

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAĞ İKAME MADDELERİ KULLANIMININ KEFİR KALİTE
KRİTERLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Bilge ERTEKİN

Danışman: Doç. Dr. Zeynep Banu SEYDİM

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2008

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Bu çalışma jürimiz tarafından GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI'nda oybirliği/oyçokluğu ile YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Gülsün AKDEMİR EVRENDİLEK

Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Mühendislik Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü

Üye : Doç. Dr. Zeynep Banu SEYDİM (Danışman)

Süleyman Demirel Üniversitesi

Mühendislik Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü

Üye : Yrd. Doç. Dr. Bedia ŞİMŞEK

Süleyman Demirel Üniversitesi

Mühendislik Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü

ONAY

Bu tez 09/06/2008 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda, yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

.../.../2008

Prof. Dr. Fatma Koyuncu
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	iv
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1. Kefir	5
2.1.1. Kefirin Tanımı	5
2.1.2. Kefir Danesi.....	6
2.1.3. Kefir Danesinin Mikroflorası	8
2.1.4. Kefir Üretimi.....	9
2.1.5. Kefirin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	12
2.1.6. Kefirin Sağlık Üzerine Etkileri	13
2.2. Gıdalarda Reoloji ve Önemi	16
2.2.1. Viskozite.....	17
2.2.2. Akış Reogramları	18
2.2.3. Reolojik Akış Modelleri	20
2.2.4. Süt Ürünlerinin Reolojisi Üzerine Etkili Faktörler	22
2.3. Yağ İkame Maddeleri.....	26
2.3.1. Yağın Önemi ve Sağlık Üzerine Etkisi	26
2.3.2. Yağ İkame Maddelerinin Genel Özellikleri	27
2.3.3. Süt Ürünlerinde Yağ İkame Maddelerinin Kullanımı.....	31
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	35
3.1. Materyal.....	35
3.2. Yöntem	35
3.2.1. Kefir Üretimi.....	35

3.2.1.1. Kefir üretiminde Kullanılacak Kültürün Hazırlanması	35
3.2.1.2. Kefir Üretimi ve Örnekleme Dağılımı	36
3.2.2. Kefir Örneklerinin Kompozisyon Analizleri	36
3.2.2.1. Asitlik Tayini	37
3.2.2.2. pH Tayini	38
3.2.2.3. Yağ Tayini	38
3.2.2.4. Kuru madde Tayini.....	38
3.2.2.5. Protein Tayini.....	39
3.2.3. Kefir Örneklerinde Tat ve Aroma Maddeleri Tayini	39
3.2.4. Kefir Örneklerinin Reolojik Özelliklerinin Belirlenmesi.....	40
3.2.5. Kefir Örneklerin Mikrobiyolojik Analizi	40
3.2.5.1. Koliform Koloni Oluşturan Bakteri Sayısı	41
3.2.5.2. <i>Lactobacillus spp.</i> Koloni Sayısı.....	41
3.2.5.3. <i>Streptococcus spp.</i> Koloni Sayısı	41
3.2.5.4. Maya Sayısı.....	41
3.2.6. Örneklerin Duyusal Analizleri.....	42
3.2.7. İstatistiksel Değerlendirme	42
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	44
4.1. Hammadde Özellikleri	44
4.2. Kefir Örneklerinin Kompozisyon Analizi Sonuçları	44
4.2.1. Toplam Kuru Madde	44
4.2.2. Toplam Yağ	44
4.2.3. pH.....	45
4.2.4. Titrasyon Asitliği	46
4.2.5. Protein.....	47
4.3. Kefir Örneklerinin Tat ve Aroma Maddeleri Analizi Sonuçları.....	49
4.3.1. Asetaldehit	49
4.3.2. Etanol.....	51
4.4. Kefir Örneklerinin Reoloji Sonuçları.....	53
4.5. Kefir Örneklerinin Mikrobiyal Analiz Sonuçları.....	59
4.6. Kefir Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları	63
5. SONUÇ	69

6. KAYNAKLAR.....	71
EKLER.....	83
ÖZGEÇMİŞ.....	88

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YAĞ İKAME MADDELERİ KULLANIMININ KEFİR KALİTE KRİTERLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Bilge Ertekin

Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Jüri: Doç. Dr. Gülsün AKDEMİR EVRENDİLEK
Doç. Dr. Zeynep SEYDİM (Danışman)
Yrd. Doç. Dr. Bedia ŞİMŞEK

Bu çalışmanın amacı Dairy Lo® ve inulin yağ ikame maddeleri kullanımının yağsız kefir kalite kriterleri üzerine etkisini ve ürünlerdeki akış tiplerini belirlemektir. Yağsız inek sütlerine Dairy Lo® (% 2) ve inulin (% 2) ilave edilmiştir. Kefir kültürü inokülasyonu (% 2) pH 4,6'ya kadar 25°C'de fermente edilmiştir. Duyusal analizler depolamanın birinci gününde; reolojik, mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal analizler 1, 7, 14 ve 21. günlerde yapılmıştır.

Örneklerde % toplam kuru madde ve yağ, pH değerleri, titrasyon asitliği, % toplam protein belirlenmiştir. Tepe boşluğu gaz kromatografisi metoduyla tat-aroma bileşenleri belirlenmiştir. Toplam laktobasil; laktokok, maya ve koliform bakteri sayısı incelenmiştir. Duyusal özellikler Tanımlayıcı Analiz ve Hedonik Testlerle belirlenmiştir. Reolojik özellikler Brookfield DV-II Pro LV model viskozimetre kullanılarak ölçülmüştür.

Tam yağlı süttten üretilen kefir (TY), Dairy Lo® içeren kefir (DL), inulin içeren kefir (İNU) ve yağsız süttten üretilen kefir (YK) örneklerinde kuru madde, pH, laktik asit eşdeğerinde titrasyon asitliği sırasıyla % 8,6-10,9; 4,29-4,40 ve % 0,70-0,82 aralıklarında bulunmuştur. Toplam protein % 3,26-5,86 arasında bulunmuştur. Asetaldehit konsantrasyonları 5,2-7,16 mg/L, etanol konsantrasyonları 151-1075 mg/L arasında tespit edilmiştir.

Depolamanın birinci gününde, görünür viskozite TY örneğinde 977 mPas ile en yüksek, İNU örneğinde 528 mPas ile en düşük bulunmuştur. Kefir örnekleri tiksotropi ile Newtonian olmayan pseudoplastik akış davranışı göstermiştir.

Bütün örneklerde *Lactobacillus* spp. sayısı 9,1-9,4; *Streptococcus* spp. sayısı 9,3-9,8; maya sayısı 5,3-5,6 log (kob/ml) arasında bulunmuştur.

Duyusal değerlendirmedeki renk, viskozite, ağız kaplama, genel değerlendirme ve hedonik test kriterlerinden TY diğer örneklerden önemli farklılıkta yüksek puanlar almıştır (P<0,01).

Bu çalışmayla, sağlık üzerine olumlu etkisi kanıtlanan kefirin yağsız üretiminde çeşitli fonksiyonel özelliklere de sahip olan yağ ikame maddeleri kullanımının daha sağlıklı bir ürün oluşumuna katkı sağlayabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kefir, Yağ İkamesi, Reoloji, Tanımlayıcı Duyusal Analiz

2008, 89 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

EFFECT OF USING FAT REPLACERS ON QUALITY CRITERIA OF KEFIR

Bilge Ertekin

Süleyman Demirel University Graduate School of Applied and Natural Sciences

Department of Food Engineering

Thesis Committee: Assoc. Prof. Dr. Gülsün AKDEMİR EVRENDİLEK
Assoc. Prof. Dr. Zeynep SEYDİM (Supervisor)
Asst. Prof. Dr. Bedia ŞİMŞEK

The purpose of the study was to determine the effects of fat replacers; Dairy Lo® and inulin on kefir quality criteria and to investigate the rheological behaviours of the products. Dairy Lo® (2 %) and inulin (2 %) were added to non-fat cow's milk. Kefir culture (2 %) was inoculated and they were incubated at 25 °C until pH 4.6. Sensory analysis was carried out on the first day of storage and rheological, microbiological, physical and chemical analyses were carried out on the 1, 7, 14 and 21th days.

In samples, total dry matter % and fat %, pH values, titratable acidity, and total protein % were determined. Flavor analysis of kefir samples was determined with head space gas chromatographic method. Total *Lactobacillus* spp., *Streptococcus* spp., yeast and coliform bacteria counts were investigated. Sensory properties were determined with descriptive analysis and hedonic tests. Rheological properties were measured with using Brookfield DV-II Pro LV model viscosimeter.

In kefir produced from whole fat milk (TY), kefir containing Dairy Lo® (DL), kefir containing inulin (INU) and kefir produced from non-fat milk (YK) samples, dry matter, pH values, titratable acidities equivalent to lactic acid were detected in ranges of 8,6-10,9 %; 4,29-4,40; 0,70-0,82%, respectively. Total protein were determined in range of 3,26-5,86 %. Acetaldehyde concentrations and ethanol concentrations were detected in range of 5,2-7,16 mg/L and 151-1075 mg/L.

In 1st day of storage, apparent viscosity had the highest value in TY sample with 977 mPas, the lowest value in INU sample with 528 mPas. All of the kefir samples had non-Newtonian behavior pseudoplastic fluid with thixotropy.

In all samples, *Lactobacillus* spp., *Streptococcus* spp. and yeast counts were recorded between 9,1-9,4; 8,9-9,8; 5,3-5,6 log (cfu/ml) respectively.

In the sensory assesment, TY sample got higher scores than other samples according to color, viscosity, mouth coating, general evaluation and hedonic test results on significant difference (P<0,01).

By this study, using of fat replacers which have various functional properties at non-fat production of kefir which is proved positive effects on health was determined to contribute a more healthy product formation.

Key Words: Kefir, Fat Replacer, Rheology, Descriptive Sensory Analysis

2008, 89 pages

TEŞEKKÜR

Yalnızca bu tez çalışmamda değil, ihtiyaç duyduğum her anda desteğini hissettiğim, çalışmalarına önemli bilimsel katkı sağlayan değerli Danışman Hocam Doç. Dr. Zeynep SEYDİM'e sonsuz teşekkürler...

Her türlü sorunun çözümünde yardımcı olan, ilgisini hiç esirgemeyen değerli Hocam Doç. Dr. Atıf Can SEYDİM'e çok teşekkür ederim.

Verilerimin istatistiksel değerlendirmesinde büyük emek veren Dr. Özgür Koşkan'a teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarım sırasında ve araştırma bulgularımın değerlendirilmesinde yardımcı olan, ortak çalışmalar yapmaktan ve birlikte vakit geçirmekten büyük keyif aldığım arkadaşlarım Gıda Yüksek Mühendisi Tuğba KÖK-TAŞ, Arş. Gör. Özge D. OKUR, Öğr. Gör. H. Nilgün BUDAK, Öğr. Gör. İlhan GÜN, Arş. Gör. Elif Ayşe KOCAOĞLU, Gıda Yüksek Mühendisi Gülsen SARIKUŞ, Gıda Yüksek Mühendisi Gülsüm ARIKAN'a teşekkür ederim.

1412-YL-06 No'lu Proje ile tez çalışmama maddi destek sağlayan Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Hedeflerime ulaşabilmem için sabırla beni destekleyen annem Nadire Ertekin, babam Mehmet Ertekin, ağabeyim Murat Kürşat Ertekin ve kardeşim Ayçagül Ertekin'e çok çok teşekkürler...

Bilge Ertekin
ISPARTA, 2008

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Kefir daneleri	7
Şekil 2.2. SEM altında kefir danesi görünümü (X 9000)	7
Şekil 2.3. Geleneksel kefir üretiminin akış şeması.....	10
Şekil 2.4. Endüstriyel kefir üretimi akım şeması.....	11
Şekil 2.5. Gıdalarda görülen akış davranışlarının reogramları.....	19
Şekil 2.6. Tikotropik ve reopektik reogramları.....	20
Şekil 2.7. U-tipi kapiller viskozimetre	22
Şekil 2.8. Rotasyonel reometrenin şematik gösterimi	22
Şekil 4.1. Kefir örneklerinin % kuru madde içerikleri.....	45
Şekil 4.2. Kefir örneklerinin pH değerleri	46
Şekil 4.3. Kefir örneklerinin titrasyon asitliği dereceleri.....	47
Şekil 4.4. Kefir örneklerinin % protein içerikleri.....	48
Şekil 4.5. Kefir örneklerinin asetaldehit içerikleri.....	50
Şekil 4.6. Kefir örneklerinin etanol içerikleri.....	51
Şekil 4.7. YK ve TY örneği için kayma gerilmesi/ deformasyon hızı (a,b)	55
Şekil 4.8. İNU ve DL örneği için kayma gerilmesi/ deformasyon hızı (a,b)	56
Şekil 4.9. YK ve TY örneği için viskozite/ deformasyon hızı (a,b)	58
Şekil 4.10. İNU ve DL örneği için viskozite/ deformasyon hızı (a,b)	59
Şekil 4.11. <i>Lactobacillus</i> spp. sayısı.....	60
Şekil 4.12. <i>Streptococcus</i> spp. sayısı	61
Şekil 4.13. Maya sayısı	62
Şekil 4.14. Kefir örneklerinin görünüm değerlendirmesi	64
Şekil 4.15. Kefir örneklerinin tekstür-konsistens değerlendirmesi	65
Şekil 4.16. Kefir örneklerinin koku-aroma değerlendirmesi.....	65
Şekil 4.17. Kefir örneklerinin tat değerlendirmesi	66
Şekil 4.18. Kefir örneklerinin tanımlayıcı genel değerlendirme grafiği	67
Şekil 4.19. Kefir örneklerinin hedonik test grafiği	68

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Çeşitli ülkelere ait bazı fermente süt ürünleri	2
Çizelge 2.1. Kefirin Codex Alimentarius tanımı ve bileşimi	6
Çizelge 2.2. Kefir danesinin mikroflorasını oluşturan mikroorganizmalar	9
Çizelge 2.3. Herschel-Bulkley Modeline göre akış davranış tiplerinin belirlenmesi .	21
Çizelge 4.1. Kefir örneklerinin depolama günlerindeki görünür viskozite değerleri .	53
Çizelge 4.2. Kefir örneklerinin Power Law Modeline göre 1. gün kıvam katsayıları ve akış indeksleri	57
Çizelge 4.3. Kefir örneklerinin <i>Lactobacillus</i> spp., <i>Streptococcus</i> spp., maya sayısı (log kob/ml) oranları.....	62

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

YK	Yağsız kefir
TY	Tam yağlı kefir
İNU	İnulin ilaveli kefir
DL	Dairy Lo® ilaveli kefir
n	Akış indeksi
RNK	Renk
KPK	Köpük
NG	Normal Görünüm
HY	Homojen Yapı
AK	Ağzı Kaplama
VIS	Viskozite
NKK	Normal Kefir Kokusu
YK	Yabancı Koku
NKA	Normal Kefir Aroması
YA	Yabancı Aroma
FA	Ferahlatıcı Aroma
NKT	Normal Kefir Tadı
EKS	Ekşilik
TTL	Tatlılık
YT	Yabancı Tat

1. GİRİŞ

Süt ve süt ürünleri, protein, karbonhidrat, yağ gibi enerji veren besin maddeleri ile metabolizma faaliyetlerinde önemli fonksiyonları olan vitaminler ve mineraller açısından dengeli bir besin maddesidir.

Geçmişte sütün çabuk bozulabilen bir ürün olmasından dolayı sütü daha uzun süre muhafaza etmek amacıyla çeşitli geleneksel fermente süt ürünlerinin geliştiği bilinmektedir. Fermente süt ürünlerinin Orta Asya kökenli olduğu çeşitli kaynaklarda belirtilmektedir. Zaman içerisinde popüler olarak Avrupa'ya ve tüm dünyaya yayılmışlardır. Avrupa ülkelerinde önemli miktarlarda tüketilmektedirler. İskandinav ülkeleri de fermente süt ürünleri tüketiminde önemli bir geçmişe sahiptir (Farnworth, 2005).

Fermente süt ürünlerinin sağlık üzerine olumlu etkileri ilk olarak yaklaşık 100 yıl önce ortaya çıkmıştır. Rus Elie Metchnikoff Bulgar köylülerin uzun yaşam sırrının, fermente süt ürünü yoğurdu fazla miktarda tüketmeleri olduğunu tespit etmiştir. Profesör Metchnikoff bu yöndeki çalışmaları sonucu 1908 yılında Nobel Tıp ödülünü kazanmıştır. Sonrasında fermente süt ürünlerine ilgi artmış, bu da bilimsel çalışmalara ve endüstriye yansımıştır. Bilimsel sonuçları da fermente süt ürünlerinin sağlık üzerine önemli pozitif etkileri olduğunu göstermektedir. Günümüzde halen çalışmalar devam etmekte, özellikle fonksiyonel fermente süt ürünleri Japonya, ABD, Kanada gibi ülkeler ile Avrupa'daki gelişmiş ülkelerde önemli miktarlarda talep görmektedir. Farklı ülkelerde pek çok fermente süt ürünü mevcuttur ve bunlar Çizelge 1.1'de gösterilmiştir.

Fermente süt ürünleri sütteki spesifik mikroorganizmaların seçici olarak gelişmesi ve ürünlerdeki asitlik artışı ile elde edilir. Organik asitlerin başlıca laktik asidin artması ile ürün doğal olarak korunmaktadır. Mikrobiyal aktivite sonucunda, ürüne özgü tat ve aroma maddeleri ile istenilen tekstürel özellikler oluşmakta, laktozun önemli miktarının laktik aside dönüşümü ile ürün süte göre daha kolay sindirilebilmektedir.

Çizelge 1.1. Çeşitli ülkelere ait bazı fermente süt ürünleri

Geleneksel isim	Ülke
Yoğurt, ayran	<i>Türkiye</i>
Busa	<i>Türkistan</i>
Kissel mleka/naja/yaourt	<i>Balkanlar</i>
Urgotnic	<i>Balkan dağları</i>
Leban/labani ya da laban rayeb	<i>Lübnan ve bazı Arap ülkeleri</i>
Zabady/zabade	<i>Mısır ve Sudan</i>
Mast/dough/doogh	<i>İran ve Afganistan</i>
Roba/rob	<i>Irak</i>
Dahi/dadhi/dahee	<i>Hindistan</i>
Mazun/matsoon, matsun, matsoni, madsoon	<i>Ermenistan</i>
Katyk	<i>Transkafkasya</i>
Yiaourti	<i>Yunanistan</i>
Cieddu	<i>İtalya</i>
Mezzoradu	<i>Sicilya</i>
Gioddu	<i>Sardunya</i>
Tarho/taho	<i>Macaristan</i>
Viili	<i>Finlandiya</i>
Filmmjolk/fillbunke/filbunk/surmelk/taettemjolk/tettemelk	<i>İskandinavya</i>
Iogurte	<i>Brezilya ve Portekiz</i>
Skyr	<i>İzlanda</i>
Gruzovina	<i>Yugoslavya</i>
Donskaya/varenetes/kurugna/ryzhenka/guslyanka	<i>Rusya</i>
Tarag	<i>Moğolistan</i>
Shosim/sho/sho/thara	<i>Nepal</i>
Yoghurt/yogurt/yaort/yourt/yaourti/yahourt/yogur/yaghourt	<i>Dünyanın diğer yerleri</i> <i>(bazen Y yerine J kullanılabilir)</i>
<i>Blaand</i>	<i>İskoçya</i>
<i>Lapte batut</i>	<i>Romanya</i>
<i>Koumiss, kumiss, kymys, kymys</i>	<i>Orta Asya</i>
<i>Kefir</i>	<i>Kafkasya</i>

Geleneksel fermente süt ürünlerinden birisi olan kefirin sütte bulunan besin maddelerinin hepsini bileşiminde bulundurmasının yanında, yapılan araştırmalarla antitümör özelliği, bağıışıklık sistemi, sindirim sistemi, laktoz intolerans ve kolesterol üzerine olumlu etkileri tespit edilmiştir. Kefirde bulunan mikroorganizmaların faaliyetleri ile büyük moleküllerin nispeten daha küçük moleküllere hidrolizi sonucu ürün kolay sindirilir özellik kazanmakta ve besin öğelerinin vücut tarafından emilimi iyileşmektedir.

Yağların vücutta başlıca enerji kaynağı olmalarının yanı sıra insan vücudunda çok önemli fonksiyonları vardır. Süt yağı, sütün değerli bir bileşeni olarak kabul edilmektedir. Süt yağının, ekonomik değerinin yanında süt ve süt ürünlerinde tat ve aroma oluşumuna katkısı ile tekstürel özellikler üzerine etkileri bilinmektedir.

Süt yağındaki yağ asitleri, büyük kısmı oleik asit olmak üzere %33-43'ü doymamış yağ asitlerinden, %57-67'si düşük karbon sayılı yağ asitlerinin de dahil olduğu doymuş yağ asitlerinden oluşmaktadır. Hayvansal kökenli bir yağ olması sebebi ile süt yağı kolesterol içermekte ve kolesterol içeriği ise 7-16 mg/100 ml arasında değişebilmektedir. Doymuş yağ asitlerinden zengin gıdaların fazla tüketilmesi kandaki kolesterol seviyesinin yükselmesi, kalp damar rahatsızlıkları, aşırı kilo, şeker hastalığı, kabızlık ve bağırsak bozuklukları hatta bazı kanserler ile ilişkilendirilmektedir.

Bu tip sağlık sorunlarındaki artışlar nedeniyle düşük kalorili ya da az yağlı gıdalara olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Yağsız ya da düşük yağlı ürünlerde karşılaşılan en önemli problem tat, aroma ve tekstürel özelliklerin yağlı ürünlere benzememesi ve tüketici tarafından beğenilerek tüketilmemeleridir.

Yağ ikame maddeleri, doymuş yağ asitleri ve kolesterol içermediklerinden dolayı yağların sebep olduğu rahatsızlıklara sebep olmamakta ve duyuşal bakımdan daha kabul edilebilir gıdaların üretilebilmesini sağlamaktadır. Yağ ikamelerinden başlıca kullanılanlar Dairy-Lo®, Olestra, Simplese ve İnulindir. Dairy-Lo® peynir altı suyu proteininden denatürasyon sonucunda üretilen yağ benzeri özellikteki fonksiyonel bir maddedir. Özellikle süt ürünleri, pişirilmiş ürünler, salata sosları ve mayonez üretiminde kullanılır. Dairy-Lo® kullanımının yoğurtlarda duyuşal özellikleri olumlu katkıda bulunduğu tespit edilmiştir. İnulin, hindiba kökünden sıcak su ekstraksiyonu ile elde edilir. Prebiyotik olarak vücutta kalın bağırsakta bakteriler tarafından fermente edilir. Bunun inuline prebiyotik özellik kazandırdığı yapılan araştırmalarla kanıtlanmıştır. Çeşitli yağ ikamelerinin süt ürünlerinde özellikle yoğurt, peynir ve dondurmada kullanımı bilimsel çalışmalarda araştırılmıştır.

Bu çalışmada sağlık üzerine olumlu etkileri yapılan araştırmalarla kanıtlanmış kefir, yağsız süttten üretilerek daha sağlıklı bir ürün geliştirilmesi amaçlanmıştır. Duyusal özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla yağ ikameleri Dairy-Lo® ve prebiyotik özellikte inulin ilave edilerek üretilen yağsız kefirlerin kalite kriterlerinin kimyasal,

reolojik, mikrobiyolojik ve duyusal analizlerle belirlenmesi ile yağlı, yağsız ve yağ ikame maddeleriyle üretilen kefirlerin akış davranışlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Kefir

2.1.1. Kefirin Tanımı

Kefir Kafkas dağları, Tibet ve Moğolistan kökenli, yüzyıllar öncesine dayanan fermente bir süt ürünüdür. İlk olarak Kafkasya'daki Türklerin keçi tulumunda taşıdıkları taze sütün bazen köpüren bir içecek olduğunu fark ederek kefirin ortaya çıktığı konusunda görüşler mevcuttur (Aghatabay, 2005).

Kefir kelimesinin Türkçe “ keyif veren, coşturan” anlamındaki “kef” sözcüğünden türediği bildirilmiştir. Ancak Türkçe’de “kef” sözcüğü bu anlamda kullanılmadığından bunun “keyf” olması muhtemeldir. Ayrıca bu kelimenin Kafkasya orijinli “en iyi yapıldı” manasındaki “keyf” kelimesinden türediği de bildirilmiştir (Anonim, 2008).

Kefir, 21. yüzyılın yoğurdu olarak tanımlanır (Frengova vd., 2002). Kefir danelerinin süte ilavesiyle fermantasyon sonucu üretilir. Asidik, CO₂ içeren, hafif alkollü bir tada sahiptir. Bu içecek diğer fermente süt ürünlerinden yalnızca laktik asit bakterilerinin metabolik aktivitelerinin sonucunda oluşmaması nedeniyle farklılık göstermektedir. Geleneksel kefirin eşsiz lezzeti ve aroması kefir danelerindeki bakteri ve mayaların farklı türlerinin metabolik aktiviteleriyle oluşur. Kefir farklı lezzetini laktik asit ve alkol fermantasyonuna borçlu olan hissedilir düzeyde CO₂ içeren ferahlatıcı bir fermente süt içeceğidir (Güzel-Seydim vd., 2000a).

FAO ve WHO tarafından oluşturulan Codex Alimentarius’da kefir daneleri, *Lactobacillus kefiri* ve *Leuconostoc*, *Lactococcus* ve *Acetobacter* cinsinin türlerinden oluşan güçlü, özel bir ilişkide gelişerek hazırlanan starter kültür olarak tanımlanmıştır. Codex Alimentarius’a göre kefirin bileşimi Çizelge 2.1.’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Kefirin Codex Alimentarius'a göre bileşimi

BİLEŞEN	MİKTAR (minimum)
Süt proteini (% w/w)	2.8
Süt yağı (%m/m)	<10
Titrasyon asitliği (% laktik asit, % m/m)	0.6
İçerdiği toplam bakteri (kob/ml)	10 ⁷
Maya (kob/ml)	10 ⁴

2.1.2. Kefir Danesi

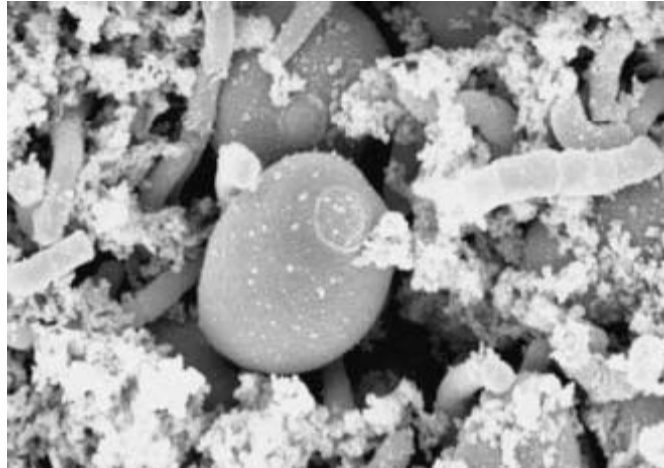
Kefir daneleri minyatür karnabahara veya patlamış mısıra benzeyen küçük, 3-20 mm çapında, düzensiz şekilli, sarımsı beyaz renktedirler (Şekil 2.1). Süte ilave edilen kefir daneleri 25°C'de yaklaşık 22 saat fermantasyon süresince süt içerisinde gelişimlerine devam ederler. Fermantasyon tamamlandıktan sonra daneler kefirde aseptik olarak alınır. Daneler yeni sütte tekrar kullanılmakta ve danelerin hacmi zamanla artış göstermektedir (Güzel-Seydim vd., 2000a). Kefir daneleri, elastiki olmalı, yapışkan ve yumuşak olmamalıdır.

Kefir danesi, bakteri ve mayaların içine yerleştiği kefiran olarak isimlendirilen polisakkarit matriksten meydana gelir. Kefiranın laktik asit bakterileri ve mayalarla olan sinbiyotik ilişkisi kefire eşsiz özellikler kazandırır. *Lactobacillus kefir*'in kefiran üretiminden sorumlu olduğu bildirilirken diğer araştırmacılar bu bakterinin kefiran üretmediğini bildirmişlerdir. Diğer yazarlar ise başlıca kefiran üreticisinin *Lactobacillus kefiranofaciens* olduğunu bildirmişlerdir. Böylelikle kefir danesindeki kefiran üretiminden sorumlu mikroorganizma hakkında kesin karara varılamamıştır (Frengova vd., 2002).



Şekil 2.1. Kefir daneleri

Scanning Elektron Mikroskobu (SEM) kullanılarak, kefir danesinin yapısındaki basiller, mayalar ve fibril yapıları gözlemlenmiştir (Şekil 2.2). Kefir danelerinin yüzeyinde ve ortalarında maya kolonileri gözlenmiştir (Güzel-Seydim vd., 2005a).



Şekil 2.2. SEM altında kefir danesi görünümü (x9000) (Güzel-Seydim vd., 2005a)

2.1.3. Kefir Danesinin Mikroflorası

Kefir daneleri; mezofilik laktokoklar ile homofermentatif ve heterofermantatif termofilik laktobasilleri kapsayan Laktik asit bakterilerini (LAB), Asetik asit bakterilerini ve mayaları içeren kompleks bir mikrofloraya sahiptir (Tamime ve Marshall, 1997; Withuhn vd., 2005; Wouters vd., 2002). Asetik asit bakterileri İspanyol kefirlerinde bir kontaminant olarak kabul edilirken, başka bir araştırmada *Acetobacter aceti* ve *A. rasens*'in kefirin tat, aroma ve konsistensi üzerine olumlu etkisi olduğu bildirilmiştir (Tamime ve Marshall, 1997).

Kefir danelerinin dış yüzeylerinde laktobasillerin hakim florayı oluşturduğu, dane merkezine doğru ise mikrofloranın büyük bölümünü mayaların oluşturduğu bildirilmiştir (Wouters vd., 2002). Türk kefir danelerindeki LAB/ maya oranı $10^6/10^9$ olarak belirlenmiştir. Scanning elektron mikroskobu (SEM) ile incelendiğinde, maya kolonizasyonu kefir danelerinin yüzeyinde ve orta kısımlarında gözlemlenmiştir. Mayaların aerobik olmalarından dolayı dane yüzeylerinde yoğunlaşmaları beklenen bir sonuçtur. Kısa, uzun ve kıvrık laktobasiller danede hakim mikroflora olarak gözlenmiştir. Laktokoklar mikrobiyal sayımlarda tespit edilmesine karşın SEM de gözlenememiştir; bunun nedeninin SEM öncesi uygulanan işlemler esnasındaki kayıplar olduğu düşünülmüştür (Güzel-Seydim vd., 2005a).

Simova vd. (2002), kefir danelerindeki mikrofloranın %83-90'ını LAB'ın oluşturduğunu, laktobasiller içerisinde ise termofilik homofermantatif türler *Lactobacillus bulgaricus* ve *Lactobacillus helveticus*'un hakim olduğunu bildirmişlerdir.

Kefir danelerindeki hakim maya türleri *Kluyveromyces marxianus*, *Candida kefir*, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Saccharomyces delbrueckii*'dir. Mayalar mikroorganizmalar arasındaki simbiyoz ilişkisinin sağlanmasında, CO₂ üretiminde ve karakteristik tat ve aroma gelişiminde önemli rol oynamaktadır (Wouters vd., 2002). Çizelge 2.2.'de kefir danesinin mikroflorasını oluşturan bakteri ve mayalar sunulmuştur.

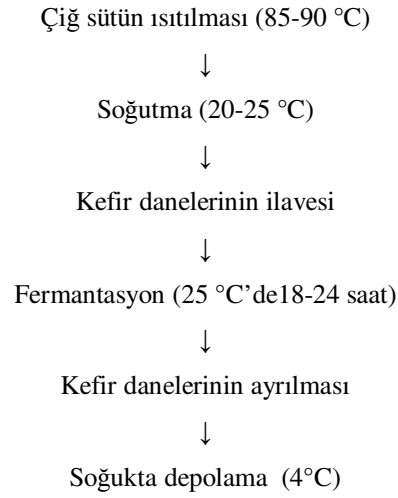
Çizelge 2.2. Kefir danesinin mikroflorasını oluşturan mikroorganizmalar (Withuhn vd., 2005; Simova vd., 2002; Wouters vd., 2002)

Mikroorganizma	Miktar (kob/g)
Laktobasiller <i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>L.delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> <i>L. helveticus</i> <i>L.lactis</i> <i>L.casei</i> <i>L.brevis</i> <i>L.buchneri</i> <i>L.kefiranofaciens</i> <i>Lactobacillus parakefiri</i> <i>Lactobacillus fermentum</i>	10 ⁶ –10 ⁹
Koklar <i>Streptococcus lactis</i> <i>S.lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> <i>S.lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i> <i>S. durans</i>	10 ⁶
Asetik asit bakterileri <i>Acetobacter aceti</i> <i>A. rasens</i>	10 ³ –10 ⁴
Mayalar <i>Candida kefir</i> <i>C. pseudotropicalis</i> <i>C. valida</i> <i>Kluyveromyces fragilis</i> <i>K.marxianus</i> subsp. <i>marxianus</i> <i>K. bulgaricus</i> <i>Saccharomyces unisporus</i> <i>S. exiguus</i> <i>S. cerevisiae</i> <i>Candida tenuis</i> <i>Candida kefir</i> <i>Candida lambica</i> <i>Torulaspora delbrueckii</i> <i>Torula kefir</i>	10 ⁶ –10 ⁸
Leukonostoklar <i>Leuconostoc kefir</i> <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>dextranicum</i>	

2.1.4. Kefir Üretimi

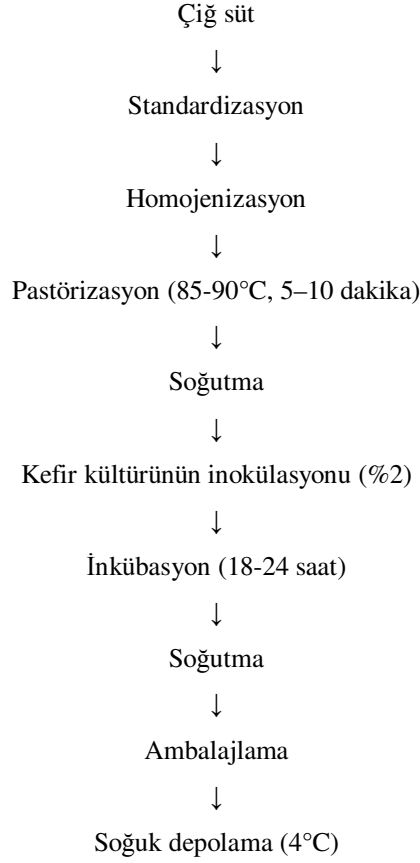
Kefirin ticari üretimi genellikle inek sütünden yapılmakla birlikte keçi, koyun, deve ve bufalo sütleri de kullanılabilir; bunun yanında hindistan cevizi, pirinç ve soya sütünden de kefir üretilebilmektedir (Mann, 1985; Ötleş ve Çağmıdı, 2003; Powell, 2006).

Kefir üretimi geleneksel olarak evlerde yaygın olarak yapılmaktadır. Evde geleneksel olarak kefir yapımında süt kaynatıldıktan sonra yaklaşık 25°C'ye soğutulan süte yaklaşık 1/3'ü kadar kefir danesi ilave edilmektedir. Oda sıcaklığında kontrolsüz gerçekleşen fermantasyon sonrası süt 18-24 saat sonra pıhtılaşır. Pıhtılaşan süttten daneler ayrılır ve kaynatılmış soğutulmuş su ile yıkanarak bir sonraki kullanım için buzdolabında muhafaza edilir. Elde edilen kefir soğutulduktan sonra tüketilir. Kefirin geleneksel üretim akım şeması Şekil 2.3'te gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Geleneksel kefir üretiminin akım şeması

Endüstriyel kefir üretiminde, farklı yöntemler kullanılmakla beraber temelde prensip aynıdır. Endüstriyel üretimde 3 farklı kültür kullanılabilir. Bunlar; kefir danesi kullanımı, kefir danesinden elde edilen kefir kültürünün kullanımı ve ticari liyofilize kefir kültürünün kullanımıdır. Şekil 2.4'te endüstriyel kefir üretimi akım şeması verilmiştir.



Şekil 2.4. Endüstriyel kefir üretimi akım şeması

Öncelikle çiğ süt standardize edildikten sonra, homojenizasyon ve ısıl işlem uygulanır. Kültür ilavesi yapılır. Kefirin tercih edilen tat, koku ve kıvamı başlıca kullanılan kefir kültürüne göre farklılık göstererek de son ürünün duyuşal karakteristiğini etkilemektedir. Genel olarak kefirin kaymaksı (kremi), pürüzsüz yapıda olması arzu edilir, ama maya aktivitesinin oluşturduğu tat-koku çeşitlilik gösterebilir. Ticari olarak meyve aromalı kefir üretimi mevcuttur. Plastik, cam şişe veya kağıt paketlerde ambalajlanabilen kefirin, CO₂ kaybını engelleyen paketlerde ambalajlanması ürün kalitesini artırır. Kefir ambalajlamada dikkat edilmesi gerekli kriter depolama süresince oluşan CO₂'in ambalaj kusuruna sebebiyet vermemesidir.

2.1.5. Kefirin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Kefir danelerinin coğrafik dağılımı, farklı ülkelerde hatta aynı ülkede farklı bölgelerde üretilen kefirde çeşitli farklılıklara neden olabilmektedir. Dolayısıyla kefir danelerinden üretilen kefirlerin duyuşsal özellikleri, kefir danelerinin elde edildiği kaynağa, üretim yöntemlerine, içerdiği mikrobiyal çeşitliliğe, süt bileşenlerine ve benzeri faktörlere bağımlı olarak farklılık göstermektedir (Güzel-Seydim vd., 2000a).

Fermantasyon süresince homofermantatif laktik streptokoklar hızla gelişerek süt pH'sını düşürür. Laktobasillerin gelişmesi de pH'yı düşürür ve streptokokların sayılarının azalmasına sebep olur. Heterofermantatif LAB aroma oluşumunu teşvik eder. Fermantasyon boyunca aroma maddelerinin oluşumunda LAB gelişiminin etkisi maya ve asetik asit bakterilerine oranla daha fazladır (Koroleva, 1982).

Fermantasyonun en önemli son ürünleri laktik asit, asetaldehit, asetoin, diasetil, etanol ve karbondioksittir. Karbondioksit kefirin eşsiz ferahlatıcı özelliğine katkıda bulunmaktadır. Laktik asit hafif ekşimsi tadı oluşturur, onun etanol ve diğer lezzet ürünleri ile karışımı kefirin egzotik ve farklı tat ve aromasını meydana getirir (Marshall, 1984; Güzel-Seydim vd., 2000a).

Güzel-Seydim vd. (2000a), kefir fermantasyonu boyunca organik asit ve uçucu lezzet bileşenlerini araştırmışlardır. Beş saat kefir fermantasyonu sonunda pirüvat oluşumu tespit edilmiştir. Pirüvat içeriği 0 -10. saatler ile 15-22. saatler arasında laktat üretimi ile aynı zamanda yavaş olarak artmıştır. Pirüvat düzeyindeki önemli artış fermantasyonun 15-22. saatlerinde gerçekleşmiştir. Kontrol sütün ortalama sitrat konsantrasyonu 1760 µg/g iken fermantasyonun 15. saatinden sonra sitrat miktarı 1600 µg/g a düşmüştür. Fermantasyon tamamlandıktan sonra, sitrat düzeyi 1440 µg/g'a düşmüştür, fakat istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Orotik asit konsantrasyonu 15 saat fermantasyondan sonra önemli derecede azalmıştır. Hippurik asit konsantrasyonu 5 saat sonunda önemli derecede azalmıştır ve fermantasyon sonunda tespit edilememiştir. Ürik asit konsantrasyonu fermantasyon süresince azalmış ve asetik, propiyonik ve bütirik asitler kefir fermantasyonu süresince tespit

edilmemiştir. Asetaldehit ilk olarak 10. saatte tespit edilmiş ve 15 saat sonunda önemli derecede artmıştır. Bu çalışmayla kefir danelerinde bulunan mikroorganizma çeşitliliğinin fermantasyon üzerine olan etkisi ve oluşan metabolitler belirlenmiştir.

Irigoyen vd. (2005), soğuk depolama süresince kefirin mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerini incelemiştir. Depolama boyunca maya ve asetik asit bakteri içerikleri sabit kalırken, laktik asit bakterilerinin sayısı 7 -14 gün arasında azalmıştır. Duyusal özellikler depolamanın ilk günlerinde en iyi bulunmuştur. İnoküle edilen kefir danelerinin oranının viskozite, laktoz, asitlik ve mikrobiyal içeriği önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir.

Yağsız süt tozu, peynir altı suyu protein konsantratı ve inulin eklenmiş keçi ve inek sütlerinden üretilen kefir örneklerinde depolama süresince asitlik değerleri sabit bulunmuştur. Keçi sütünden üretilen kefir örneklerinde asitlik inek sütünden yapılan göre önemli düzeyde düşük bulunmuştur. Kefir örneklerinin tümünde etanol konsantrasyonu düşük bulunurken, inulin eklenmiş inek sütü kefir haricinde kuru maddesi arttırılmış kefirlerde biraz daha yüksek bulunmuştur. Keçi sütü kefirlerinin tümü inek sütünden yapılanlara kıyasla düşük duyuşal puanlar alırken, kuru maddesi arttırılmış kefirler kontrol örneklerinden daha iyi puanlar almıştır. Keçi sütünden gelen istenmeyen tat ve aromanın maskelenmesinde kefir daneleri ile fermantasyonun yardımcı olduğu belirtilmiştir (Tratnik vd., 2006).

Tayvan'da yapılan bir araştırmada, inek sütü ve soya sütünden üretilen kefir örneklerinde LAB miktarları araştırılmış ve soya sütünden yapılan kefir örneklerinde LAB gelişiminin daha yavaş olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, soya sütüne %1 glukoz ilavesiyle maya sayısında, laktik asit üretiminde ve etanol üretiminde artış olduğu tespit edilmiştir (Liu ve Lin, 2000).

2.1.6. Kefirin Sağlık Üzerine Etkileri

Kefir tüketiminin sağlık üzerine etkileri üzerine çalışmalar bulunmaktadır. Eski Sovyetler Birliğinde hastane ve sanatoryumlarda kefirin metabolik rahatsızlıkların,

arteriosklerozisin ve alerjik hastalıkların tedavisinde kullanıldığı bildirilmiştir (Ötleş ve Çağındı, 2003).

Probiyotik terimi, WHO tarafından yeterli miktarlarda alındığında konakçı sağlığı üzerinde olumlu etki gösteren canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanmıştır (Anonim, 2002). Probiyotik bakteriler bağırsak florasındaki yararlı bakterilerin gelişimini teşvik ederek sağlıklı bağırsak florasının devamlılığına yardımcı olurlar. Böylece mide-bağırsak bozukluklarına, gıda alerjilerine ve bazı kanserlere karşı koruma sağlarlar. Kefir genel olarak probiyotik olarak belirtilmesine karşın bu konuda şaşırtıcı olarak az sayıda yayın bulunmaktadır. Kefirin yaygın olarak, yukarıda kısaca bahsedilen sağlığa faydalı özelliklerinden ve özellikle *Lactobacillus* türleri içerdiğinden probiyotik olarak tanımlanması yadırganmamıştır. Santos vd. (2003) kefirde izole edilen laktobasillerin probiyotik özelliklerini incelemişler ve literatürde bu konuda olan önemli eksikliği güzel bir yayınla vermişlerdir. Kefir daneleri 6 farklı ülkeden toplanmış, bunlardan izole edilen 58 *Lactobacillus* spp. suşlarının probiyotik özellikleri pH 2.5 ve safra tuzlarına dayanımları, Caco-2 hücrelerine tutunmaları ve antimikrobiyal profilleri gibi analizlerle test edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre en iyi probiyotik özellikler sadece *L. acidophilus* ve *L. kefiranofaciens* de tespit edilmiştir. *L. kefiranofaciens* genellikle tüm kefir danelerinden izole edilmesine karşın, *L. acidophilus*'un kefir danelerinde her zaman izole edilmediği bilimsel çalışmalardan bilinmektedir.

Düzenli olarak kefir tüketimi bağırsak rahatsızlıklarının azalmasına, bağırsak hareketlerinin artmasına, şişkinliğin azaltılmasına ve daha sağlıklı bir sindirim sistemi sağlanmasına yardımcı olur. Kefirin antibakteriyel, immunolojik, antitümoral ve hipokolestromik etkileri son çalışmalarla araştırılmaktadır.

Kefir örneklerinin bağışıklık sisteminin kontrolünü sağlayan sitokinler ve Peyer's patches hücreleri üzerine etkileri *in vivo* olarak incelenmiştir. Sonuç olarak kefirin bağışıklık hücrelerini teşvik etme yeteneğinde olduğu bildirilmiştir (Vinderolal vd., 2005).

İnek sütü ve soya sütü ile hazırlanmış kefir örnekleri ile farelerde 28 günlük deneme sonunda bifidobakteriler ile laktobasillerin arttığı ve *Clostridium perfringens*'in azaldığı tespit edilmiştir. Kefirin farelerde oluşturulan ovalbumin seviyesinde azalma sağladığı ve gıda alerjisinden korunmak için tüketilmesi uygun olduğu bildirilmiştir (Liu vd., 2006).

Kefir danesindeki suda çözünen polisakkaritlerin ağız yoluyla alınmaları sonucu tümör gelişiminin azaldığı, akyuvarların teşvik edildiği bildirilmiştir (Murofushi vd., 1986). İlk defa Shiomi vd. (1982) tarafından kefir danesinden izole edilen suda çözünen polisakkaritlerin tümör oluşumunu engelleyici etkisinin olduğu belirtilmiştir.

Sütteki büyük moleküllü bileşenlerin kefir fermantasyonu süresince kısmen pepton ve aminoasitlere, laktik asit ve alkole parçaladığı için kefirin sindirimini kolay olduğu bildirilmiştir (Safonova vd., 1979).

Marcela vd. (2001), kefirdeki lipitlerden sfingomyelini izole ederek, kefirin *in vivo* ve *in vitro* çalışmalarda bağışıklık sistemini güçlendirdiği ve ayrıca hücrel ve humoral bağışıklığı stimüle ettiğini belirtmişlerdir.

In vitro ortamda kefirde asetondan ekstrakt ile elde edilen yağ örneklerinin sodyum azid, aflatoksin B1 gibi mutajenlere karşı antimutajenik etkisinin olduğu belirlenmiştir. Özellikle konjuge olmuş yağ asitleri (CLA) miktarının kefir fermantasyonu ile arttığı belirlenmiştir (Güzel-Seydim vd., 2006).

Thoreux ve Schmucker (2001) kefir ile beslenen farelerin mukozal immün yanıtının güçlendiğini bildirmişlerdir. Kefir tüketilmesi ile beta galaktosidaz aktivitesi artmakta ve bunun sonucu olarak da laktozun sindirimi ve bağırsakta emilimi artmaktadır. Bu özelliklerinden dolayı kefir laktoz intoleransı olan kişiler için uygun bir süt ürünüdür (Marcela vd., 2001).

Rodrigues vd. (2005) kefiran ve kefirin antimikrobiyal ve tedavi edici özelliği üzerine bir çalışma yapmış ve en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi *Streptococcus pyogenes*'e karşı tespit etmişlerdir. Witthuhn vd. (2005) kefirde *Candida lambica* ve *C. krusei*'yi ilk olarak izole ederek tanımlamışlardır.

2.2. Gıdalarda Reoloji ve Önemi

Reoloji, maddenin akış ve deformasyon özellikleri üzerine yapılan çalışmalar olarak tanımlanabilir. Deformasyon doğadaki katı maddeler için kullanılırken, akış ise doğadaki akışkan maddeler için kullanılır (Bourne, 1982).

Duyusal tekstür özelliklerinin gıdanın mekanik ve reolojik özellikleri ile ilişkili olduğu çok iyi bilinmektedir. Reolojik özellikler gıdaların tekstürel özelliklerinin bir bileşeni olarak düşünülebilir. Çünkü tekstürün duyusal algısı için reolojik özelliklere ilave faktörler etkilidir (Daubert ve Foegeding, 1998). Gıda teknolojisinde reoloji özellikle görünüş, dokunma ve ağız dolgunluğu açısından çok önemlidir: Görünüş, reolojinin küçük bir tamamlayıcısıdır, çünkü bazı gıdaların mekaniksel ve yapısal özellikleri görünüş tarafından belirlenir. Dokunma, reolojide en önemli faktördür. Gıda kalitesinin değerlendirilmesinde el ile dokunma gıdanın tekstürel kalitesiyle ilgili fikirler verir. Lezzet, reoloji ile direkt ilgili değildir. Gıdanın ağızda dağılımı lezzet bileşenlerinin ortaya çıkmasını etkiler (Bourne, 1982). Yeme-içme sırasında gıda matrisinden tat ve koku bileşenlerinin açığa çıkma mekanizması duyusal tat ve koku algısını kontrol eder (Escher vd., 2003).

Reolojik özellikler kuvvet ve deformasyonun, zamanın bir fonksiyonu olarak ölçülmesi ile belirlenir. Temel reolojik metotlarda ürünün homojen ve izotropik olduğu varsayılır. Reoloji, maddelerin uygulanan kuvvet ve deformasyona nasıl cevap verdiği ile ilgilidir. Temel gerilim kavramı (alana kuvvet) ve boydaki deformasyon tüm reolojik değerlendirmelerde anahtardır. İdeal katı maddeler Hooke Kanununa uyarken, ideal akışkanlar Newtonian prensiplerine uymaktadır. Orantılı sabit viskozite olarak bilinir ve akışa karşı direnç olarak tanımlanır (Daubert ve Foegeding, 1998).

2.2.1 Viskozite

Bir akışkanın akmaya olan eğiliminin zorluğu ya da kolaylığı insanlık için yüzyıllardır zihinsel ve uygulamalı olarak ilgi çekici bir konu olmuştur. İngiliz fizikçi Sir İsaac Newton akışkanların akışı ile ilgili olarak çalışan ilk araştırmacılardan biridir. Hipotezine göre sıvının akışı uygulanan güç ile orantılıdır ve bu sıvılar Newtonian sıvılar olarak isimlendirilir (Bourne, 1982).

Viskozite, bir akışkanın iç sürtünmesi ya da akışa karşı direnç gösterme eğilimi olarak tanımlanabilir, sıvı ve gaz halde bulunan maddeler için viskoziteden söz edilebilmektedir. Gıdalarda tekstür ve viskozite farkı basitçe tekstürün katı, viskozitenin sıvı gıdalar için uygulanır olmasıdır (Daubert ve Foegeding, 1998).

Gerilim (σ), her zaman kuvvetin bir ölçüsüdür. Alana (m^2) uygulanan kuvvet (Newton) olarak tanımlanır ve genellikle Paskal (Pa) birimi ile ifade edilir. Etki edilen yüzeye karşı kuvvetin yönü gerilim tipini belirler. Yüzeye doğrudan dik (düşey) kuvvet uygulandığında normal gerilim meydana gelirken, kayma gerilimi kuvvet yüzeye paralel yönde hareket olduğunda meydana gelmektedir. Hamur yoğurmak ya da sakız çiğnemek normal gerilime örnek oluştururken, ekmeğe tereyağı sürmek ya da kahve karıştırmak kayma gerilmesinin örnekleridir.

Gıdaya gerilim uygulandığında gıda şekil değiştirir ya da akar. Deformasyon (strain) maddenin nispi şekil değiştirmesini ifade eden boyutsuz bir değerdir. Maddeye uygulanan gerilim tipi deformasyon tipini belirler. Madde yüzeyine normal gerilim uygulanıyorsa normal deformasyon (ϵ) meydana gelir. Maddelere baskı uygulandığında ya da çekildiğinde normal deformasyon meydana gelir. Örnek kayma gerilimine uğradığında, örneğin domates salçası pompalandığında, kayma deformasyonu (γ) meydana gelecektir (Daubert ve Foegeding, 1998).

Uygulanan kayma geriliminin akışkanın şeklini hangi ölçüde değiştirdiği veya eşdeğer olarak akışkanın hızının akım yönüne dik yöndeki değişimine deformasyon oranı denir (Peker ve Helvacı, 2003).

$$\tan \gamma = \frac{\Delta L}{L} \quad (2.1)$$

Sıvı materyallerde bu yaklaşımın sayısal tespiti güçtür. Sıvılar kayma gerilmesine maruz kaldığında geri dönülmez bir deformasyona uğrayacaklardır. Bu yüzden deformasyon hızı akış sırasındaki deformasyonu sayısal olarak belirlemede kullanılır. Deformasyon hızı ($\dot{\gamma}$) zamana karşı deformasyonun derecesidir ve birimi s^{-1} 'dir (Daubert ve Foegeding, 1998).

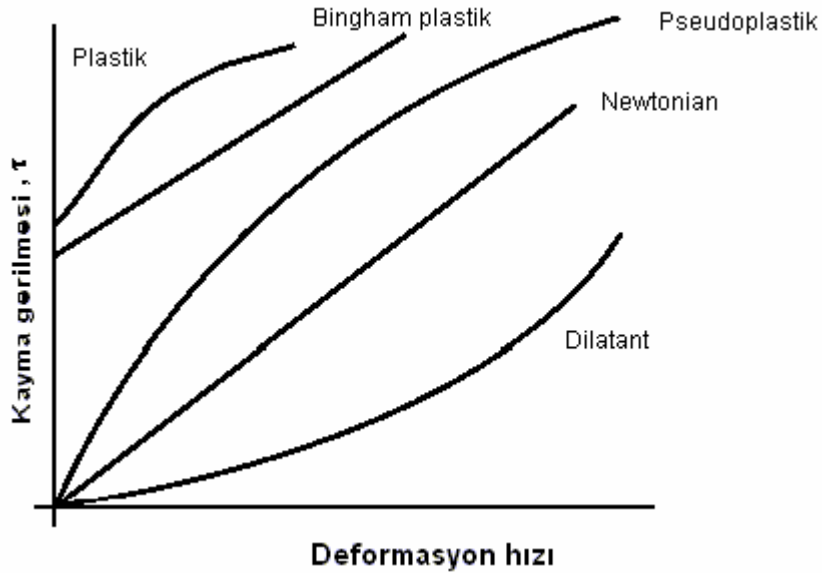
En basit akış tipi Newton varsayımına uyum gösterir ve her deformasyon hızında viskozite sabittir. Kararlı bir halde akan bir akışkanda, hız değişimi uygulanan kayma gerilimiyle doğru orantılıysa bu tür akışkanlara Newton akışkanı denir. Varsayıma göre gerilim iki katına çıktığında deformasyon hızı da iki katına çıkacaktır. Sıvılarda deformasyon, deformasyon hızı olarak ölçülür ve kayma gerilmesi, deformasyon hızı ve viskozitenin fonksiyonu olarak ifade edilir. Newton akışkanlarındaki sabit viskozite fonksiyonu viskozite katsayısı ya da Newtonian viskozite (μ) olarak ifade edilir (Daubert ve Foegeding, 1998).

Viskozitenin birimi MKS sisteminde $[Pa \cdot s \text{ kg/ms}]$ 'dir. Fakat akışkanın viskozitesi çok düşük olduğundan, bu birim çok küçük kesirlerin kullanılmasını gerektirir. Bu nedenle daha elverişli bir birim sistemi olan CGS sisteminde, Poise $[P \text{ gcms}]$ veya bunun yüzde birimi olan centipoise (cP) birimleri kullanılır ($1 \text{ cP} = 0.001 \text{ Pas}$).

2.2.2. Akış Reogramları

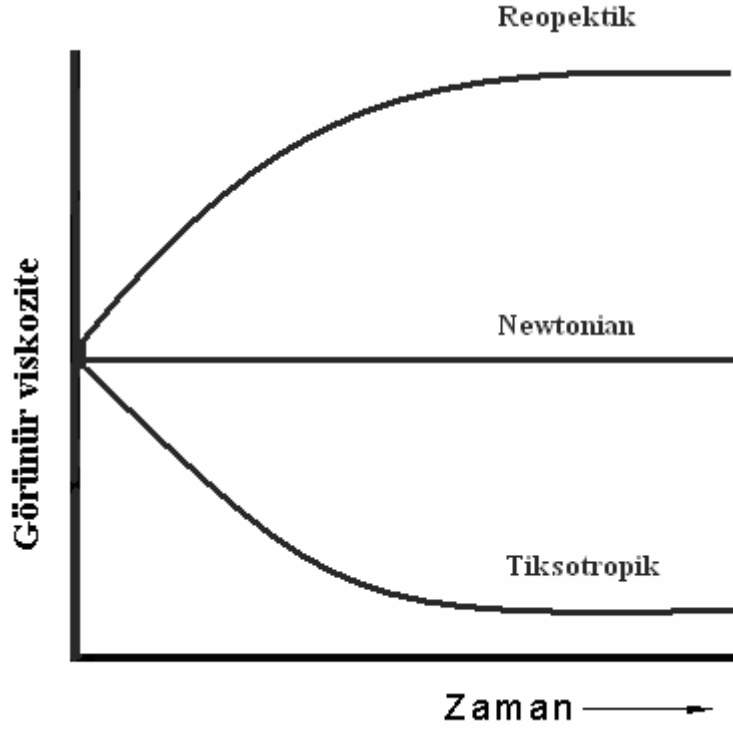
Bir gıdanın tüm akış davranışı reolojik yöntemlerle belirlenir. Reogram akış davranışını gerilim ve deformasyon hızı arasındaki ilişki olarak gösteren grafikdir. Bir reogramda kayma gerilmesi ile deformasyon hızı arasındaki oran orjinden başlayıp, doğrusal bir çizgi şeklindeyse; Newtonian tipi akıştır (Şekil 2.5). Su, süt, bitkisel yağlar ve bal gibi basit gıdalar ideal akış gösterir (Daubert ve Foegeding, 1998).

Çoğu gıda Newtonian akış davranışı göstermez. Akış, değişik hızlardaki deformasyon hızıyla ya da sabit hızdaki zamanla değişir. İdeal akıştan zamandan bağımsız olarak sapma kayma gerilmesi ve deformasyon hızı arasındaki ilişkinin doğrusal olmamasına neden olur. Newtonian tipi olmayan akışkanlar için görünür viskozite (η) ifadesi kullanılır. Deformasyon hızı arttıkça viskozite azalıyorsa madde kayarak incelen ya da pseudoplastik olarak nitelendirilir. Eğer maddenin viskozitesi deformasyon hızıyla beraber artış gösteriyorsa kayarak kalınlaşan ya da dilatant olarak nitelendirilir (Şekil 2.5) (Daubert ve Foegeding, 1998).



Şekil 2.5. Gıdalarda görülen akış davranışlarının reogramları

Plastik ve Bingham plastik tipi akışkanlarda keserek kaydırma hızı arttıkça kıvamları azalmaktadır, ancak bu tip akışkanlarda akışın başlaması için başlangıçta minimum bir kuvvetin uygulanması gerekmektedir.



Şekil 2.6. Tiksotropik ve reopektik reogramları

Şekil 2.6.'da görüldüğü gibi bazı sıvılar sabit deformasyon hızı şartları altında zamana bağlı olarak görünür viskozitelerinde artış ve/veya azalış göstermektedirler. Viskozitenin zamana bağlı arttığı durumlar için, “tikotropik akış”, azaldığı durumlar içinde “reopektik akış” ifadeleri kullanılır (Daubert ve Foegeding, 1998).

2.2.3.Reolojik Akış Modelleri

Akış davranış tiplerinin belirlenmesinde kullanılan modeller şunlardır;

Herschel-Bulkley Modeli; gıdaların reolojik performansının pratik olarak belirlenmesinde bu model kullanılabilir. Kararlı haldeki reolojik performans hesaplanabilir. Bu modele göre hesaplanan değerlerden Çizelge 2.4.deki tabloya göre kullanılacak modele karar verilebilir.

$$\tau = \tau_0 + K \dot{\gamma}^n \quad (2.2)$$

Newtonian Modeli; Newtonian tipi akış davranışı gösteren maddeler için bu model kullanılır. Formül 2.2'deki $n=1$ ve $\tau_0=0$ olduğundan, aşağıda verilen formül ile viskozite hesaplanabilir:

$$\tau = \mu \dot{\gamma} \quad (2.3)$$

Power Law Modeli; eşik kayma gerilmesi (τ_0) 0'dır ve kayma gerilmesi ile deformasyon hızı arasında doğrusal olmayan bir ilişki vardır. Pseudoplastik ve dilatant tipi maddeler için bu model kullanılabilir. Formül 2.4 kullanılarak akış indeksi hesaplanabilir ve akış davranış tipi belirlenir (Çizelge 2.4).

$$\tau = K \dot{\gamma}^n \quad (2.4)$$

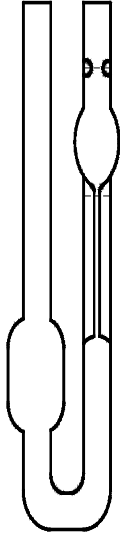
Çizelge 2.3. Herschel-Bulkley Modeline göre akış davranış tiplerinin belirlenmesi

Akış tipi	τ_0	n
Newtonian	0	1.0
Newtonian olmayan		
Pseudoplastik	0	<1.0
Dilatant	0	>1.0

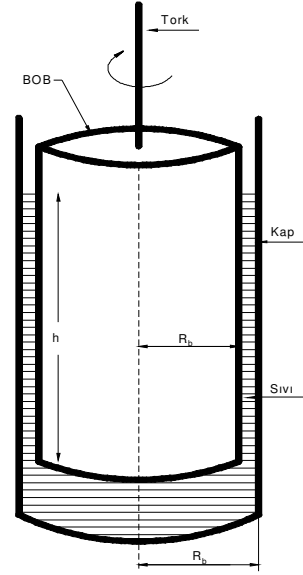
Materyallerin reolojik özelliklerini belirlemede reometreler kullanılır. Şekil 2.7'de kapiller U-tipi boru reometreleri görülmektedir. Genel olarak kapiller boru reometreleri, sıvının geometrik şekli bilinen bir boru içinde harekete zorlanması durumunda, çok sayıda parametrelerin belirlenmesi için kullanılabilir. Bu tip reometrelerin deformasyon hızı ve kayma gerilmesi arasındaki ilişki, basınç gradyanı ve akışkanın boru içindeki hızı, hacimsel debi olarak ölçmek suretiyle belirlenebilir.

Şekil 2.8'de döner (rotasyonel) reometrelerde ölçüm, sabit deformasyon hızına maruz bırakılan bir örneğin kayma gerilmesini ölçme prensibine dayanmaktadır. Fiziksel olarak bu ölçme işlemi Şekil 2.8'de gösterilen silindirin içine sarkacın merkezi olarak yerleştirilmesi, ya silindirin ya da sarkacın birim zamanda belli bir sayıda döndürülmesi ve sarkaç üzerindeki akışın tork algılayıcıları ile ölçülmesiyle elde edilir. Bu tip viskozimetrelerin avantajı belirli şartlar altında kayma gerilmesi-deformasyon hızı ilişkisinin sürekli olarak ölçülmesi ve alınan örneğin zamana bağlı

olarak analiz edilebilmesidir. Deformasyon hızını ve gerilim büyüklüğünü değiştirerek aynı örnek üzerinde kayma koşullarının bir aralığı üzerinde çalışmak mümkündür. Hem Newtonian hem de Newtonian olmayan gıdalar için bu tip reometreler kullanılabilir. Gıda endüstrisinde en yaygın kullanılan viskozimetre tipidir (Daubert ve Foegeding, 1998).



Şekil 2.7. U-tipi kapiller viskozimetre



Şekil 2.8. Rotasyonel reometrenin şematik gösterimi

2.2.4. Süt Ürünlerinin Reolojisi Üzerine Etkili Faktörler

Çeşitli gıdaların reolojik özellikleri araştırmalarla belirlenmiştir (Rao ve Steffe, 1992; Steffe, 1996; Steffe vd., 1986; Weipert vd., 1993). Reoloji bilimi, gıda işletmelerinde, gıdaların üretiminde ve gıdanın tüm alanları içinde pek çok uygulamada yer almaktadır (Barbosa-Canovas vd., 1996). Gıda reolojisi, gıda endüstrisinde ham madde ile üretim sırasındaki ve son ürünün akışı ve deformasyonu ile ilgilidir (White, 1970).

Gıdalar, maddenin değişik hallerini içerebilen kompleks yapılardan oluşur. Katı ve sıvı karakteristikler gösterebilirler ve reoloji gıdaların bu özelliklerini belirler (Tunick, 2000).

Kazein jelleri, süt ürünlerinin jelleşme, kırılma ve sıklık gibi pek çok reolojik özelliklerinden sorumludur ve reolojik çalışmalar hem süt işletmelerindeki teknikler için hem de bilimsel çalışmalarda ürün yapısını belirlemek için önemli olmaktadır (Tunick, 2000).

Fermente süt içeceklerinin reolojik özellikleri, tekstürel özelliklerinde akış davranışlarını ve onların etkilerini belirlemek için çeşitli çalışmalar mevcuttur. Karıtırılmı yourtlarda akış krveleri yoğurdun yapı gelimi hakkında fikir verir. Eksopolisakkarit üreten bakterileri içeren yourtlarda yüksek protein balama yeteneği olduğu ve ürüne daha elastik yapı kazandırdığı bildirilmiştir (Tunick, 2000). Kıvamlı ve yüksek pseudoplastik özellikteki laktik içeceklerin duysal açıdan tüketicisi kabul edilebilirliği arasında pozitif ilişki bulunmuştur (Penna vd., 2001). Kristensen vd. (1997) yağsız süt, % 3,5 yalı süt ve % 35 ya içeren kremanın Bingham modeline, kültürle yapılan buttermilk ürününün ise Power Law modeline uyduğunu göstermiş, buttermilk ürününün pseudoplastik özellikte olduğunu tespit etmişlerdir. Butler ve McNulty (1995) zamana bağlı davranışları açıklayan yapısal parametrelerin sonuçlarını Herschel-Bulkley Modelini kullanarak buttermilk ürününün reolojik davranışlarını modellemilerdir. Kuru maddesi %17,2-48,6 olacak şekilde arttırılan konsantre süt örneklerinin reolojik davranışları ve hangi reolojik modele uygunluk gösterdiği incelenmiş, % 22,3'e kadar konsantre edilen örneklerin Newtonian, daha konsantre örneklerin ise Newtonian olmayan akış davranış tipi gösterdiği belirlenmiştir (Vlez-Ruiz ve Barbosa-Cnovas, 1998).

Abu-Jdayil vd. (2000) sıcaklık ve üretim metotlarının labnenin reolojik özellikleri üzerine etkisini aratırmılardır. Labne rneklerinin kayma incelenmesi ve tiksotropik davranış gösterdikleri tespit edilmiştir. Power-Law modeli labnenin görünür viskozitesiyle kayma oranı arasındaki ilişkiyi tespit etmede kullanılmıştır. Ayrıca Weltmann modelinin, labnenin görünür viskozitesiyle kayma zamanı arasındaki ilişkiyi iyi tanımladığı da belirlenmiştir. Abu-Jdayil ve Mohameed (2002) depolama süresinin labne ürünün akıkanlıı üzerindeki etkisini rotasyonel viskozimetre kullanarak incelemitirler. Örneklerin akıkanlıı görünür viskozite ile deformasyon

hızının bir fonksiyonu olarak belirlenmiştir. Görünür viskozite belirli bir deformasyon hızında deformasyon zamanının bir fonksiyonu olarak belirlenmiştir. Labnenin depolama süresince görünür viskozitedeki görülen artışın jel yapısında oluşan gelişmelerle ilişkili olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada dikkat çeken diğer bir sonuç ise labne örneklerinin farklı depolama sürelerinde kayma incelmesi ve tiksotropik davranışları sergilemeleridir. Power Law Modeli, kayma incelmesi davranışını başarıyla açıklayabilmektedir. Ayrıca depolama süresinin Power Law parametreleri üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Labnenin tiksotropik davranışı yapısal kinetik yaklaşımı ile modellenmiştir. Özer vd. (1998) inkübasyon ve depolama süresinde üç farklı toplam kuru maddeye sahip labne örneklerinin viskoelastik özelliklerini belirlemiştirler. Yüksek kuru madde içeren örneklerde jel yapısının iyileşmesinden kaynaklanan depolamanın etkisi labne örneklerinde belirlenmiştir.

Yüksek basınç uygulamasının az yağlı karıştırılmış yoğurtlarda fiziksel ve duyuşal özellikler üzerine etkisi araştırılmış, yüksek basınç altında üretilen yoğurt örnekleri, kontrol örneklerine göre, daha yüksek akışkanlık özellikleri göstermiştir (de Ancos vd., 2000). Yoğurt örneklerinin viskozitesindeki bu artışın nedeni, β - laktoglobulin yapısında yüksek basınç işleminden kaynaklanan çeşitli önemli moleküler açılmalarla protein agregasyonlarının artmasıyla oluşan çeşitli modifikasyonların meydana gelmesinden kaynaklanmıştır. Serbest amino asit içeriklerinin de kontrol örneklerine göre daha fazla tespit edilmesi de aynı görüşü desteklemektedir. Duyusal analizlerde yüksek basınç işlemi görmüş yoğurt örnekleri tekstür, tat ve aroma ile genel kabul edilebilirlik açısından kontrol örneklerine göre önemli düzeyde daha çok beğenilmiştir.

O'Donnell ve Butler (1999) pıhtısı kırılmış tip doğal yoğurdun akış oran verilerini tüp viskozimetresi ile değerlendirmiş, örneklerin tiksotropik sıvılarla ilişkilendirilen akış özellikleri gösterdiğini bulmuştur.

Beş ticari markaya ait laktik içeceklerin reolojik ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. Reolojik ölçümler Brookfield reometresi kullanılarak gerçekleştirilmiş, deney verileri Power Law ve Herschel-Bulkley modelleri ile açıklanmıştır. Tüm örneklerin

tiksotropik ve Newtonian olmayan davranış gösterdiği tespit edilmiştir (Penna vd., 2001).

Az yağlı set tip yoğurtta, keçiyoynuzu gamı, süt kuru maddesi ve depolama süresinin fiziksel özellikler üzerine kombine etkisi cevap yüzey metodundan (Response Surface Methodology) faydalanarak tanımlanmıştır. Görünür viskozite Brookfield viskozimetresi ile rotasyonel olarak ölçülmüştür. Viskozite ölçümlerinden önce örneklerle karıştırma uygulandığı belirtilmiş, set tipi yoğurt örneklerine karıştırılmış yoğurt gibi muamele edilmiştir. Viskozitenin örneklerin kuru maddesinin artmasıyla arttığı tespit edilmiştir. Keçiyoynuzu gamı ilavesinin % 2 ve kuru madde oranının % 14 değerinin sağlanmasıyla uygun viskozite belirlenmiştir (Ünal vd., 2003).

Köksoy ve Kılıç (2003) ayranın reolojik özellikleri üzerine su ve tuz oranlarının etkisini araştırmışlardır. Tüm örnekler kayma incelmeleriyle Newtonian akış tipi göstermiştir. Su içeriği % 30 olan bazı ayran örneklerinde hafif tiksotropik akış tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada ayranların akış davranış indeksi artan su ve tuz oranlarında hızla artarken, üretim şeklinin ve bileşiminin reolojik özellikler üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada ayran örneklerine çeşitli katkı maddeleri farklı oranlarda ilave edilerek reolojik özelliklerine bakılmış, % 0.1 guar gam ilaveli ayran örneğinin viskozite değeri; 48 (mPas), % 0.1 keçiyoynuzu gamı ilaveli ayran örneğinin viskozite değeri; 31 mPas, % 25 yüksek metioksin pektin ilavesiyle ürettikleri ayran örneklerinin viskozite değeri; 27 mPas ve % 25 jelatin ilaveli ayranın viskozite değeri; 18 mPas olarak tespit edilmiştir (Köksoy ve Kılıç, 2003).

Yağ ikame maddesi olarak % 4 oranında peynir altı suyu protein izolatu ve %4 oranında inulin eklenmiş azaltılmış kalorili ve düşük yağlı dondurmaların reolojik özellikleri normal dondurmalarla kıyaslanmış, peynir altı suyu protein izolatu ile yapılan dondurmanın görünür viskozite değerleri ve Newtonian akıştan sapma oranı normal dondurmaya nazaran önemli derecede yüksek bulunmuştur. İnulin de normal dondurmaya kıyasla daha sıkı yapı göstermesine karşın inulinle yapılan ürünlerin diğerlerinden daha sıkı olduğu gözlenmiştir (Akalin vd., 2007)

Yoğurt ve çeşitli oranlarda inulin eklenmiş sıvı haldeki dondurma miksinin karıştırılması ile üretilen Yog-ice tatlısının reolojik kalite ve stabilitesi incelenmiş, yüksek yağ içerikli örneklerin sertliği daha düşük bulunurken, %9, %7, %5 oranında inulin ilave edilmiş örneklerde sertlik sırasıyla daha yüksek bulunmuştur (El-Nagar vd., 2002).

İki farklı oranda dane inokülasyonu (% 1 ve % 5) ile üretilen kefirlerin 28 gün depolama süresince viskoziteleri azalmıştır. Yüksek oranda dane inokülasyonu ile üretilen kefirlerde görünür viskozite daha yüksek bulunmuştur (Irigoyen vd., 2005).

Yağsız süt tozu, peynir altı suyu protein konsantratu ve inulinle kuru maddesi arttırılmış inek ve keçi sütlerinden üretilen kefirlerin reolojik karakteristikleri Power Law modeli kullanılarak belirlenmiştir. Depolama süresince peynir altı suyu protein konsantratu ile üretilen kefirlerin, inulinle ve yağsız süt tozu ile üretilenden daha viskoz olduğundan, örneklerin kuru madde kompozisyonunun, kuru madde içeriğinden daha önemli olduğu bildirilmiştir (Tratnik vd., 2006).

2.3. Yağ İkame Maddeleri

2.3.1. Yağın Önemi ve Sağlık Üzerine Etkisi

Yağların insan vücudunda çok önemli fonksiyonları vardır. Vücuttaki başlıca enerji kaynağını oluştururlar. Esansiyel yağ asidi ve yağda çözünen vitamin ihtiyacının karşılanması için, dokularda oluşan “lokal enzimler” olarak isimlendirilen prostaglandin sentezi için yağ alımına ihtiyaç duyulur. Günlük harcanan enerjinin büyük bir kısmı yağlardan karşılanmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün tavsiyesine göre sağlıklı beslenmede toplam günlük enerjinin % 25-30'u yağlardan karşılanmalı ve bunun 1/ 3'ü doymuş, 1/3'ü doymamış ve 1/3'üde çoklu doymamış yağ asitlerini içermelidir (Demirci, 2003).

Son yıllarda yüksek enerji içeren yiyecek ve içeceklerle beslenme ve artan porsiyonlar enerji dengesini bozabilmekte ve aşırı kilo artışına ve obeziteye neden olmaktadır. Gelişmiş ülkelerde en sık rastlanan beslenme sorunu fazla enerji alımıdır; araştırmalara göre kadınların % 39'u ve erkeklerin % 37'si fazla kiloludur (Demirci, 2003). Aşırı kilo ve obezite sıklıkla diyabet, hipertansiyon ve ilerlemiş arteriosklerozis hastalıklarına yola açabilmektedir (Damjanovi ve Barton, 2008). Fazla doymuş yağ tüketimi ile ilerleyen yaşlarla ortaya çıkan kalp-damar hastalıklarının ilişkisi uzun yıllardır bilinmektedir (Güven vd., 2005). Ayrıca fazla yağ alımının insulin dengesi, belirli kanserler (meme, kolon ve prostat gibi) ve safra kesesi hastalıkları üzerine de etki ettiği bilinmektedir. Hayvansal kökenli yağlar, sahip oldukları yararlı fonksiyonların yanı sıra belirtilen sağlık problemlerin ortaya çıkmasında da etkilidir (Reddy vd., 1980).

Tüm dünyada görülen bu tip sağlık sorunları nedeniyle tüketicilerin beslenme alışkanlıklarında değişme eğilimleri dikkati çekmektedir. Gelişmiş ülkelerde tüketicilerin büyük bir kısmı sağlıklı beslenme konusunda daha bilinçli hareket etmektedirler. Düşük kalorili ya da az yağlı süt ürünleri AB ve ABD pazarında mevcuttur ve pazar payını sürekli arttırmaktadır (Güven vd., 2005). Günlük diyetle toplam yağ alımı azaltıldığı takdirde kalp-damar hastalıkları hipertansiyon ve diyabet gibi problemler kontrol edilebilmektedir. Özellikle doymuş yağ alımı sınırlandırıldığında, kandaki toplam ve düşük yoğunluklu lipoprotein düzeyi azaltılabilir. Özellikle hayvansal yağ içeren gıdaların tüketiminin azaltılması yönünde eğilim vardır (Ohmes vd., 1998).

2.3.2. Yağ İkame Maddelerinin Genel Özellikleri

Gıdalarda hayvansal yağ oranı miktarının azaltılması ise ürünlerin duyu özelliklerini özellikle görünüşünü, yapısını, kayganlığını ve kabul edilebilirliğini olumsuz yönde etkilemekte ve tüketici tarafından beğenilirliğini azaltmaktadır. Önemli bir gıda bileşeni olan yağ lezzete katkıda bulunmakta, ağız hissi, tat, aroma ve koku üzerinde kombine bir etki göstermektedir. Ancak yağ alman gıdaların

fiziksel, reolojik ve duyuşsal özellikleri önemli düzeyde değişmektedir (Ohmes vd., 1998).

Duyusal olarak yağın ağızda bıraktığı his ve tat, kıvam (yoğunluk, dolgunluk), yağlayıcılık (yumuşaklık, krema hissi) ağzı kaplama hissi, absorpsiyon ile adsorpsiyon (tat alıcı hücreler üzerindeki fiziksel etki) ve yapışkanlık gibi birçok fiziksel parametre ile belirlenebilmektedir. Yapılan  alışmalar sonucunda gıdalardan eksiltelen yağ yerine vücut için olumsuz özellik taşımayan ancak bahsedilen duyuşsal özellikleri sağlayabilen yağ ikame maddeleri son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Yağ ikameleri; yağın gıdalara kazandırdığı özelliklerin tümünü ya da bir kısmını sağlayan, fakat gıdadan daha az kalori değerine sahip katkı maddeleridir (Anonim, 2005).

Bir gıda maddesinin düşük kalorili sayılabilmesi için üretilen standart eşinin kalori miktarının en az 1/3'  kadar daha az kalori içermesi ve standart eşi ile aynı kalitede olması gerekmektedir (Vetter, 1991). Türk Gıda Kodeksinde enerjisi azaltılmış gıdalar, orijinal gıda veya benzeri ürüne kıyasla enerji değeri en az % 25 oranında azaltılmış; düşük yağlı gıdalar; katı gıdalar için 100 gramında 3 g'dan, sıvı gıdalar için 100 mililitresinde 1.5 g'dan az yağ içeren gıdalar olarak tanımlanmışlardır (Anonim, 1997).

Gıdalardaki yağ miktarının neden olduğu tüketicilerin kaygılarını giderebilmek amacıyla gıda üreticileri yağ ikame maddelerini kullanarak tam yağlı ürünlere benzer özellikte ürünler geliştirmişlerdir.

Yağ ikame maddeleri, aşağıdaki özellikleri sayesinde yağların sebep olduğu sağlık risklerine neden olmazlar. Bunlar;

- Enerji içerikleri olmaması nedeniyle enerji katkıları olmaması
- Normal enerji içeriklerine karşın sindirim sisteminde parçalanmaya uğramamaları ya da çok az uğratılmaları, dolayısıyla düşük düzeyde enerji katkıları olması

- Yağların parçalanmasını engelleyen maddeler olabilmeleri, böylece yağın vücuda kazandırdığı enerjiyi ortadan kaldırmaları
- Enerji içeriklerinin çok düşük olması (Sarıküş, 2004).

Yağ ikame maddeleri hacim arttırıcı, jelleştirici, su tutucu, ağız hissini iyileştirici, stabilize edici, dokuyu iyileştirici ve kalınlaştırıcı gibi çeşitli fiziksel fonksiyonları sahiptir. Bu özelliklerinin yanı sıra kendilerine özgü karakteristik özellikleri de vardır. Sağlık açısından güvenilir ve fizyolojik olarak inert maddelerdir.

Yağ ikameleri kimyasal olarak yağlara, proteinlere ya da karbonhidratlara benzeyebilir ve genellikle iki ana grupta sınıflandırılırlar.

“Fat substitute” olarak isimlendirilen maddeler, yağ temelli yağ ikameleri olarak bilinirler. Fiziksel ve kimyasal olarak trigliseridlere benzeyen makromoleküllerdir ve lipazın katalizlediği hidroliz tepkimelerine karşı dirençli olan, ester bağlı yağ asidi kökenli ürünlerdir. Gıdada teorik olarak bire bir oranda yağın yerine geçerler. Kimyasal sentezle veya enzimatik modifikasyon ile doğal katı veya sıvı yağlardan üretilirler. Çoğu pişirme ve kızartma sıcaklıklarında bozulmaz. Sukroza 6–8 yağ asitinin kimyasal transesterifikasyonu veya interesterifikasyonu sonucunda elde edilen sukroz esterleri karışımıdır (Akoh, 1998).

Olestra, Amerikan Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından 1996 yılında tuzlu krakerlerde % 100 oranında geleneksel yağlar yerine kullanımı onaylanmıştır. Bitkisel ve katı yağlardan 12 ve daha fazla uzunluğa sahip karbon zincirli doymuş ve doymamış yağ asitlerinden üretilir. Frito Lay firması tarafından cipslerin kızartılmasında kullanılmaktadır. Olestranın yağda çözünür vitaminlerden E vitamininin emilimini önemli derecede düşürdüğü belirtilmiştir. Ayrıca vücutta sindirilmediği için sindirim sistemi ile ilgili bazı sağlık problemlerine de yol açtığı bilinmektedir. Bazı insanlarda alerjik olabildiği de açıklanmıştır. Diğer yağ kökenli yağ ikamelerine örnek olarak pişmiş ve kızartma ürünlerinde kullanılabilen düşük kalorili esterleşmiş propoksiylated gliserol verilebilir (Huyghebaert vd., 1996; Akoh, 1998).

Yağ taklitleri (fat mimetics) olarak isimlendirilmiş maddeler ise protein veya karbonhidrat kökenli maddelerdir ve gıdalardaki doğal yağların özelliklerini taklit ederler. Protein kökenli olanlar kimyasal veya fiziksel olarak yağ fonksiyonunu taklit etmek için modifiye edilirler. Belli miktarda su tuttuklarından ve ayrıca yüksek sıcaklıklarda denatüre olduklarından dolayı kızartmalarda kullanılmazlar. Bu maddeler taklit ettikleri yağlardan daha az tat ve aroma maddesi taşırlar çünkü yağda eriyenlerden ziyade suda çözünenleri taşırlar (Huyghebaert vd., 1996).

Protein kaynaklı yağ ikame maddelerinden Simplese, yumurta beyazı, süt veya peynir altı suyu proteinlerinin ısı altında mikro partikülasyon uygulaması sonucu mikroskopik olarak koagüle olmuş yuvarlak partiküller halinde elde edilir. Böylece yağın ağızda verdiği dolgunluk sağlanabilmektedir. Simplese ilk kez 1988'de Nutra Sweet firması tarafından üretilmiştir ve piyasada en yaygın kullanılan protein kaynaklı yağ ikame maddelerinden birisidir. Süt ürünleri (dondurma, tereyağı, ekşi krema, peynir ve yoğurt gibi), margarin ve mayonez tipi ürünler, soslar, çorbalar ve salata sosları en çok kullanılan uygulama alanlarıdır (Akoh, 1998).

Modifiye edilmiş peyniraltı suyu konsantratu (Dairy Lo®) da protein kaynaklı yağ ikamesi maddesidir. Dairy Lo®; ilk kez 1979 yılında üretilmiş olup FDA tarafından kullanımı güvenilir kabul edilmiştir. Peynir altı suyundan kontrollü sıcaklıkta denatürasyon sonucunda üretilen güvenilir, yağ benzeri özellikteki fonksiyonel bir üründür. Özellikle süt ürünleri, salata sosları ve mayonez gibi gıdalarda kullanılır. Diğer bazı protein kaynaklı yağ ikameleri Ultra-Bak, Ultra-Freeze, Litadır. Bu ürünler mikropartiküle edilmiş yağ ikamelerine benzemekle birlikte farklı uygulamalarla elde edilirler. Mısır proteininden elde edilmiş düşük kalorili yağ ikameleri vardır. Bu grup yağ ikameleri daha çok dondurulmuş tatlılarda ve pişirilmiş gıdalarda kullanılırlar (Sarıküş, 2004).

Karbonhidrat kaynaklı yağ ikame maddeleri uzun yıllardır su tutma ve jelasyon özelliğinden dolayı yağsız gıdalarda kullanılmaktadır. Vücutta sindirilemeyen kompleks karbonhidratların kalori değeri yoktur. Gamlar, pektin, nişasta ve diğer

karbonhidrat türevi katkı maddeleri su bağlama kapasiteleri sayesinde gıdada yağın bazı fonksiyonlarını yaparlar (Akoh, 1998).

Lif kökenli (Eptai Oat Fiber, Snowite, Ultracel, Z- Trim) yağ ikame maddeleri az yağlı gıdalarda yapı bütünlüğü, nem tutma kapasitesi, raf ömrü stabilitesi ve yapışmazlık sağlayabilmektedir. Oatrim (Beta-Trim, Trimchoice) yulaf unundan elde edilen suda çözünür β -glukan lifleri içeren bir yağ ikamesidir. Z- Trim, çözünmeyen yulaf lifleri, soya, mısır, buğday kepeği, pirinç ve bezelye kabuğu unundan elde edilir. Yüksek ısıya dayanıklıdır, pişmiş gıdalar, peynir, dondurma ve yoğurttta kullanılabilir. Gamlar (Kelcogel, Keltrol, Selendid), yapılarında karbonhidrat içeren uzun zincirli ve yüksek molekül ağırlık polimerlerdir, hidrofilik kolloidler veya hidrokolloidler olarak adlandırılırlar. Kıvam arttırıcı, emülsifiye edici, kayganlaştırıcı özelliklere sahiptirler, suda çözünerek jel oluşumu sağlarlar.

İnulin (Raftiline, Früitafit, Fibruline) hindiba kökünden sıcak su ile ekstraksiyon sonucunda elde edilir. Fruktooligosakkarit olarak sınıflandırılabilir 30.000 den fazla bitkide bulunabilir (Figueira vd., 2003). İnulinin düşük kalorili yağ ikamesi olarak kullanımını diğerlerine göre nispeten yenidir. Vücutta kalın bağırsağa kadar sindirilmez, kalın bağırsakta bakteriler tarafından fermente edilir. Suda çözünür ve 1.2 kcal/g enerji sağlamaktadır (Khan, 1996). Barsak florasını, prebiyotik özelliklerinden dolayı olumlu yönde düzeltici etkisi bulunmaktadır (Palframan vd., 2003; Rao, 2001; Roberfroid, 1998). Yapılan hayvan çalışmalarıyla inulinin barsak kanserine etkili olduğu (Reddy vd., 1997; Reddy, 1999; Roberfroid vd., 1998), serum ve karaciğerde lipit konsantrasyonuna etkili olduğu (Kim ve Shin, 1998) ve DNA hasarını önemli şekilde azalttığı bildirilmiştir (Humblot vd., 2004).

2.3.3. Süt Ürünlerinde Yağ İkame Maddelerinin Kullanımı

Yağ ikameleri en fazla yüksek yağ içerikli bir süt ürünü olan peynirlerde araştırılmıştır (Romeih vd., 2002; Sipahioglu vd.,1999; Zalazar vd., 2002). Beyaz peynirde Dairy-Lo kullanılarak üretilen az yağlı peynirlerde 90 günlük depolama sonunda özellikle duyuusal ve tekstürel açıdan olumsuz yönde kontrol örneklerine

göre önemli farklılık göstermiştir (Okur vd., 2004). Dairy Lo® ve Simplese kullanılarak üretilen peynirlerde genellikle acılaşıma olduğu araştırmalarla belirlenmiştir, bu da özellikle protein kökenli yağ ikame maddelerinin zamanla küçük peptitlere parçalanarak acılık oluşturmamasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca dondurma çok tüketilen ve yağ içeriği yüksek bir gıda olduğu için yağ ikamelerinin araştırıldığı bir ürün olmuştur (Ohmes vd., 1998; Roland vd., 1999).

McMahon vd. (1996), az yağlı Mozarella peyniri üretiminde 2 protein kaynaklı (Simplese D100 ve Dairy Lo®) ve 2 karbonhidrat kaynaklı (Stellar 100X ve Novagel NCN-15) kullanmışlardır. Az yağlı peynirlerin nem içerikleri kontrol peynirine göre daha düşük bulunurken, 80 °C'de görünür viskozitenin önemli derecede farklı olmadığı ancak Stellar ve Simplese kullanılan peynirlerde erime özelliğinin Dairy Lo® ve kontrol örneklerine göre daha fazla olduğu bulunmuştur.

Tamime vd. (1996) 7 farklı nişasta kökenli yağ ikame maddesini rekonstitue edilmiş yağsız süt tozundan üretilmiş yoğurtlarda kullanmışlardır. Yoğurt sütleri % 14-15.8 toplam kuru madde, % 7.3-9.1 karbonhidrat, % 5.3-5.6 protein ve %1-2 kül içerdiği tespit edilmiştir. Serum ayrılmasında azalma ve pıhtı sıkılığında artış tüm örneklerde depolama süresince gözlenmiştir. Ayrıca pıhtı yapısı taramalı elektron ve transmisyon elektron mikroskoplarıyla incelenmiştir. Kazein misellerinin çevresinde nişasta kökenli yağ ikame maddelerinden kaynaklandığı düşünülen tüy gibi yapılar gözlemlenmiştir. Bu yağ ikame maddelerinin ilave edilme oranları %5 in üzerine çıktığında sıklık artmasına karşılık ağız hissini önemli şekilde olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir.

Barrantes vd. (1994a) 9 farklı nişasta kökenli yağ ikame maddesini rekonstitue edilmiş yağsız süt tozundan üretilmiş yoğurtlarda kullanmışlardır. Yoğurt sütleri ortalama % 14–15.6 toplam kuru madde içerdikleri starter kültürleri tarafından başlıca laktik ve asetik asitlerin üretildiğini ve yağ ikame madde ilavesinin bu bakterilerin metabolik aktivitelerini olumsuz yönde etkilemediğini belirtmişlerdir.

Farklı 7 nişasta kökenli yağ ikame maddesini rekonstitue edilmiş yağsız süt tozundan üretilmiş, düşük kalorili yoğurtların mikrobiyal ve özelliklerini incelenmiştir. Yoğurt bakterilerinin tüm örneklerde yüksek düzeyde bulunduğunu belirtmişlerdir. *Streptococci* 10^8 kob/g, *lactobacilli* 10^5 kob/g düzeylerinde tespit edilmiştir (Barrantes vd., 1994b). Ayrıca tüm nişasta kökenli yağ ikame maddeleri ilavesiyle üretilmiş yoğurt örneklerinde serum ayrılması ve pıhtı sıklığı açısından önemli bir farklılık belirlenmemiştir (Barrantes vd., 1994c).

Mikropartiküle edilmiş yağ ikame maddesi olan Simplese yağsız süt tozundan yapılan düşük kalorili yoğurt üretiminde kullanılmıştır. Kontrol örneği olarak % 1.5 yağlı yoğurtlar kullanılmıştır. Serum ayrılmasının yağ ikamesi ilave edilmiş yoğurtlarda kontrol örneklerine göre daha yüksek olduğu, duyu özellikleri açısından Simplese kullanılan yoğurt örneklerinde kontrol örneklerine göre önemli düzeyde ekşi koku ve serum ayrılmasının bulunduğunu tespit edilmiştir (Barrantes vd., 1994d).

Yazıcı ve Akgün (2004), Dairy Lo® ve Simplese ilave ettikleri yağsız süzme yoğurtların fiziksel, kimyasal, yapısal ve duyu özelliklerini belirlemişlerdir. Protein kökenli yağ ikame maddelerini içeren örneklerde titrasyon asitliğinin yükseldiği tespit edilmiştir. Dairy Lo® ile yapılan yoğurt örneklerinde duyu özellikleri Simplese ile üretilenlere göre önemli düzeyde daha yüksek çıkmıştır. Panelistler tarafından en çok dikkat edilen kusur depolama sonundaki yüksek asitlik ve ransit tat oluşumudur. Aroma açısından Dairy Lo® ilave edilmiş süzme yoğurtlar Simplese ilave edilmiş örneklerden daha yüksek puan almışlardır. Simplese ve Dairy Lo® içeren yoğurt örneklerinin sertlik değerlerinde önemli farklılık bulunmamasına karşılık Dairy Lo® içeren örneklerin viskozitesinin önemli şekilde daha kıvamlı olduğu belirtilmiştir.

Güzel-Seydim vd. (2005b) set tip az yağlı yoğurtlarda Dairy-Lo ve inulin kullanımını araştırmışlardır. Bu çalışmada reolojik, kimyasal ve duyu analizleri yapılarak sonuçlar belirtilmiştir. Özellikle duyu sonuçları ön plana çıkmış ve Dairy Lo® ilavesiyle yoğurtlarda tat, yapı ve görünüş açısından, tam yağlı ve az yağlı yoğurt

örneklerine göre önemli farkla panelistler tarafından beğenilmiştir. İnulin ilave edilmiş yoğurtlar ise lif açısından besin kaynağı olarak faydalı olacağı düşünülmüş, ancak duyuusal sonuçlarda tam yağlı ve az yağlı kontroller arasında önemli farklılık gözlenmemiş, ancak tüketici tarafından kabul edilebilirliği gözlenmiştir. Yoğurt örnekleri set tipi (pıhtısı kırılmamış) olduğundan dolayı pıhtı sıklığı Instron tekstür analiz cihazı ile belirlenmiş, Dairy Lo® ilaveli yoğurtlarda kontrol örneklerine göre daha iyi pıhtı sıklığı tespit edilmiştir.

Dairy Lo® yağ ikame maddesi, %1 ve %2 gibi iki farklı oranda kullanılarak, rekonstitue süttten yağsız set tipi yoğurt üretilmiş ve 1, 7 ve 15. depolama günlerinde örneklerin fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuusal özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda % 2 oranında Dairy Lo® ilavesinin yağsız set tipi yoğurdun kalitesini iyileştirdiği bildirilmiştir (Sezen, 2005).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada, kefir üretiminde UHT süt (Pınar A.Ş., Türkiye) kullanılmıştır. UHT süt kullanımının başlıca nedeni % 0 yağlı standart sütle üretim yapabilmektir. Yağ ikameleri olarak kullanılan Dairy Lo®, Carbery Inc., (İrlanda), inulin (Raftilin) DORA (Foreign Trade & Food Industries, Inc., İstanbul, Türkiye) tarafından sağlanmıştır. Yağsız süt tozu İzi Süt (Konya, Türkiye) ve kefir daneleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümünden (Ankara, Türkiye) temin edilmiştir.

Bu çalışmada bakteriyolojik pepton ve Potato Dekstroz Agar (Merck, Darmstadt, Almanya), Violet Red Bile Agar (Fluka, Buchs, İsviçre), MRS (Acumedia, M17 (Oxoid, İngiltere), bakır sülfat (Emir Kimya, Ankara, Türkiye), potasyum sülfat, amil alkol, (Merck, Schuchardt, Almanya), hidroklorik asit, sülfürik asit, borik asit ve sodyum hidroksit, etil alkol (J. T. Baker, Deventer-Hollanda), fenol fitaleyn (Acros Organic, New Jersey, USA) kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Kefir Üretimi

3.2.1.1. Kefir Üretiminde Kullanılacak Kültürün Hazırlanması

Yağsız süt tozundan % 12 toplam kuru maddeli rekonstitue süt hazırlanmış, 85 °C'de 20 dakika ısıtma işlemine tabii tutulmuştur. İnokülasyon sıcaklığı olan 20-25 °C'ye soğutulduktan sonra aseptik koşullar altında % 2 oranında kefir danesi rekonstitue süte inoküle edilmiştir. İnkübasyon işlemi 25 °C'de yapılmıştır. Pıhtının asitliği pH 4.6 ya ulaşmaya kadar devam etmiştir. İnkübasyon süresi 18 saat olarak kaydedilmiştir. Daneler aseptik olarak ayrılmış, oda sıcaklığındaki steril deiyonize su ile yıkanmıştır. Sonrasında steril su veya steril süt içerisinde diğer inokülasyona

kadar 4°C’de muhafaza edilmiştir. Kefir kültürü 4°C’de 1 gün depolandıktan sonra kefir üretiminde kullanılmıştır.

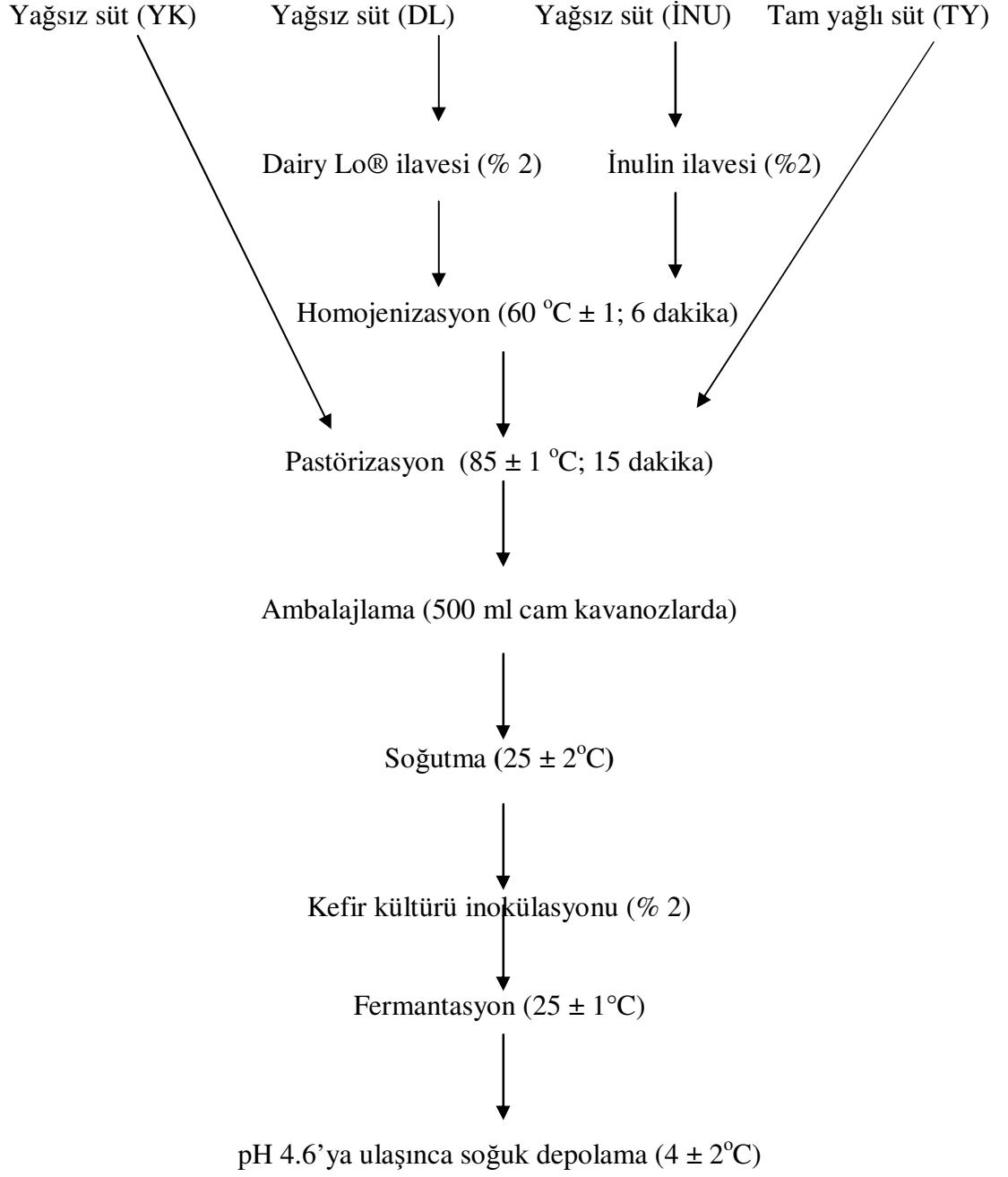
3.2.1.2. Kefir Üretimi ve Örnekleme Dağılımı

Kefir yapımında endüstriyel yöntem laboratuvar koşullarında uygulanmıştır. Yağlı kefir üretiminde tam yağlı süt (% 3.1) ve yağsız kefir üretiminde yağsız süt kullanılmıştır. Yağ ikamesi ilave edilecek kefir örneklerinde yağsız süt ile Dairy-Lo® ve inulin yağ ikameleri kullanılmıştır. İlave edilecek yağ ikameleri miktarı ön denemeler sonucunda % 2 oranında tespit edilmiştir. Yağsız sütler 60 °C’ye kadar ısıtıldıktan sonra uygun miktarlardaki yağ ikame maddeleri ilaveleri yapılmış ve sonrasında homojenizasyon işlemi uygulanmıştır. Homojenizasyon, UltraTurrax homojenizatör (Heidolph DIAX 900, Kelheim, Almanya) ile devir kademeli olarak artırılarak 6 dakika süresince uygulanmıştır. Daha sonraki aşamalar kontrol grubu örnekleri ve yağ ikame maddesi eklenen örnekler için aynıdır (Şekil 3.1).

Bütün örneklere 85 °C’de 15 dakika ısıtım uygulanmış, 25°C’ye soğutulduktan sonra aseptik koşullarda % 2 oranında danelerden ayrılmış kefir kültürü inoküle edilmiştir. 25 °C’de yaklaşık 18 saat inkübasyon devam etmiş, pıhtı asitliği pH 4.6’ya ulaştığında inkübasyon işlemine son verilmiştir. Kefir örnekleri 4 °C’ de depolanmıştır. Şekil 3.1.’de kefir örneklerinin üretim akım şeması gösterilmiştir.

3.2.2. Kefir Örneklerinin Kompozisyon Analizleri

Kefir örneklerinde; asitlik, pH, yağ ve kuru madde analizleri Anonim (1990)’a göre yapılmıştır. Kefir örneklerinin protein içeriği Kjeldahl metodu ile belirlenmiştir (AOAC, 1996). Örnekler 4 °C’de 21 gün boyunca depolanmış, kimyasal analizler depolanmanın 1, 7, 14 ve 21. günlerinde uygulanmıştır.



Şekil 3.1. Çeşitli yağ ikame maddeleriyle kefir üretim akım şeması

3.2.2.1. Asitlik Tayini

Asitlik tayininde 25 mL kefir örneği fenol fitalein varlığında 0.25 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiş; titrasyonda harcanan miktar büretten okunmuş ve 4 ile çarpılarak sonuç bulunmuştur.

3.2.2.2. pH Tayini

Bütün ürünlerin pH değerleri İmolab (WTW, Measurement System, FL, ABD) pH metre kullanılarak ölçülmüştür.

3.2.2.3. Yağ Tayini

Kefir örneklerinin yağ tayini için Gerber yöntemi kullanılmıştır. Gerber süt bütirometresi içine 10 mL H₂SO₄ (d=1.82) konulmuş, üzerine 11 mL örnek yavaşça boşaltılmıştır. Daha sonra 1 mL amil alkol ilave edilmiştir. Destile suyla çizgisine tamamlandıktan sonra ağzı lastik tıpayla kapatılmış ve 5 dakika santrifüj (Universal 32 R, Hettich, Zentrifugen, Tuttlingen-Almanya) edilmiştir. Santrifüjden sonra, bütirometreden yağ sütünü okunarak sonuç % olarak kaydedilmiştir.

3.2.2.4. Kuru Madde Tayini

Kurutma dolabında kurutulup, desikatörde soğutulan ve tartımı alınan kurutma kapları içerisine yaklaşık 3 g örnek alınmış ve kurutma dolabında 105 ± 1°C' de sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur. Kurutulan örnekler desikatör içine yerleştirilerek oda sıcaklığına getirilmiştir. Tartımlar hassas terazi (Mettler Toledo, AB204, İsviçre) kullanılarak yapılmıştır. Sonuçlar yüzde olarak hesaplanmıştır (Anonim, 1990).

$$\% \text{ KM} = \frac{M_1 - M}{M_2 - M} \times 100 \quad (3.1)$$

M = Kurutma kabı ağırlığı (g)

M_1 = Kurutma kabı ve kurutulmuş örnek ağırlığı (g)

M_2 = Numune ve kurutma kabı ağırlığı (g)

3.2.2.5. Protein Tayini

Kefir örneklerinde protein tayini için Kjeldahl metodu uygulanmıştır. Bu metoda göre 2,5 mL örnek Kjeldahl tüpüne konulmuştur. Örnek üzerine 15 g potasyum sülfat, 1 mL bakır sülfat, 25 mL sülfürik asit sırasıyla ilave edildikten sonra 2.5 saat yakma ünitesinde (Gerhardt, Turbotherm, Almanya) kademeli olarak sıcaklık artırılarak ve nötralizasyon düzeneğine (% 16'lık NaOH) bağlı olarak yakılmıştır. Yakma işlemi tamamlandığında tüpler oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulmuştur. Destilasyon ünitesinde (Gerhardt, Vapodest, Almanya) % 32'lik NaOH ve destile su varlığında örnek destile olmuştur. Destilasyonda % 4 lük indikatörlü borik asitten her örnek için 50 mL kullanılmıştır. Destilasyondan sonra 0.1 N HCl ile destilat titre edilerek harcanan miktar kaydedilmiştir. Protein miktarı (%) AOAC (1996)'ya hesaplanmıştır:

$$\% \text{ protein} = \frac{[(V_s - V_B) \times F \times 100 \times 0.0014]}{W} \quad (3.2)$$

Formülde; F: Süt ürünlerinde protein tayini için kullanılan sabit (6.38)

V_S: Örnek için harcanan 0.1 N HCl miktarı (mL)

V_B: Şahit örnek için harcanan 0.1 N HCl miktarı (mL)

W : Örnek ağırlığı (g) dır.

3.2.3. Kefir Örneklerinde Tat ve Aroma Maddeleri Tayini

Kefir örneklerinde tat ve aroma maddeleri gaz kromatografik (Perkin Elmer Auto SystemXL, A.B.D) tepe boşluğu (Turbo Matriks 16, Perkin Elmer, ABD) metoduyla (Güzel-Seydim vd. 2000a, 2000b) tespit edilmiştir. Kefir örnekleri 20 mL hacimli tepe boşluğu viallarına konularak ağızları kapatıldıktan sonra sisteme yerleştirilmiştir. PE WAX kolon 30 m uzunluğunda 0.32mm iç çapa sahiptir. Taşıyıcı gaz olarak 25 psi basınçtaki Helyum gazı kullanılmıştır.

20 mililitrelik vial içine alınan 4 ml örnek, vial fırınında 85 °C'de 5 dakika ısıtıldıktan sonra, fırın ısısı kademeli olarak (35 °C de 5 dakika, 5 °C de 1 dakika, 150 °C de 1 dakika) ayarlanmıştır. Basınç, 27 psi'ye ulaştığında, 90 °C'de olan injektör ile 0.08 dakikada enjeksiyon yapılmıştır. Daha sonra 180 °C injektör sıcaklığı, 200 °C detektör sıcaklığındaki GC koşullarında örneklerin aroma bileşiklerine bakılmıştır.

3.2.4. Kefir Örneklerinin Reolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

Bu çalışmada yağ ikameleri ilavesiyle yapılan yağsız kefir örnekleri ile kontrol grubu örneklerinin reolojik özellikler bakımından karşılaştırılması amacıyla Brookfield DV-II Pro LV model viskozimetresi (Brookfield Engineering Laboratories Inc., ABD) küçük örnek adapteri (small sample adapter) ile birlikte kullanılmıştır. Küçük örnek adapteri için SC4-18 spindle uç kullanılmıştır. Ölçümlerin bilgisayara kaydedilmesi ve grafiklerin çizilmesi için RHEOCALC® application (Brookfield Engineering Laboratories Inc., ABD) yazılımından yararlanılmıştır. Örnekler depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde alüminyum küvetlere 7 ± 0.5 ml alınmış, SC4-18 spindle daldırılarak ölçümler yapılmıştır. Reolojik ölçümler örneğin viskozitesine uygun RPM'de hızın belirlenerek hızın kademeli olarak artırılması şeklinde hazırlanan programlarda gerçekleştirilmiştir.

3.2.5. Kefir Örneklerin Mikrobiyolojik Analizi

Kefir örneklerin mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla dökme yöntemi kullanılmış ve 1 mL örnek steril olarak alınıp 9 mL pepton ile karıştırılmıştır. Ön denemelere göre belirli sayıda dilüsyon hazırlanarak koliform grubu bakteri, *Lactobacillus spp.* ve *Streptococcus spp.*, *L. acidophilus* ve maya-küf kolonileri incelenmiştir (Anonim, 1990).

3.2.5.1. Koliform Koloni Oluşturan Bakteri Sayısı

Hazırlanan dilüsyonlardan 1 mL örnek steril petri kutularına alınmış ve 45°C' ye kadar soğutulmuş VRBA (Violet Red Bile Agar) 'dan 15 mL petri kutusuna dökülmüştür. Besiyeri donduktan sonra ikinci bir kat VRBA dökülerek 37°C 'de 2 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda koloniler sayılmış ve koliform bakterilerin sayısı bulunmuştur.

3.2.5.2. *Lactobacillus* spp. Koloni Sayısı

Hazırlanan dilüsyonlardan 1 mL steril petri kutularına alınmış ve 45°C' ye kadar soğutulmuş MRS Agar (de Man, Rogosa, Sharpe, 1960)'dan 15 mL petri kutusuna dökülmüştür. Karbondioksit inkübatöründe (CO-150, New Brunswick Scientific) 37°C'de % 2 CO₂ oranında 2 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda gelişen koloniler sayılarak, *Lactobacillus* spp. sayısı bulunmuştur.

3.2.5.3. *Streptococcus* spp. Koloni Sayısı

Hazırlanan dilüsyonlardan 1 mL örnek petri kutularına alınmış ve 45°C' ye kadar soğutulmuş M17 Agar'dan 15 mL petri kutusuna dökülmüştür. 37°C'de % 2 CO₂ oranında 2 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda 25-250 koloni bulunduran petriyelerdeki koloniler sayılarak *Streptococcus* spp. sayısı bulunmuştur.

3.2.5.4. Maya Sayısı

Hazırlanan dilüsyonlardan 1 mL örnek petri kutularına alınmış ve 45°C' ye kadar soğutulmuş Potato Dekstroz Agar (PDA)'dan 15 ml petri kutusuna dökülmüştür. İnkübasyon 25°C'de 5 gün yapılmış, 25-250 koloni bulunduran petriyelerdeki koloniler sayılarak maya sayısı belirlenmiştir

3.2.6. Örneklerin Duyusal Analizleri

Bu çalışmada Tanımlayıcı Analiz Yöntemi ve Hedonik Test olmak üzere iki farklı duyusal analiz yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde, renk, köpük, normal görünüm, normal kefir kokusu, yabancı koku, homojen yapı, viskozite, ağız kaplama, normal kefir tadı, ekşilik, tatlılık, yabancı tat, normal kefir aroması, yabancı aroma, ferahlatıcı aroma gibi kelimeler araştırmanın amacına bağlı kalınarak tanımlayıcı kelimeler olarak tespit edilmiştir. Hedonik test genellikle ürünlerin karşılaştırılması ve beğeniyi ön plana çıkarmaktadır. Hedonik testte örneklerin 1-7 arası puanlarla eşleştirilmesi istenmiştir. Bu test ile en kabul edilebilir uygulamanın bulunması amaçlanmıştır. Duyusal analizde kullanılan Tanımlayıcı Duyusal Analiz ve Hedonik Test formları Ek 1 ve Ek 2’de verilmiştir.

Ön denemelerde üretilen kefirler duyusal olarak değerlendirilerek tanımlayıcı kelimeler belirlenmiştir. Duyusal analiz panelistleri Süleyman Demirel Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü 4. sınıf öğrencileri ve akademik personelden seçilmiştir. Uygulamada kullanılan materyalleri ve duyusal analiz formunu tanıtmak amacıyla 13 paneliste eğitim verilmiştir. Üretilen 4 kefir örneği bir gün 4 °C’ de depolandıktan sonra 13 paneliste, ışık, koku ve sesin ayarlandığı panel odasında beyaz bir tepsi içinde kraker ve su ile birlikte sunulmuştur.

3.2.7. İstatistiksel Değerlendirme

Bu araştırma ön denemeler sonrasında üç tekerrür yapılmış ve tüm analizler her tekerrür için iki paralel olarak düzenlenmiştir. İstatistiksel değerlendirme SPSS® Base 9.0 (Anonim, 1999) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Kimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik ve reolojik analiz bulguları faktöriyel düzende tekrarlanan ölçümlü varyans analizi (Repeated Measurement) tekniği ile analiz edilmiştir. Denemede çeşit faktörünün YK, TY, DL, İNU olmak üzere dört seviyesi; depolama günü faktörünün de 1, 7, 14, 21 olmak üzere dört seviyesi mevcuttur. Tekrarlanan ölçümler depolama günü faktörünün seviyelerinde gerçekleştirilmiştir.

Gruplar arası farklılığın belirlenmesinde Tukey testi kullanılmıştır. Her ne kadar iki faktörün de 4 seviyesi bulunsa da eksik gözlemler nedeniyle bazı özelliklerde zaman faktörünün 3 seviyesi dikkate alınmıştır.

Duyusal analizde her bir panelistten elde edilen üç değerın ortalaması alınarak, tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) tekniğı ile incelenmiştir. Gruplar arasındaki farklılığın belirlenmesinde çoklu karşılaştırma testlerinden Tukey testi uygulanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Hammadde Özellikleri

Kefir üretiminde kullanılan sütün asitlik ve bileşimi ortalama pH 6,6; kuru madde % 8,6 ve yağ miktarı % 0,15 olarak bulunmuştur. Tam yağlı sütlerde ortalama pH 6,6; kuru madde % 11 ve yağ % 3,1 olarak tespit edilmiştir.

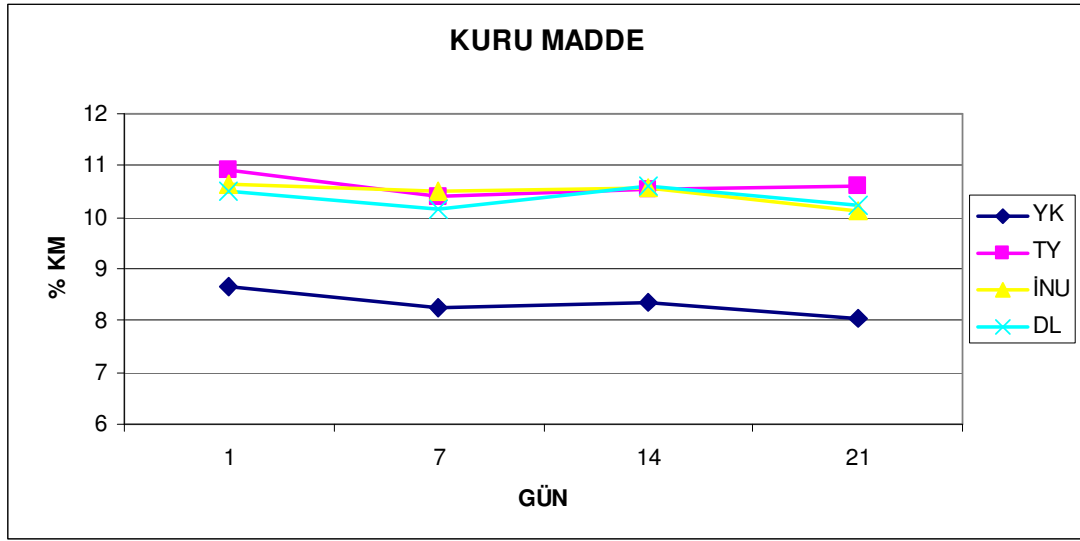
4.2. Kefir Örneklerinin Kompozisyon Analizi Sonuçları

4.2.1. Toplam Kuru Madde

Kefir örneklerinin % kuru madde (KM) değerlerinin depolama günlerine göre değişimi Şekil 4.1’de verilmiştir. Ortalama KM içerikleri yağsız süttten üretilen kefir örneği (YK) için % 8,65; tam yağlı süttten üretilen kefir örneği (TY) için % 10,91; inulin ilaveli kefir örneği (İNU) için % 10,65 ve Dairy Lo® ilaveli kefir örneği (DL) için % 10,51 olarak tespit edilmiştir. Kefir örneklerinin kuru madde içerikleri birbirine yakın bulunurken, YK örneğinin kuru maddesi yağ içeriğinin düşürülmüş olmasına bağlı olarak diğer kefir örneklerinden istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). % KM değerleri Ek 3’te sunulmuştur. Yapılan varyans analizi sonucunda depolama günleri boyunca % KM içerikleri arasındaki farklılık ve zaman*çeşit interaksyonu istatistik olarak önemli bulunamamıştır ($P > 0,05$).

4.2.2. Toplam Yağ

Kefir örneklerinin yağ içeriği TY örneği için ortalama % 3,1; YK, İNU ve DL örnekleri için % 0,1 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.1. Kefir örneklerinin % kuru madde içerikleri

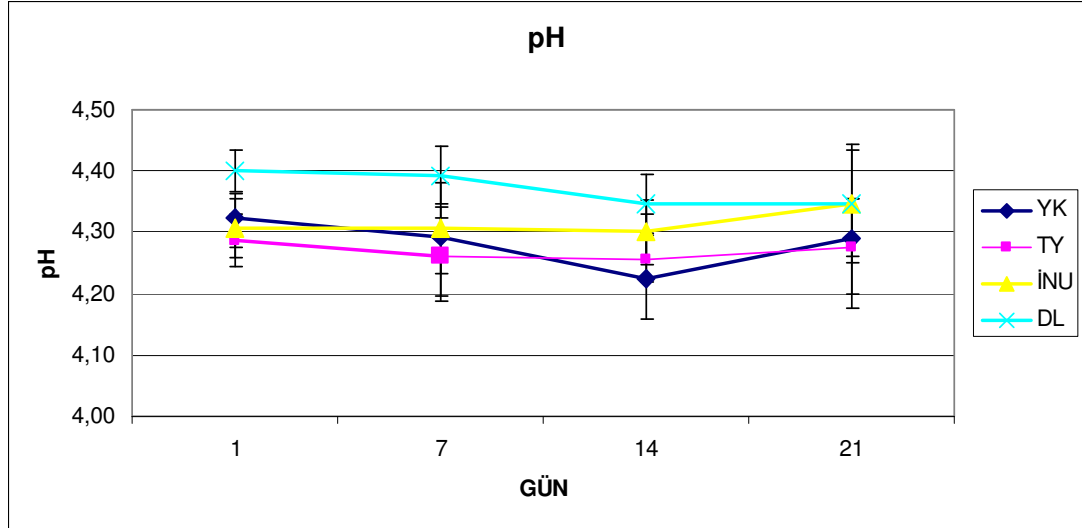
4.2.3. pH

Kefir örneklerinin pH düzeyleri Şekil 4.2’de verilmiştir. Depolamanın 1. gününde örneklerin pH düzeyleri 4,29–4,40 arasında değişmiştir. Örnekler arasındaki pH düzeyleri farkları istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Depolama günleri arasındaki pH değişimi istatistik olarak önemli bulunmamış ($P>0,05$) ve titrasyon asitliği değerleri ile paralel değişim göstermiştir. Örneklerin depolama süresince pH düzeyleri tablo halinde Ek 3’te sunulmuştur.

Seydim (2001), soğuk depolamanın 14.gününe kadar pH’nın sürekli azaldığını, bunun mikrobiyal gelişimin yavaşlamasından, sonunda sıcaklığın uygun olmamasından dolayı mikrobiyal gelişmedeki sapmadan kaynaklandığını, 14. günden sonraki pH artışının hücre proteolizi nedeniyle olabileceğini bildirmiştir.

Çeşitli çalışmalarda kefirin depolama günlerinde pH değerlerinin değişimi önemli bulunmamıştır (Irigoyen vd., 2005; Tratnik vd., 2006). Yoğurt gibi fermente süt ürünlerinde pH depolama süresince laktozun bakteriler tarafından parçalanması sebebiyle yükselmektedir. Kefir pH’sının depolama süresince önemli düzeyde etkilenmemesi sebebinin, LAB’nin mayalarla birlikte bulunduğu saf kültürde

bulduğundan daha yavaş olarak çoğalmasından ve daha az laktik ve asetik asit üretmesinden kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Irigoyen vd., 2005). Depolama süresince pH değerlerindeki değişim istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Bu azalmanın sebebi mayalar tarafından etanol üretiminin artmasından kaynaklanmaktadır.



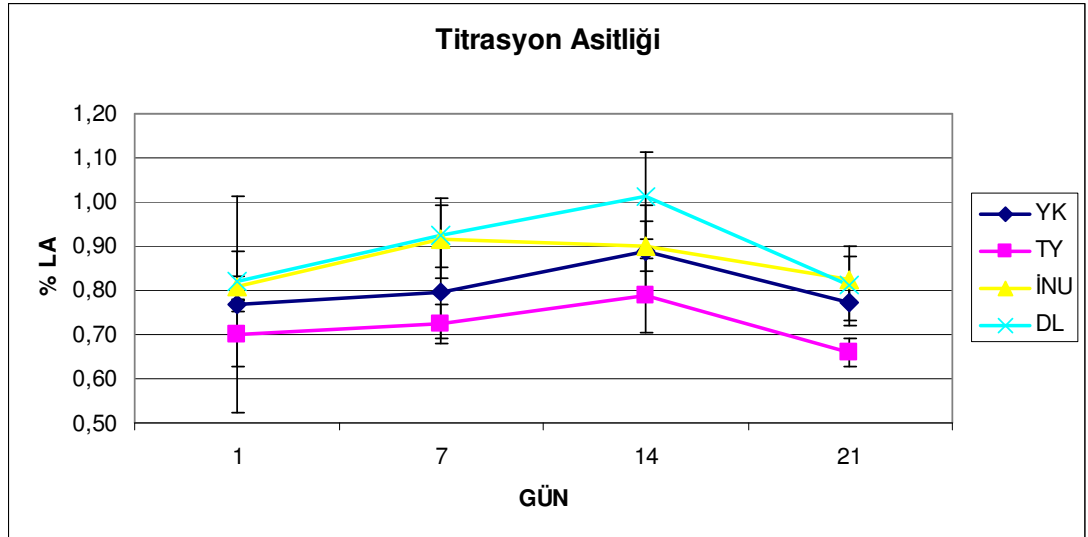
Şekil 4.2. Kefir örneklerinin pH değerleri

4.2.4. Titrasyon Asitliği

Kefir örneklerinin titrasyon asitliği değerleri % Laktik Asit (% LA) olarak Şekil 4.3'te verilmiştir. Kefir örneklerinin 1. gündeki titrasyon asitlikleri % 0,77 ile % 0,82 arasında değişmiştir. Depolamanın 14. gününe kadar titrasyon asitlikleri kademeli olarak tüm örneklerde artarak en yüksek DL örneğinde (% 1,01) ve en düşük TY örneğinde (% 0,79) bulunmuştur. Örnekler arasındaki % LA değerleri istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Yapılan varyans analizi sonucunda depolama günleri boyunca örneklerin % LA içerikleri arasındaki farklılık ve zaman*çeşit etkisi istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Fermente süt ürünlerinde asitlik depolama süresince üründe kalan laktozun bakteriler tarafından parçalanması sebebiyle yükselmektedir. Depolamanın ilk gününde DL kefirin en yüksek titrasyon asitliğine sahip olduğu gözlenirken, 14. güne kadar titrasyon asitliğinde en fazla artış gösteren örnek yine DL kefir olmuştur. Depolamanın 21.

gününde YK, TY, İNU ve DL örnekleri için % LA sırasıyla % 0,77; 0,66; 0,83 ve 0,81 olarak bulunmuştur. Depolama günleri süresince % LA içeriğindeki değişim 14 ve 21. günler arasında istatistik olarak farklı bulunmuştur ($P<0,05$). Titrasyon asitliğindeki bu azalmanın sebebi bakteri sayılarının azalması ile açıklanabilir. Örneklerin depolama günleri sürecinde tespit edilen % LA içerikleri Ek 3'te sunulmuştur.

Tratnik vd. (2006), inek ve keçi sütlerine yağsız süt tozu, peynir altı suyu protein konsantratu ve inulin ilave ederek ürettikleri kefirlerin asitliklerinin 10 gün depolama boyunca önemli değişiklik göstermediğini bildirmişlerdir. Yağsız süt tozundan üretilen kefirin titrasyon asitliği en yüksek bulunurken, onu sırasıyla peynir altı suyu protein konsantratından üretilen kefir, kontrol kefir ve inulin ilaveli kefir izlemiştir.



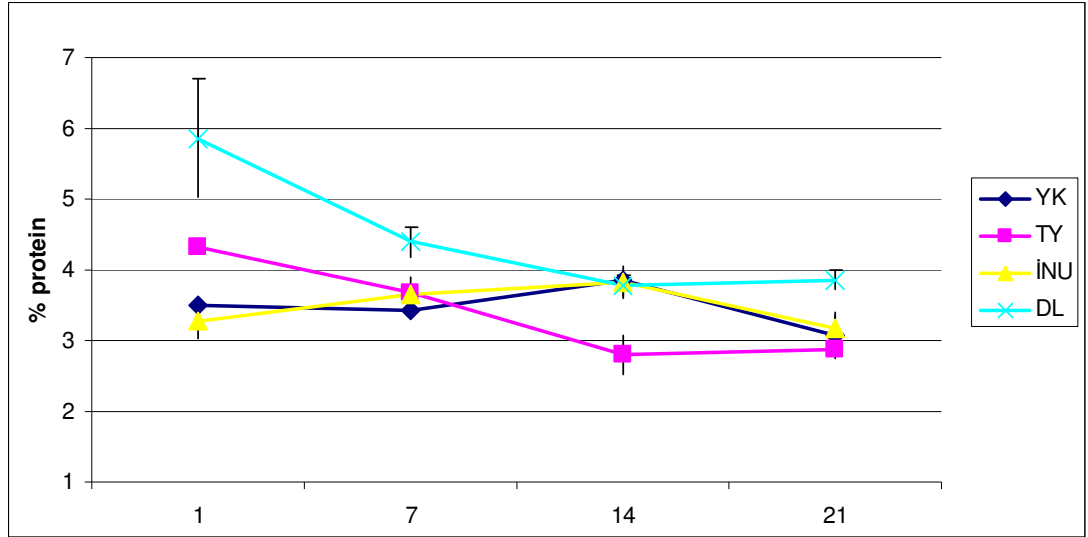
Şekil 4.3. Kefir örneklerinin titrasyon asitliği dereceleri (% Laktik Asit olarak)

4.2.5. Protein

Kefir örneklerinin % protein içerikleri Şekil 4.4'te gösterilmiştir. DL, TY, YK ve S örneklerinin 1. gün protein içerikleri sırasıyla % 5,6; 4,33; 3,49 ve 3,26 olarak bulunmuştur. Protein içeriği için yapılan varyans analizi sonucunda zaman*çesit interaksyonu eksik gözlemden dolayı istatistik olarak önemli bulunmuştur. Bu yüzden örneklere 1, 7 ve 14. günlerde yapılan protein tayini bulguları Tukey testi ile değerlendirildiği halde, 21. gün protein analizi bulguları için ayrıca tek yönlü varyans

analizi uygulanmıştır. DL örneğinin protein içeriğindeki farklılık diğer örneklerle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$). DL örneğinin protein içeriğinin yüksek oluşu protein kökenli yağ ikame maddesi Dairy Lo®'nun kullanılması ile açıklanabilir.

Depolamanın 7. gününde YK (% 3,41), TY (% 3,67), İNU (% 3,66) ve DL (% 4,40) örneklerinin protein içerikleri azalırken, YK ve DL örnekleri arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Depolamanın 14. gününde örnekler arası protein içeriğindeki farklılık istatistik olarak önemli bulunmazken, TY örneğinin 7 ve 14. gün protein içerikleri arasında, DL örneğinin 1 ile 7 ve 14. günleri arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Tek yönlü varyans analizi sonucunda, 21. günde protein içeriği en düşük bulunan TY örneği (% 2,88) ile protein içeriği en yüksek bulunan DL örneğinin (% 3,86) arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0,05$). İNU örneği karbonhidrat temelli inulini içerdiğinden % protein miktarına katkı sağlamamıştır. Depolama süresince protein içeriğindeki azalma kefir içerisindeki mikrobiyal floranın proteolitik etkisi ile açıklanabilir. Ek 3'te örneklerin toplam protein içerikleri verilmiştir.



Şekil 4.4. Kefir örneklerinin % protein içerikleri

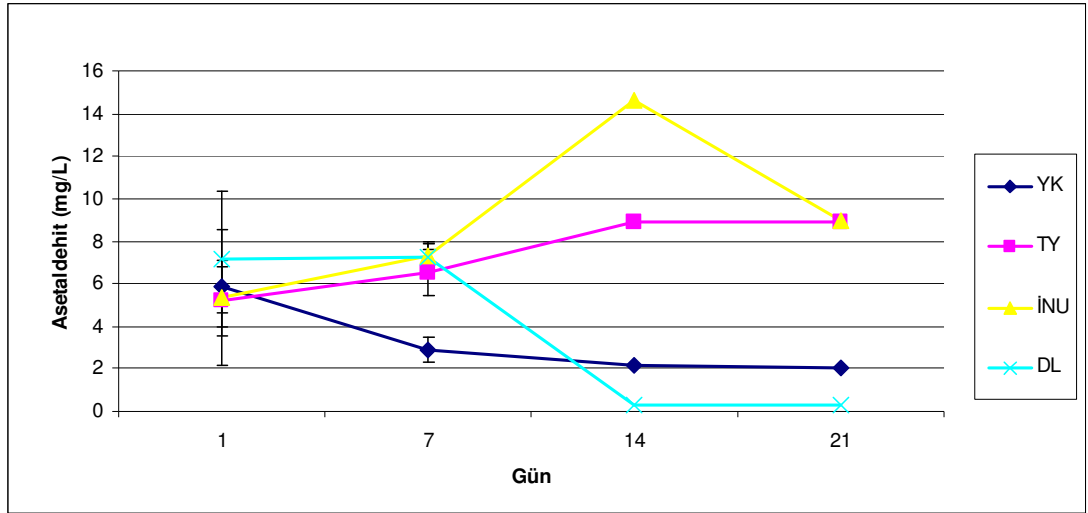
Yağ ikamesi olarak Dairy Lo® ve inulinin kullanıldığı yağsız ayran üretiminde Dairy Lo® ilaveli ayran örnekleri daha yüksek protein içeriği ile benzer sonuçlar göstermiştir (Kök-Taş, 2005).

4.3. Kefir Örneklerinin Tat ve Aroma Maddeleri Analizi Sonuçları

Fermente süt ürünlerinin aroması tüketici kabul edilebilirliği açısından önemlidir. Fermantasyon sırasında üretilen organik asitler ürünün tat ve aromasını etkilemelerinin yanında, aynı zamanda doğal koruyucu maddeler olarak etki göstermektedirler. Fermente süt ürünlerinde en önemli aroma maddeleri asetaldehit, asetoin, aseton, diasetil ve etanoldür. Bu çalışma kapsamında kefir örneklerinin aroma maddeleri tepe boşluğu gaz kromatografisi analizi ile belirlenmiş ve aroma bileşikleri olarak etanol ve asetaldehit tespit edilmiştir.

4.3.1. Asetaldehit

Şekil 4.5'te kefir örneklerinin asetaldehit içerikleri verilmiştir. Örneklerin 1. depolama günü asetaldehit içerikleri YK, TY, İNU ve DL örnekleri için sırasıyla 5,84; 5,19; 5,37 ve 7,16 ppm olarak tespit edilmiştir. Asetaldehit içeriği YK örneğinde depolamanın sonuna doğru kademeli olarak azalmıştır. Depolamanın 1 ve 7. günleri arasında asetaldehit içeriğindeki değişim ve ürünlerin asetaldehit içeriğindeki farklılık istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$).



Şekil 4.5. Kefir örneklerinin asetaldehit içerikleri

Asetaldehit alkol dehidrojenaz ile etanole dönüştürülmektedir. Depolama günlerindeki asetaldehit konsantrasyonunun azalmasına karşılık etanol konsantrasyondaki artış asetaldehitin başlıca etanole dönüşmesinden kaynaklandığını göstermektedir.

Asetaldehit, yoğurt ve benzeri süt ürünlerine yoğurt lezzeti ve aromasını vermesi bakımından önemlidir. Fermente süt ürünlerinde Embden Meyerhof yolu ile oluşan piruvat öncelikle laktata dönüştürülür, kalıntı piruvat ise diasetile ve asetaldehite dönüştürülür. Asetaldehit de alkol dehidrojenaz enzimi ile etanole indirgenebilir. Streptokokların piruvat yoluyla asetaldehit üretebildikleri bildirilmiştir. *S. thermophilus* ve *Lb. bulgaricus* sahip oldukları treonin aldolaz enzimi ile treonin amino asidinden glisin ve asetaldehit oluşturabilme yeteneğindedirler (Marshall, 1984).

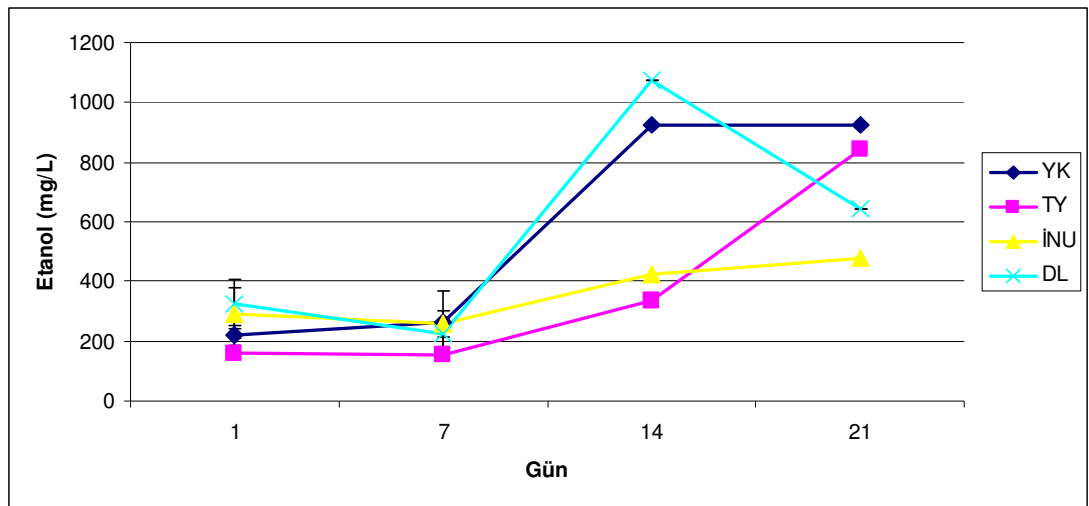
Güzel-Seydim vd. (2000b), kefirin 21 gün depolama sürecinde asetaldehit miktarının 5 µg/g'dan 11 µg/g'a kadar çıktığını bildirmiştir. Başlangıç değerleri açısından bu sonuçlar bulunan sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

Kefirin 25 °C'de yaklaşık 22 saat fermantasyonu sırasında asetaldehit ilk olarak fermantasyonun 10. saatinde tespit edilmiş, 15. saatte asetaldehit miktarında önemli artış olduğu belirlenmiştir (Seydim, 2001).

Lb. delbrueckii subsp. *bulgaricus* HP1+, *Lb. helveticus* MP12+, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* C15+, *S. thermophilus* T15+ ve *S. cerevisiae* A13 kefir starterlerinin karışımından, LAB'nin tek suş kültürleri ve kefir daneleri tarafından üretilen karbonil bileşenleri 24 saat fermantasyon süresince ve 7 gün soğuk depolama süresince incelenmiştir. Asetaldehit miktarı starter kültür karışımı ile hazırlanan kefirlerde fermantasyonun 20. saatinde en yüksek değere ulaşarak 18,3 µg/g, 24. saatte ise 18,1 µg/g olarak tespit edilmiştir. Kefir daneleri ile üretilen kefirdeki fermantasyonun 24. saatindeki asetaldehit konsantrasyonu 9,1 µg/g olarak tespit edilmiştir (Beshkova vd., 2003).

4.3.2. Etanol

Kefirdeki etanol üretiminden öncelikli olarak mayalar sorumludur. Bununla birlikte heterofermantatif bakteri *L. kefir* etanol üretebilme yeteneğine sahiptir (Seydim, 2001). Etanolün kefirin lezzeti üzerinde çok az bir etkisinin olduğu, esas olarak kefire egzotik ferahlatıcı tadı vererek aroma üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir (Marshall ve Tamime, 1997). Kefir örneklerinin 4 depolama sürecindeki etanol içerikleri Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Kefir örneklerinin etanol içerikleri

Depolamanın 1. gününde etanol içeriği YK örneği için 220 µg/g ile en düşük ve DL örneği için 324 µg/g ile en yüksek seviyede tespit edilmiştir. YK, TY ve İNU örneklerinin etanol içeriği depolamanın son gününe kadar giderek artmış ve 21. günde YK örneğinde 923,83 µg/g; TY örneğinde 841 µg/g ve İNU örneğinde 481 µg/g değerine ulaşmıştır. DL örneğinde ise 14. günde etanol konsantrasyonu en yüksek (1075 µg/g) olarak kaydedilirken, 21. günde 643 µg/g'a düşmüştür. Depolamanın 1 ve 7. günleri arasında etanol içeriğindeki değişim ve ürünlerin etanol içeriğindeki farklılık istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$).

Kefir inkübasyonu sırasında etanol fermantasyonun yaklaşık 5. saatinde başladığı ve 15. saatte önemli bir artış gösterdiği kaydedilmiştir (Seydim, 2001). Kefir starter kültürleri karışımı ile ve kefir daneleri ile üretilen 2 kefir örneğinde fermantasyon boyunca etanol konsantrasyonu hafifçe artarak 24 saat sonunda sırasıyla 4006 µg/g ve 2998 µg/g değerlerine ulaşmıştır. 7 gün depolama sonunda ise bu değerler az bir artış göstererek sırası ile 4010 µg/g ve 3100 µg/g'a çıkmıştır (Beshkova vd., 2003). Yapılan çalışmada bu çalışmadaki değerlerden daha yüksek değerler tespit edilmiştir. Kefirin etanol içeriği % 0,026 – 1,5 arasında değişmektedir (Beshkova vd., 2003; Yüksekdağ ve Beyatlı, 2003). Bu yüzden çalışmalar arasındaki bu farklılık normal bulunmuştur.

Güzel-Seydim vd. (2000b), depolamanın 21. gününde kefirdeki etanol konsantrasyonunun 0. gün değerlerinin iki katına çıkarak (% 0,08) bu değerlerden önemli derecede farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

4.4. Kefir Örneklerinin Reoloji Sonuçları

Kefir örneklerinin günlere göre görünür viskozite grafiği Şekil 4.7 (a,b)'de gösterilmiştir. Depolamanın 1. gününde 3 rpm hızda ölçülen YK (646,86 mPas), TY (976,79 mPas), İNU (527,89 mPas) ve DL (638,86 mPas) örneklerinin görünür viskozite değerleri birbirine benzer bulunmuştur. DL örneğinin 14. günde görünür viskozitesi artış göstererek 14.günde 842,82 mPas'a yükselmiştir. İNU örneğinin görünür viskozitesi ise azalarak 14. günde 382,92 mPas bulunurken, 21. günde tekrar

yükselerek 715,85 mPas olmuştur. YK örneği 21 gün depolama süresince azalan viskozite değerleri göstermiştir. TY kefir örneği 1, 7 ve 21. günlerde en yüksek görünür viskozite değerlerini göstermiştir. DL örneğinin 14. gün görünür viskozite değeri diğer örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Çizelge 4.1'de depolama günleri süresince örneklerin görünür viskozite değerleri verilmiştir. Örneklerin viskozitelerindeki bu değişimler istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$).

Çizelge 4.1. Kefir örneklerinin depolama günlerindeki görünür viskozite değerleri (mPas)

Örnek/gün	1	7	14	21
YK	646,86	488,90	458,90	409,91
TY	976,79	804,82	746,84	875,81
İNU	527,89	400,91	382,92	574,88
DL	638,86	618,87	842,82	678,86

Fermente süt içeceklerinin reolojik özellikleri, akış davranışlarının ve tekstürel özelliklerinin belirlenmesi için önemlidir. Fermente içeceklerde yüksek konsistens indeksi ve pseudoplastikliğin duysal olarak kabul edilebilirliğinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Penna vd., 2001).

Tratnik vd. (2006), inek sütünün 1, 5, 10. günlerdeki 158/s deformasyon hızındaki görünür viskozite değerlerini sırasıyla 101 mPas, 89 mPas ve 75 mPas olarak belirlemişlerdir. Aynı çalışmada % 2 oranında inulin ilave edilmiş kefirlerin görünür viskoziteleri 121 mPas, 91 mPas ve 79 mPas, % 2 oranında peynir altı suyu protein konsantratu eklenmiş kefirlerin viskoziteleri 167, 129 ve 108 mPas; % 2 oranında yağsız süt tozu ilave edilmiş kefirlerin viskoziteleri 121, 99 ve 85 mPas olarak belirlenmiştir. Depolama süresince peynir altı suyu protein konsantratu ilave edilmiş kefir örneklerinin daha viskoz yapı göstermesi, kuru madde kompozisyonuna bağlanmıştır. Proteinlerin hidrofilik kısımları ile etkileşime giren suyun ürün viskozitesini arttırdığı ileri sürülmüştür (Tratnik vd., 2006).

Reolojik ölçümler sonucu Newtonian olmayan akış tipi gösterdiği belirlenen kefir örneklerinin reolojik karakteristikleri güven katsayıları yüksek çıktığından Power Law modeli kullanılarak belirlenmiştir (% 95,2–99,6). Ayrıca kefirlerde eşik kayma gerilmesinin 0 olmasından dolayı Power Law modeli kefir örnekleri için uygun bir modeldir. Tratnik vd. (2006), kefir örneklerinin reolojisini belirlemede bu modeli kullanmışlardır. Ayıranda 0,94'ten büyük korelasyon katsayıları ile Power Law modeli uygun bulunmuştur (Köksoy ve Kılıç, 2003). Şekil 4.8 (a, b) ve 4.9 (a, b)'de kefir örneklerinin akış davranış tipini belirlemek amacıyla belirlenen kayma gerilmesinin deformasyon hızına oranları gösterilmektedir.

Power Law Modeli'ne göre:

$$\sigma = K\dot{\gamma}^n$$

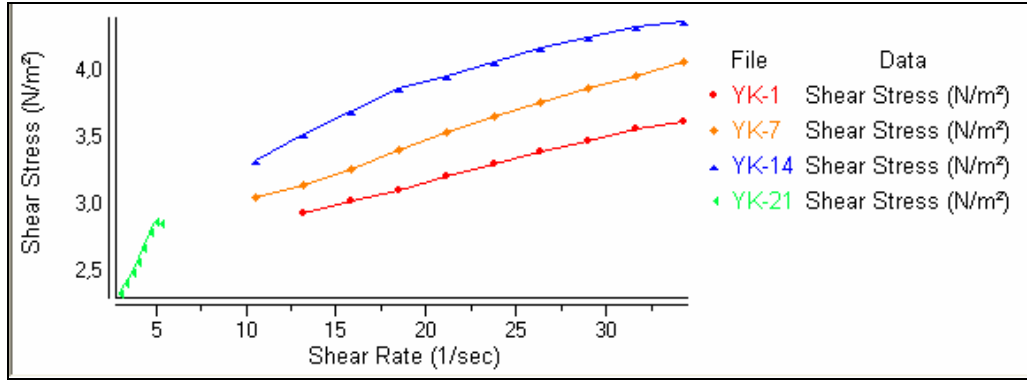
σ = Kayma gerilmesi

$\dot{\gamma}$ = Deformasyon hızı

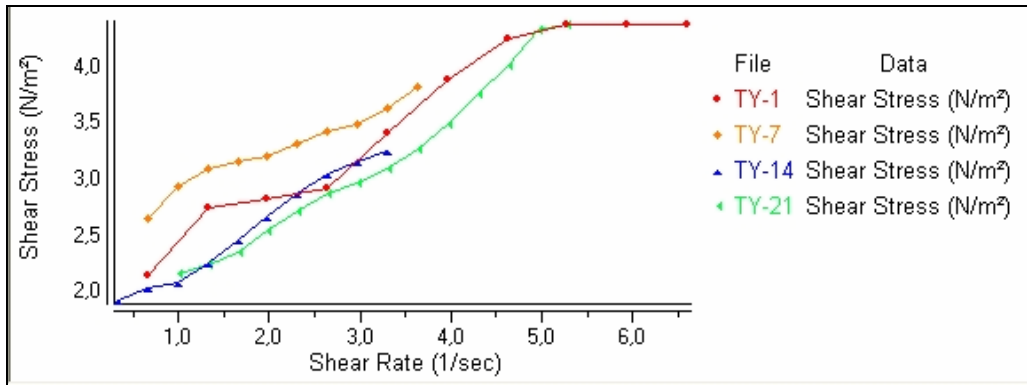
n = Akış indeksi

Akış indeksi (n), Newtonian akış tipinde $n=1$ iken, Newtonian olmayan akış davranış tiplerinde $n>1$ ise dilatant akış tipi, $n<1$ ise pseudoplastik akış olarak değerlendirilmektedir (Bourne, 1982). Çizelge 4.1. değerlendirildiğinde Power Law Modeline göre $n<1$ olduğundan tüm kefir örneklerinin Newtonian olmayan akış davranışını gösterdiği ve pseudoplastik sıvılar grubuna girdiği tespit edilmiştir. Şekil 4.8 incelendiğinde kefir örneklerinin doğrusal olmayan kayma gerilmesi/deformasyon hızı oranları görülmektedir. Şekil 4.8 ve 4.9'da verilen kefir örneklerinin kayma gerilmesi/deformasyon hızına göre akış davranışı incelendiğinde kefir örneklerinin Şekil 2.5'te gösterilen pseudoplastik akış tipine benzer akış davranışı gösterdiği tespit edilmiştir. YK ve DL örneklerinde 14 ve 21. gün kayma gerilmesi/deformasyon hızı reogramları, örneklerin yapısının değişmesine bağlı olarak cihaz düşük rotasyonel hızda çalıştığından daha kısa eğriler şeklinde gözlenmiştir. Fermente süt ürünlerinde tekstürün zayıf fiziksel bağlar, elektrostatik ve hidrofobik etkileşimlerle etkilenmesi sebebiyle kayarak incelen akış tipi beklenmektedir (Abu-Jdayil vd., 2002).

a)

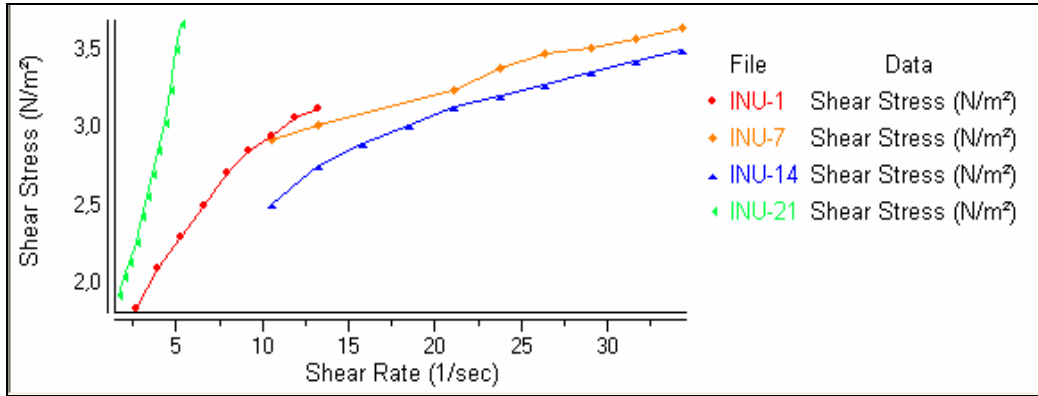


b)

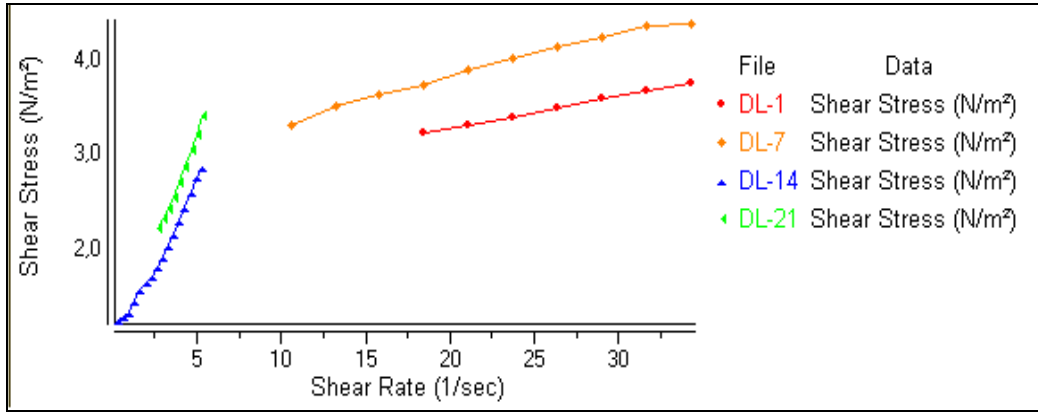


Şekil 4.7. a) YK örneği için kayma gerilmesi/ deformasyon hızı
b) TY örneği için kayma gerilmesi/ deformasyon hızı

a)



b)



Şekil 4.8. a) İNU örneği için kayma gerilmesi/ deformasyon hızı

b) DL örneği için kayma gerilmesi/ deformasyon hızı

Kök-Taş (2005), Dairy Lo® ve süt tozu ilave edilmiş ayran örneklerinin görünür viskozite değerlerini 60 rpm rotasyonel hızda sırasıyla; 33.96 mPas ve 39.77 mPas olarak belirlemiştir. Tam yağlı ayran örneği ile inulin ilave edilmiş örneğinin görünür viskozite değerleri ise sırasıyla; 25.93 mPas, 23.91 mPas olarak belirlenmiştir. Ayran örneklerinin Newtonian olmayan akış tipi gösterdiği, pseudoplastik sıvılar grubuna dahil olduğu bildirilmiştir. Başka bir çalışmada ayran örneklerine çeşitli katkı maddelerini farklı oranlarda ilave edilerek reolojik özelliklerine bakılmıştır. Guar gam %0.1 ilaveli ayran örneğinin viskozite değeri 48 mPas, % 0.1 keçiboynuzu gamı ilaveli ayran örneğinin viskozite değeri 31 mPas, % 25 yüksek metoksi pektin ilavesiyle ürettikleri ayran örneklerinin viskozite değeri 27

mPas ve % 25 jelatin ilaveli ayranın viskozite değeri 18 mPas olarak tespit edilmiştir. (Köksoy ve Kılıç, 2003). Tratnik vd. (2006), kefir örneklerinin n katsayılarını 1'den küçük bulmasına karşın, örneklerin akış tipini belirtmemiştir.

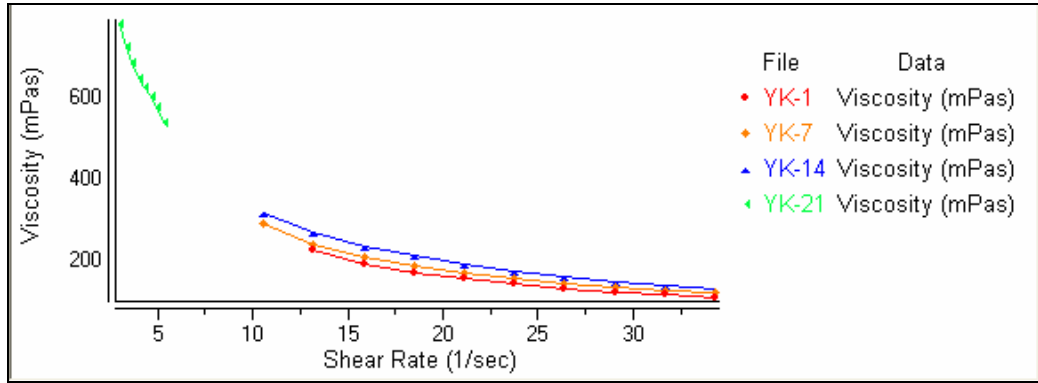
Çizelge 4.2. Kefir örneklerinin Power Law Modeline göre 1. gün kıvam katsayıları ve akış indeksleri

Örnekler	Akış indeksi (<i>n</i>)	Kıvam Katsayısı (<i>mPas</i>)	Güven Katsayısı (%)
YK	0,23	1599	99,5
TY	0,33	2373	95,1
INU	0,40	1312	99,2
DL	0,25	1558	99,7

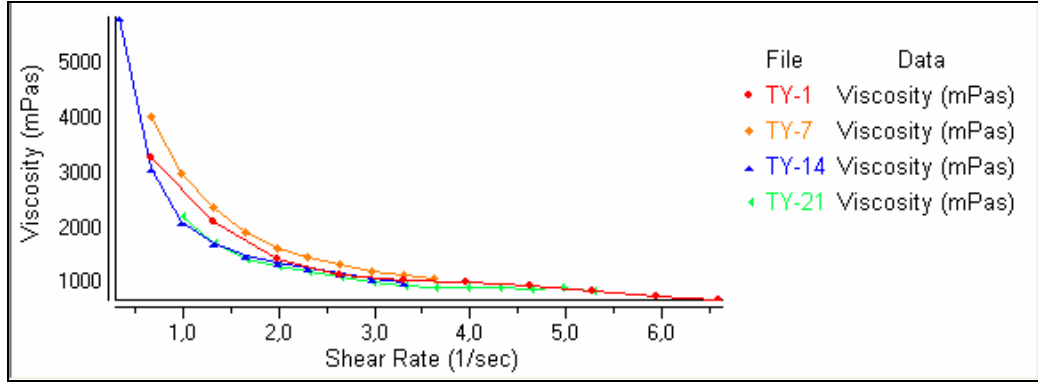
Şekil 4.10 (a, b) ve 4.11 (a, b)'de kefir örneklerinin zamana bağlı hesaplanan deformasyon hızına karşı görünür viskozite değerleri gösterilmiştir. Bütün kefir örneklerinde görünür viskozitenin deformasyon hızı ile ters orantılı olarak azaldığı gözlenmiştir. Buna göre kefir örneklerinin zamana göre akış tipinin tiksotropik olduğuna karar verilmiştir (Şekil 2.6).

Kök-Taş (2005), Dairy Lo®, süt tozu ve inulin ilave edilmiş ayran örnekleri ile tam yağlı ayran örneğinin zamana bağlı akış davranış tipini tiksotropik olarak bildirmiştir. Penna vd. (2001) 5 farklı laktik içeceğin akış davranış tipini incelemiş ve tiksotropik özellik gösterdiklerini tespit etmiştir. Köksoy ve Kılıç (2003), farklı su ve tuz konsantrasyonları ile hazırladıkları ayranların Newtonian olmayan, pseudoplastik ve zamana bağlı olarak da tiksotropik akış gösterdiğini belirlemiştir.

a)



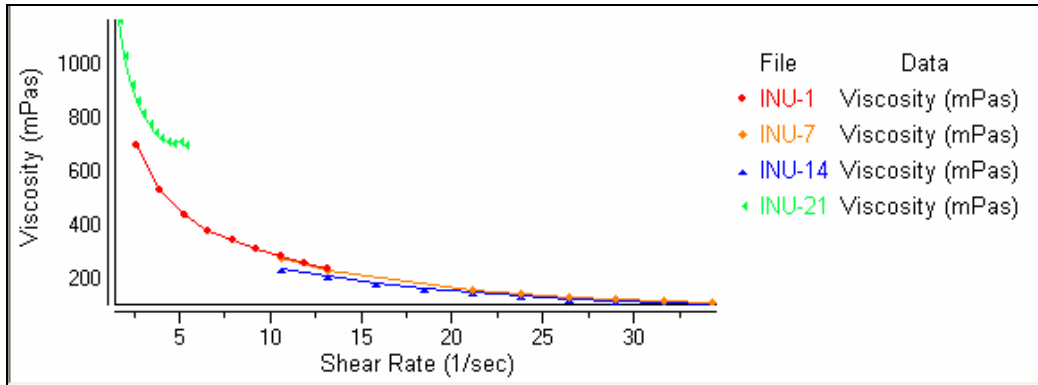
b)



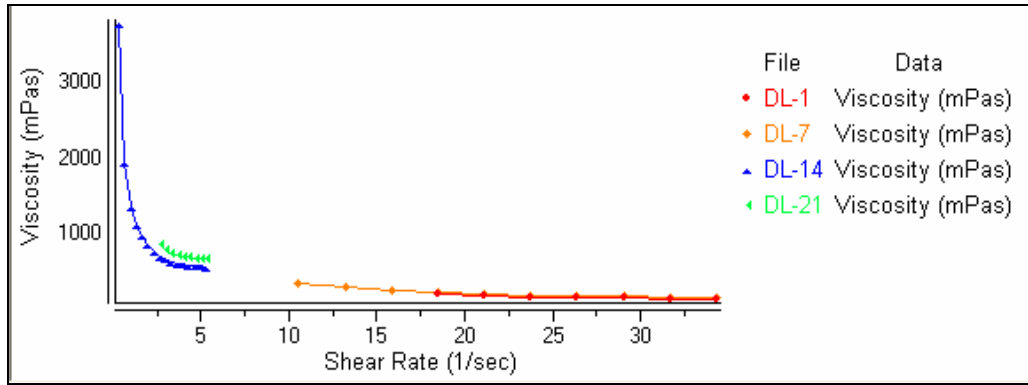
Şekil 4.9. a) YK örneği için viskozite/ deformasyon hızı

b) TY örneği için viskozite/ deformasyon hızı

a)



b)



Şekil 4.10.a) İNU örneği için viskozite/ deformasyon hızı

b) DL örneği için viskozite/ deformasyon hızı

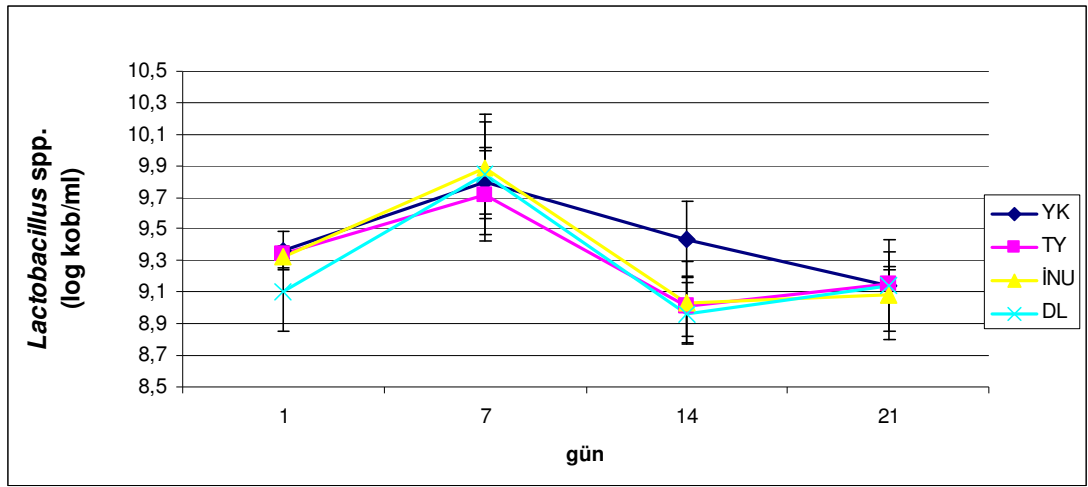
4.5. Kefir Örneklerinin Mikrobiyal Analiz Sonuçları

Kefir danesi çok kompleks bir mikrobiyal floraya sahiptir. Dane florası kefir üretimi sırasında ürüne geçerek kefirin eşsiz tat, aromasını oluşturmakta, ürün tekstürünü etkilemektedir. Kefirlerin laktobasil, streptokok, maya-küf içerikleri sırasıyla Şekil 4.11, 4.12 ve 4.13'de gösterilmektedir.

Kefir daneleri kültür elde edildikten sonra kültürden aseptik olarak ayrılmakta ve daha sonraki inokülasyonlarda tekrar kullanılmak üzere muhafaza edilmektedir. Ancak kefir daneleri bu işlemler sırasında kolaylıkla kontamine olabilmekte, bu da ürünün özelliklerini etkilemesinin yanında sağlık açısından da risk oluşturmaktadır.

Kefir danelerinde olabilecek veya üretim sırasında meydana gelmesi muhtemel kontaminasyonları belirlemek amacıyla ürünlerin VRBA besiyerine yapılan ekimlerinde koliform bakteri gelişimi gözlenmemiştir.

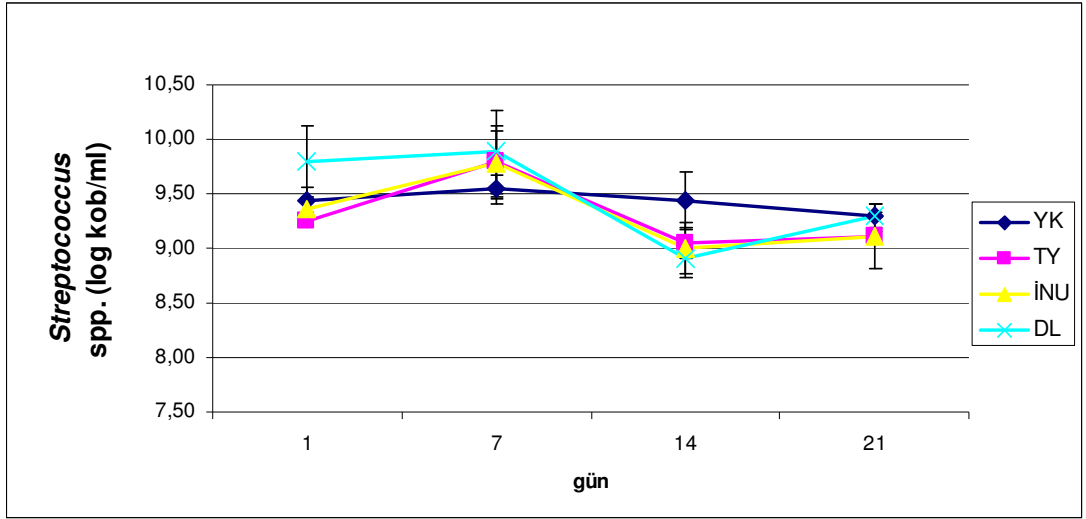
Örneklerin *Lactobacillus* spp. içeriği 9,1–9,4 log kob/ml arasında bulunmuştur. Örneklerin laktobasil içeriği arasındaki farklar ile depolama günleri arasındaki değişim istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$).



Şekil 4.11. Kefir örneklerinde *Lactobacillus* spp. sayısı

Güzel-Seydim (2006), Türk kefirlerinin laktobasil içeriğinin depolamanın 14. gününe kadar yavaş olarak arttığını, 14. günden sonra önemsiz bir azalma gösterdiğini bildirmiştir. Irigoyen vd. (2005), depolamanın 2. gününde kefirlerin laktobasil içeriğinin 10^8 kob/ml'ye ulaştıktan sonra 14. güne kadar yavaş olarak azaldığını bildirmişlerdir.

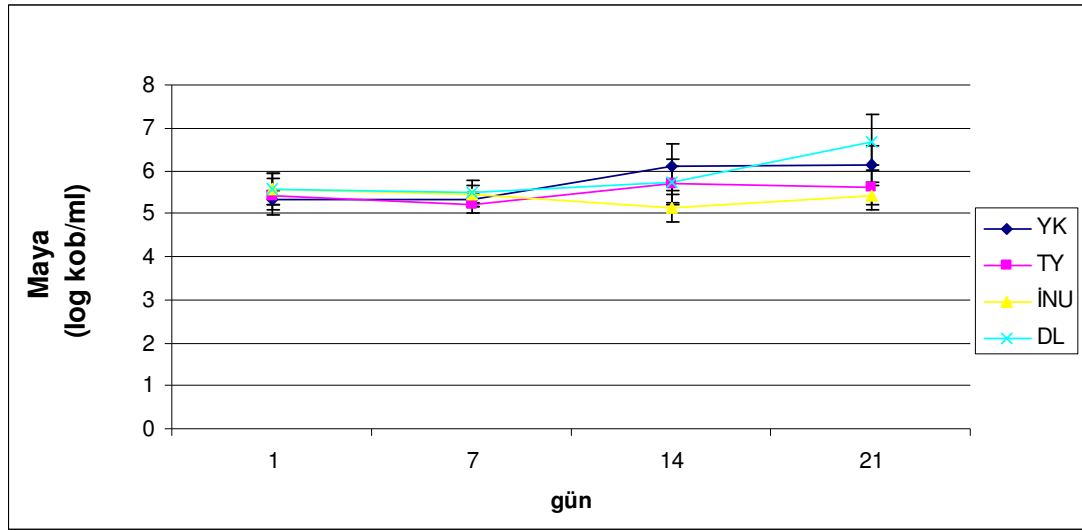
Streptococcus spp. içeriği değişimi *Lactobacillus* spp. içeriğine benzer olarak değişmiş ve 7. günde tüm örneklerde en yüksek düzeylere ulaşmıştır. Şekil 4.12'de *Streptococcus* spp. içeriği gösterilmiştir. Güzel-Seydim (2006), kefirin soğuk depolamasının 14. gününden sonra laktokok düzeyinde de laktobasillerde olduğu gibi önemsiz düzeyde azalma olduğunu bildirmiştir.



Şekil 4.12. Kefir örneklerinde *Streptococcus* spp. sayısı

Kefir laktik asit ve maya fermentasyonu ile oluşan ve bu özelliği ile diğer fermente süt ürünlerinden ayrılan bir üründür. Mayalar kefirdeki alkol üretiminin başlıca sorumlusudur. Kefir danelerindeki hakim maya türleri *Kluyveromyces marxianus*, *Candida kefir*, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Saccharomyces delbrueckii*'dir.

Kefirlerin maya içeriği Şekil 4.13'te gösterilmiştir. Depolamanın 1. gününde maya sayısı 5,3–5,6 log arasında tespit edilmiştir. Depolama sonuna kadar maya sayısındaki değişim önemli bulunmamıştır. İstatistik analizde zaman*çeşit interaksyonu, örnekler arasındaki farklılık ve depolama günleri arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır ($P>0,05$).



Şekil 4.13. Maya sayısı

Seydim (2001), kefirin 1, 7, 14 ve 21. günlerdeki maya içeriğini 6,28; 5,77; 6,52 ve 6,56 log kob/ml olarak bulmuştur. Çizelge 4.2.'de Kefir örneklerinin *Lactobacillus* spp., *Streptococcus* spp., Maya (log kob/ml) içerikleri birbirleri ile oranlanarak verilmiştir.

Çizelge 4.3. Kefir örneklerinin *Lactobacillus* spp., *Streptococcus* spp., Maya sayısı (log kob/ml) oranları

Örnek/gün	YK	TY	İNU	DL
1	9,4:9,4:5,3	9,3:9,2:5,4	9,3:9,4:5,6	9,1:9,8:5,6
7	9,8: 9,5: 5,3	9,7:9,8:5,2	9,9:9,8:5,5	9,9:9,9:5,5
14	9,4:9,4:6,1	9,0: 9,1: 5,7	9,0:9,0:5,4	9,0:8,9:5,8
21	9,2:9,3:6,2	9,2:9,1:5,6	9,1:9,1:5,4	9,1:9,3:6,7

Güzel-Seydim vd. (2005), Türk kefir danelerindeki laktokok, laktobasil ve maya sayısını 9,05; 8,87 ve 6,55 log kob/ml olarak tespit etmişler, LAB maya oranını ise $10^9:10^6$ olarak bildirmişlerdir.

4.6. Kefir Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları

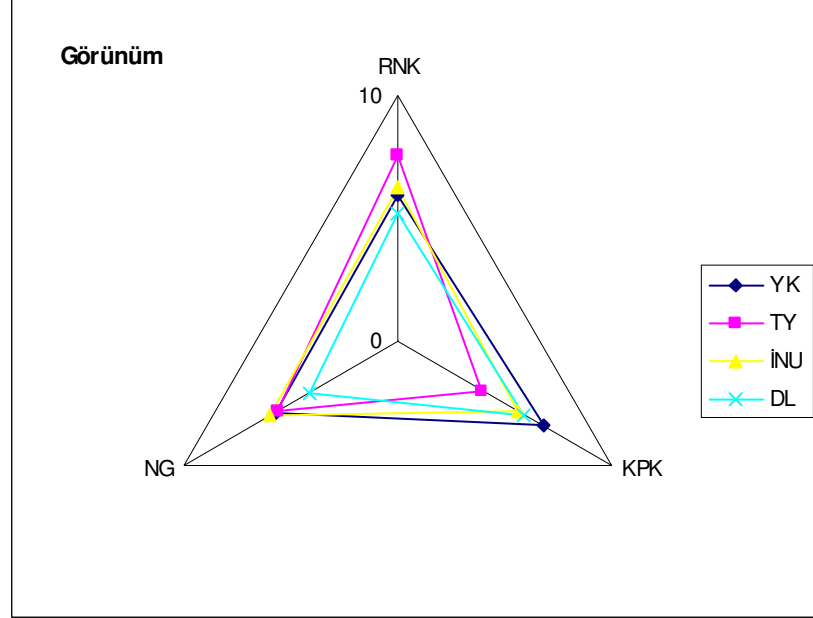
Yağ ikamesi ilave edilmiş kefir örneklerinin yağsız ve tam yağlı kefir örnekleri ile arasındaki farklılıkların belirlenebilmesi amacıyla uygulanan duyusal değerlendirme sonuçları Şekil 4.14, 4.15, 4.16, 4.17, 4.18, 4.19'da gösterilmektedir.

Kefir örnekleri Genel değerlendirmede 10 üzerinden verilen puanlamada sırasıyla TY (7,24); DL (5,01); YK (5,00); İNU (4,83) puanlar almıştır. TY örneğindeki bu farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$), yağsız kefirler arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır. Kefir örneklerinin 7 puan üzerinden yapılan Hedonik test sonuçlarında da TY örneği en yüksek puanı almış (6,10), onu sırasıyla İNU (4,21); YK (3,56) ve DL (3,53) izlemiştir. Hedonik test sonuçlarına göre TY örneği diğer örneklerden istatistik olarak farklı bulunmuştur ($P<0,01$).

RNK (Renk) tanımlayıcı kelimesi bakımından TY örneği diğer örneklerden daha beyaz olarak gözlenmiş ve daha yüksek puanlar almıştır (Şekil 4.14). Bu sonuç homojenize edilmiş süt yağının beyaz renk özelliği kazanmasından kaynaklanmaktadır. Phillips vd. (1995), duyusal analiz sonuçlarına göre süt yağının sütü daha beyaz gösterdiğini bildirmiştir. Renk özelliği için yapılan varyans analizi sonucunda grupların ortalamaları arasındaki farklar istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Tukey testi sonuçlarına göre DL ve TY örnekleri renk bakımından birbirinden farklıdır.

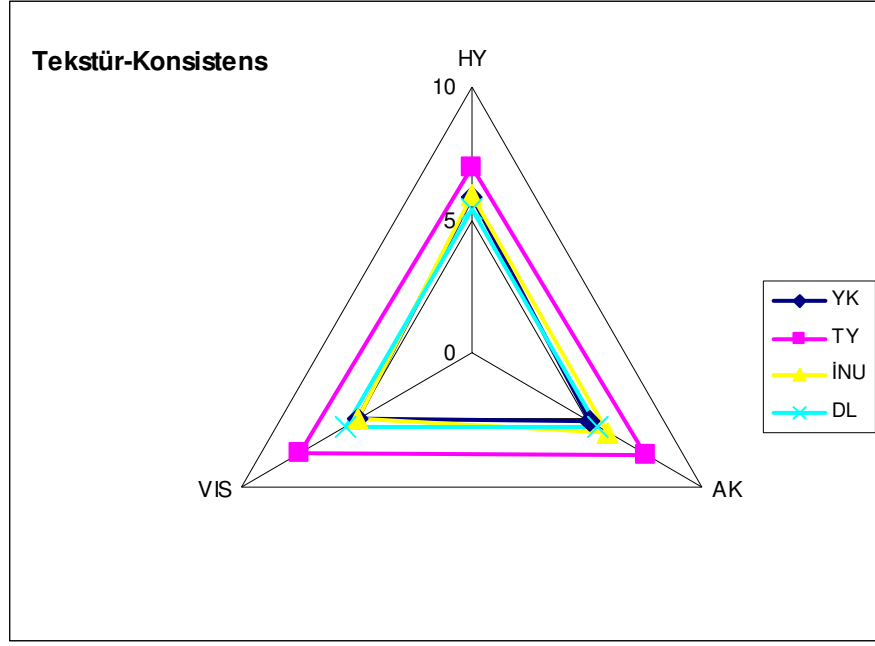
Kefirde mayaların varlığı dolayısıyla CO₂ üretimi gerçekleşmektedir. Kefirde köpük oluşumu CO₂ üretimi ile orantılıdır ve son üründe hafif köpüklü görünüm beklenmektedir. YK örneği KPK (Köpük) tanımlayıcı kelimesi açısından en yüksek değerleri almıştır (Şekil 4.14). Kefir örneklerinin köpük özellikleri arasındaki farklılık TY ile diğer örnekler arasında önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Buna göre YK örneğinde CO₂ miktarı yüksektir denilebilir.

NG (Normal Görünüm) kriteri açısından en yüksek puanları alan İNU örneği ile en düşük puanları alan DL örneği arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).



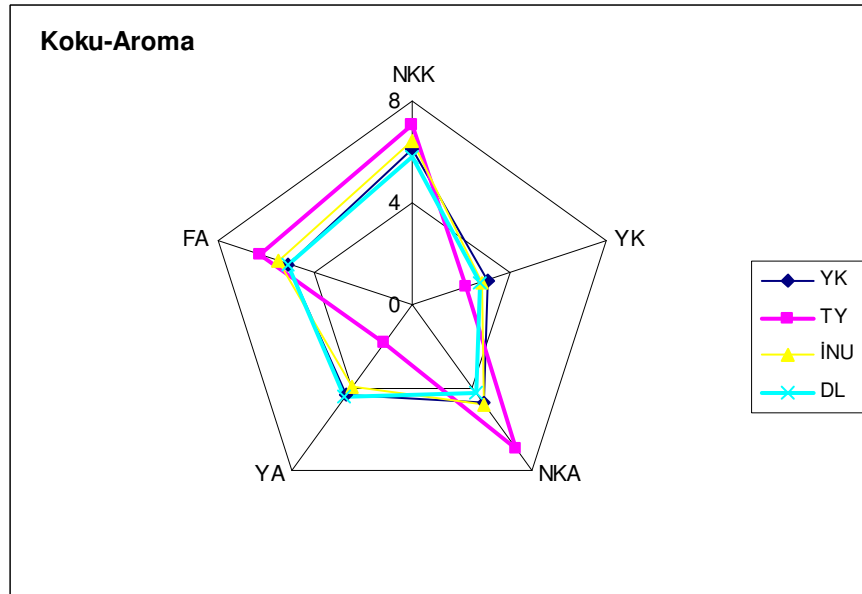
Şekil 4.14. Kefir örneklerinin görünüm değerlendirilmesi

Şekil 4.15'te verilen tekstür konsistens değerlendirmesine göre TY örneği viskozite ve ağız kaplama kriterleri bakımından en yüksek puanları almış, bu değerler diğer örneklerin değerlerinden istatistik olarak önemli ($P<0,01$) farklılıkta bulunmuştur. Phillips vd. (1995), ağız kaplama özelliği ve viskozitenin süt yağının artması ile doğrusal olarak arttığını tespit etmişlerdir. TY örneğinin duyuşal olarak VIS tanımlayıcı kelimesine karşılık gelen viskozite değerleri reolojik ölçümler ile benzerlik göstermiştir. HY (Homojen Yapı) tanımlayıcı kelimesine karşılık gelen homojen yapı özelliği bakımından yüksek puanlar TY, İNU, YK ve DL örnekleri şeklinde sıralanmıştır. HY tanımlayıcı ifadesine verilen değerlendirme puanları arasındaki farklar istatistik olarak önemli bulunmamıştır.



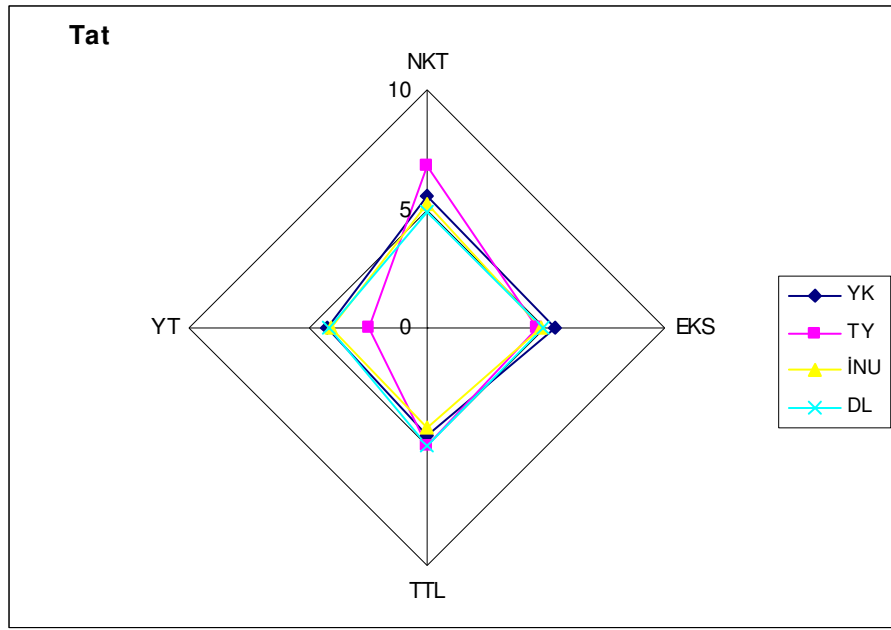
Şekil 4.15. Kefir örneklerinin tekstür-konsistens değerlendirilmesi

Şekil 4.16'da gösterilen koku-aroma değerlendirmesine göre NKK (normal kefir kokusu), YK (yabancı koku), NKA (normal kefir aroması), YA (yabancı aroma), FA (ferahlatıcı aroma) tanımlayıcı kelimeleri bakımından kefir örnekleri arasında istatistik olarak önemli fark bulunmamıştır. Yağ ikameleri kefir koku ve aroması üzerinde önemli değişiklik yapmamıştır ($P>0,05$).



Şekil 4.16. Kefir örneklerinin koku-aroma değerlendirilmesi

Fermente süt ürünlerinde tat özelliği tüketici beğenisi etkileyen en önemli unsurdur. Kötü, yavan, acımsı, yağimsı, okside olmuş tada sahip ya da yabancı tada sahip ürünler tüketici tarafından kabul görmemektedirler. Yağlı, yağsız ve yağ ikame maddeleri ile üretilen kefirlerin “tat” özelliği normal kefir tadı, yabancı tat, tatlılık ve ekşilik olmak üzere dört kriterle belirlenmiştir (Şekil 4.17). Bu kriterler açısından kefir örnekleri arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Yağ ikame maddeleri ilavesi kefir tadında hissedilir değişikliğe neden olmamıştır ($P>0,05$).

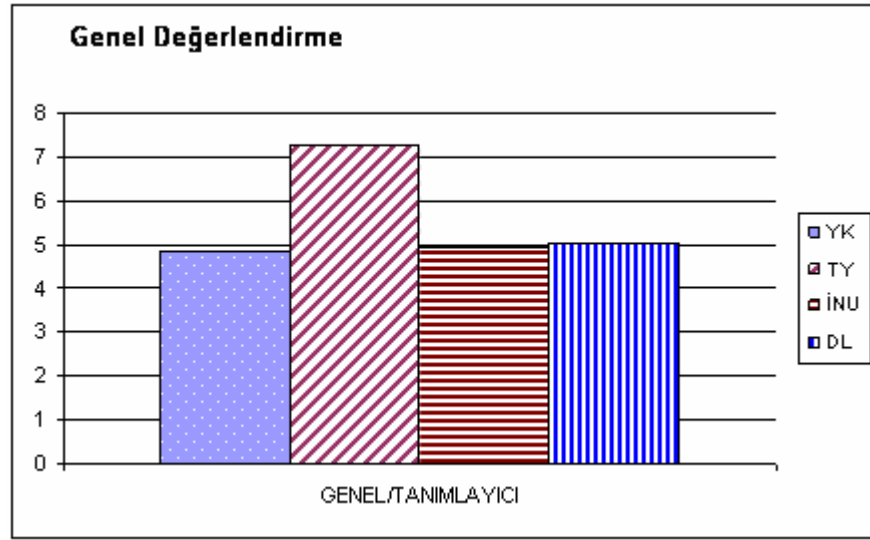


Şekil 4.17. Kefir örneklerinin tat değerlendirilmesi

Güzel-Seydim vd. (2005b) tarafından yapılan set tipi az yağlı yoğurtlarda Dairy Lo® ve inulinin kullanımını incelendiği araştırmada yoğurtların duyuşal özelliklerinin kontrol örneklerinden daha yüksek puan aldığı tespit edilmiştir. Yazıcı ve Akgün (2004) tarafından yapılan çalışmada da, panelistler Dairy Lo® katkılı süzme yoğurt örneğini Simplese ilaveli yoğurt örneğine göre daha çok beğenmiştir. Tratnik vd. (2006)'nin yaptıkları çalışmada kuru maddesi arttırılmış kefir örnekleri duyuşal analizde kontrol kefir örneklerinden daha iyi puanlar almıştır.

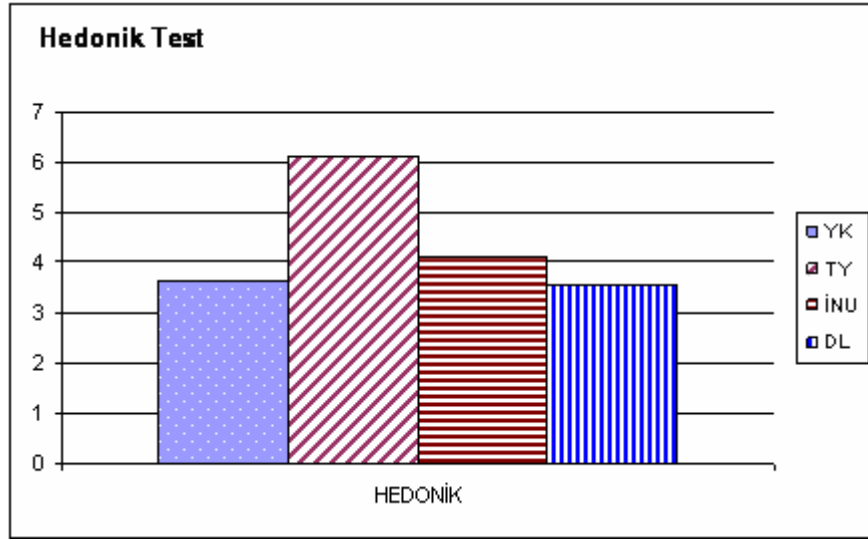
İnulin ilavesi (% 1, % 2 ve % 3) ile üretilen set tipi yoğurtların duysal analizinde % 1 inulin ilaveli örnekler kontrol grubuna en yakın puanları almıştır (Güven vd., 2005).

Şekil 4.18'de gösterilen kefir örneklerine uygulanan Tanımlayıcı duysal analiz sonuçlarına göre 7,2 değer ile TY örneği en yüksek puanı almıştır. TY örneğinin genel değerlendirme sonucu diğer örneklerden önemli düzeyde ($P<0,01$) farklı bulunmuştur. TY örneğinden sonra DL örneği 5,1; YK örneği 5,0 ve İNU örneği 4,8 değerlere sahip bulunmuştur.



Şekil 4.18. Kefir örneklerinin tanımlayıcı genel değerlendirmesi

Şekil 4.19'da hedonik değerlendirme testinin sonuçları gösterilmektedir.



Şekil 4.19. Kefir örneklerinin hedonik test değerlendirilmesi

Hedonik test sonuçları da tanımlayıcı duyu analizi sonuçlarına benzer olarak TY örneğinin panelistler tarafından en çok beğenilen örnek olduğunu göstermektedir ($P < 0,01$).

5. SONUÇ

Doymuş yağ ve kolesterol içeriği yüksek gıda tüketimi ile ilişkili hastalıklara olan farkındalığın artması ve tüketicilerin yağı azaltılmış ürünlere olan eğilimi bu tür ürünlerin geliştirilmesine yönelik çalışmaları arttırmıştır. Bilimsel çalışmaların da katkısıyla endüstriyel eğilim yağsız ve düşük kolesterol içeren ürünlerin üretimine yönelmiştir. Süt yağı süt ürünlerinin tat ve aroması için önemli bir bileşendir ve süt ürünlerinden yağın çıkarılması yerine geçebilecek yağ ikamelerinin kullanılmasını gerektirir.

Kefirlerin kuru madde analizi sonucunda YK kefirin toplam kuru madde içeriği ile DL, İNU ve TY kefirin kuru madde içeriği arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Bunun nedeni YK örneğinin yağsız süttten üretilmesi ve kuru maddesinin arttırılmamasıdır. Depolama süresince kuru madde içeriğindeki değişim önemli bulunmamıştır.

Kefir örneklerinin pH, titrasyon asitliği değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır. Bu yağ ikame maddelerinin kefir kültürünün çalışmasını etkilemediğini göstermektedir. Depolama süresince pH ve titrasyon asitliği değişimi bütün örneklerde paralel gözlenmiştir. Depolama süresince pH değişimi istatistik olarak önemli bulunmamasına karşın, titrasyon asitliği değerlerinde 14 ve 21. günler arasındaki değişim önemli bulunmuştur.

DL örneği protein kökenli yağ ikame maddesi Dairy Lo®'yu içermesinden dolayı diğer örneklerden protein içeriği bakımından farklı bulunmuştur. Kefir örneklerinin tat ve aroma maddeleri analizinde etanol ve asetaldehit bileşenleri tespit edilmiştir. Örneklerin etanol ve asetaldehit içerikleri literatürde belirlenen değerler arasında tespit edilmiştir.

Kefir örneklerinin Newtonian olmayan akış tipi gösterdiği ve pseudoplastik sıvılar grubuna dahil olduğu ilk olarak bu tezle belirlenmiştir. Kefir örneklerinin zamana karşı akış tipi tiksotropik olarak tespit edilmiştir. Viskozite ölçümleri sonucunda TY

örneği en yüksek görünür viskozite değerlerini gösterirken, görünür viskozite değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır.

Kefir örnekleri arasındaki *Lactobacillus* spp., *Streptococcus* spp. ve maya içeriğindeki farklılık önemli bulunmamıştır. *Lactobacillus* spp. ve *Streptococcus* spp. içeriği depolamanın 7. gününde tüm örneklerde en yüksek düzeye ulaşmıştır. Maya sayısı bütün örneklerde benzer gözlenmiştir. Depolama sonunda mikrobiyal içeriğın önemli düzeyde azalmaması kefirin probiyotik özelliğinin raf ömrü süresince korunması açısından önemlidir.

Duyusal olarak koku-aroma, tat değerlendirmelerinde örnekler arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır. Tat ve aroma fermente süt ürünlerinin kabul edilebilirliğinde en önemli kriter olduğundan %2 oranında Dairy Lo veya inulinin ilavesinin kefirin tat, koku ve aromasında önemli değişiklik yapmadığı önemli olarak tespit edilmiştir.

Her geçen gün sağlık üzerine yeni bir olumlu etkisi kanıtlanan kefirin yağ içeriği azaltılarak, yağın fonksiyonel özelliklerini yapmalarının yanı sıra ilave fonksiyonel özelliklere de sahip yağ ikame maddeleri ile desteklenmeleri daha sağlıklı bir ürün oluşumuna katkı sağlayacaktır. İnulinin bağırsaktaki yararlı bakterilerin gelişimini teşvik eden prebiyotik özelliği ile kefirin probiyotik özelliği kombine edilerek sağlık üzerine olumlu etkileri arttırılacaktır. Duyusal olarak önemli bulunan farklılıklar üzerinde çalışmalar yapılması ve farklı kombinasyonların denenmesi sayesinde yağ ikamesi ilavesi ile yapılan ürünlerin tüketici kabulü arttırılabilecektir.

6. KAYNAKLAR

- Abu-Jdayil, B., Shaker, R.R., Jumah, R.Y., 2000. Comparison between traditional and new methods for production of Labneh. *International Journal of Food Properties*, 3: 207–213.
- Abu-Jdayil, B., Mohammed, H., 2002. Experimental and modelling studies of the flow properties of concentrated yogurt as affected by the storage time. *Journal of Food Engineering*, 52: 359–365.
- Aghatabay, N. M., 2005. Keyf-i Kefir. *Kimya Teknolojileri*, 58: 64–65.
- Akalın A. S., Karagözlü C. Ve Ünal G., 2007. Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *European Food Research and Technology*, DOI 10.1007/s00217-007-0800-z.
- Akoh, C. C., 1998. Fat Replacers. *Food Tecnology*, 53(2):47–53.
- Anonim, 1990. Süt ve mamülleri analiz yöntemleri. Türkiye Süt Endüstrisi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 1997. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. Resmi Gazete, Sayı: 23172, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, 1999. SPSS® Base 9.0. Applications guide, 135–175, Chicago, IL:SPSS Inc.
- Anonim, 2001. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. 03.09.2001-24512 2001/21 Fermente Sütler Tebliği.
- Anonim, 2002. Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food Report of a Joint FAO/WHO Working Group on Drafting.

- Anonim, 2005. ADA reports: Fat Replacers. *Journal of the American Dietetic Association*, 105: 266-275.
- Anonim, 2008. <http://www.altinkilic.com/kefir27.html>, 27 Mayıs 2008.
- AOAC. 1996. *Official Methods of Analysis (15th Ed.)*. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Barbosa-Cánovas, G.V., Kokini, J.L., Ma, L., Ibarz, A., 1996. The rheology of semiliquid foods. *Advances in Food and Nutrition Research*, 39:1–69.
- Barrantes, E., Tamime, A.Y., Davies, G., Barclay, M.N.I., 1994a. Production of low-calorie yoghurt using skim milk powder and fat substitutes. 2. Compositional quality, *Milchwissenschaft*, 49:135–139.
- Barrantes, E., Tamime, A.Y., Sword, A. M., 1994b. Production of low-calorie yoghurt using skim milk powder and fat substitutes. 3. Microbiological and organoleptic qualities, *Milchwissenschaft*, 49: 205–208.
- Barrantes, E., Tamime, A.Y., Sword, A. M., 1994c. Production of low-calorie yoghurt using skim milk powder and fat substitutes. 4. Rheological properties, *Milchwissenschaft*, 49:263–266.
- Barrantes, E., Tamime, A. Y., Mur, D.D., Sword, A. M., 1994d. The effect of substitution of fat by microparticulate whey-protein on the quality of set-type, natural yogurt. *Journal of the Society of Dairy Technology*, 47(2):61-68.
- Beshkova, D.M., Simova, E.D., Frengova, G.I., Simov, Z.I., Dimitrov, Zh.P., 2003. Production of volatile aroma compounds by kefir starter cultures., *International Dairy Journal*, 13:529–535.

- Bourne, M., 1982. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. Academic Press, Inc. London. 199-245.
- Butler, F., McNulty, P., 1995. Time dependent rheological characterisation of buttermilk at 5°C. *Journal of Food Engineering*, 25(4):569-580.
- Damjanovi, M., Barton, M., 2008. Fat Intake and Cardiovascular Response. *Current Hypertension Reports*, 10:25–31.
- Daubert, C.R. ve Foegeding, E.A., 1998. Rheological Principles for Food Analysis. In: *Food Analysis*. (Nielsen, S.S.,-ed.), pp551-570. Aspen Publishers Inc., Gaithersburg, Maryland.
- de Ancos, B., Cano, M.P., Gómez, R., 2000. Characteristics of stirred low-fat yoghurt as affected by high pressure. *International Dairy Journal*, 10:105-111.
- Demirci, M., 2003. Beslenme. Rebel Yayıncılık. 286s. Tekirdağ.
- El-Nagar, G., Clowes, G., Tudorica, C.M., Kuri, V., Brennan C.S., 2002. Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. *Society of Dairy Technology*, 55 (2):89-93.
- Escher, F., Conde-Petit, B., Nuessli, J., 2003. From Structure and Rheology to Sensory Quality of Food. 3rd International Symposium on Food Rheology and Structure, 45–46.
- Farnworth, E.R., 2005. Kefir – a complex probiotic. *Food Science and Technology Bulletin: Functional Foods*, 2 (1):1–17.
- Figueira, G. M., Jin Park, K., Brod, F.B., Honório, S.L., 2003. Evaluation of desorption isotherms, drying rates and inulin concentration of chicory roots

(*Cichorium intybus* L.) with and without enzymatic inactivation. Journal of Food Engineering, 63(3): 273-280.

Frengova, G.I., Simova, E.D., Beshkova, D.M., Simov, Z.I., 2002. Exopolysaccharides Produced by Lactic Acid Bacteria of Kefir Grains. Verlag der Zeitschrift für Naturforschung, 0939.5075/2002/0900, 805-810.

Güven, M., Yasar, K., Karaca O. B., Hayaloğlu A.A., 2005. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture, International Journal of Dairy Technology, 58(3):180-184.

Güzel-Seydim, Z.B., Seydim, A.C., Greene, A.K. and 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., Seydim, A.C. and 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., Wyffels, J., Seydim, A.C. and Greene, A.K., 2005a. Turkish kefir and kefir grains: microbial enumeration and electron microscobic observation. Journal of International Dairy Technology, 58(1):25-29.

Güzel-Seydim, Z.B., Sarıkuş, G., Okur, Ö.D., 2005b. Effect of Inulin and Dairy-Lo as Fat Replacers on The Quality of Set Type Yogurt. Milchwissenschaft, 60(1): 51-55.

Güzel-Seydim, Z.B., A.C. Seydim, A.K. Grene, Tas, T. 2006. Determination of Antimutagenic Properties of Some Fermented Milks Including Changes in the Total Fatty Acid Profiles Including CLA. Internatinal Journal of Dairy Technology, 59(3):209-215.

- Humblot, C., Lhoste, E., Knasmüller, S., Gloux, K., Bruneau, A., Bensaada, M., Duraõ, J., Rabot, S., Andrieux, C., Kassie, F., 2004. Protective effects of Brussels sprouts, oligosaccharides and fermented milk towards 2-amino-3-methylimidazo[4,5-f]quinoline (IQ)-induced genotoxicity in the human flora associated F344 rat: role of xenobiotic metabolising enzymes and intestinal microflora. *Journal of Chromatography B*, 802: 231–237.
- Huyghebaert, A., Dewettinck, K., de Greyt, W., 1996. Fat replacers. *Bulletin of IDF*, 317: 10–15.
- Irigoyen, A., Arana, I., Castiella, M., Torre, P., Ibáñez, F.C., 2005. Microbiological, physicochemical and sensory characteristics of kefir during storage. *Food Chemistry*, 90: 613-620.
- Khan, R., 1996. *Low Calorie Foods and Food Ingredients*. Blackie Academic and Professional, 2:87-105.
- Kim, M. ve Shin, H.K., 1998. The water-soluble extract of chicory influences serum and liver lipid concentrations, cecal short-chain fatty acid concentrations and fecal lipid excretion in rats. *Journal of Nutrition*, 128: 1732–1736.
- Koroleva, N.S., 1982. Special products (kefir, koumyss, etc.). *Proceedings XXI International Dairy Congress, Moscow*, 2: 146-151.
- Köksoy, A. and Kılıç, M., 2003. Effects of water and salt level on rheological properties of ayran, a Turkish yoghurt drink. *International Dairy Journal*. 13: 835-839.
- Kök-Taş, T., 2005. Çeşitli Yağ İkame Maddelerinin Ayran Kalite Kriterleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 91 s, Isparta.

- Kristensen, D., Jensen, P.Y., Madsen, F., Birdi, K.S., 1997. Rheology and Surface Tension of Selected Processed Dairy Fluids: Influence of Temperature. *Journal of Dairy Science*, 80:2282-2290.
- Liu, J-R. and Lin, C-W., 2000. Production of kefir from soymilk with or without added glucose, lactose or sucrose. *Journal of Food Science* 65: 716–719.
- Liu, J., Wang, S., Chen, M., Yueh, P., Lin, C., 2006. The anti-allergenic properties of milk kefir ve soymilk kefir ve their beneficial effects on the intestinal microflora. *Journal of the Science of Food ve Agriculture*, 86: 2527–2533.
- Mann, E.J. 1985. Kefir and koumiss. *Dairy Industry International*, 50:11-12.
- Marcela, Z., Ricardo, W.E., Eric, P., Cinthia, G.B., Ricardo, C., Jose, B. B., 2001. Effect of probiotics and functional foods and their use in different diseases. *Nutrition Research*, 21: 69-579.
- Marshall, V., Cole, W.M. and Brooker, B.E., 1984. Observations on the structure of kefir grains and the distribution of the microflora. *Journal of Applied Bacteriology*, 57: 491-497.
- Marshall, V.M.E., 1984. Flavour Development in Fermented Milks. In: *Advances in the Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk*. (Davies, F.L. and Law, B.A.,-eds.), pp153-186, Elsevier at Lied Science Publishers, London.
- Marshall, V.M.E., and Tamime, A.Y., 1997. Physiology and biochemistry of fermented milks, In: *Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milks*. (Law, B.A.-ed.), p153-192. Chapman & Hall, 2nd ed.
- McMahon, D.J., Alleyne, M.C., Fife, R.L., Oberg, C.J., 1996. Use of Fat Replacers in Low Fat Mozzarella Cheese. *Journal of Dairy Science*, 79:1911–1921.

- Murofushi, M., Mizuguchi, J., Aibara, K. and Matuhasi, T., 1986. Immunopotentiative effect of polysaccharide from kefir grain, KGF-C, administered orally in mice. *Immunopharmacology*, 12: 29-35.
- O'Donnell, H.J. ve Butler, F., 1999. Modelling the flow of a time-dependent viscous product (culture buttermilk) in a tube viscometer. *Journal of Food Engineering*, 42:199-206.
- Ohmes, R.L., Marshall, R.T., Heymann, H., 1998. Sensory and physical properties of ice creams containing milk fat or fat replacers, *Journal of Dairy Science*, 81: 1222-1228.
- Okur, Ö.D., Sarıkuş, G., Kuleaşan, H. and Güzel-Seydim, Z., 2004. Effects of Using Microparticulated Whey Protein on the Proteolysis of White Brined cheese during storage. In: *Proceedings of International Dairy Symposium "Recent Developments in Dairy Science and Technology"*, (Guzel-Seydim, Z., Ekinci Kitiş, Y., Seydim, A.C.-eds) p231. Isparta, Turkey.
- Ötleş, S. and Çağındı, O., 2003. Kefir: A probiotic dairy- composition, nutritional and therapeutic aspects. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2(2):54-59.
- Özer, B.H., Bell, A.B., Grandison, A.S., Robinson, R.K., 1998. Rheological properties of concentrated yoghurt (labneh). *Journal of Texture Studies*, 29:67-79.
- Palframan, R., Gibson, G.R., Rastall, R.A., 2003. Development of a quantitative tool for the comparison of the prebiotic effect of dietary oligosaccharides. *Letters in Applied Microbiology*, 37:281-284.
- Peker, S., Helvacı, Ş., 2003. Akışkanlar Mekaniği, 80-129.

- Penna, A.L.B., Sivieri, K., Oliviera, M.N., 2001. Relation between quality and rheological properties of lactic beverages, *Journal of Food Engineering*, 49(1): 7-13.
- Phillips, L.G., Mcgiff M.L., Barbano, D.M., Lawles, H.T., 1995. The Influence of Fat on the Sensory Properties, Viscosity, and Color of Lowfat Milk. *Journal of Dairy Science*, 78:1258-1266.
- Powell, J.E., 2006. Bacteriocins and Bacteriocin Producers Present in Kefir and Kefir Grains. Stellenbosch University, Faculty of AgriSciences, Department of Food Sciences, M. Sc. Thesis. 115p. Stellenbosch, South Africa.
- Rao, M.A. ve Steffe, J.F., 1992. Viscoelastic properties of foods. Elsevier Applied Science, 444p. NY, USA.
- Reddy, B.S., Hanson, D., Mangat, S., Mathews, L., Sbaschnig, M. Sharma, C., Simi, B., 1980. Effect of High-Fat, High-Beef Diet and of Mode of Cooking of Beef in the Diet on Fecal Bacterial Enzymes and Fecal Bile Acids and Neutral Sterols. *Journal of Nutrition*, 110: 1880-1887.
- Roberfroid, M.B., 1998. Prebiotics and synbiotics: concepts and nutritional properties. *British Journal of Nutrition*, 80(4):197-202.
- Rodrigues, K.L., Caputo, L.R.G., Carvalho, J.C.T., Evangelista, J., Schneedorf J.M., 2005. Antimicrobial and healing activity of kefir and kefir extract. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 25 (5): 404-408.
- Romeih, E.A., Michaelidou, A., Bibiaders, C.G., Zerfiridis, G.K., 2002. Low-fat white-brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetics: chemical, physical and sensory attributes. *International Dairy Journal*, 12: 525-540.

- Roland, A.M., Phillips, L.G., Boor, K.J., 1999. Effects of Fat Replacers on the Sensory Properties, Color, Melting, and Hardness of Ice Cream. *Journal of Dairy Science*, 82: 2094–2100.
- Safonova, T.Y., Yatsyk, G.V., Yurkov, Y.A. and Volkova, L.D. 1979. Effect of varying types of feeding on fatty acid composition of blood serum in premature infants. *Voprosy Pitani (in Russian, abstract only)*, 6: 44-49.
- Santos, A., Mauro M.S. , 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.
- Sarıkuş G., 2004. Yağ İkamelerinin Süt Endüstrisinde Kullanımı. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Semineri, 23 s, Isparta.
- Seydim, Z.B., 2001. Studies on Fermentative, Microbiological and Biochemical Properties of Kefir and Kefir Grains. The Graduate School of Clemson University, Ph. D. Thesis, 145p. Clemson, USA.
- Sezen, F., 2005. Protein Esaslı Yağ İkame Maddesi Kullanımının Yağsız Yoğurdun Kalitesi Üzerine Etkisi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 51 s, Ankara.
- Shiomi M., Sasaki K., Murofushi M., Aibara K., 1982. Antitumor activity in mice of orally administered polysaccharide from Kefir grain. *Japanese Journal of Medical Science and Biology*, 35(2):75-80.
- Simova, E., Beshkova, D., Angelov, A., Hristozova, Ts., Frengova, G., Spasov, Z., 2002. Lactic acid bacteria and yeasts in kefir grains and kefir made from them. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 28:1–6.

- Sipahioğlu, O., Alvarez, V.B., Solano-Lopez, C., 1999. Structure, physico-chemical and sensory properties of feta cheese made with tapioka starch and lecithin as fat mimetics. *Dairy Journal*, 9 (11): 783-789.
- Steffe, J.F., Mohamed I.O., Ford, E.W., 1986. Rheological properties of fluid foods: Data compilation. In: *Physical and chemical properties of foods*, American Society of Agricultural Engineers (Okos, M.R. – ed.), pp1–13. St. Joseph, MI, USA.
- Steffe, J.F., 1996. *Rheological methods in food process engineering* (2nd ed.). New York: Academic Press, Inc. 199-246;204-214.
- Tamime, A.Y., Barrantes, E., Sword, A. M., 1996. The effect of starch based fat substitutes on the microstructure of set-style yogurt made from reconstituted skimmed milk powder. *Journal of the Society of Dairy Technology*, 49:1–10.
- Tamime, A.Y. and Marshall, V.M.E., 1997. Microbiology and technology of fermented milks. In: *Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milks* (Law, B.A.- ed.), pp57-133. Chapman & Hall, 2nd ed.
- Thoreux, K. and Schmucker, D.L., 2001. Kefir milk enhances intestinal immunity in young but not old rats. *Journal of Nutrition*, 131: 807-812.
- Tratnik, L., Bozanic, R., Herceg, Z. and Drgalic, I., 2006. The quality of plain and supplemented kefir from goat's and cow's milk. *International Journal of Dairy Technology*, 59 (1):40-46.
- Tunick, M.H., 2000. Rheology of Dairy Foods that Gel, Stretch, and Fracture. Symposium: Dairy Products Rheology. *Journal of Dairy Science*, 83:1892-1898.

- Ünal, B., Metin, S., Develi-Işıklı, N., 2003. Use of response surface methodology to describe the combined effect of storage time, locust bean gum and dry matter of milk on the physical properties of low-fat set yoghurt . *International Dairy Journal*, 13: 909–916.
- Vélez-Ruiz, J.F. and Barbosa-Cánovas, G.V., 1998. Rheological properties of concentrated milk as function of concentration, temperature and storage time. *Journal of Food Engineering*, 35: 177–190.
- Vinderolal, G., Perdigon, G., Duarte, J., Farnworth, E., Matar, C., 2005. Effects of the oral administration of the products derived from milk fermentation by kefir microflora on immune stimulation. *Journal of Dairy Research*, 73 (4): 472-479.
- Weipert, D., Tscheuschner, H.D., Windhad, E., 1993. *Rheologie de Lebensmittel*, B. Behr's Verlag GmbH and Co, Hamburg, Germany.
- White, G.V., 1970. Rheology in Food Research. *Journal of Food Rheology*. 5(1):1-32.
- Witthuhn, R.C., Schoeman, T., Britz, T.J., 2005. Characterisation of the microbial population at different stages of Kefir production and Kefir grain mass cultivation. *International Dairy Journal*, 15: 383–389.
- Wouters, J.T.M., Ayad, E.H.E., Hugenholtz, J., Smit, G., 2002. Microbes from raw milk for fermented dairy products. *International Dairy Journal*, 12: 91-109.
- Yazıcı, F. and Akgün, A., 2004. Effect of some protein based fat replacers on physical, chemical, textural, and sensory properties of strained yoghurt. *Journal of Food Engineering*, 62:245-254.

Yüksekdağ, Z.N. ve Beyatlı, Y., 2003. Kefir Mikroflorası ile Laktik Asit Bakterilerinin Metabolik, Antimikrobiyal ve Genetik Özellikleri. Ortaokul On-Line Mikrobiyoloji Dergisi, 1(2): 49-69.

Zalazar, C. A., Zalazar C.S., Bernal, S., Brtola, N.İ., Bevilacqua, A., Zaritzky, N., 2002. Effect of moisture level and fat replacer on physicochemical, rheological and sensory properties of low fat soft cheeses. International Dairy Journal, 12:45-50.

EK – 1

DUYUSAL DEĞERLENDİRME KAĞIDI

Deney Adı: Çeşitli Yağ İkame Maddelerinin Kefir Kalite Kriterleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

Tarih:
Panelist Adı:
Panelist Num:

Deney Yapacak Kişinin Adı: Bilge Ertekin

Tanımlar

1. Aşağıda değişik içerikli kefirler hazırlanmıştır.
2. Örnekler soldan sağa şekilde duyuusal analize tabii tutulacaktır.
3. Lütfen örnekler arasında su----kraker-----su şeklinde ağzınızı çalkalamayı unutmayınız.
4. İki farklı test sunulacaktır: **a.** 1. testimiz, sayılabilir derecelendirme testidir. Örnekleri tattıktan sonra 10 cm'lik skalada size en uygun olan yere çizgi ile belirtiniz. **b.** 2. testimiz, hedonik derecelendirme testidir. Örneklerimizi tattıktan sonra hoşlanma derecenize göre uygun boşluklara kefir kodlarını yazınız.

1.Trial: Sayılabilir Derecelendirme testi

GÖRÜNÜM:

Renk

Zayıf Güçlü
|-----|

Köpük (CO2) varlığı

Zayıf Güçlü
|-----|

Normal Görünüm(yağ partikülleri, pıhtı parçaları olmamalı)

Zayıf Güçlü
|-----|

KOKU

Normal Kefir Kokusu

Zayıf Güçlü
|-----|

Yabancı koku

Zayıf Güçlü
|-----|

TEKSTÜR

Homojen yapı

Zayıf Güçlü

KONSİSTENS

Ağız kaplama

Zayıf Güçlü

Viskozite

Zayıf Güçlü

TAT

Normal kefir tadı

Zayıf Güçlü

Ekşilik

Zayıf Güçlü

Tatlılık

Zayıf Güçlü

Yabancı tat

Zayıf Güçlü

AROMA

Normal Kefir Aroması

Zayıf Güçlü

Yabancı Aroma

Zayıf Güçlü

Ferahlatıcı Aroma

Zayıf Güçlü

Genel Değerlendirme

Zayıf Güçlü

EK – 2

Hedonik Test

- Çok fazla beğendim.....(7)
Çok beğendim.....(6)
Orta derece beğendim.....(5)
Ne beğendim ne de beğenmedim.....(4)
Orta derecede beğenmedim.....(3)
Çok beğenmedim.....(2)
Hiç beğenmedim.....(1)

EK - 3**KEFİR ÖRNEKLERİNİN BİLEŞEN ANALİZİ SONUÇLARI****Kefir örneklerinin % kuru madde içerikleri**

	1	7	14	21
YK	8,64 ± 0,05	8,24 ± 0,22	8,34 ± 0,14	8,05 ± 0,60
TY	10,91 ± 0,07	10,38 ± 0,27	10,55 ± 0,36	10,62 ± 0,34
İNU	10,65 ± 0,03	10,51 ± 0,07	10,56 ± 0,29	10,14 ± 0,54
DL	10,51 ± 0,27	10,17 ± 0,40	10,59 ± 0,33	10,24 ± 0,78

Kefir örneklerinin pH değerleri

	1	7	14	21
YK	4,32 ± 0,05	4,29 ± 0,10	4,22 ± 0,06	4,29 ± 0,11
TY	4,29 ± 0,04	4,26 ± 0,07	4,26 ± 0,04	4,28 ± 0,08
İNU	4,31 ± 0,05	4,31 ± 0,07	4,30 ± 0,05	4,35 ± 0,09
DL	4,40 ± 0,03	4,39 ± 0,05	4,35 ± 0,05	4,35 ± 0,10

Kefir örneklerinin % Laktik asit içerikleri

	1	7	14	21
YK	0,77 ± 0,24	0,80 ± 0,10	0,89 ± 0,11	0,77 ± 0,04
TY	0,70 ± 0,07	0,72 ± 0,04	0,79 ± 0,08	0,66 ± 0,03
İNU	0,81 ± 0,03	0,92 ± 0,09	0,90 ± 0,06	0,83 ± 0,05
DL	0,82 ± 0,07	0,92 ± 0,07	1,01 ± 0,10	0,81 ± 0,09

Kefir örneklerinin % protein içerikleri

	1	7	14	21
YK	3,49 ± 0,11	3,41 ± 0,08	3,86 ± 0,04	3,07 ± 0,33
TY	4,32 ± 0,06	3,67 ± 0,23	2,80 ± 0,27	2,90 ± 0,01
İNU	3,26 ± 0,24	3,66 ± 0,06	3,82 ± 0,23	3,18 ± 0,17
DL	5,86 ± 0,84	4,40 ± 0,21	3,78 ± 0,15	3,86 ± 0,13

Kefir örneklerinin asetaldehit içerikleri (mg/L)

	1	7	14	21
YK	5,84 ± 1,23	2,89 ± 0,56	2,18 ± 0,00	2,05 ± 0,00
TY	5,19 ± 1,63	6,52 ± 1,12	8,87 ± 0,00	8,87 ± 0,00
İNU	5,37 ± 3,18	7,28 ± 0,71	14,62 ± 0,00	9,01 ± 0,00
DL	7,16 ± 3,18	7,21 ± 0,71	0,29 ± 0,00	0,27 ± 0,00

Kefir örneklerinin etanol içerikleri (mg/L)

	1	7	14	21
YK	219,99 ± 34,08	266,76 ± 102,21	923,83 ± 0,00	923,83 ± 0,00
TY	160,24 ± 5,58	151,46 ± 3,22	333,50 ± 0,00	841,48 ± 0,00
İNU	293,63 ± 83,77	258,89 ± 44,46	421,18 ± 0,00	480,62 ± 0,00
DL	323,89 ± 83,77	228,04 ± 44,46	1074,89 ± 0,00	642,57 ± 0,00

Kefir örneklerinin *Lactobacillus* spp. içerikleri (log kob/ml)

	1	7	14	21
YK	9,36 ± 0,12	9,79 ± 0,23	9,43 ± 0,24	9,15 ± 0,29
TY	9,34 ± 0,03	9,71 ± 0,29	9,02 ± 0,19	9,15 ± 0,11
İNU	9,32 ± 0,07	9,88 ± 0,29	9,04 ± 0,26	9,08 ± 0,28
DL	9,10 ± 0,25	9,85 ± 0,38	8,96 ± 0,20	9,14 ± 0,10

Kefir örneklerinin *Streptococcus* spp. içerikleri (log kob/ml)

	1	7	14	21
YK	9,43 ± 0,13	9,54 ± 0,13	9,44 ± 0,27	9,30 ± 0,02
TY	9,25 ± 0,04	9,79 ± 0,34	9,05 ± 0,14	9,11 ± 0,05
İNU	9,36 ± 0,10	9,78 ± 0,31	9,00 ± 0,24	9,11 ± 0,30
DL	9,80 ± 0,33	9,88 ± 0,39	8,91 ± 0,18	9,30 ± 0,10

Kefir örneklerinin maya-küf içerikleri (log kob/ml)

	1	7	14	21
YK	5,32 ± 0,21	5,34 ± 0,17	6,08 ± 0,56	6,15 ± 0,43
TY	5,40 ± 0,44	5,23 ± 0,23	5,68 ± 0,42	5,61 ± 0,52
İNU	5,58 ± 0,38	5,46 ± 0,22	5,12 ± 0,32	5,43 ± 0,23
DL	5,58 ± 0,37	5,48 ± 0,31	5,74 ± 0,52	6,66 ± 0,64

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Bilge Ertekin

Doğum Yeri ve Yılı: Senirkent / ISPARTA, 1983

Medeni Hali: Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise 1996–2000: Senirkent Sağlık Meslek Lisesi

Lisans 2000-2004: Süleyman Demirel Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Gıda
Mühendisliği Bölümü



Yabancı Dil: İngilizce

Yayımları (SCI ve diğer makaleler)

1. Ekinci, Y., Okur, O., **Ertekin, B.**, Güzel-Seydim, Z. 2008. Effects of Probiotic Bacteria and Oils on Fatty Acid Profiles of Cultured Cream. European Journal of Lipid Science and Technology, 110(3): 216-224.
2. Seydim, A.C., **Ertekin, B.**, 2006. Farklı Ambalaj Kullanımının Fındık Yağı Depolama Stabilitesi Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(3):341-345.
3. Ekinci, F.Y., Sofu, A., Ilgın, A., **Ertekin, B.**, Yıldız, A., Göl, Ö.; 2006. Gıda Sistemlerindeki Doğal Koruyucu Maddeler: Bakteriyosinler. Akademik Gıda, 4(22): 3-6.
4. Okur, Ö.D., **Ertekin, B.**, Seydim, Z., 2007. Peynir olgunlaşması süresince proteolizi etkileyen faktörler. Akademik Gıda, 5(27).
5. **Ertekin, B.**, Okur, Ö.D., Seydim, Z.; 2007. Biyoteknolojik Yöntemlerle Üretilen Koagülantların Süt Endüstrisinde Kullanımı (Sözlü Sunum). 15. Ulusal Biyoteknoloji Kongresi. 28-31 Ekim 2007. Antalya.
6. Okur, Ö.D., **Ertekin, B.**, Seydim, Z.; 2007. Peynir Olgunlaşması Süresince Lipoliz ve Yağ Kaynaklı Flavor Bileşikleri Oluşumu. 15. Ulusal Biyoteknoloji Kongresi. 28-31 Ekim 2007. Antalya.
7. **Ertekin, B.**, Kocaoğlu, E.A., Seydim, A.C.; 2007. Taze Kesilmiş Kullanıma Hazır Meyve ve Sebzelerin Ambalajlanması (Sözlü Sunum). GAP V. Tarım Kongresi. 17-19 Ekim 2007. Şanlıurfa.

8. **Ertekin, B.**, Güzel-Seydim, Z.; 2007. Probiotic applications in non-dairy products. 2nd International Congress on Food and Nutrition. 24-26 October 2007. Istanbul-Turkey.
9. Okur, Ö.D., **Ertekin, B.**, Güzel-Seydim, Z.; 2007. Improvement of Functional Properties of Cheese during Proteolysis. 2nd International Congress on Food and Nutrition. 24-26 October 2007. Istanbul-Turkey.
10. **Ertekin, B.**, Ekinci, F.Y., Güzel-Seydim, Z.; 2007. Recent Developments on Bacteriocin Applications in Foods. 2nd International Congress on Food and Nutrition. 24-26 October 2007. Istanbul-Turkey.
11. **Ertekin, B.**, Kök-Taş T., Güzel-Seydim Z.; 2007. Avrupa Birliğinde Fonksiyonel Gıdalar Üzerine Yasal Düzenlemeler. 5. Gıda Mühendisliği Kongresi. 8-10 Kasım 2007. Ankara.