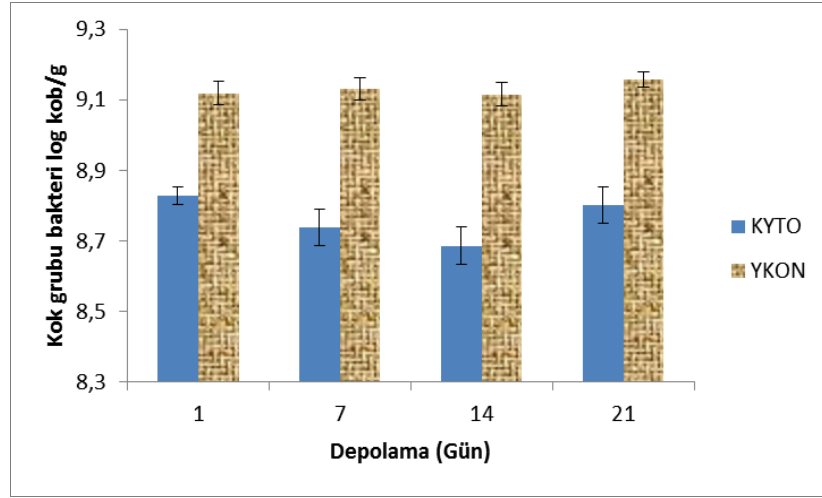
Çizelge 4.1. Yoğurt örneklerinin depolama süresince kok grubu bakteri ve *Lactobacillus* spp. içerikleri

Kok grubu bakteri (log kob/g)					
Örnekler	1.gün	7.gün	14.gün	21.gün	UYGULAMA
YKON*	9,12±0,05	9,13±0,05	9,11±0,05	9,16±0,03	9,13±0,04 ^a
KTYO	8,83±0,02	8,74±0,08	8,69±0,07	8,80±0,08	8,76±0,04 ^b
ZAMAN	8,97±0,03	8,93±0,05	8,90±0,04	8,98±0,04	
<i>Lactobacillus</i> spp. (log kob/g)					
Örnekler	1.gün	7.gün	14.gün	21.gün	UYGULAMA
YKON	8,01±0,10	8,19±0,13	8,15±0,14	7,88±0,29	8,06±0,16
KTYO	7,92±0,04	8,22±0,18	8,18±0,22	8,10±0,29	8,11±0,16
ZAMAN	7,96±0,05	8,21±0,11	8,17±0,13	7,99±0,21	

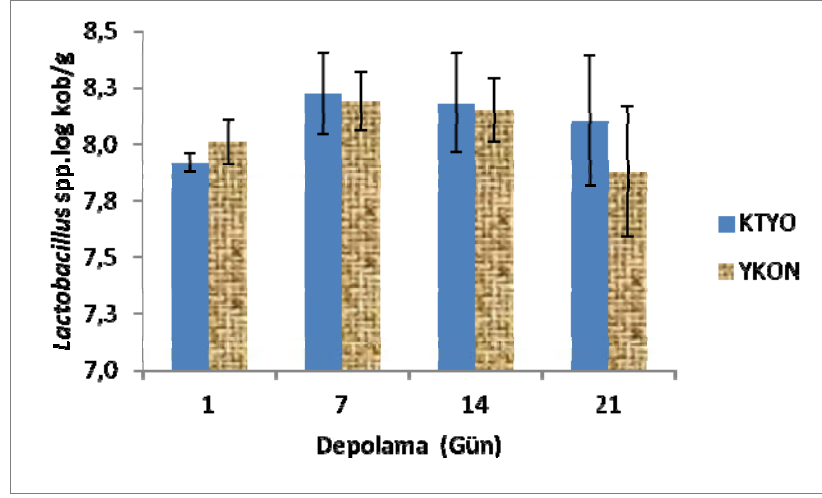
^{a,b}:Çizelgede küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı göstermektedir. Aynı harfle simgelenmemiş ortalamalar birbirinden farklıdır($P<0,05$).

* *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* içeriği.

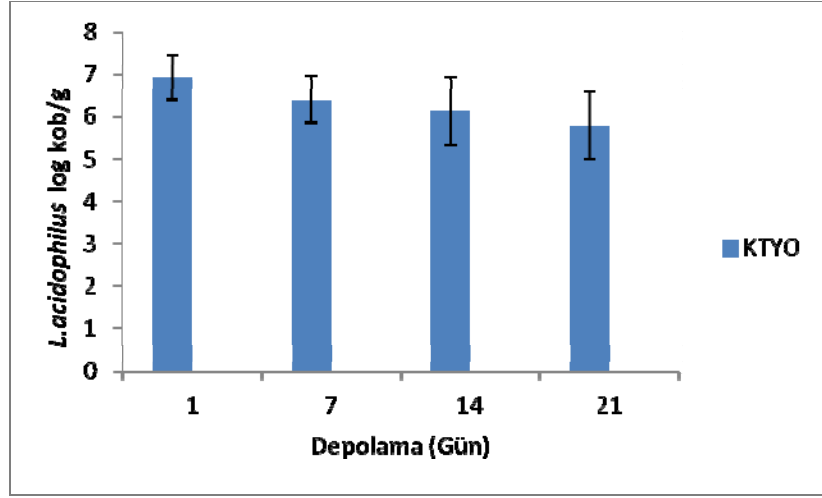
YKON örneğinde *Lactobacillus* spp. içeriği 1. gün 8,01 log kob/g, 21. gün 7,88 log kob/g olarak belirlenmiştir ($P>0.05$). KTYO örneğinde *Lactobacillus* spp. içeriği 1. günde 7,92 log kob/g ve 21. günde 8,10 log kob/g seviyesinde tespit edilmiştir ($P>0.05$). YKON ve KTYO örnekleri arasında hem depolama süresi boyunca hem de uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark tespit edilmemiştir ($P>0.05$). Yoğurt örneklerinin depolama süresince mikrobiyolojik içerikleri Şekil 4.1., 4.2., 4.3., 4.4., ve 4.5.'de görülmektedir.



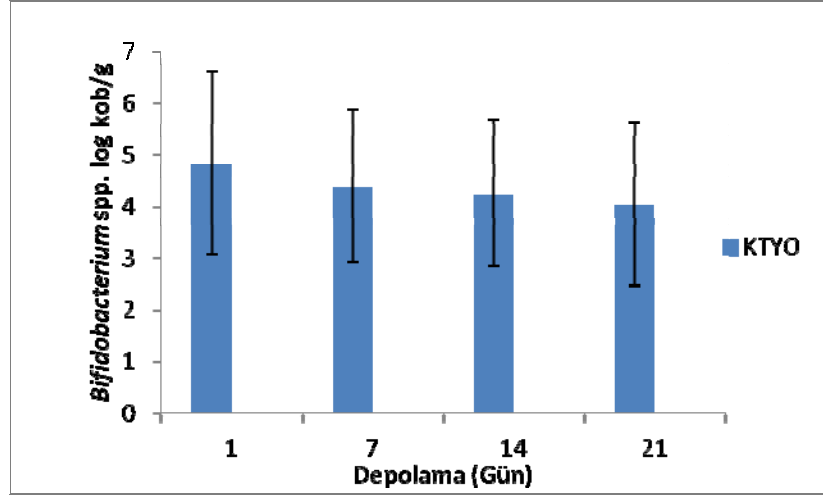
Şekil 4.1. Örneklerin depolama süresince kok grubu bakteri içerikleri



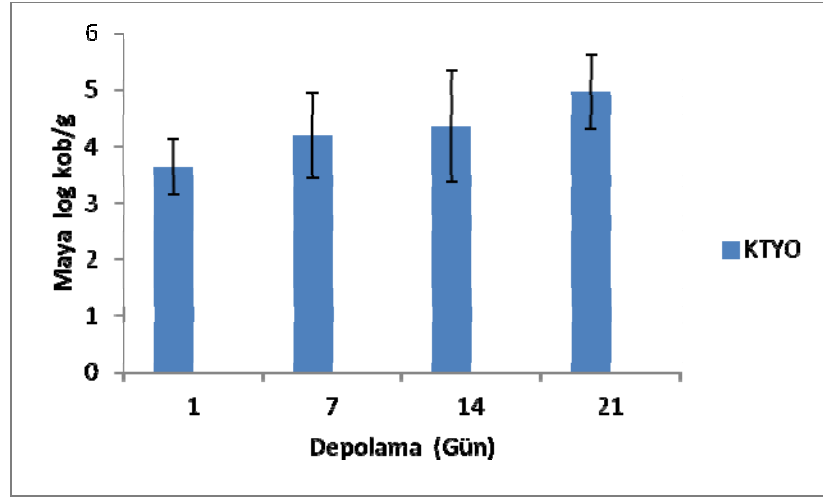
Şekil 4.2. Örneklerin depolama süresince *Lactobacillus* spp. içerikleri



Şekil 4.3. KTYO örneğinin depolama süresince *L. acidophilus* içeriği



Şekil 4.4. KTYO örneğinin depolama süresince *Bifidobacterium* spp. içeriği



Şekil 4.5. KTYO örneğinin depolama süresince maya içeriği

Kefir tozu ile üretilen yoğurt örneğinin 1. ve 21.gün *L. acidophilus* içeriği sırasıyla 6,93-5,79 log kob/g olarak, *Bifidobacterium* spp. içeriği 4,83-4,05 log kob/g, maya içeriği ise 3,64-4,95 log kob/g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.2.). Depolama süresince KTYO örneklerinin; *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* spp., maya içerikleri zamanla önemli düzeyde değişim göstermemiştir ($P>0.05$).

Depolama süresince YKON örneklerinde; *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* spp., maya tespit edilmemiştir.

Çizelge 4.2. KTYO örneğinin depolama süresince *L.acidophilus*, *Bifidobacterium* spp., maya içeriği

	1.gün	7.gün	14.gün	21.gün
<i>L. acidophilus</i> (log kob/g)	6,93±0,54	6,40±0,54	6,13±0,80	5,79±0,80
<i>Bifidobacterium</i> spp. (log kob/g)	4,83±1,77	4,39±1,47	4,25±1,42	4,05±1,58
Maya (log kob/g)	3,64±0,77	4,19±1,17	4,36±1,56	4,95±1,04

Muz marmelatlı probiyotik yoğurt ve kontrol örneklerinde maya içeriğinin 7. günden sonra artma eğilimi gösterdiği, *L. acidophilus* ve *B. bifidum*'un depolama süresince azaldığı ancak 7. güne kadar 10^6 log kob/g seviyesini koruyabildiği ve bununla birlikte duyu özelliklerinin de azaldığı belirtilmiştir (Çakmakçı vd., 2012).

Yoğurtta bifidobakterilerin 3.6 pH'ın altında gelişimlerinin inhibe olduğu, pH 5.0 altında da gelişimlerinin yavaşladığı, pH 5.5-5.6 arasında gelişim gösterebildikleri tespit edilmiştir. Asidik ortamda *L. acidophilus*'un ise yoğurt starter kültürlerinden daha iyi canlılığını sürdürebildiği belirtilmiştir (Lourens-Hattingh vd., 2001).

L. delbrueckii ssp. *bulgaricus*'un varlığının ve metabolitlerinin, yoğurtta laktik ve asetik asit birikiminin *L. acidophilus*'un inhibisyonuna neden olduğu tespit edilmiştir. Özellikle fermantasyon sırasında yoğurtta H_2O_2 üretiminin *L. acidophilus*'un kaybına neden olduğu, katalaz enzimine sahip olmayan suşların H_2O_2 'ni oksijen ve suya hidrolize edemediği için katalaz enziminin katkı olarak kullanılmasının canlılığını artırabileceği belirtilmiştir (Ng vd., 2011).

L. delbrueckii ssp. *bulgaricus*'un asit üretiminin probiyotik hücre kaybının en önemli nedeni olduğu, bu bakteri kültüre eklenmediği durumda da inkübasyon süresinin 2-3 kat artacağı belirtilmiştir. Yoğurdun yüksek asitliğinden probiyotikleri korumak için, probiyotik bakteriler eklenmeden önce yoğurda, 58 °C'de 5 dakika ısıtma işlemi uygulanabilmektedir (El-Dieb vd., 2012).

Birçok araştırma probiyotik bakterilerinin yoğurtta canlılıklarını yüksek düzeyde koruyamadıklarını göstermektedir. Yoğurt starter kültürleri buzdolabı koşullarında az da olsa fermentasyonu devam ettirmekte ve bu da pH'nın depolama süresince önemli ölçüde düşmesine neden olmaktadır. Probiyotik bakteriler asit ortamdan olumsuz etkilenmektedir. Bu yüzden bakteri hücrelerinin mikroenkapsülasyonu özellikle yoğurt gibi asidik ürünlerde probiyotik canlılığı 1-2 log artırmaktadır (Kailasapathy, 2006). Bu çalışmada düşük pH'a bağlı olarak KTYO örneğinde *L. acidophilus*'un daha iyi gelişim göstermesine karşın bifidobakterilerin sayısının düşük olmasını pH'daki değişime bağlı olabileceği düşünülmüştür. Ancak kefir tozu ilavesiyle yoğurdun depolama süresince *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. içeriklerinde azalma tespit edilmemiştir. Özellikle doğal kefirde bulunan probiyotiklerin depolama süresince dayanıklılıkları dikkat çekicidir.

4.2. Kimyasal Analiz Bulguları

Depolama süresince YKON örneğinin pH değerinin 4,38-4,10 aralığında, KTYO örneğinin ise 4,41-4,03 aralığında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Yoğurt örneklerinde depolamanın 14. gününde pH değerlerinde 1. güne göre önemli bir azalma görülmüştür ($P < 0.05$). Ancak uygulamalar arasında pH bakımından önemli bir fark tespit edilmemiştir ($P > 0.05$).

Yoğurt starter kültürü miktarı sabit tutularak, 0.0239 g/100 g, 0.238 g/100 g ve 2.33 g/100 g *L. acidophilus* inoküle edilen yoğurt örneklerinin kimyasal özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada, 2.33 g/100 g *L. acidophilus* inokülasyonu yapılan yoğurt pH'sının diğer örneklere göre önemli ölçüde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yoğurt pH değerinin 4,33-4,64'den 5 haftalık depolama sonunda 4,16-4,40'a azaldığı belirlenmiştir (Olson ve Aryana, 2008).

YKON örneğinin laktik asit cinsinden titrasyon değeri %1.12-1.35 aralığında, KTYO örneğinde ise %1,06-1,35 değerleri arasında değişim göstermiştir. Yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği 7. günden itibaren önemli düzeyde yükselme göstermiştir ($P<0.05$). Uygulamaların ortalamaları arasındaki farklar ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

Muz marmelatlı probiyotik yoğurt ve kontrol örneklerinde pH değerinin azalma ve titrasyon asitliğinin yükselme eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir (Çakmakçı vd., 2012).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliğine göre yoğurdun titrasyon asitliği %0,6-1,5 aralığında olmalıdır (GTHB, 2013a). Çalışmamızda da pH ve titrasyon asitliği açısından literatürle benzer sonuçlar elde edilmiştir. Çizelge 4.3.'de depolama süresince yoğurt örneklerinde kimyasal analiz sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.3. Yoğurt örneklerinin depolama süresince kimyasal analiz sonuçları (n=3)

pH					
Örnekler	1.gün	7.gün	14.gün	21.gün	UYGULAMA
YKON	4,38±0,04	4,34±0,07	4,17±0,10	4,10±0,01	4,25±0,05
KTYO	4,41±0,04	4,22±0,06	4,16±0,13	4,03±0,03	4,21±0,05
ZAMAN	4,39±0,03 ^A	4,28±0,05 ^{AB}	4,17±0,08 ^{BC}	4,06±0,02 ^C	
% Titrasyon Asitliği (Laktik Asit)					
Örnekler	1.gün	7.gün	14.gün	21.gün	UYGULAMA
YKON	1,12±0,03	1,28±0,02	1,32±0,08	1,35±0,04	1,27±0,06
KTYO	1,00±0,02	1,22±0,08	1,25±0,15	1,35±0,08	1,21±0,06
ZAMAN	1,06±0,02 ^B	1,25±0,04 ^A	1,29±0,08 ^A	1,35±0,05 ^A	
Serum Ayrılması (mL)					
Örnekler	1.gün	7.gün	14.gün	21.gün	UYGULAMA
YKON	3,44±1,11	2,07±0,20	1,64±0,14	2,03±0,05	2,30±0,20
KTYO	3,47±0,18	2,31±0,44	2,52±0,22	1,68±0,24	2,49±0,20
ZAMAN	3,45±0,56 ^A	2,19±0,24 ^{AB}	2,08±0,13 ^{AB}	1,86±0,12 ^B	
% Kuru Madde					
Örnekler	1.gün	7.gün	14.gün	21.gün	UYGULAMA
YKON	15,85±0,21	15,92±0,03	15,82±0,35	16,02±0,24	15,90±0,37
KTYO	15,74±0,43	15,59±0,45	15,28±0,61	15,43±0,46	15,51±0,37
ZAMAN	15,80±0,24	15,75±0,23	15,55±0,35	15,72±0,26	

^{A,B,C} Çizelgede büyük harfler zamanlar arasındaki farkı göstermektedir. Aynı harfle simgelenmemiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05).

YKON örneğinin serum ayrılması değerinin 1. ve 21. gün sırasıyla; 3,44-2,03 mL aralığında, KTYO örneğinin ise 3,47-1,68 mL aralığında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. 21. gün yoğurt örneklerindeki serum ayrılması miktarı 1. güne göre önemli düzeyde azalmıştır (P<0.05). Uygulamaların ortalamaları arasındaki farklar ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0.05).

Depolama süresince yoğurt örneklerinde serum ayrılmasının ve % titrasyon asitliğinin artış gösterdiği, bununla birlikte pH değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir (Singh vd.,2011).

Yoğurt starter kültürü miktarı sabit tutularak, 0.0239 g/100 g, 0.238 g/100 g ve 2.33 g/100 g *L. acidophilus* inoküle edilen yoğurt örneklerinin kimyasal özelliklerinin

belirlendiği bir çalışmada *L. acidophilus* inokulasyonunun 0.0239'dan 2.33 g/100 g'a artırılmasıyla birlikte serum ayrılmasının da önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir. Ancak 0.0239 g/100 g *L. acidophilus* inoküle edilen yoğurtla kontrol grubu arasında serum ayrılması bakımından önemli bir fark tespit edilmemiştir (Olson ve Aryana, 2008).

Depolama süresince YKON rneğinin % KM değerinin 15,85-16,02 aralığında, KTYO örneğinin ise 15,74-15,43 aralığında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. KTYO örneğinin protein içeriği 4,41 ve YKON rneğininki 4,37 olarak tespit edilmiştir ($P<0.05$). Yoğurt rneklерinin protein içeriği standartlara uygun olarak belirlenmiştir.

4.3. Renk Analiz Bulguları

Renk analizi sonuçlarına göre, YKON ve KTYO örneğinin depolama süresince CIE L^* değerleri sırasıyla 84,01-83,92 ile 84,32-84,45 aralığında değişim göstermiştir. Gıdanın görünüşünü etkileyen en önemli özelliklerden biri L^* değeridir (açıklık-koyuluk). KTYO yoğurt örneğinin L^* değeri ortalaması YKON örneğine göre daha yüksektir ($P<0.05$). Ancak depolama süresince rneklерin L^* değerinde önemli düzeyde değişim tespit edilmemiştir ($P>0.05$). Yoğurt rneklерinin CIE $L^*a^*b^*$ renk sistemine göre yapılan ölçüm sonuçları izelge 4.4.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Yoğurt örneklerinin depolama süresince CIE L*, a* ve b* değerleri değişimi (n=3)

CIE L*					
Örnekler	1.gün	7.gün	14.gün	21.gün	UYGULAMA
YKON	84,01±0,04	83,96±0,08	83,86±0,07	83,92±0,06	83,94±0,03 ^b
KTYO	84,32±0,05	84,44±0,04	84,37±0,03	84,45±0,11	84,39±0,03 ^a
ZAMAN	84,16±0,03	84,20±0,05	84,11±0,04	84,18±0,06	
CIE a*					
Örnekler	1.gün	7.gün	14.gün	21.gün	UYGULAMA
YKON	-2,93±0,01	-2,99±0,04	-3,02±0,01	-3,03±0,06	-2,99±0,02 ^b
KTYO	-2,62±0,07	-2,68±0,02	-2,67±0,04	-2,60±0,06	-2,64±0,02 ^a
ZAMAN	-2,77±0,03	-2,83±0,02	-2,84±0,02	-2,81±0,04	
CIE b*					
Örnekler	1.gün	7.gün	14.gün	21.gün	UYGULAMA
YKON	7,29±0,02	7,35±0,11	7,42±0,15	7,45±0,19	7,38±0,09 ^a
KTYO	6,58±0,16	6,96±0,10	6,96±0,16	6,90±0,16	6,85±0,09 ^b
ZAMAN	6,94±0,08	7,16±0,08	7,19±0,11	7,18±0,13	

^{a,b}:Çizelgede küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı göstermektedir. Aynı harfle simgelememiş ortalamalar birbirinden farklıdır(P<0,05).

Depolama süresince CIE a* (kırmızılık-yeşillik) değerleri YKON örneğinde -2,93 ile -3,03 aralığında, KTYO örneğinde ise -2,62 ile -2,60 aralığında değişim göstermiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre, a* değerine depolama süresinin etkisi önemsiz bulunmuştur (P> 0.05). Ancak YKON ve KTYO yoğurt örnekleri arasında önemli düzeyde fark tespit edilmiştir. KTYO örneğinin a* değeri YKON örneğine göre daha yüksektir (P<0.05).

Depolama süresince CIE b* (sarılık-mavilik) değerleri YKON örneğinde 7,29-7,45 aralığında, KTYO örneğinde ise 6,58-6,90 aralığında değişim göstermiştir. Gıdalarda sarı renk indeksi olarak görülen CIE b* değeri bakımından YKON ve KTYO örneklerinin ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). YKON örneği KTYO örneğine göre daha yüksek b* değerine sahiptir. Depolama süresince yoğurt örneklerinin b* değerinde tespit edilen değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P> 0.05). Bu çalışmada süt proteini içeriği

açısından örnekler arasında fark olmasının, a^* ve b^* değerlerini önemli ölçüde etkilediği düşünülmektedir.

Sütün beyazlığı, yağ globüllerinin ve kazein misellerinin ışığı yansıtmasından kaynaklanmaktadır. Gıdanın beyazlığı tüketiciler açısından pozitif bir değer olarak algılanmaktadır. L^* değeri, gıdadaki toplam su miktarı ile değil, gıdanın yüzeyindeki serbest su miktarı ile ilgilidir. Pastörizasyon, kazein misellerini destabilize ettiği için a^* ve b^* değerlerini artıran bir işlemdir. Yoğurttaki renk aynı zamanda pH ile orantılıdır. pH 5’de kalsiyum fosfatın kazein misellerinden ayrılarak çözünmesi en üst düzeyde olup kazein miselleri birbirinden ayrılır. L^* değeri, kazein misellerinin dağılmasıyla azalmaktadır. Serum ayrılması, yeşil rengin en önemli kaynağı olan riboflavinin jelden ayrılmasına neden olduğu için, a^* değerinin yoğurttaki azaldığı tespit edilmiştir (Garcia-Perez vd., 2005).

Yoğurt starter kültürü miktarı sabit tutularak, 0.0239 g/100 g, 0.238 g/100 g ve 2.33 g/100 g *L. acidophilus* inoküle edilen yoğurt örneklerinin kimyasal özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada; 2.33 g/100 g *L. acidophilus* inokulasyonunun yoğurttaki L^* değerini önemli ölçüde düşürdüğü, a^* ve b^* değerini ise yükselttiği yani yoğurdun renk olarak daha koyu, daha kırmızı ve daha yeşil olduğu tespit edilmiştir (Olson ve Aryana, 2008). Bu çalışmada ise *L. acidophilus* ilavesinin kontrol örneğine göre; L^* ve a^* değerini önemli ölçüde artırdığı, b^* değerini ise düşürdüğü tespit edilmiştir.

4.4. Yoğurt Örneklerinin Tat ve Aroma Bileşikleri İçerikleri

YKON örneğinde 1.gün ve 21. gün asetaldehit değişimi 27,38-22,36 mg/kg, etanol değişimi 5,55-9,13 mg/kg ve diasetil değişimi 1,58-1,98 mg/kg olarak tespit edilmiştir. KTYO örneğinde 1.gün ve 21. gün asetaldehit değişimi 12,23-12,14 mg/kg, etanol değişimi 36,56-138,16 mg/kg ve diasetil değişimi 1,49-1,08 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Asetaldehit, etanol ve diasetil miktarları bakımından YKON ve KTYO örnekleri arasında ve depolama süresince istatistiksel olarak herhangi bir fark tespit edilmemiştir ($P>0.05$).

Aseton miktarı bakımından YKON ve KTYO örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). YKON örneğinin aseton miktarı KTYO örneğine göre daha yüksektir. Depolama süresince yoğurt örneklerinin aseton miktarında önemli düzeyde değişim gözlenmemiştir ($P>0.05$).

Yoğurt örneklerinde asetaldehit miktarının raf ömrü süresince zamanla azaldığı, yoğurt kültürlerinin alkol dehidrogenaz enzimi ile asetaldehiti etanole dönüştürdüğü belirtilmiştir. Asetaldehit miktarının inkübasyon sıcaklığına bağlı olarak, 35°C 'de üretiminin 45°C 'ye göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Güzel-Seydim vd., 2005b). Yoğurt örneklerinde asetaldehit, aseton, etanol ve diasetil miktarları Çizelge 4.5.'da sunulmuştur.

Çizelge 4.5. Yoğurt örneklerinin depolama süresince tat ve aroma değerleri değişimi

Asetaldehit mg/kg			
Örnekler	1.gün	21.gün	UYGULAMA
YKON	27,38±2,41	22,36±0,37	24,87±2,53
KTYO	12,23±7,86	12,14±1,25	12,19±2,53
ZAMAN	19,80±4,11	17,25±0,65	
Aseton mg/kg			
Örnekler	1.gün	21.gün	UYGULAMA
YKON	0,95±0,02	1,09±0,02	1,02±0,04 ^a
KTYO	0,54±0,02	0,66±0,09	0,60±0,04 ^b
ZAMAN	0,74±0,02	0,88±0,04	
Etanol mg/kg			
Örnekler	1.gün	21.gün	UYGULAMA
YKON	5,55±0,77	9,13±2,71	7,34±27,40
KTYO	36,56±15,66	138,16±61,77	87,36±27,40
ZAMAN	21,05±7,84	73,64±30,92	
Diasetil mg/kg			
Örnekler	1.gün	21.gün	UYGULAMA
YKON	1,58±0,21	1,98±0,23	1,78±0,22
KTYO	1,49±0,69	1,08±0,25	1,29±0,22
ZAMAN	1,54±0,36	1,53±0,17	

^{a,b}:Çizelgede küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı göstermektedir. Aynı harfle simgelenmemiş ortalamalar birbirinden farklıdır($P<0,05$).

L. bulgaricus ve *S. thermophilus* 'un starter kültür olarak birlikte kullanıldığı yoğurt örneklerinde; asetaldehit, diasetil, aseton ve etanol konsantrasyonu sırasıyla; 1415-1734 µg/100 g, 165-202 µg/100 g, 66-75 µg/100 g, 58 µg/100 g olarak tespit edilmiştir (Routray ve Mishra, 2011).

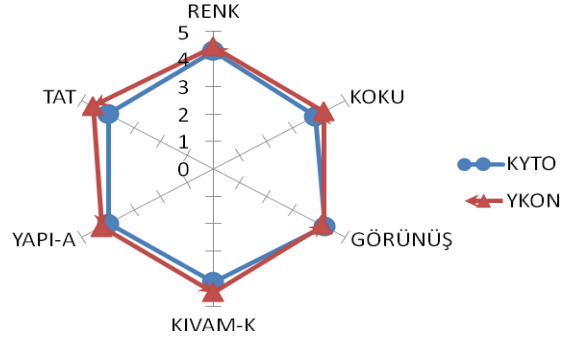
Araştırmacılar yoğurdun asetaldehit miktarı, 4.0 ppm' den daha az olduğu zaman atipik ve zayıf bir lezzete, 8.0 ppm veya daha fazla olduğu zaman ise iyi bir lezzete sahip olduğunu; yoğurdun optimum aroma ve lezzetinin genellikle pH 4.4-4.0 ve 23.0-41.0 ppm asetaldehit içerdiğinde oluştuğunu bildirmektedirler. Yoğurtta asetaldehit/aseton oranı yaklaşık 2.8 olduğu zaman çok iyi ve belirgin, 0.4 ve 1.0 arasında ise zayıf ve atipik bir lezzet ve aroma elde edilmektedir (Yalçın, 1985).

4.5. Duyusal Analiz Bulguları

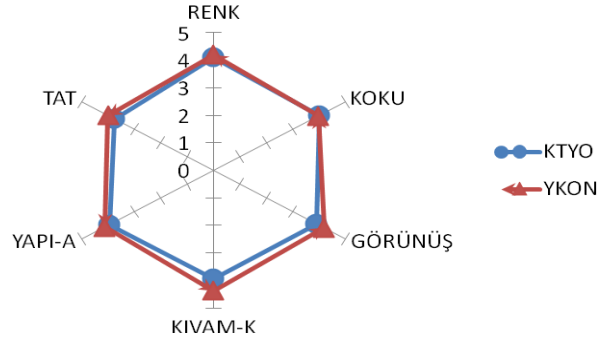
İki farklı uygulama ile üretilen yoğurt örneklerinin renk, koku, görünüş, kıvam, yapı ve tat özellikleri değerlendirilmiştir. YKON örneğinin depolama süresince renk özelliği 4,46-4,33; koku özelliği 4,17-3,96; görünüş özelliği 4,08-4,17; kıvam özelliği 4,50-4,38; yapı özelliği 4,25-4,08 ve tat özelliği 4,58-3,83 olarak tespit edilmiştir. KTYO örneğinin ise depolama süresince renk özelliği 4,29-4,00; koku özelliği 3,83-3,58; görünüş özelliği 4,21-3,38; kıvam özelliği 4,13-3,75; yapı özelliği 4,00-3,38 ve tat özelliği 4,00-3,08 olarak tespit edilmiştir.

Renk ve koku özelliği bakımından yoğurt örnekleri arasında ve depolama süresince tespit edilen farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

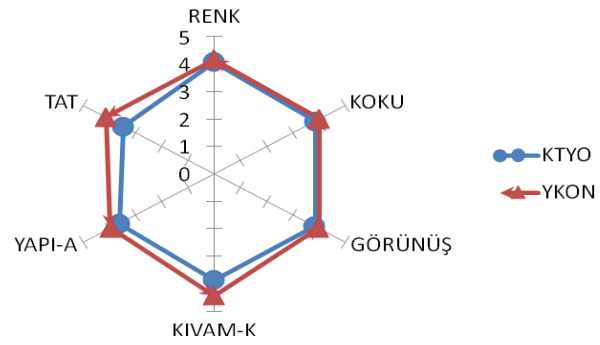
Görünüş özelliği bakımından YKON örneğinde depolama süresince önemli bir değişim gözlenmemiştir. KTYO örneğinin 21. gün görünüş puanları 1. güne göre istatistiksel olarak önemli ölçüde azalmıştır. Panelistler tarafından 21. günde KTYO örneği YKON örneğinden görünüş olarak önemli ölçüde beğenilmemiştir ($P<0.05$). Yoğurt örneklerinin duyusal değerlendirme sonuçları Şekil 4.6., 4.7., 4.8., ve 4.9.'da sunulmuştur.



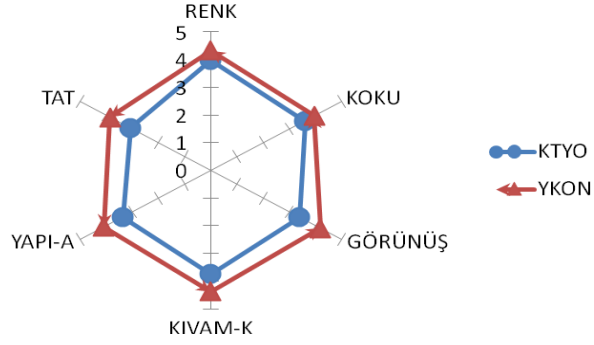
Şekil 4.6. Yoğurt örneklerinin 1. gün duyuusal değerlendirme sonuçları



Şekil 4.7. Yoğurt örneklerinin 7. gün duyuusal değerlendirme sonuçları



Şekil 4.8. Yoğurt örneklerinin 14. gün duyuusal değerlendirme sonuçları



Şekil 4.9. Yoğurt örneklerinin 21. gün duyuusal değerlendirme sonuçları

Kaşıkla bakılan kıvam özelliği bakımından uygulamalar arasında YKON, KTYO yoğurt örneğine göre panelistler tarafından daha çok beğenilmiştir ($P < 0.05$). Yoğurt örneklerinde depolama süresince 1. güne oranla 21. günde kıvam puanlarında önemli düzeyde azalma gözlenmiştir ($P < 0.05$).

Ağızda yapı özelliği bakımından örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P > 0.05$). Örneklerin yapı özelliği bakımından depolama süresince 1. güne oranla 21. günde yapı puanlarında önemli düzeyde azalma gözlenmiştir ($P < 0.05$).

Tat özelliği bakımından YKON örneği KTYO örneğine göre önemli düzeyde daha çok beğenilmiştir ($P < 0.05$). Depolama süresince 7. günden itibaren örneklerin tat puanlarında önemli düzeyde düşme tespit edilmiştir ($P < 0.05$). Yoğurt örneklerinin duyuusal değerlendirme sonuçları Çizelge 4.6.'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.6. Yoğurt örneklerinin depolama süresince duyusal değerlendirme puan değişimleri

RENK					
Örnekler	1.gün	7.gün	14. gün	21. gün	UYGULAMA
YKON	4,46±0,26	4,21±0,24	4,17±0,24	4,33±0,21	4,29±0,23
KTYO	4,29±0,30	4,13±0,23	4,08±0,22	4,00±0,28	4,13±0,23
ZAMAN	4,38±0,20	4,17±0,17	4,13±0,16	4,17±0,18	
KOKU					
Örnekler	1.gün	7.gün	14. gün	21. gün	UYGULAMA
YKON	4,17±0,25	3,96±0,22	4,00±0,27	3,96±0,24	4,02±0,23
KTYO	3,83±0,27	4,00±0,24	3,83±0,26	3,58±0,31	3,81±0,23
ZAMAN	4,00±0,19	3,98±0,16	3,92±0,19	3,77±0,20	
GÖRÜNÜŞ					
Örnekler	1.gün	7.gün	14.gün	21.gün	UYGULAMA
YKON	4,08±0,33 ^{Aa}	4,17±0,25 ^{Aa}	3,96±0,26 ^{Aa}	4,17±0,19 ^{Aa}	4,09±0,23
KTYO	4,21±0,23 ^{Aa}	3,88±0,32 ^{ABa}	3,79±0,28 ^{ABa}	3,38±0,27 ^{Bb}	3,81±0,23
ZAMAN	4,15±0,20	4,02±0,20	3,88±0,19	3,77±0,17	
KIVAM					
Örnekler	1.gün	7.gün	14. gün	21. gün	UYGULAMA
YKON	4,50±0,15	4,38±0,15	4,42±0,18	4,38±0,16	4,42±0,16 ^a
KTYO	4,13±0,20	3,92±0,20	3,88±0,19	3,75±0,20	3,92±0,16 ^b
ZAMAN	4,31±0,13 ^A	4,15±0,12 ^{AB}	4,15±0,13 ^{AB}	4,06±0,13 ^B	
YAPI					
Örnekler	1.gün	7.gün	14. gün	21. gün	UYGULAMA
YKON	4,25±0,19	4,13±0,24	3,96±0,20	4,08±0,20	4,10±0,18
KTYO	4,00±0,20	3,96±0,22	3,63±0,21	3,38±0,28	3,74±0,18
ZAMAN	4,13±0,14 ^A	4,04±0,16 ^{AB}	3,79±0,15 ^{AB}	3,73±0,17 ^B	
TAT					
Örnekler	1.gün	7.gün	14. gün	21. gün	UYGULAMA
YKON	4,58±0,15	4,00±0,14	4,13±0,21	3,83±0,15	4,14±0,14 ^a
KTYO	4,00±0,24	3,75±0,18	3,46±0,20	3,08±0,21	3,57±0,14 ^b
ZAMAN	4,29±0,14 ^A	3,88±0,11 ^B	3,79±0,14 ^{BC}	3,46±0,13 ^C	
GENEL DEĞERLENDİRME					
Örnekler	1.gün	7.gün	14. gün	21. gün	UYGULAMA
YKON	4,38±0,16	4,21±0,15	3,88±0,22	3,88±0,18	4,08±0,17
KTYO	3,96±0,22	3,79±0,21	3,54±0,24	3,29±0,22	3,65±0,17
ZAMAN	4,17±0,14 ^A	4,00±0,13 ^{AB}	3,71±0,16 ^{BC}	3,58±0,14 ^C	

^{A,B,C}Çizelgede büyük harfler zamanlar arasındaki farkı göstermektedir. Aynı harfle simgelenmemiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05).

^{a,b}Çizelgede küçük harfler uygulamalar arasındaki farkı göstermektedir. Aynı harfle simgelenmemiş ortalamalar birbirinden farklıdır(P<0,05).

Genel değerlendirme puanlarına göre depolama süresince örneklerin puanlarında azalma tespit edilmiş, 1.güne göre 14.gün genel değerlendirme puanları önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($P<0.05$). Genel değerlendirme sonuçlarına göre, uygulamalar arasında fark olmaması kefir tozuyla üretilen yoğurdun tüketiciler tarafından kabul gördüğünün bir göstergesidir ($P>0.05$).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde özellikle pıhtısı kırılmamış yoğurt tüketimi geleneksel beslenmemizin önemli bir parçasıdır. Temel yoğurt üretim prosesinin uzun yıllardır pek fazla değişiklik göstermemesi, probiyotik starter kültür kullanımını gündeme getirmiştir (Akın, 2006; Ashraf ve Shah, 2011).

Sindirim sistemi; metabolik olarak insan vücudunun en aktif organı olup fonksiyonel gıda tüketiminden önemli düzeyde etkilenmektedir. Doğumda steril olan bu organ, çeşitli gıdaların tüketilmesiyle konakçının iyi halini etkileyen, bağışıklık sisteminde önemli rolü olan ve birçok sistemik hastalığın başlangıç mekanıdır (Mattila-Sandholm vd., 2005). *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* ile üretilen süt ürünlerinin, bağırsağı enfeksiyonlardan koruduğu, mide, karaciğer hastalıkları üzerinde olumlu etkiler gösterdiği bildirilmiştir (Özden, 2008). Kefir, bilinen en doğal, çok çeşitli ve yüksek sayıda probiyotik ve prebiyotikleri içeren bir üründür (Güzel-Seydim vd., 2011b).

Araştırmamızda kefir tozu ile üretilen yoğurt örneğinin 1. ve 21.gün *L. acidophilus* içeriği sırasıyla 6,93-5,79 log kob/g olarak, *Bifidobacterium* spp. içeriği 4,83-4,05 log kob/g, maya içeriği ise 3,64-4,95 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Geleneksel yoğurdun fonksiyonel özellikleri kefir tozu ile geliştirilmiştir. Kefirle ilgili bilimsel çalışmalar teknolojik özelliklerin geliştirilmesi yönünde olmayıp, kefirin sağlık üzerine etkilerine yoğunlaşmıştır. Sağlık etkileri ile ilgili oldukça fazla çalışma bulunmaktadır.

Probiyotik içerikli pek çok yoğurt duyusal özellikleri açısından tüketiciler tarafından geleneksel (kontrol) yoğurda göre daha az tercih edilmektedir (Heydari vd., 2011). Bu çalışmada ise genel değerlendirme puanı açısından uygulamalar arasında fark olmaması kefir tozuyla üretilen yoğurdun tüketiciler tarafından kabul gördüğünün bir göstergesidir.

Bu alışma geleneksel yoğurdun kefir tozu ile üretilmesinin geleneksel yoğurda kazandıracadı yeni özelliklere dikkat çekmiştir. Kuru maddenin kefir tozu ile standardize edilmesinin fermantasyon süresince önemli etkileri olduğu gösterilmiştir. Bu alışma ile kefire özgü ferahlatıcı tat ve terapötik etkileri yoğurda kazandırılmış ve tüketiciler tarafından kabul gören yeni bir ürün geliştirilmiştir. Tüketicilerin sağlık yararları elde edebilmesi için yoğurda kefir tozu, hem kuru madde artırımını hem de probiyotik özellik kazandırmak amacıyla eklenebilecektir.

KAYNAKLAR

- Ahmed Z., Yanping W., Asif A., Salman T.K., Mehrun N., Hajra A., Asma A., 2013. Kefir and Health, a Contemporary Perspective. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53, 422–434.
- Akın N., 2006. Modern Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 456s, Konya.
- Ashraf R., Shah N.P., 2011. Selective and Differential Enumerations of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium* spp. in Yoghurt. *International Journal of Food Microbiology*, 149, 194–208.
- Aswal P., Shukla A., Priyadarshi S., 2012. Yoghurt, Preparation, Characteristics and Recent Advancements. *Cibtech Journal of Bio-Protocols*, 1 (2), 32-44.
- Atamer, M., Sezgin, E., 1986. Yoğurtlarda Kuru Madde Artırımının Pıhtının Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi. *Gıda*, 11(6), 327-331.
- Bhat Z.F., Bhat H., 2011. Milk and Dairy Products as Functional Foods. *International Journal of Dairy Science*, 6 (1), 1-12.
- Bolla A.P., Serradell M. A., Urraza J. P., De Antoni L.G., 2011. Effect of Freeze-Drying on Viability and *in vitro* Probiotic Properties of a Mixture of Lactic Acid Bacteria and Yeasts Isolated From Kefir. *Journal of Dairy Research*, 78, 15–22.
- Bruzzone F., Ares G., Giménez A., 2013. Temporal Aspects of Yoghurt Texture Perception. *International Dairy Journal*, 29, 124-134.
- Chen C., 2005. Antitumor Properties of Kefir, Possible Bioactive Components and Mechanisms. McGill University, School of Dietetics and Human Nutrition Centre for Indigenous Peoples Nutrition and Environment, Doktora Tezi, 244p, Montreal.
- Cruz A.G., Castro W.F., Faria J.A.F., Lollo P.C.B., Amaya-Farfán J., Freitas M.Q., Rodrigues D., Oliveira C.A.F. ve Godoy H.T., 2011. Probiotic Yogurts Manufactured with Increased Glucose Oxidase Levels, Postacidification, Proteolytic Patterns, Survival of Probiotic Microorganisms, Production of Organic Acid and Aroma Compounds. *Journal of Dairy Science*, 95, 2261–2269.
- Çakmakçı S., Çetin B., Turgut T., Gürses M., Erdoğan A., 2012. Probiotic Properties, Sensory Qualities, and Storage Stability of Probiotic Banana Yogurts, 36(3), 231-237.
- Çınar İ., Dayısoylu K.S., 2005. Sağlık ve Beslenmede Sinbiyotikler. *Gıda Dergisi*, 30 (4), 239-244.

- Doğan M., 2012. Probiyotik Bakterilerin Gastrointestinal Sistemdeki Etki Mekanizması. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 7 (1), 20-27.
- Domagala J., Wszoleka M., Tamime A.Y., Kupiec-Teahan B.K., 2013. The Effect of Transglutaminase Concentration on the Texture, Syneresis and Microstructure of Set-Type Goat's Milk Yoghurt During the Storage Period. Small Ruminant Research 112 (2013) 154– 161.
- Donkor O.N., Henriksson A., Vasiljevic T., Shah N.P., 2006. Effect of Acidification on the Activity of Probiotics in Yoghurt During Cold Storage. International Dairy Journal, 16, 1181–1189.
- Ebel, B., Martin F., Le L.D.T., Gervai P., Cachon R., 2011. Use of Gases to Improve Survival of *Bifidobacterium bifidum* by Modifying Redox Potential in Fermented Milk. Journal of Dairy Science, 94, 2185–2191.
- El-Dieb S.M. Abd Rabo F.H.R., Badran S.M., Abd El-Fattah A.M., Elshaghabee F.M.F., 2012. The Growth Behaviour and Enhancement of Probiotic Viability in Bioyoghurt. International Dairy Journal, 22, 44-47.
- Elizaquível P., Sánchez G., Salvador A., Fiszman S., Dueñas M. T., López P., Fernández De Palencia P., Aznar R., 2011. Evaluation of Yogurt and Various Beverages as Carriers of Lactic Acid Bacteria Producing 2-Branched (1,3)-B-D-Glucan. American Dairy Science Association, 94, 3271–3278.
- Erbaş M.,2006. Yeni Bir Gıda Grubu Olarak Fonksiyonel Gıdalar. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, Bolu, 791-793.
- Ercan P., El S.N., 2012. *In vitro* Bioaccessibility of Coenzyme Q10 in Enriched Yoghurts. International Journal of Food Science and Technology, 47, 1986–1992.
- Ertekin, B., Güzel-Seydim, Z., 2010. Effect of Fat Replacers on Kefir Quality. Journal Science Food Agriculture, 90 (4), 543 – 548.
- Garcia-Perez F. J., Lario Y., Fernandez-Lopez J., Sayas E., Perez-Alvarez J. A., Sendra E. 2005. Effect of Orange Fiber Addition on Yogurt Color During Fermentation and Cold Storage. Industrial Applications, 30 (6), 457-463.
- Garrote G.L., Abraham A.G., De Antoni G.L., 2010. Microbial Interaction in Kefir: A Natural Probiotic Drink. Mozzi F., Raya R.R., Vignolo G.M. (Ed.), Biotechnology of Lactic Acid Bacteria Novel Application (327-339). A John Wiley and Sons, Inc., 393s, Singapore.
- Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (GTHB), 2013a. Türk Gıda Kodeksi-Fermente Sütler Tebliği. Erişim Tarihi: 28.05.2013. <http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=9.5.12872&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=fermente>.

- Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (GTHB), 2013b. Türk Gıda Kodeksi-Etiketleme Yönetmeliği. Erişim Tarihi: 28.05.2013. <http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Metin.Asp?Mevzuat>.
- Golowczyc M. A., Gerez C. L., Silva J., Abraham A.G., De Antoni G.L., Teixeira P., 2011a. Survival of Spray-Dried *Lactobacillus kefir* is Affected by Different Protectants and Storage Conditions. *Biotechnology Letters*, 33, 681-686.
- Golowczyc M. A., Silva J., Teixeira P., De Antoni G.L., Abraham A.G., 2011b. Cellular Injuries of Spray-Dried *Lactobacillus* spp. Isolated from Kefir and Their Impact on Probiotic Properties. *International Journal of Food Microbiology*, 144, 556-560.
- Granato D., Branco G.F., Cruz A.G., Faria J.A.F., Shah N.P., 2010. Probiotic Dairy Products as Functional Foods. *Food Science and Food Safety*, 9, 455-466.
- Grishina A., Kuikova I., Alieva L., 2011. Antigenotoxic Effect of Kefir and Ayran Supernatants on Fecal Water-Induced DNA Damage in Human Colon Cells. *Nutrition and Cancer*, 63(1), 73-79.
- Guarner F., Perdigon G., Corthier G., Salminen S., Koletzko B., Morelli L., 2005. Should Yoghurt Cultures Be Considered Probiotic?. *British Journal of Nutrition*, 93, 783-786.
- Guglielmotti D. M., Marco M. B., Golowczyc M., Reinheimer J. A., Quiberoni A.L., 2007. Probiotic Potential of *Lactobacillus delbrueckii* Strains and Their Phage Resistant Mutants. *International Dairy Journal*, 17, 916-925.
- Gülmez M., Güven A., 2002. Probiyotik, Prebiyotik ve Sinbiyotikler. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 8 (1), 83-89.
- Günerhan Y., Sulu B., Öztürk B., Atalay-Vural S., Ermutlu C.S., Aksoy A., Büyük F., 2009. The Effect of Kefir on the Healing of Colonic Anastomosis in Rabbits. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 15 (1), 119-124.
- Gürakan G.C., Cebeci A., Özer B., 2010. Probiotic Dairy Beverages, *Microbiology and Technology*. Yıldız F. (Ed.), *Development and Manufacture of Yogurt and Other Functional Dairy Products* (166-189), CRC Press, 435p, USA.
- Gürsoy A., Durlu-Özkaya F., Yıldız F., Aslım B., 2010. Set Type Yoghurt Production by Exopolysaccharide Producing Turkish Origin Domestic Strains of *Streptococcus thermophilus* (W22) and *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* (B3). *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16, 81-86.
- Güzel-Seydim Z., Kök-Taş T., Greene A.K., 2010. Kefir and Koumiss, *Microbiology and Technology*. Yıldız F. (Ed.), *Development and Manufacture of Yogurt and Other Functional Dairy Products* (143-163), CRC Press Taylor and Francis Group, 435p, London.

- Güzel-Seydim Z., Kök-Taş, T., Ertekin B., Seydim A.C., 2011a. Effect of Different Growth Conditions on Biomass Increase in Kefir Grains. *Journal of Dairy Science*, 94(3), 1239-1242.
- Güzel-Seydim Z.B., Wyffels T.J., Seydim A.C., Greene A.K., 2005a. Turkish Kefir and Kefir Grains, Microbial Enumeration and Electron Microscopic Observation. *International Journal of Dairy Technology*, 58 (1), 25-29.
- Güzel-Seydim Z.B., Seydim A.C., Greene A.K., Bodine A.B., 2000a. Determination of Organic Acids and Volatile Flavor Substances in Kefir during Fermentation. *Journal of Food Composition and Analysis*, 13, 35-43.
- Güzel-Seydim Z.B., Sezgin E., Seydim A.C. 2005b. Influences of Exopolysaccharide Producing Cultures on the Quality of Plain Set Type Yogurt. *Food Control*, 16, 205–209.
- Güzel-Seydim, Z.B., Kök-Taş, T., Greene A.K., Seydim A.C., 2011b. Review: Functional Properties of Kefir. *Food Science and Nutrition*, 51, 261-268.
- Güzel-Seydim, Z.B., Seydim, A.C., Greene, A.K., 2003. Amino Acid Profile of Kefir. *Milchwissenschaft*, 58 (3), 158-160.
- Güzel-Seydim, Z.B., Seydim, A.C., Greene, A.K., 2000b. Organic Acids and Volatile Flavor Components Evolved During Refrigerated Storage of Kefir. *Journal of Dairy Science*, 83, 275-277.
- Güzel-Seydim, Z.B., Seydim, A.C., Greene, A.K., Tas, T., 2006. Determination of Antimutagenic Properties of Some Fermented Milks Including Changes in the Total Fatty Acid Profiles including CLA. *International Journal of Dairy Technology*, 59 (3), 209-215.
- Heller J.K., 2001. Probiotic Bacteria in Fermented Foods: Product Characteristics and Starter Organisms. *American Society for Clinical Nutrition*, 73, 374-379.
- Heydari S., Mortazavian A.M. , Ehsani M.R. , Mohammadifar M.A., Ezzatpanah H. 2011. Biochemical, Microbiological And Sensory Characteristics of Probiotic Yogurt Containing Various Prebiotic Compounds. *Ital. Journal Food Science*, 23, 153-163.
- Hong W-S., Chen Y-P., Dai T-Y., Huang I-N., Chen M-J., 2011. Effect of Heat-Inactivated Kefir-Isolated *Lactobacillus kefiranofaciens* M1 on Preventing an Allergic Airway Response in Mice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 9022–9031.
- Hoppert K., Zahn S., Jänecke L., Mai R., Hoffmann S., Rohm H., 2013. Consumer Acceptance of Regular and Reduced-Sugar Yogurt Enriched with Different Types of Dietary Fiber. *International Dairy Journal*, 28, 1-7.

- Huseini H.F., Rahimzadeh R., Fazeli M.R., Mehrazma M., Salehi M., 2012. Evaluation of Wound Healing Activities of Kefir Products. *Burns*, 38, 719-723.
- Irigoyen A., Arana I., Castiella M., Torre P., Ibanez, F.C., 2005. Microbiological, Physicochemical and Sensory Characteristics of Kefir During Storage. *Food Chemistry*, 90, 613–620.
- İbrahim S.A., Carr J.P., 2006. Viability of Bifidobacteria in Commercial Yogurt Products in North Carolina During Refrigerated Storage. *International Journal of Dairy Technology*, 59(4), 272-277.
- İsmail A.A., Ghaly M.F., El-Naggar A.K., 2011. Milk Kefir, Ultrastructure, Antimicrobial Activity and Efficacy on Aflatoxin B1 Production by *Aspergillus flavus*. *Curr Microbiology*, 62, 1602–1609.
- Johansson S., Savage G.P., 2011. The Availability of Soluble Oxalates in Stir-Fried Silver Beet (*Beta vulgaris* var. *cicla*) Leaves Eaten with Yoghurt. *International Journal of Food Science and Technology*, 46, 2232–2239.
- Kabak B., Dobson A.D.W., 2011. An Introduction to the Traditional Fermented Foods and Beverages of Turkey. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51, 248–260.
- Kailasapathy K. 2006. Survival of Free and Encapsulated Probiotic Bacteria and Their Effect on the Sensory Properties of Yoghurt. *Swiss Society of Food Science and Technology*, 39, 1221-1227.
- Kakisu E., Abraham A.G., Farinati C.T., Ibarra C., De Antoni G., 2013. *Lactobacillus plantarum* Isolated from Kefir Protects Vero Cells from Cytotoxicity by type-II Shiga Toxin from *E.coli* O157:H7. *Journal of Dairy Research*, 80, 64-71.
- Karaca O.B., Saydam İ.B., Güven M., 2012. Physicochemical, Mineral and Sensory Properties of Set-Type Yoghurts Produced by Addition of Grape, Mulberry and Carob Molasses (Pekmez) at Different Ratios, 65 (1), 111-117.
- Kılıç S., 2008. Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri. Ege Üniversitesi Yayınları, 423s, İzmir.
- Kırdar S. S., 2001. Süt ve Ürünlerinde Analiz Metodları Uygulama Kılavuzu. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No:18, 191, Isparta.
- Koşakowski P., Ozimkiewicz M., 2011. Restoration of Kefir Grains Subjected to Different Treatments. *International Journal of Dairy Technology*, 65(1),140-145.

- Kök-Taş T., 2010. Kontrollü Atmosfer Uygulamasının Kefir Danesi ve Kefir Üzerine Ekilerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 122s, Isparta.
- Kök-Taş T., Ekinci F.Y., Güzel-Seydim Z.B., 2012. Identification of Microbial Flora in Kefir Grains Produced in Turkey Using PCR. *International Journal of Dairy Technology*, 65 (1), 126-131.
- Kök-Taş T., Seydim A.C., Özer B., Güzel-Seydim Z.B., 2013. Effects of Different Fermentation Parameters on Quality Characteristics of Kefir. *Journal of Dairy Science*, 96, 780–789.
- Lawless, H.T., Heymann, H., 1999. *Sensory Evaluation of Food, Principles and Practices*. Chapman & Hall, New York.
- Lee J., Rheem S., Yun B., Ahn Y., Joung J., Lee S.K., Oh S., Chun S., Rheem I., Yea H.S., Lim K.S., Cha J.M., Kim S., 2013. Effects of Probiotic Yoghurt on Symptoms and Intestinal Microbiota in Patients with Irritable Bowel Syndrome. *International Journal of Dairy Technology*, 66(2), 243-255.
- Lourens-Hattingh A., Viljoen B.C. 2001. Yogurt as Probiotic Carrier Food. *International Dairy Journal*, 11, 1–17.
- Loveday M.S., Sarkar A., Singh H., 2013. Innovative yoghurts: Novel Processing Technologies For Improving Acid Milk Gel Texture. *Trends in Food Science & Technology*, 33, 5-20.
- Mattila-Sandholm T., Saarela M., Vos W.M. 2005. Future Development of Probiotic Dairy Products (39-71). Tamime A. (Ed.), *Probiotic Dairy Products*. Blackwell, 207p, Singapore.
- Ng E.W., Yeung M., Tong S.P. 2011. Effects of Yogurt Starter Cultures on The Survival of *Lactobacillus acidophilus*. *International Journal of Food Microbiology*. 145, 169–175.
- O’Connell M., 2009. Bifidobacteria. Jardine S. (Ed.), *Ingredients Handbook Prebiotics and Probiotics (79-91)*, Wiley-Blacwell, 149p, UK
- Oliveira S.P.R., Perego P., Oliveira M.N., Converti A., 2012. Effect of Inulin on the Growth and Metabolism of a Probiotic Strain of *Lactobacillus rhamnosus* in Co-Culture with *Streptococcus thermophilus*. *Food Science and Technology*, 47, 358-363.
- Olson D.W., Aryana K.J. 2008. An Excessively High *Lactobacillus acidophilus* Inoculation Level in Yogurt Lowers Product Quality During Storage. *Swiss Society of Food Science and Technology*, 41, 911–918.
- Özdemir N., 2012. Asetik Asit Bakterilerinin Kefir Danesinde Geliştirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, YL Tez, 90, Isparta.

- Özden A., 2008. Diğer Fermente Süt Ürünleri (Biyoyogurt-Probiyotik Yoğurt). *Güncel Gastroenteroloji*, 12(3), 169-181.
- Özer D., Akin S., Özer B., 2005. Effect of Inulin and Lactulose on Survival of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and *Bifidobacterium bifidum* BB-02 in Acidophilus-Bifidus Yoghurt. *Food Science and Technology, International*, 11 (1), 19-24.
- Özer, B.H., Uzun, Y.S., Kırmacı, H.A., 2008. Effect of Cell Immobilization on Viability of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and *Bifidobacterium bifidum* BB-12 in Kasar cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 61 (3), 237-244.
- Özge D.O., Artan E., Soyyiğit H., Güzel-Seydim Z., 2008. Fonksiyonel Özellikleri Geliştirilmiş Yoğurt Üretimi. *Gıda*, 33 (2), 57-67.
- Papavasiliou G., Kourkoutas Y., Rapti A., Sipsas V., Soupioni M., Koutinas A.A., 2008. Production of Freeze-Dried Kefir Culture Using Whey. *International Dairy Journal*, 18, 247–254.
- Piermaria J.A., Canal M.L., Abraham A.G., 2008. Gelling Properties of Kefiran, a Food-Grade Polysaccharide Obtained from Kefir Grain. *Food Hydrocolloids*, 22, 1520-1527.
- Prasad L.N., Sherkat F., Shah P.N., 2013. Influence of Galactooligosaccharides and Modified Waxy Maize Starch on Some Attributes of Yogurt. *Journal of Food Science*, 78 (1), 77-83.
- Purwandari U., Shah N.P., Vasiljevic T., 2007. Effects of Exopolysaccharide-Producing Strains of *Streptococcus thermophilus* on Technological and Rheological Properties of Set-Type Yoghurt. *International Dairy Journal*, 17, 1344–1352.
- Rodrigues K.L., Caputo L.R.G., Carvalho J.C.T., Evangelista J., Schneedorf J.M., 2005. Antimicrobial and Healing Activity of Kefir and Kefiran Extract. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 25, 404-408.
- Routray W., Mishra H.N., 2011. Scientific and Technical Aspects of Yogurt Aroma and Taste, A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10, 208-220.
- Saarela M., 2009. Lactobacilli. Jardine S. (Ed.), *Ingredients Handbook Prebiotics and Probiotics* (101-107), Wiley-Blacwell, 149p, UK.
- Santos A., San Mauro M., Sanchez A., Torres J.M., Marquina D., 2003. The Antimicrobial Properties of Different Strains of *Lactobacillus* spp. Isolated from Kefir. *Systematic and Applied Microbiology*, 26, 434-437.

- Sarkar S., 2007. Potential of Kefir as A Dietetic Beverage. *British Food Journal*, 109 (4), 280-290.
- Sarkar S., 2008a. Effect of Probiotics on Biotechnological Characteristics of Yogurt. *British Food Journal*, 110 (7), 717-740.
- Sarkar S., 2008b. Biotechnological Innovations in Kefir Production. *British Food Journal*. 110 (3), 283–295.
- Sarkar S., 2013. Probiotics as Functional Foods, Documented Health Benefits. *Nutrition & Food Science*, 43 (2), 107-115.
- Savard P., Lamarche B., Paradis M.E., Thiboutot H., Laurin E., Roy D., 2011. Impact of *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 and, *Lactobacillus acidophilus* LA-5-containing Yoghurt, on Fecal Bacterial Counts of healthy Adults. *International Journal of Food Microbiology*, 149, 50-57.
- Seydim, Z.B., 2001. Studies on Fermentative, Microbiological and Biochemical Properties of Kefir and Kefir Grains. PH.D. Dissertation, Clemson University, Clemson, SC.
- Shoji A.S., Oliveira A.C., Balieiro J.C.C., Freitas O., Thomazini M., Heinemann R.J.B., Okuro P.K., Favaro-Trindade C.S., 2013. Viability of *L.acidophilus* Microcapsules and Their Application to Buffalo Milk. *Food and Bioproducts Processing*, 91, 83–88.
- Silva K.R., Rodrigues S.A., Filho L.X., Lima A.S., 2009. Antimicrobial Activity of Broth Fermented with Kefir Grains. *Applied Biochemistry Biotechnology*, 152, 316-325.
- Singh G., Kapoor S.P.I., Singh P., 2011. Effect of Volatile Oil and Oleoresin of Anise on the Shelf Life Yogurt. *Journal of Food Processing and Preservation*, 35, 778-783.
- Tada S., Katakura Y., Ninomiya K., Shioya S., 2007. Fed-Batch Coculture of *Lactobacillus kefiranoformis* with *Saccharomyces cerevisiae* for Effective Production of Kefiran. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 103 (6), 557–562.
- Tamime A.Y., Saarela A., Korslund Sondergaard A., Mistry V.V., Shah N.P., 2005. Production and Maintenance of Viability of Probiotic Micro-organisms in Dairy Products (39-71). Tamime A. (Ed.), *Probiotic Dairy Products*. Blackwell, 207p, Singapore.
- Taverniti V., Guglielmetti S., 2011. The Immunomodulatory Properties of Probiotic Microorganisms Beyond Their Viability (Ghost Probiotics: Proposal of Paraprobiotic Concept). *Genes Nutrition*, 6, 261–274.

- Ulusal Süt Konseyi (IDF), 2013. Dünyada ve Türkiyede Süt Sektör İstatistikleri 2012. Erişim Tarihi: 28.05.2013. <http://www.ulusalsutkonseyi.org.tr/ana/rapor.asp?uid=53>.
- Urdaneta E., Barrenetxe J., Aranguren P., Irigoyen A., Marzo F., İbáñez C.F., 2007. Intestinal Beneficial Effects of Kefir-Supplemented Diet in Rats. *Nutrition Research*, 27, 653-658.
- Üçüncü M., 2010. Süt ve Mamülleri Teknolojisi. Meta Basım ve Matbaacılık, Bornova, 405s, İzmir.
- Ünal G., El S.N., Akalın A.S., Dinkci N., 2013. Antioxidant Activity of Probiotic Yoghurt Fortified with Milk Protein Based Ingredients. *Ital. Journal Food Science*, 25, 63-69.
- Vrese M., Kristen H., Rautenberg P., Laue C., Schrezenmeir J., 2011. Probiotic Lactobacilli and Bifidobacteria in a Fermented Milk Product with Added Fruit Preparation Reduce Antibiotic Associated Diarrhea and *Helicobacter pylori* Activity. *Journal of Dairy Research*, 78, 396-403.
- Wang S., Zhu H., Lu C., Kang Z., Luo Y., Feng L., Lu X., 2012. Fermented Milk Supplemented with Probiotics and Prebiotics Can Effectively Alter the Intestinal Microbiota and Immunity of Host Animals. *American Dairy Science Association*, 95, 4813-4822.
- Wen Y., Liu N., Zhao X.H., 2012. Chemical Composition and Rheological Properties of Set Yoghurt Prepared from Skimmed Milk Treated with Horseradish Peroxidase. *Food Technology and Biotechnology*, 50 (4), 473-478.
- Yalçın S., 1985. Yoğurтта Aroma ve Lezzet Bileşikleri Oluşumu. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 32 (2), 237-249.
- Yılmaz, M. ve Seçilmiş, H..2006. Gaz Kromatografisi Headspace Sistemi İle Süt Ürünlerinde Bazı Aroma Bileşenlerinin Analizi, Türkiye 9. Gıda Kongresi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- Zajsek K., Kolar M., Gorsek A., 2011. Characterisation of the Exopolysaccharide Kefiran Produced by Lactic Acid Bacteria Entrapped within Natural Kefir Grains. *International Journal of Dairy Technology*, 64 (4), 544-548.
- Ziar H., Ge'rrard P., Riaz A., 2012. Calcium Alginate-Resistant Starch Mixed Gel Improved the Survival of *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Bb12 and *Lactobacillus rhamnosus* LBRE-LSAS in Yogurt and Simulated Gastrointestinal Conditions. *International Journal of Food Science and Technology*, 47, 1421-1429.

Ek-1. Duyusal Değerlendirme Formu

DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU					
Panelist Adı:					
Tarih:					
Tanımlar:					
<ul style="list-style-type: none"> Bu projede farklı katkı maddeleri uygulanarak yoğurt üretilmiştir. Örnekler arasında su > kraker > su şeklinde ağız çalkalanmalıdır. Duyusal beğeninize göre örnek kodlarının karşılığına gelen boşlukları doldurunuz. (X) 					
1 (Hiç beğenmedim) >>> 5 (Çok beğendim)					
RENK					
ÖRNEK	Hiç beğenmedim				Çok beğendim
354	1	2	3	4	5
987	1	2	3	4	5
KOKU					
ÖRNEK	Hiç beğenmedim				Çok beğendim
354	1	2	3	4	5
987	1	2	3	4	5
DIŞ GÖRÜNÜŞ					
ÖRNEK	Hiç beğenmedim				Çok beğendim
354	1	2	3	4	5
987	1	2	3	4	5
KIVAM (Kaşıkla)					
ÖRNEK	Hiç beğenmedim				Çok beğendim
354	1	2	3	4	5
987	1	2	3	4	5
YAPI (Ağızla)					
ÖRNEK	Hiç beğenmedim				Çok beğendim
354	1	2	3	4	5
987	1	2	3	4	5
TAT					
ÖRNEK	Hiç beğenmedim				Çok beğendim
354	1	2	3	4	5
987	1	2	3	4	5
GENEL DEĞERLENDİRME					
ÖRNEK	Hiç beğenmedim				Çok beğendim
354	1	2	3	4	5
987	1	2	3	4	5
RENK	5 Puan 4 3 1-2	-Parlak, süt renginde, -Süt renginde -Mat renkli -Sarımtırak			
KOKU	5 Puan 4 3 1-2	-Kendine has hoş kokuda, ferahlatıcı -Kendine has kokuda -Kendine has olmayan yabancı koku ihtiva eden -Kendine has olmayan, alkolümsü, mayamsı koku ihtiva eden			
DIŞ GÖRÜNÜŞ	4-5 Puan 3 1-2	-Homojen, çatlak, gaz kabarcığı olmayan -Az sayıda çatlak bulunan, çok az serum ayrılması olmuş -Çok sayıda çatlak, gaz kabarcığı bulunan			
KIVAM (Kaşıkla)	5 Puan 4 3 1-2	-Kaşıkla alınan kesitte dolgun kıvamda, düzgün yapıda, karıştırıldıktan sonra koyu bir akıcılık, serumu hemen ayrılmayan - Alınan kesitte dolgun kıvamda, düzgün yapıda homojen, karıştırıldıktan sonra koyu bir akıcılık, serumu az ayrılan. -Alınan kesitte akıcılığı az, hafif pütürlü yapıda karıştırıldıktan sonra akıcı ve serumu hemen ayrılan, -Alınan kesitte çok akıcı hemen ve fazla miktarda serumu ayrılan dipte tortu bulunan			
YAPI (Ağızla)	5 Puan 4 3 1-2	-Dille damak arasında kolay dağılmayan, dolgun yapıda, homojen -Dille damak arasında az dağılan, homojen, dolgun yapıda -Ağıza alındığında dağılan, hafif pütürlü -Dille damak arasında tutulamayan, akıcı, pütürlü, tanecikli, topaklı yapıda.			
TAT	5 Puan 4 3 1-2	-Kendine has hafif ekşimsi, ferahlatıcı tatta olan -Hafif ekşimsi veya hafif tatlımsı -Ekşimsi, hafif acımsı, alkolümsü, mayamsı yabancı tat içeren -Aşırı derecede ekşimsi, acımsı.			

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Yeri ve Yılı : Burdur, 1975

Medeni Hali : Bekâr

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : bozovab@yahoo.com

Eğitim Durumu

Lise : Antalya Lisesi, (1992).

Lisans : Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, (1994-2000).

Yüksek Lisans : SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Öğretmenliği Tezsiz Yüksek Lisans Programı, (2003-2004).

Mesleki Deneyim

GTHB Karabük İl Müdürlüğü 2004-2008

GTHB Burdur İl Müdürlüğü 2008-...(halen)