

F. ÇOBAN, 2017

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



T.C.  
ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KURUTULMUŞ KEFİR DANESİ İLAVE EDİLEN SÜTTEN  
YOĞURT ÜRETİMİ

FATMA ÇOBAN

Ocak 2017



T.C  
ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KURUTULMUŞ KEFİR DANESİ İLAVE EDİLEN SÜTTEN  
YOĞURT ÜRETİMİ

FATMA ÇOBAN

Yüksek Lisans Tezi


Danışman

Prof. Dr. Metin YILDIRIM

Ocak 2017

**Fatma ÇOBAN** tarafından **Prof. Dr. Metin YILDIRIM** danışmanlığında hazırlanan **“Kurutulmuş Kefir Danesi İlave Edilen Sütten Yoğurt Üretimi”** adlı bu çalışma jürimiz tarafından Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği** Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Metin YILDIRIM  
Ömer Halisdemir Üniversitesi 

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ayşe ÖZBEY  
Ömer Halisdemir Üniversitesi 

Üye : Yrd. Doç. Dr. Cem Okan ÖZER  
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi 

**ONAY:**

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından ....../....../20.... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu’nun ....../....../20.... tarih ve ..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../20...

**Doç. Dr. Murat BARUT**  
**MÜDÜR V.**

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Fatma ÇOBAN



## ÖZET

### KURUTULMUŞ KEFİR DANESİ İLAVE EDİLEN SÜTTEN YOĞURT ÜRETİMİ

ÇOBAN, Fatma

Ömer Halisdemir Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Metin YILDIRIM

Ocak 2017, 45 sayfa

Bu çalışmada, kurutulmuş kefir danesi ilave edilen rekonstitüe süttten üretilen set tipi yoğurdun çeşitli niteliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, ısıl işlem den önce %0 (kontrol), %0,1, %0,2 ve %0,3 oranlarında kurutulmuş kefir danesi ilave edilerek dört farklı yoğurt örneği üretilmiştir. Yoğurt örneklerinde *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayıları ile titrasyon asitliği (laktik asit cinsinden), pH, jel sertliği, viskozite, serum ayrılması, yağ, renk (L\*, a\*, b\*) protein ve kurumadde analizleri depolamanın (4°C) 1., 15. ve 30. günlerinde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca depolamanın 15. gününde örneklere duyu sal analizler de uygulanmıştır. Depolama boyunca yoğurt örneklerinin %14,69-15,25 kurumadde, %0,00-0,10 yağ, %4,69-5,12 protein, 4,17-4,43 pH, %1,31-1,41 titrasyon asitliği, 1950-2302 mPa·s viskozite, 340,5-456,6 g sertlik, %3,06-5,09 serum ayrılması, 90,83-93,44 L\*, (-) 4,98-(-)3,75 a\*, 9,38-12,26 b\* değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kurutulmuş kefir danesi ilavesi *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayılarını etkilememiştir. Duyusal değerlendirme sonucunda genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek puanı %0,3 oranında kefir danesi tozu ilavesiyle üretilen yoğurt örneği almış olmasına karşın örnekler arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

*Anahtar Sözcükler:* Kurutulmuş kefir danesi, yoğurt, jel sertliği, viskozite

## SUMMARY

### PRODUCTION OF YOGHURT FROM MILK FORTIFIED WITH DRIED KEFIR GRAIN

ÇOBAN, Fatma

Ömer Halisdemir University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Metin YILDIRIM

January 2017, 45 pages

The aim of this research was to investigate some properties of set style yoghurt produced from reconstitute milk fortified with dried kefir grain. For this purpose, four different yoghurt samples were prepared from milk fortified with dried kefir grain at the concentrations of %0 (control), %0,1, %0,2 and %0,3 before heat treatment. *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* counts, titratable acidity (as lactic acid), pH, gel firmness, viscosity, syneresis, colour ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), fat, protein and dry matter content of the yoghurt samples were determined after 1, 15 and 30 days of storage at 4°C. Sensory properties were also evaluated after 15 day-storage. Yoghurts had 14.69-15.25% dry matter, 0.00-0.10% fat, 4.69-5.12% protein, 4.17-4.43 pH, 1.31-1.41% titratable acidity, 1950-2302 mPa·s viscosity, 340.5-456.6 g gel firmness, %3.06-5.09 syneresis, 90,83-93,44  $L^*$ , (-)4,98-(-)3,75  $a^*$ , 9,38-12,26  $b^*$ . The use of dried kefir grain did not influence the count of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*. According the sensory results, the yoghurt sample produced from milk fortified with 0.3% dried kefir grain received the highest acceptance score although there were no statistically significant differences between yoghurt samples.

*Keywords:* Dried kefir grain, yoghurt, gel firmness, viscosity

## ÖN SÖZ

Tez çalışmamın her aşamasında bana yol gösteren, desteğini ve emeğini hiçbir zaman esirgemeyen, bilimsel çalışma anlayışı ve bilgisiyle beni yönlendiren değerli hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Metin YILDIRIM'a teşekkürü bir borç bilirim.

Laboratuvar çalışmalarımda emeği geçen sevgili arkadaşım Arş. Gör. Ezgi DEMİR ÖZER'e ve bana olan desteğini hep hissettiğim sevgili arkadaşım Özlem ERİNÇ'e, eğitim ve öğretim hayatım boyunca beni hep destekleyen ve bu günlere gelmemde en büyük paya sahip olan başta annem Behiye KARACA olmak üzere tüm aileme, anlayışı ve desteğinden dolayı sevgili eşim Kemal ÇOBAN ve ailesine, son olarak yüksek lisans tezimi ithaf ettiğim küçük kızım Elif Duru'ya sonsuz teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iv
SUMMARY .....	v
ÖN SÖZ .....	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
BÖLÜM I GİRİŞ .....	1
BÖLÜM II KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	4
2.1 Yoğurt Üretiminde Kullanılan Katkı Maddeleri ile İlgili Bazı Çalışmalar .....	4
2.2 Kefir Danesi ile İlgili Bazı Çalışmalar .....	9
BÖLÜM III MATERYAL VE METOT .....	12
3.1 Materyal .....	12
3.2 Yöntem .....	12
3.2.1 Kefir danesi çoğaltılması ve kurutulması .....	12
3.2.2 Yoğurt üretimi .....	13
3.2.3 Süt tozu ve kefir danesi tozuna uygulanan analizler .....	14
3.2.4 Yoğurt örneklerine uygulanan analizler .....	14
3.2.4.1 Kimyasal ve fiziksel analizler .....	14
3.2.4.1.1 pH .....	14
3.2.4.1.2 Titrasyon asitliği .....	14
3.2.4.1.3 Yağ .....	15
3.2.4.1.4 Protein .....	15
3.2.4.1.5 Kurumadde .....	16
3.2.4.1.6 Renk değerleri .....	16
3.2.4.2 Yapısal analizler .....	17
3.2.4.2.1 Sertlik .....	17
3.2.4.2.2 Viskozite .....	17
3.2.4.2.3 Serum ayrılması .....	17
3.2.4.3 Mikrobiyolojik analizler .....	18
3.2.4.3.1 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> sayımı .....	18
3.2.4.3.2 <i>Streptococcus thermophilus</i> sayımı .....	18

3.2.4.4 Duyusal değerlendirme .....	18
3.2.4.5 İstatistiksel analizler .....	18
<b>BÖLÜM IV BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>20</b>
4.1 Süt Tozu ve Kefir Danesi Tozuna İlişkin Sonuçlar .....	20
4.2 Yoğurt Üretiminde Kullanılan Sütlere Ait Sonuçlar .....	20
4.3 Yoğurt Örneklerine Ait Sonuçlar .....	21
4.3.1 Kimyasal ve fiziksel analiz sonuçları .....	21
4.3.1.1 pH değerleri .....	21
4.3.1.2 Titrasyon asitliği .....	22
4.3.1.3 Yağ içeriği .....	23
4.3.1.4 Protein içeriği .....	24
4.3.1.5 Kurumadde içeriği .....	25
4.3.1.6 Renk değerleri .....	26
4.3.2 Yapısal analiz sonuçları .....	28
4.3.2.1 Sertlik değerleri .....	28
4.3.2.2 Viskozite değerleri .....	30
4.3.2.3 Serum ayrılması değerleri .....	32
4.3.3 Mikrobiyolojik analiz sonuçları .....	33
4.3.3.1 <i>Streptococcus thermophilus</i> sayıları .....	33
4.3.3.2 <i>Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus</i> sayıları .....	34
4.3.4 Duyusal analiz sonuçları .....	35
<b>SONUÇLAR .....</b>	<b>37</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>40</b>
<b>ÖZ GEÇMİŞ .....</b>	<b>45</b>

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Yoğurt üretiminde kullanılan rekonstitüe sütlere ait bileşen oranları.....	13
Çizelge 3.2. Yoğurt örneklerine ait duyuşal değerlendirme formu.....	19
Çizelge 4.1. Süt tozu ve kefir danesi tozunun bileşimi (%).....	20
Çizelge 4.2. Depolama süresince yoğurt örneklerinin pH değerlerindeki değişim .....	21
Çizelge 4.3. Depolama süresince yoğurt örneklerinin titrasyon asitliklerindeki (% laktik asit cinsinden) değişim.....	23
Çizelge 4.4. Depolama süresince yoğurt örneklerinin yağ oranlarındaki (%) değişim...24	
Çizelge 4.5. Depolama süresinde yoğurt örneklerinin protein oranlarındaki (%) değişim .....	24
Çizelge 4.6. Depolama süresince yoğurt örneklerinin kurumadde oranlarındaki (%) değişim .....	25
Çizelge 4.7. Depolama süresince yoğurt örneklerinin L* [Açıklık (100) - koyuluk (0)] değerlerindeki değişim.....	26
Çizelge 4.8. Depolama süresince yoğurt örneklerinin a* [kırmızı (+) – yeşil (-)] değerlerindeki değişim.....	27
Çizelge 4.9. Depolama süresince yoğurt örneklerinin b* [sarı (+) – mavi (-)] değerlerindeki değişim.....	28
Çizelge 4.10. Depolama süresince yoğurt örneklerinin sertlik değerlerindeki (g) değişim .....	29
Çizelge 4.11. Depolama süresince yoğurt örneklerinin viskozite değerlerindeki (mPa·s) değişim .....	31
Çizelge 4.12. Depolama süresince yoğurt örneklerinin serum ayrılması (%) oranlarındaki değişim.....	32
Çizelge 4.13. Depolama süresince yoğurt örneklerinin <i>Streptococcus thermophilus</i> sayılarındaki (log kob/g) değişim .....	33
Çizelge 4.14. Depolama süresinde yoğurt örneklerinin <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> sayılarındaki (log kob/g) değişim.....	34
Çizelge 4.15. Yoğurt örneklerinin duyuşal değerlendirme sonuçları.....	35

## BÖLÜM I

### GİRİŞ

Süt, insanlar ve hayvanlar için çok önemli bir gıda ve mükemmel bir besin kaynağıdır. Soğuk depolama olanağının bulunmadığı eski zamanlarda, çok çabuk bozulan sütün daha uzun süre muhafazası amacıyla fermente süt ürünleri üretilmiştir.

Yoğurt, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* bakterilerinin gerçekleştirdiği laktik asit fermantasyonu sonucunda üretilen ve bu bakterileri canlı olarak içeren, besin değeri yüksek bir fermente süt ürünüdür (Yıldırım ve Yıldırım, 2010). Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde yoğurt "Fermantasyonda spesifik olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*'un simbiyotik kültürlerinin kullanıldığı fermente süt ürünü" şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim, 2009).

Yoğurt üretiminin ilk defa kimler tarafından, ne zaman ve nasıl gerçekleştirildiği tam olarak bilinmemekle birlikte bu konuda değişik hikâyeler bulunmaktadır. Bu hikâyelerden biri yoğurt üretiminin İbrahim Peygamber'e melekler tarafından öğretildiğine dairdir. Bir diğer hikâyeye göre ise Kafkas sıradağlarında yaşayan Türk göçerlerine ait süt içerisine uygun sıcaklıkta (40-45°C) düşen yoğurt bakterileri gelişerek Türklerin "Yoğurt" olarak adlandırdıkları fermente ürünü oluşturmuşlardır. Yoğurt hakkındaki ilk yazılı bilgiler, 8. yüzyıldan kalma Uygurca metinlerde bulunmaktadır. Onuncu yüzyılda Kaşgârlı Mahmut tarafından yazılan "Divan-û Lugat-î Türk" ve Balasagunlu Yusuf Has Hacıp tarafından yazılan "Kutadgu Bilig" adlı kitaplarda yoğurt kelimesi günümüzdeki anlamında kullanılmıştır. Günümüzde yoğurdun bir Türk buluşu olduğu kanısı kabul görmektedir. Yoğurt üretimi Türklerin yaşadığı bölgelerden önce Balkanlar'a ve Orta Doğu'ya, oradan da Avrupa'ya yayılmıştır (İzmen, 1935; Koçak ve Gürsel, 1981; Bylund, 1995; Kurt, 1996; Yaygın, 1999; Yıldırım ve Yıldırım, 2010).

Yoğurt protein, yağ, vitamin, Ca ve P kaynağıdır. Yoğurdun üretimi esnasında bakterilerin aktivitesi sonucunda kolin, folik asit ve niasin gibi bileşenlerin miktarlarında artışlar görülmektedir (Özer, 2006). Yoğurt %83,9-89,5 oranında su,

%3,2-5,6 oranında protein, %1,4-5,6 oranında yağ, %3,4-4,5 oranında süt şekeri, %0,5-1,2 oranında mineral madde içerir ve pH değeri 3,6-4,2 arasında değişir (Gür, 2012; Kurdal ve Demirci, 1980; Yaygın, 1981).

Kalitenin artırılması ve fonksiyonel özelliklerin iyileştirilmesi amacıyla gıdalara değişik katkı maddelerinin eklenmesi oldukça yaygın bir uygulama haline gelmiştir. Gıdaların fonksiyonel nitelikleri açısından önemli bileşenleri olan proteinler (Sakamoto vd., 1994), yoğurt başta olmak üzere fermente süt ürünlerinin kendilerine özgü karakteristik yapılarının oluşmasında da etkilidirler (Tamime ve Robinson, 1999). Fermente süt ürünlerinde serum ayrılması ve viskozite gibi reolojik özellikler kaliteyi belirlemektedir. Viskozite ve serum ayrılması sütün özellikle protein içeriği ile ilişkilidir (Renner, 1991).

Laktik asit bakterileri tarafından üretilen ekzo-polisakkaritler yoğurt, ayran peynir ve fermente krema gibi fermente süt ürünlerinin üretiminde önemli rol oynarlar. Laktik asit bakterileri tarafından üretilen ekzo-polisakkaritlerde miktar, kimyasal bileşim, molekül ağırlık, yük, dallanma ve moleküler sertlik açılarından büyük bir değişkenlik söz konusudur. Tüketicilerin süt ürünlerini tercihlerinde sertlik ve kremamsılık temel duyuşal özelliklerdir. Ekzo-polisakkaritler viskoziteyi artırarak, suyu bağlayarak ve proteinler gibi diğer süt bileşenleri ile etkileşime girerek hem yapı oluşturucu hem de yapıyı koruyucu (kazein ağının sertliğini artırarak) etkiye sahip olabilirler. Bunların sonucunda ekzo-polisakkaritler su salmayı azaltır ve stabiliteyi artırır (Duboc ve Mollet, 2001).

Kefir daneleri polisakkarit ve proteinden oluşan ağ benzeri bir yapıdadır. Kefiran olarak adlandırılan danedeki ekzo-polisakkarit, antibakteriyal ve antitümör aktiviteye sahip suda çözünür bir glukogalaktandır. Kefiran yüksek su tutma kapasitesi nedeniyle viskozite artışı sağladığı için fermente süt ürünlerinde katkı maddesi olarak kullanılabilir (Maeda vd., 2004; Rimada ve Abraham, 2006; Piermaria vd., 2008). Bu nedenle kefir danesi de içerdiği mikroorganizmalar ve kefiran nedeniyle sağlığa faydalı fonksiyonel bir katkı maddesi olarak değerlendirilebilir (Maeda vd., 2004).

Yüksek su tutma yeteneğine sahip kefiran içeren kurutulmuş kefir danesinin yoğurt gibi sağlıklı bir gıdanın besin değerini daha da artırabileceği değerlendirilmektedir. Yapılan kaynak taramalarında kurutulmuş kefir danesinin yoğurt üretiminde kullanılmasına

yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle donuk kurutulmuş kefir danesinin yoğurdun çeşitli nitelikleri üzerine etkisinin incelenmesi bu tez çalışmasının temel amacını oluşturmuştur.



## BÖLÜM II

### KAYNAK ARAŞTIRMASI

Kurutulmuş kefir danesinin yoğurt üretiminde kullanılmasıyla ilgili herhangi bir bilimsel çalışmaya rastlanılmadığından bu bölümde değişik katkı maddeleri kullanılarak üretilen yoğurtlar ve kefir danesinin özellikleri ile ilgili bazı çalışmalara yer verilmiştir.

#### 2.1 Yoğurt Üretiminde Kullanılan Katkı Maddeleri ile İlgili Bazı Çalışmalar

Farklı kurumadde artırma yöntemlerinin etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, buharlaştırma işlemi ile yağsız süt tozu, peyniraltı suyu tozu ve yayıkaltı tozu ilavesinin yoğurt kalitesine etkisi incelenmiştir. Yoğurt örneklerinin kurumadde değerlerinin %14,77-15,11, yağ değerlerinin %3,05-4,30, protein değerlerinin %3,76-4,61, pH değerlerinin 4,51-4,63, serum ayrılması değerlerinin 4,53-8,25 mL/25 g ve penetrometre değerlerinin 191,1-252,6 (1/10 mm) arasında değiştiği saptanmıştır. Depolama süresi (12 gün) sonunda yoğurtların penetrometre değerlerinin azaldığı yani sıklıklarının arttığı gözlenmiş ve bu durumun kazein matriksinin artan kararlılığından kaynaklandığı belirtilmiştir (Güven ve Karaca, 2003).

Yoğurdun yapısal özellikleri üzerine ekzo-polisakkarit ilavesinin (%0,125, 0,250 ve 0,500) ve ekzo-polisakkarit üreten starterin etkisi %14,2 kurumadde 8 farklı yoğurt üretilerek Doleyres vd. (2005) tarafından incelenmiştir. Saflaştırılmış (%17 saflıkta) ekzo-polisakkarit ilavesinin inkübasyon süresi üzerine herhangi bir etkisinin bulunmadığı saptanmıştır. Saflaştırılmış ekzo-polisakkarit veya ekzo-polisakkarit üretici starter kültür kullanılarak üretilen yoğurtların 14. gün pH değerleri 4,32-4,39 arasında değişmiştir. %0,5 düzeyine kadar ilave edilen ekzo-polisakkaritin az da olsa daha yumuşak jel yapısına neden olduğu gözlenmiştir. Reolojik özellikler açısından ekzo-polisakkarit konsantrasyonunun ekzo-polisakkarit çeşidinden ve ekzo-polisakkarit-süt proteinleri etkileşiminden daha az öneme sahip olduğu belirtilmiştir. Reolojik özellikleri iyileştirmek için ekzo-polisakkarit ilavesi yerine ekzo-polisakkarit üreticisi starter kültür kullanımının daha makul bir yaklaşım olduğu sonucuna varılmıştır.

Isıl işlem (85°C'de 30 dk) önce veya sonra farklı oranlarda (0, 100, 200, 300, 400 ve 500 mg/L) ilave edilen %99 saflıktaki kefiranın (kefir ve kefir danesinde bulunan suda çözünür glukogalaktan formundaki ekzo-polisakkarit) yağsız UHT süttten glukono-delta-lakton kullanılarak (%1) üretilen yoğurt taklidi jellerin özellikleri Rimada ve Abraham (2006) tarafından incelenmiştir. Kefiran ilavesiyle örneklerin viskozite değerlerinin 300 mg/L düzeyine kadar önemli ölçüde arttığı; viskozitedeki artışın 500 mg/L düzeyine kadar devam ettiği ancak 300 mg/L düzeyinden sonraki artışın istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır. Kefiran konsantrasyonunun 500 mg/L düzeyinin üzerine çıkarılması durumunda ise jelin zayıfladığı ve su salmaya başladığı gözlenmiştir. Ayrıca ısı işleminden sonra kefiran ilave edilen örneklerin viskozite değerlerinin ısı işleminden önce kefiran ilave edilen örneklerin viskozite değerlerinden daha düşük olduğu da saptanmıştır.

Farklı kazein/serum proteinleri oranı ve ekzo-polisakkarit oluşturan (kapsüler ve serbest) starter kültür kullanılarak üretilen yoğurtların bazı özellikleri Amatayakul vd. (2006) tarafından incelenmiştir. Örneklerin 28 günlük depolama boyunca sertlik değerleri 0,2-0,8 N; *Streptococcus thermophilus* sayıları 7,44-9,33 log kob/g ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp *bulgaricus* sayıları 5,45-8,09 log kob/g olarak belirlenmiştir. Serbest ekzo-polisakkarit oluşturan starter kültür kullanılarak üretilen yoğurtların en düşük sertlik değerlerine sahip oldukları; kapsüler veya serbest ekzo-polisakkarit oluşturan kültür kullanılarak üretilen yoğurtların sertlik değerlerinin ekzo-polisakkarit oluşturmayan kültür ile üretilen yoğurtların sertlik değerlerine göre daha düşük oldukları görülmüştür. Bu durumun proteinler ile ekzo-polisakkaritler arasındaki uyumsuzluktan kaynaklanabileceği belirtilmiştir.

Karagül-Yüceer ve İşleten (2006) peyniraltı suyu protein izolatu, sodyum kazeinat ve süt esaslı bir protein ürününü (TI<sup>TM</sup>) yoğurt üretiminde kurumaddeyi yükseltmek amacıyla kullanmışlardır. Yoğurt örneklerinin pH değerleri 4,15-4,35, protein oranları %4,10-5,05, viskozite değerleri 5243-11069 cP, serum ayrılması değerleri 2-6 mL/25 g, *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayıları 7,91-8,63 log kob/g ve *Streptococcus thermophilus* sayıları 8,28-8,90 log kob/g arasında değişmiştir.

Kefiranın jel oluşturma özelliği Piermaria vd. (2008) tarafından incelenmiştir. Çalışmada kullanılan kefiranın yüksek saflık derecesine ve 10<sup>7</sup> Da molekül ağırlığına

sahip olduğu bildirilmiştir. Kefiranın 5,94-14,93 g/L konsantrasyonunda çözeltileri hazırlanıp soğuk koşullarda jelleşmesi sağlanmıştır. Elde edilen jellerdeki kefiran konsantrasyonu arttıkça jellerin reolojik özelliklerinin de iyileştiği saptanmıştır. Kefiran jellerinin 37°C'deki durumu jellerin ağızda eriyebileceğini ve bu nedenle de gıda endüstrisinde uygulama alanı bulabileceğini göstermiştir.

Keten tohumu protein konsantresi (KTPK)'nin set tipi yoğurtların nitelikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, ısıtılma işleminden önce ve sonra farklı konsantrasyonlarda KTPK ilave edilerek beş tip yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Yoğurt örneklerinin 30 günlük depolama süresince kurumadde oranları %14,75-15,44, protein oranları %4,23-4,63, titrasyon asitlikleri (laktik asit olarak) %1,33-1,93, pH değerleri 3,79-4,20, serum ayrılması değerleri (20 g yoğurt örneği 3320 x g'de 20°C'de 10 dk santrifüj edilip ayrılan serum miktarı g/100 g olarak ifade edilmiştir) 57,73-64,22 g/100 g, viskozite değerleri (Viscotester VT-04E, 1 numaralı rotor ve 10°C) 1968-3140 cP, sertlik değerleri (Zwick/Z0.5, 38 mm çapında ve 14 mm kalınlığında uç ve 1 mm/s hız) 2,87-4,99 N, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayıları 7,73-8,82 log kob/g ve *Streptococcus thermophilus* sayıları 5,32-8,73 log kob/g olarak saptanmıştır (Toksöz, 2010).

Peker (2012) tarafından yapılan çalışmada farklı oranlarda keçiyoğurtu gamı (%0, %0,013, %0,02 ve %0,026) ilavesiyle az yağlı set tipi yoğurt üretilmiş ve 15 günlük depolama süresince bu yoğurtların bazı özellikleri incelenmiştir. Depolamanın 15. gününde örneklerin kurumadde oranları %14,03-14,59, protein oranları %4,23-4,68, titrasyon asitlikleri (laktik asit olarak) %1,13-1,16, pH değerleri 4,15-4,21, serum ayrılması değerleri (10 g yoğurt örneği 5000 d/dk dönüş hızında 4°C'de 20 dk santrifüj edilip ayrılan serum miktarı g/100 g olarak ifade edilmiştir) 38,38-42,48 g/100 g, viskozite değerleri (Brookfield DV II, 5 numaralı uç, 7°C ve 25 d/dk) 8541-8762 cP, sertlik değerleri (Brookfield CT3, 38,1 mm çaplı silindir uç, 4,5 kg'lık yük ve 1 mm/s hız) 2,27-4,26 N, Hunter L değerleri 81,70-82,24, a değerleri (-)4,26 - (-)4,34, b değerleri 9,82-9,95, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayıları 7,90-8,23 log kob/g ve *Streptococcus thermophilus* sayıları 9,00-9,26 log kob/g olarak saptanmıştır.

Tokat ilinde satışa sunulan yoğurtların incelendiği bir çalışmada, üç farklı dönemde toplam 30 adet yoğurt örneğinde yapılan analizlerde pH değerlerinin 3,89-4,40,

kurumadde oranlarının %13,2-16,8, yağ oranlarının %3,2-4,2, protein oranlarının %3,2-4,8 ve serum ayrılması değerlerinin (30 g yoğurt örneği 350 x g'de 10°C'de 10 dk santrifüj edilip ayrılan serum miktarı g/100 g olarak ifade edilmiştir) %0,1-7,8 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Gür, 2012).

Keçiboynuzu gamı ve farklı jelatinlerin (balık derisi, balık pulu ve sığır derisi) yoğurdun fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisini incelemek üzere yapılan bir çalışmada, kontrol, 250 bloom\* balık derisi jelatini, 150 bloom sığır derisi jelatini, keçiboynuzu gamı (%0,5), 250 bloom balık pulu jelatini ve 200 bloom sığır derisi jelatini katkılı yoğurt örneklerinin 15 günlük depolama süresi sonunda kurumadde oranları %14,75-16,93, protein oranları %4,37-5,11, titrasyon asitlikleri (laktik asit olarak) %1,11-1,29, pH değerleri 4,04-4,14, viskozite değerleri (Brookfield DV III Ultra, T-bar uç ve 20 d/dk) 2582-13368 cP, serum ayrılması değerleri (40 g yoğurt örneği 222 d/dk dönüş hızında 10°C'de 10 dk santrifüj edilip ayrılan serum miktarı mL/100 g olarak ifade edilmiştir) %0-0,26 olarak belirlenmiştir (Pancar, 2013)

Saflaştırılmış ekzo-polisakkarit ilavesinin glukono-delta-lakton ile asitlendirilen süt jelleri üzerindeki etkisi Mende vd. (2013) tarafından incelenmiştir. Bu amaçla *Streptococcus thermophilus* ST-143 bakterisi tarafından üretilen serbest ve kapsül formundaki ekzo-polisakkaritler saflaştırılarak (>%85) 0, 150, 250 ve 350 mg/kg oranında yağsız süt tozundan hazırlanmış %12 kurumaddeli rekonstitüe süte ısıtılma işleminden (90°C'de 15 dk) sonra ilave edilmiştir. Glukono-delta-lakton ilavesiyle (%3) 30°C'de oluşturulan jellerin sertliğinin serbest ekzo-polisakkarit konsantrasyonu ile nerdeyse doğru orantılı olarak arttığı, ancak kapsüller ekzo-polisakkaritlerin aynı etkiyi göstermediği saptanmıştır. Bu durumun serbest ekzo-polisakkaritlerin daha yüksek moleküler ağırlığa ( $2,6 \times 10^6$  Da) sahip olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Birinci günde belirlenen serum ayrılması değerlerinin (1000 x g, 6°C'de 20 dk santrifüj edilip ayrılan serum miktarı belirlenmiştir) %5,1-13,8 arasında değiştiği; serbest ekzo-polisakkarit oranının artmasıyla serum ayrılması değerlerinin de arttığı gözlenmiştir.

---

\* Jelatin çözeltisinin (%6,67, m/m) 60°C'de 20 dakika süreyle ısıtılıp 10°C'ye soğutulduktan sonra bu sıcaklıkta 17 saat bekletilerek oluşturulan jele standart ucun 4 mm batması için uygulanan gram cinsinden kuvvettir.

Üç farklı oranda propolis (%0,25, 0,50 ve 0,75) ve %0,5 bal katılarak üretilen yoğurtların 20 günlük depolama sonucunda kurumadde oranları %15,08-15,12, protein oranları %4,33-4,36, titrasyon asitlikleri (laktik asit olarak) %1,23-1,26, pH değerleri 3,98-4,01, serum ayrılması değerleri (5 g yoğurt örneği 5000 d/dk dönüş hızında 4°C’de 20 dk santrifüj edilip ayrılan serum miktarı mL/100 g olarak ifade edilmiştir) 10,21-10,93 mL/100 g, Hunter L değerleri 80,07-87,56, a değerleri (-)0,68-(-)2,61, b değerleri 10,13-11,56, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayıları 4,79-5,36 log kob/g ve *Streptococcus thermophilus* sayıları 6,49-7,50 log kob/g olarak saptanmıştır (Çifci, 2015).

Kontrol ve fitosterol ilavesiyle üretilen yoğurtların 28 günlük depolama boyunca pH değerlerinin 4,18-4,69, sertlik değerlerinin 44-75 mN ve viskozite değerlerinin 27400-34500 cP arasında değiştiği saptanmıştır. Ayrıca depolama süresince yoğurt örneklerinin sertlik değerlerinin artış ve azalışlar göstererek düzensiz bir şekilde değiştiği de gözlenmiştir (Izadi vd., 2015).

Elma lifinin yoğurt üretiminde kullanım olanaklarının araştırıldığı bir çalışmada, dört farklı oranda elma lifi (%0,00, 0,25, 0,50 ve 1,00) ilave edilerek set tipi yoğurt üretilmiştir. Yapılan analizler sonucunda yoğurt örneklerinin pH değerleri 4,53-4,63, titrasyon asitlikleri (laktik asit olarak) %0,99-1,11, kurumadde oranları %13,24-14,01, protein oranları %3,76-3,87 ve yağ oranları %3,2 olarak tespit edilmiştir. Yoğurtlara ilave edilen elma lifi oranı arttıkça örneklerin viskozite ve su tutma kapasitelerinde artış gözlenmiştir. Depolamanın 1. gününde kontrol örneklerinin viskozitesi 2523 cP ve %1,0 oranında elma lifi içeren örneklerin viskozitesi ise 3068 cP olarak belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin *Streptococcus thermophilus* sayılarının 7,88-9,37 log kob/g, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayılarının 7,97-8,89 log kob/g arasında olduğu belirlenmiştir. Elma lifi ilaveli yoğurt örneklerinde kontrol örneğine göre *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayılarının daha yüksek olduğu ve %0,25 elma lifi ilaveli yoğurt örneklerinin duyuşal açıdan daha çok beğenildiği, %0,25 veya %0,50 oranında elma lifinin yoğurt üretiminde başarıyla kullanılabileceği kanısına varılmıştır (Akın ve Akın, 2016).

## 2.2 Kefir Danesi ile İlgili Bazı Çalışmalar

Kefir danesinin ne zaman bulunduğu bilinmemekle birlikte deri tulum, meşe fıçı veya toprak kap içerisinde fermente olan sütün belirli bir kısmının alınıp yerine taze inek veya keçi sütlerinin eklenmesi şeklindeki uygulamanın uzun süre devam ettirilmesi sonucunda bu kapların yüzeyinde haşlanmış pirince benzer suda çözünmez kefir danelerinin oluştuğu gözlenmiştir. Geleneksel olarak üretilen kefir, kefyr, kephir, kefer, kiaphur, kepi ve kippi gibi isimlerle de bilinmektedir (Yaygın, 1999; Stepaniak ve Fetlinski, 2002). Koçak ve Gürsel (1981) ise kefir danelerinin, Kafkasya’da keçi tulumu içindeki inek sütünün, dana ve koyun şirdenleri ile pıhtılaştırılması ve birkaç hafta sonra pıhtının tulumun iç yüzeyinde süngerimsi bir yapıya dönüşmesi sonucunda elde edildiğini belirtmiştir.

Kefir daneleri, beyaz veya açık sarı renkli (Koçak ve Gürsel, 1981; Marshall, 1993) jelimsi düzensiz yapılardır. Protein ve polisakkaritten oluşan dane kitlesinde fermantasyonu gerçekleştiren bakteri ve mayalar bulunur. Kefir daneleri patlamış mısır veya karnabahar şeklinde olup çapları 0,3-3,5 cm arasında değişmektedir (Marshall vd., 1984; Marshall, 1993).

Kefir danesinin mikroorganizma içeriğinin, temel olarak danenin kaynağına bağlı olduğu; kefir danelerinin laktokok, laktobasil ve maya ile birlikte elde edildiği kaynağa bağlı olarak asetik asit bakterilerini de içerdiği bildirilmiştir. Türkiye’deki kefir danelerinin 9,19 log kob/mL toplam laktik asit bakterisi, 9,05 log kob/mL laktobasil, 8,87 log kob/mL laktokok ve 6,55 log kob/mL maya içerdiği belirlenmiştir (Güzel-Seydim vd., 2005).

Kefir danesi Gram-pozitif, homo- veya hetero-fermantatif laktik asit bakterilerinden *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus viridescens*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus kefir*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus kefiranofaciens*, *Lactobacillus kefirgranum*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus parakefir*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* var. *diacetylactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*, *Streptococcus thermophilus*, *Streptococcus durans* ve *Leuconostoc mesenteroides* ile Gram-negatif asetik asit bakterilerinden *Acetobacter*

*aceti* ve *Acetobacter racens* ve laktozu fermente eden veya edemeyen mayalardan *Kluyveromyces lactis*, *Kluyveromyces marxianus*, *Pichia fermentans*, *Saccharomyces exiguous*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces turicensis*, *Saccharomyces unisporus*, *Saccharomyces humaticus*, *Candida kefir*, *Saccharomyces delbrueckii*, *Torulopsis holmii*, *Torulaspora delbrueckii*, *Candida holmii*, *Candida friedricchi* ve *Issatchenkia orientalis*'i içermektedir (Duboc ve Mollet, 2001; Lopitz-Otsoa vd., 2006; Güzel-Seydim vd., 2010).

Hollanda kaynaklı kefir danesinin %12-14 kurumadde içerdiği, kurumaddenin %46'sının soğuk suda çözünmeyen bileşenlerden (hücre ve kalıntıları) ve %54'ünün ise soğuk suda çözünen bileşenlerden (%24 polisakkarit, %13 protein ve %17 diğer bileşenler) oluştuğu belirtilmiştir (Riviére vd., 1967).

Rusya, Yugoslavya ve Bulgaristan kaynaklı kefir danelerinin %9,4-11,1 kurumadde ve kurumaddenin %30,3-34,5'inin protein, %2,8-4,3'ünün yağ, %53,4-59,3'ünün çözünebilir azotsuz maddeler (%35,8-42,1 asit hidrolizi sonucu indirgen şeker karşılığı) ve %7,0-8,7'sinin kül olduğu belirlenmiştir (Otogalli vd., 1973).

Abraham ve De Antoni (1999), Arjantin'den temin ettiği kefir danelerini inek sütü ve soya sütü içerisinde 20 kez geliştirdikten sonra bunların bileşimlerini incelemiştir. İnek sütünde geliştirilen danelerin ortalama %81,2 su, %6,4 protein, %11,9 polisakkarit,  $1,0-13,0 \times 10^6$  kob/g laktokok,  $1,2-14,0 \times 10^7$  kob/g laktobasil ve  $2,0-25,0 \times 10^7$  kob/g maya içerdikleri saptanmıştır. Soya sütü içerisinde geliştirilen danelerin ise ortalama %82,1 su, %10,0 protein, %6,1 polisakkarit,  $1,3-2,9 \times 10^7$  kob/g laktokok,  $5,0-13,0 \times 10^7$  kob/g laktobasil ve  $3,0-33,0 \times 10^5$  kob/g maya içerdikleri belirlenmiştir. Soya sütünde geliştirilen danelerin istatistiksel olarak önemli ölçüde daha fazla protein, ancak daha az polisakkarit içerdikleri gözlenmiştir.

Arjantin'de dört farklı kaynaktan temin edilen kefir danelerinin bileşimi Garrote vd. (2001) tarafından incelenmiş; kefir danelerinin %79,3-83,8 su, %4,7-6,6 protein, %7,8-8,9 polisakkarit ve  $1,5-2,1 \times 10^8$  kob/g laktik asit bakterisi,  $2,5-3,6 \times 10^5$  kob/g asetik asit bakterisi ve  $1,8-27,0 \times 10^7$  kob/g maya içerdikleri saptanmıştır.

Schoevers ve Britz (2003), Güney Afrika'dan temin ettikleri kefir danesinin %82,6-83,5 su, %4,61-5,43 protein, %1,35-1,69 yağ, %6,34-7,76 toplam Şeker,  $1,1-43,0 \times 10^8$  kob/g laktik asit bakterisi ve  $9,0-260,0 \times 10^4$  kob/g maya iĀerdiđini saptamıŐlardır.

Brezilya kaynaklı kefir danesinin fermentasyon başlangıcında ve sonundaki (24 saat) kurumadde iĀerikleri sırasıyla %9,84 ve 9,62 olarak tespit edilmiştir (Magalhães vd., 2011).

İran kaynaklı kefir danelerinin kimyasal bileŐimini inceleyen Ghasemlou vd. (2012), 7 kez peyniraltı suyunda geliştirilen kefir danelerinin %81,5 su, %7,2 protein ve %8,6 polisakkarit iĀerdiđini saptamıŐtır.

## BÖLÜM III

### MATERYAL VE METOT

#### 3.1 Materyal

Kefir daneleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt İşletmesinden (Ankara), yoğurt üretiminde kullanılan yağsız süttozu Bakkalbaşıoğlu Süt Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. (Niğde)'den ve *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* bakterilerini içeren yoğurt kültürü (Y 412 kodlu) Maysa Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. (İstanbul)'den (starter kültür %10 kurumaddeli rekonstitüe süt ile iki kez aktifleştirildikten sonra kullanılmıştır), kefir danesinin üretiminde kullanılan %0,1 yağlı UHT süt Niğde'deki marketlerden, yoğurt örneklerinin paketlenmesinde kullanılan 100 mL'lik vida kapaklı polipropilen kaplar ise Fırat Plastik Kauçuk San. ve Tic. A.Ş. (İstanbul)'den temin edilmiştir.

#### 3.2 Yöntem

##### 3.2.1 Kefir danesi çoğaltılması ve kurutulması

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt İşletmesinden temin edilen kefir danelerinin çoğaltılması işleminde optimum inokülasyon oranı ön denemelerle belirlenmiştir. Bu amaçla %4, 6 ve 10 (m/v) inokülasyon düzeyleri incelenmiştir. Bir günde sağlanan ağırlık artış oranları sırasıyla yaklaşık %38, 30 ve 22; 1 g kefir danesi üretimi için gerekli olan süt miktarları ise sırasıyla yaklaşık 65, 55 ve 46 mL olarak belirlenmiştir. En yüksek günlük artış %38 ile %4'lük inokülasyon oranında sağlanmış olmasına karşın bu inokülasyon oranında 1 g kefir danesi elde etmek için 65 mL ile en fazla süte ihtiyaç duyulduğundan 1 g kefir danesi için en az süt kullanılan %10'luk inokülasyon oranı optimum değer olarak kabul edilmiştir. Bu nedenle kefir danesi çoğaltılması işlemi, %10 kefir danesi ilave edilen %0,1 yağlı UHT sütün 24°C'de 90 d/dk hızla çalkalanarak (St 30 model çalkalamalı su banyosu, Nüve Sanayi Malzemeleri İmalat ve Ticaret A.Ş., Ankara) 24 saat süreyle inkübasyona bırakılması şeklinde gerçekleştirilmiştir. İnkübasyon sonucunda yaklaşık 1 mm gözenek çaplı süzgeç ile süzülerek toplanan kefir daneleri 2 kez saf su ile yıkanıp (-) 86°C'de dondurulmuştur (DW-86L628 Model

Dondurucu, Haier Inc., Qingdao, Çin). Donuk haldeki kefir daneleri liyofilizatörde (ScanVac CoolSafe Pro95-15 Model, LaboGene ApS, Lyngø, Danimarka) kurutulduktan sonra kahve öğütücü (Premier Prg 259-170 Watt Model, Nasmina İç ve Dış Ticaret A.Ş., İstanbul) ile öğütülüp kullanılıncaya kadar -80°C’de saklanmıştır.

### 3.2.2 Yoğurt üretimi

Yoğurt üretiminde yağsız süt tozu ile hazırlanan %15,5 kurumaddeli rekonstitüe süt kullanılmıştır. Rekonstitüe süt buzdolabı sıcaklığında yaklaşık 24 saat bekletilerek hidrasyonun tamamlanması sağlanmış ve kullanımdan hemen önce gözenek çapı yaklaşık 1 mm olan çift kat tülbenkten geçirilerek süzümüştür. Sızdırmaz şekilde kapanabilen cam kavanoz içerisinde hazırlanan %6’lık kefir danesi tozu çözeltisi 75°C’ye ısıtılıp 10 kez kuvvetlice çalkalandıktan sonra bu sıcaklıkta 10 dk bekletilmiştir. Daha sonra oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve 2 saat içerisinde kullanılmıştır. Ön denemeler sonucunda ilave edilecek kefir danesi tozu oranları %0,0, 0,1, 0,2 ve 0,3 şeklinde belirlenmiştir. Bu amaçla %15 kurumaddeli 4 grup rekonstitüe süt (Kontrol, A, B ve C) hazırlanmış ve bunlara ait bileşen oranları Çizelge 3.1’de sunulmuştur.

**Çizelge 3.1.** Yoğurt üretiminde kullanılan rekonstitüe sütlere ait bileşen oranları

<b>Bileşenler</b>	<b>Kontrol (%0,0)</b>	<b>A (%0,1)</b>	<b>B (%0,2)</b>	<b>C (%0,3)</b>
Kefir Danesi Tozu (%6, m/m) (g)	0	26,7	53,3	80,0
Rekonstitüe Süt (%15,5, m/m) (g)	1548,4	1538,1	1527,7	1517,4
Su (g)	51,6	35,2	19,0	2,6
Toplam (g)	1600,0	1600,0	1600,0	1600,0
Yoğurt Sütü Kurumadde Oranı (%)	15,0	15,0	15,0	15,0

Hazırlanan 4 grup rekonstitüe süt örneği paslanmaz çelik kaplara alınıp 90°C’de 5 dk süreyle yaklaşık 93°C’lik su banyosunda ısıl işleme tabi tutulmuştur (Çizelge 3.1’de gösterilen bileşenlerden kefir danesi tozu, ısıl işlem sırasında 60-65°C’ye ulaşan rekonstitüe süte ilave edilmiştir). Isıl işlemden sonra hızla yaklaşık 50-55°C’ye soğutulup %3 oranında starter kültür ilave edilen örnekler 100 mL’lik kaplara doldurulmuştur. Daha sonra 42°C’lik etüvde (IB 15G model, Jeio Tech Co., Ltd., Seul, Güney Kore) pH 4,6 oluncaya kadar inkübasyona bırakılmıştır. İstenilen pH değerine

ulaşan örnekler buzdolabına aktarılmıştır. Yoğurt örnekleri depolamanın 1. (üretimden 24 saat sonra), 15. ve 30. günlerinde kimyasal ve mikrobiyal, 15. günde ise duyu analizlere tabi tutulmuştur.

### 3.2.3 Süt tozu ve kefir danesi tozuna uygulanan analizler

Süt tozu ve kefir danesi tozunun protein, yağ, karbonhidrat (laktöz), kül ve kurumadde analizleri yakın kızıl ötesi yansıtma spektroskopisi (Pertem DA-7200, Huddinge, İsveç) ile gerçekleştirilmiştir. Örnekler cihaza uygun metal kaplar içerisine yerleştirilerek analiz edilmiştir.

### 3.2.4 Yoğurt örneklerine uygulanan analizler

#### 3.2.4.1 Kimyasal ve fiziksel analizler

##### 3.2.4.1.1 pH

Yoğurt örneklerinin pH değerleri pHenomenal 1000L model (VWR International Ltd., Dublin, İrlanda) dijital pH metre kullanılarak belirlenmiştir.

##### 3.2.4.1.2 Titrasyon asitliği

Yoğurt örneklerinin titrasyon asitlikleri TSE 1330 numaralı yoğurt standardında belirtilen yöntemle göre saptanmıştır (Anonim, 2006). 10 g yoğurt örneğine 40°C sıcaklıktaki 90 mL saf su ilave edildikten sonra cam bagetle karıştırılıp üzerine 0,5 mL fenolftaleyn eklenmiştir. Daha sonra 0,1 N NaOH çözeltisi ile 5 s kalıcı pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Örneklerin laktik asit cinsinden titrasyon asitlikleri aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\% \text{Titrasyon Asitliği} = \frac{(V_1 - V_0) \cdot N \cdot 0,09 \cdot 100}{m} \quad (3.1)$$

- V<sub>1</sub> : Örnek için harcanan NaOH hacmi (mL)  
V<sub>0</sub> : Şahit için harcanan NaOH hacmi (mL)  
N : NaOH çözeltisinin normalitesi, 0,1254 N  
m : Örnek miktarı, 10 g

### 3.2.4.1.3 Yağ

Yoğurt örneklerinin yağ oranları TS 1330 Yoğurt Standardında açıklandığı gibi Gerber yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Anonim, 2006). Süt bütirometresine sırasıyla 10 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1,82 g/mL), 11 mL yoğurt örneği ve 1 mL amil alkol (0,814 g/mL) ilave edilip bütirometrenin tıpası kapatıldıktan sonra alt-üst edilerek bütirometre içeriğinin iyice karışması sağlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan bütirometreler 5 dk süreyle 350 x g (1200 d/dk) ve 65°C sıcaklıkta santrifüj (NovaSafety model, Funke-Dr. N. Gerber Labortechnik GmbH, Berlin, Almanya) edilmiştir.

### 3.2.4.1.4 Protein

Örneklerin toplam azot içeriği Kjeldahl yöntemi ile saptanmıştır (Anonim, 1993). Kjeldahl tüplerine yaklaşık 1 g yoğurt örneği tartılmış, üzerine 1 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 150 µL %5'lik (m/v) CuSO<sub>4</sub> ve 5 mL konsantre H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edildikten sonra berraklaşmaya kadar (yaklaşık 3 saat) yakma işlemine (InKjel M model infrared yakma sistemi, behr Labor-Technik GmbH, Düsseldorf, Almanya) tabi tutulmuştur. Yakma işleminden sonra %40 (m/v)'lık sodyum hidroksitten yaklaşık 10-15 mL ilave edilerek örnekler, 2-3 damla Tashiro indikatörü (0,2 g metil kırmızısı ve 0,1 g metilen mavisi 100 mL %95'lik etil alkolde çözülmüştür) eklenen 25 mL %4 (m/v)'lük borik asit içerisine 3 dk süreyle destile edilmiştir (S4 model destilasyon sistemi, behr Labor-Technik GmbH, Düsseldorf, Almanya). Toplanan destilat kalıcı açık menekşe renye kadar 0,0200 N HCl asit ile titre edilmiş ve azot oranı (%) aşağıda verilen formül yardımıyla hesaplanmıştır. Azot oranlarının 6,38 faktörü ile çarpılmasıyla örneklerin protein içerikleri belirlenmiştir.

$$\%Azot = \frac{(V_1 - V_0) * N * 0,014 * 100}{m} \quad (3.2)$$

- V<sub>1</sub> : Örnek için harcanan HCl hacmi (mL)  
V<sub>0</sub> : Şahit için harcanan HCl hacmi (mL)  
N : HCl çözeltisinin normalitesi, 0,0200 N  
m : Örnek miktarı, g

### 3.2.4.1.5 Kurumadde

Örneklerin kurumadde değerleri TS 1330 Yoğurt Standardında (Anonim, 2006) belirtilen gravimetrik yöntemle göre tespit edilmiştir. Darası alınmış paslanmaz çelik kaplara (G<sub>2</sub>) homojen hale getirilmiş yoğurt örneklerinden yaklaşık üçer gram (G<sub>1</sub>) tartılmıştır. Daha sonra örnekler 105±2°C'lik hava akımlı fırında (Termal G11600S model, Termal Laboratuvar Aletleri San. ve Tic. Koll. Şti., İstanbul) 2 saat süreyle kurutulmuştur. Bu süre sonunda kaplar desikatöre alınıp yarım saat süre ile soğuması sağlandıktan sonra ağırlıkları (G<sub>3</sub>) belirlenmiştir. Bu işleme sabit tartım elde edilinceye kadar (iki tartım arasındaki fark 0,5 mg'dan az oluncaya kadar) devam edilerek yüzde (%) kurumadde oranları aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{Kurumadde} = \frac{(G_3 - G_2) * 100}{G_1} \quad (3.3)$$

G<sub>1</sub>: Örnek miktarı

G<sub>2</sub>: Dara

G<sub>3</sub>: Kurutulmuş örnek + Dara

### 3.2.4.1.6 Renk değerleri

Bir dakika el tipi mikser ile karıştırılan 20°C'deki örneklerin L\* [açıklık (100) – koyuluk (0)], a\* [kırmızı (+) – yeşil (-)] ve b\* [sarı (+) – mavi (-)] değerleri (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu tarafından geliştirilen CIELAB sistemi) kolorimetre (Minolta, CR-400 model, Konica Minolta Optics Inc., Tokyo, Japonya) kullanılarak ölçülmüştür. Renk ölçüm cihazının kalibrasyonu standart beyaz plaka kullanılarak yapılmıştır (standart C ışık kaynağı ile Y=87,1, x=0,3157 ve y=0,3234). Kolorimetrenin koruma başlığı (CR-A33a) takılı optik ucu yoğurt örneklerinin yüzeyine boşluk kalmayacak şekilde temas ettirilerek iki farklı noktadan standart C ışık kaynağı kullanılarak ölçüm yapılmıştır.

### 3.2.4.2 Yapısal analizler

#### 3.2.4.2.1 Sertlik

Yoğurt örneklerinin jel sertlik değerleri Stable Micro Systems Ltd. tarafından önerilen yöntem (YOG1/BEC) ile TA-XTplus model (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, İngiltere) tekstür analizörü (5 kg'lık yük uygulayabilen) kullanılarak belirlenmiştir. Ölçüm işlemi (5,5 cm çapında ve 6,8 cm derinliğindeki plastik kap içerisindeki örnek üzerinde) 35 mm çapında ve 5 mm kalınlığındaki ucun 1 mm/s hızla 30 mm derinliğe batırılması ile 10°C'de gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde yapılan test sonucunda oluşan kuvvet-zaman grafiğindeki maksimum kuvvet sertliğin ölçüsü olarak kabul edilmiştir.

#### 3.2.4.2.2 Viskozite

Yoğurt örneklerinin viskozite değerleri DV2Textra model viskozimetre (Brookfield AMETEK, Middleborough, MA, Amerika Birleşik Devletleri) kullanılarak belirlenmiştir. Öncelikle el tipi mikser ile 1 dk karıştırılarak pıhtısı kırılan plastik kap (5,5 cm çapında ve 6,8 cm derinliğinde) içerisindeki örneklerin 10°C'deki viskozite değerleri 64 numaralı uç (LVK kodlu koruyucu ile birlikte) kullanılarak 40 d/dk dönüş hızında 3 dk süresince kaydedilmiştir. Birinci dakika ölçüm sonuçları örneklerin viskozite değerleri (mPa·s) olarak kabul edilmiştir.

#### 3.2.4.2.3 Serum ayrılması

Serum ayrılması analizinde Gauche vd. (2009) tarafından bildirilen yöntem küçük değişikliklerle kullanılmıştır. El tipi mikser ile 1 dk karıştırılarak pıhtısı kırılan 10°C'deki yoğurt örneklerinden 30 g alınıp 350 x g ve 10°C'de 10 dakika süreyle santrifüj (NF 800R model, Nüve Sanayi Malzemeleri İmalat ve Ticaret A.Ş., Ankara) edilmiştir. Ayrılan serumun miktarı belirlenerek örneklerin serum ayrılması değerleri (%) aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\% \text{Serum ayrılması} = \frac{\text{Ayrılan serum miktarı (g)} * 100}{\text{Örnek miktarı (g)}} \quad (3.4)$$

### **3.2.4.3 Mikrobiyolojik analizler**

#### **3.2.4.3.1 *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayımı**

*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayımı için MRS agar kullanılmıştır. Steril koşullarda tartılan 10 g örnek üzerine 90 mL pepton çözeltisi (%0,1) eklenmiş ve sonra aynı pepton çözeltisi ile 1/10'luk dilüsyonlar hazırlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan dilüsyonlardan 0,1 mL MRS agara yayılmış ve 37°C'de 72 saat süreyle anaerobik ortamda inkübasyona (CCL-170B-8 model CO<sub>2</sub> inkübatör, Esco Micro Pte Ltd., Singapur) bırakılmıştır (Anonim, 2004).

#### **3.2.4.3.2 *Streptococcus thermophilus* sayımı**

*Streptococcus thermophilus* sayımı için M-17 agar kullanılmıştır. Steril koşullarda tartılan 10 g örnek üzerine 90 mL pepton çözeltisi (%0,1) eklenmiş ve sonra aynı pepton çözeltisi ile 1/10'luk dilüsyonlar hazırlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan dilüsyonlardan 0,1 mL M-17 agara yayılmış ve 37°C'de 48 saat süreyle inkübasyona (IB 15G model etüv, Jeio Tech Co., Ltd., Seul, Güney Kore) bırakılmıştır (Anonim, 2004).

### **3.2.4.4 Duyusal değerlendirme**

Duyusal değerlendirme, 20-50 yaş aralığında 5 kadın 3 erkek üyeden oluşan 8 kişilik bir panelist grubu ile gerçekleştirilmiştir. Değerlendirmede çok örnekli farklılık testi (puanlama yaklaşımı) kullanılmıştır (Meilgaard vd., 1999). Değerlendirmede kullanılan form Çizelge 3.2'de sunulmuştur. Yoğurt örnekleri 3 haneli rakamlarla kodlanan 100 mL'lik kapaklı plastik kaplarda sunulmuştur. Her oturumda 4 örneğin aynı anda değerlendirilmesi sağlanmıştır. Duyusal değerlendirme sadece depolamanın 15. gününde gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.4.5 İstatistiksel analizler**

Tesadüf parselleri deneme deseninde 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilen araştırmada elde edilen sonuçların ortalamaları standart sapmaları veya hataları ile birlikte verilmiştir. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesi ve karşılaştırılması SPSS

programında (SPSS Windows, Sürüm 15.0, SPSS Inc., Chicago, IL, Amerika Birleşik Devletleri) tek yönlü ANOVA analizi kullanılarak yapılmıştır ( $p \leq 0,05$ ). Ortalamalar arasındaki farklılık ise Duncan testi kullanılarak ( $p \leq 0,05$ ) belirlenmiştir. Duyusal analiz sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde Meilgaard vd. (1999) tarafından önerilen çok örnekli farklılık testi (puanlama yaklaşımı) kullanılmıştır.

**Çizelge 3.2.** Yoğurt örneklerine ait duyusal değerlendirme formu

Duyusal Değerlendirme Formu		
AD SOYAD: _____	TARİH: _____	
1. Öncelikle sunulan örnekleri soldan sağa doğru <b>sadece kaşık</b> kullanarak yapı/kıvam açısından aşağıdaki skalayı kullanarak değerlendiriniz.		
0-1	Çok kötü	
2-3	Kötü	
4-5	Orta	
6-7	İyi	
8-9	Çok iyi	
Örnek Kodu	Puan	Varsa yorumunuz
2. Sunulan örnekleri tadarak genel kabul edilebilirlik düzeyini aşağıdaki skalayı kullanarak değerlendiriniz.		
0-1	Çok kötü	
2-3	Kötü	
4-5	Kabul edilebilir	
6-7	İyi	
8-9	Çok iyi	
Örnek Kodu	Puan	Varsa yorumunuz

## BÖLÜM IV

### BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 4.1 Süt Tozu ve Kefir Danesi Tozuna İlişkin Sonuçlar

Yoğurt üretiminde kullanılan süt tozu ve kefir danesi tozunun kimyasal bileşimi Çizelge 4.1’de sunulmuştur. Süt tozunun ortalama %35,96 protein, %1,99 yağ, %46,13 laktoz ve %7,18 kül içerdiği saptanmıştır. Kefir danesi tozunun ise ortalama %31,65 protein, %2,57 yağ, %28,41 laktoz ve %10,57 kül içerdiği tespit edilmiştir. Kefir danesi tozunun karbonhidrat içeriği laktoz eşdeğeri olarak ifade edilmiştir. Ancak kefir danesinin temel karbonhidratı laktoz değil bir polisakkarit olan kefirandır. NIR spektroskopisinin kalibrasyonu saf kefiran ile yapılamadığı için kefir tozu örneklerinin karbonhidrat içerikleri olması gerekenden daha düşük bir düzeyde saptanmıştır.

**Çizelge 4.1.** Süt tozu ve kefir danesi tozunun bileşimi (%)\*

<b>Analizler</b>	<b>Süt Tozu (%)</b>	<b>Kefir Danesi Tozu (%)</b>
Protein	35,94±0,514	31,65±1,167
Yağ	1,99±0,032	2,57±0,552
Laktoz	46,13±0,127	28,41±0,481
Kül	7,18±0,243	10,57±0,438
Kurumadde	94,52±0,254	91,50±0,106

\*Ortalama ± standart sapma

#### 4.2 Yoğurt Üretiminde Kullanılan Sütlere Ait Sonuçlar

Yoğurt üretiminde kullanılan %15 kurumaddeli rekonstitüe sütlerin bileşen oranları Çizelge 3.1’de verilmiştir. Rekonstitüe sütlerin pH ve titrasyon asitlikleri sırasıyla 6,53±0,035 ve 11,13±0,142°SH olarak saptanmıştır. Rekonstitüe sütlerin yüksek düzeyde kurumadde içermesi titrasyon asitliklerinin de yüksek çıkmasına yol açmıştır.

### 4.3. Yoğurt Örneklerine Ait Sonuçlar

#### 4.3.1 Kimyasal ve fiziksel analiz sonuçları

##### 4.3.1.1 pH değerleri

Serbest hidrojen iyonlarının konsantrasyonunu ifade eden pH değeri yoğurtların duyuşal niteliklerini belirleyen ve raf ömürlerini etkileyen önemli bir parametredir. Depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde yoğurt örneklerinde belirlenen pH değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelgeden de izlenebileceği üzere örneklerin pH değerleri 4,17-4,43 arasında değişim göstermiştir.

**Çizelge 4.2.** Depolama süresince yoğurt örneklerinin pH değerlerindeki değişim<sup>1</sup>

Yoğurt Örnekleri	Depolama Süresi		
	1. Gün	15. Gün	30. Gün
<b>K</b>	4,43±0,018	4,34±0,008	4,17±0,014
<b>A</b>	4,41±0,095	4,35±0,002	4,19±0,011
<b>B</b>	4,43±0,095	4,35±0,036	4,22±0,008
<b>C</b>	4,43±0,099	4,35±0,020	4,25±0,000
<b>Ortalama<sup>2</sup></b>	4,43±0,025 <sup>a</sup>	4,35±0,025 <sup>b</sup>	4,21±0,025 <sup>c</sup>

<sup>1</sup>Ortalama ± standart sapma

<sup>2</sup>Ortalama ± standart hata

a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel açıdan farklıdır (p≤0,05)

K: Kontrol örneği

A: %0,1 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

B: %0,2 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

C: %0,3 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

Yapılan varyans analizi sonucunda pH değerleri üzerine sadece depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur (p= 0,0001). Bu nedenle Çizelge 4.2’ye örneklerin pH değerlerinin depolama süresi ortalamalarını gösteren bir satır eklenip Duncan testi sonuçları burada verilmiştir. Farklı oranlarda kefir danesi tozu ilavesi, pH değerleri üzerinde herhangi bir etki oluşturmamıştır. Diğer bir ifade ile ilave edilen kefir danesi tozu ne yoğurt bakterilerinin gelişimini teşvik etmiş ne de tamponlama etkisi göstermiştir. Depolama süresi arttıkça örneklerin pH değerlerinin azaldığı saptanmış; en yüksek ortalama değer 1. gün (4,43±0,025), en düşük ortalama değer ise 30. günde

(4,21±0,025) elde edilmiştir. Yapılan Duncan testi sonucunda depolamanın her bir dönemindeki ortalama pH değerlerinin birbirlerinden önemli ölçüde farklılık gösterdikleri saptanmıştır ( $p \leq 0,05$ ).

Doleyres vd. (2005) tarafından ekzo-polisakkarit ilavesiyle üretilen yoğurtların 14 günlük depolama süresi sonucunda pH değerleri 4,32-4,39; Karagül-Yüceer ve İşleten (2006) tarafından peyniraltı suyu protein izolatu, sodyum kazeinat ve süt esaslı bir protein ürününün ilavesiyle üretilen yoğurtların pH değerleri 4,15-4,35; Toksöz (2010) tarafından keten tohumu protein konsantresi ilavesiyle üretilen yoğurtların 30 günlük depolama süresince pH değerleri 3,79-4,20 ve Çifci (2015) tarafından propolis ve bal ilavesiyle üretilen yoğurtların 20 günlük depolama süresi sonucunda pH değerleri 3,98-4,01 olarak belirlenmiştir. Kefir danesi tozu ilavesiyle üretilen yoğurt örneklerinin pH değerlerindeki değişim, bu araştırmacılar tarafından bildirilen değerlerle uyumludur.

#### **4.3.1.2 Titrasyon asitliği**

Sütün yoğurda dönüşmesi sırasında üretilen laktik asidin temel fonksiyonu sütün pH değerini, kazeinin izoelektrik noktası olan 4,6 düzeyine düşürüp jelleşmeyi sağlamaktır. Titrasyon asitliği değerleri, inkübasyon ve depolama koşulları, üretimde kullanılan bakteri suşları, kurumadde düzeyi, protein oranı gibi faktörlerden etkilenmektedir. Yoğurt örneklerinin titrasyon asitliklerinin (% laktik asit cinsinden) depolamanın 1., 15. ve 30. günlerindeki değişimleri Çizelge 4.3'de verilmiştir. Deneme yoğurtlarının titrasyon asitlikleri %1,31-1,41 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.3).

Varyans analizi sonucunda, titrasyon asitliği değerleri üzerine kefir danesi tozu ilavesinin önemli bir etkiye sahip olmadığı saptanmıştır ( $p = 0,464$ ). Titrasyon asitliği üzerine sadece depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur ( $p = 0,006$ ). Bu nedenle Çizelge 4.3'e örneklerin titrasyon asitliği değerlerinin depolama süresi ortalamalarını gösteren bir satır eklenerek Duncan testi sonuçları burada verilmiştir.

Depolama süresi arttıkça örneklerin titrasyon asitliklerinin arttığı saptanmış; en düşük ortalama değer 1. gün (1,33±0,014), en yüksek ortalama değer ise 30. günde (1,38±0,014) elde edilmiştir. Yapılan Duncan testi sonucunda depolamanın 1. ve 15.

günlerinde belirlenen ortalama titrasyon asitliği değerleri arasında önemli bir farklılık belirlenmezken ( $p \geq 0,05$ ), bu iki dönem değerleri ile 30. gün değeri arasında önemli düzeyde farklılık saptanmıştır ( $p \leq 0,05$ ). Ancak bu kadar küçük farklılıkların uygulamada önemli olmadığı değerlendirilmektedir.

**Çizelge 4.3.** Depolama süresince yoğurt örneklerinin titrasyon asitliklerindeki (% laktik asit cinsinden) değişim<sup>1</sup>

Yoğurt Örnekleri	Depolama Süresi		
	1. Gün	15. Gün	30. Gün
<b>K</b>	1,31±0,020	1,35±0,010	1,41±0,022
<b>A</b>	1,35±0,004	1,34±0,016	1,39±0,034
<b>B</b>	1,34±0,003	1,32±0,038	1,35±0,066
<b>C</b>	1,33±0,021	1,34±0,008	1,37±0,009
<b>Ortalama</b> <sup>2</sup>	1,33±0,014 <sup>a</sup>	1,34±0,014 <sup>a</sup>	1,38±0,014 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>Ortalama ± standart sapma

<sup>2</sup>Ortalama ± standart hata

a, b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel açıdan farklıdır ( $p \leq 0,05$ )

K: Kontrol örneği

A: %0,1 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

B: %0,2 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

C: %0,3 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

Yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerlerindeki değişim Toksöz (2010) %1,33-1,93, Peker (2012) %1,13-1,16, Pancar (2013) %1,11-1,29 ve Çifci (2015) tarafından bildirilen %1,23-1,26 değerlerine benzer bulunmuştur.

#### 4.3.1.3 Yağ içeriği

Yağsız süt tozundan hazırlanan rekonstitüe sütlerden üretilmesi nedeniyle yoğurt örneklerinin yağ içerikleri çok düşük düzeylerde çıkmıştır. Yağ içeriklerinde depolama boyunca önemli bir değişiklik beklenmediği için yoğurt örneklerinin yağ içeriği depolamanın sadece 1. ve 30. günlerinde belirlenmiş ve Çizelge 4.4'te sunulmuştur. Çizelgeden de görüleceği üzere örneklerin yağ oranları %0,00-0,10 arasında değişmiştir. Yoğurt örneklerinin yağ oranları depolama boyunca düzensiz bir değişim göstermiştir. Bu düzensiz değişimin yağ analizinde kullanılan Gerber yönteminin düşük yağ oranlarında yeterli hassasiyete sahip olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Çizelge 4.4.** Depolama süresince yoğurt örneklerinin yağ oranlarındaki (%) değişim<sup>1</sup>

Yoğurt Örnekleri	Depolama Süresi	
	1. Gün	30. Gün
K	0,00±0,000	0,08±0,035
A	0,10±0,000	0,08±0,035
B	0,05±0,071	0,05±0,071
C	0,03±0,035	0,08±0,035

<sup>1</sup>Ortalama ± standart sapma

K: Kontrol örneği

A: %0,1 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

B: %0,2 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

C: %0,3 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

#### 4.3.1.4 Protein içeriği

Yoğurtlarda bulunan protein, hem yapısal hem de duyuşsal nitelikleri etkilemesi açısından önem taşımaktadır. Yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen protein değerleri Çizelge 4.5'te sunulmuştur. Çizelgeden de izlenebileceği üzere örneklerin protein oranları %4,69-5,12 arasında değişim göstermiştir.

**Çizelge 4.5.** Depolama süresinde yoğurt örneklerinin protein oranlarındaki (%) değişim<sup>1</sup>

Yoğurt Örnekleri	Depolama Süresi		
	1. Gün	15. Gün	30. Gün
K	4,84±0,102	4,94±0,002	4,99±0,092
A	5,12±0,307	4,94±0,049	5,02±0,108
B	5,05±0,194	4,81±0,171	5,03±0,107
C	4,69±0,303	4,95±0,044	5,06±0,110

<sup>1</sup>Ortalama ± standart sapma

K: Kontrol örneği

A: %0,1 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

B: %0,2 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

C: %0,3 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

Yapılan varyans analizi sonucunda protein içeriği üzerine ne kefir danesi tozu ilavesinin ne de depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Yoğurt üretiminde farklı oranlarda ilave edilen kefir danesi tozu, yağsız süt tozunun yerine kullanıldığı için protein içerikleri üzerinde herhangi bir etki oluşturmamıştır. Ayrıca depolama boyunca da protein içeriğinde değişiklik oluşturacak herhangi bir etken bulunmamaktadır. Bu nedenle örneklerin protein içeriklerinin değişim göstermemesi olağan bir sonuç olarak

değerlendirilmektedir. Kontrol edilemeyen faktörler nedeniyle örneklerin protein içerikleri depolama süresince artış ve azalışlar göstererek düzensiz bir değişim sergilemiştir (Çizelge 4.5).

Depolama süresince yoğurt örneklerinin protein içeriklerindeki değişim Karagül-Yüceer ve İşleten (2006) %4,10-5,05 ve Pancar (2013) tarafından bildirilen %4,37-5,11 değerlerine benzer; Toksöz (2010) %4,23-4,63, Peker (2012) %4,23-4,68 ve Akın ve Akın (2016) tarafından bildirilen %3,76-3,87 değerlerinden yüksek bulunmuştur.

#### 4.3.1.5 Kurumadde içeriği

Yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen kurumadde değerleri Çizelge 4.6'da sunulmuştur. Üretimde kullanılan rekonstitüe sütün kurumadde içeriği %15'e ayarlandığından yoğurt örneklerinin kurumadde içeriklerinin de %15 civarında olması beklenmektedir. Çizelgeden de görüleceği gibi örneklerin kurumadde oranları %14,69-15,25 arasında değişmiştir.

**Çizelge 4.6.** Depolama süresince yoğurt örneklerinin kurumadde oranlarındaki (%) değişim<sup>1</sup>

Yoğurt Örnekleri	Depolama Süresi		
	1. Gün	15. Gün	30. Gün
<b>K</b>	15,00±0,099	15,19±0,387	15,25±0,293
<b>A</b>	14,80±0,158	15,09±0,247	15,22±0,294
<b>B</b>	14,75±0,240	15,06±0,173	15,21±0,259
<b>C</b>	14,69±0,345	15,11±0,230	15,18±0,289
<b>Ortalama</b> <sup>2</sup>	14,81±0,131 <sup>a</sup>	15,11±0,131 <sup>b</sup>	15,22±0,131 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>Ortalama ± standart sapma

<sup>2</sup>Ortalama ± standart hata

a, b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel açıdan farklıdır (p≤0,05)

K: Kontrol örneği

A: %0,1 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

B: %0,2 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

C: %0,3 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda örnekler arasında (p= 0,747) herhangi bir farklılık belirlenmemiştir. Ancak örneklerin kurumadde içerikleri üzerinde depolama süresinin önemli bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır (p= 0,025). Örneklerin su kaybını önleyecek

şekilde ambalajlanmış ve kurumadde içeriklerini etkileyecek herhangi bir uygulamanın yapılmamış olması nedeniyle kurumadde içeriklerinde depolama boyunca önemli bir değişiklik gözlenmemesi gerekmektedir. Saptanan bu farklılığın analiz hatalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kefir danesi tozu ilavesiyle yoğurt üretimi konusunda herhangi bir çalışmaya rastlanılmadığından bu araştırmada elde edilen kurumadde sonuçlarının karşılaştırılması yapılamamıştır.

#### 4.3.1.6 Renk değerleri

Yoğurt örneklerinin Uluslararası Aydınlatma Komisyonu tarafından geliştirilen CIELAB sistemine göre belirlenen L\* değerleri Çizelge 4.7’de sunulmuştur. Yoğurt örneklerinin L\* değerleri depolama boyunca 90,83 ile 93,44 arasında değişmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere depolama boyunca örneklerin L\* değerleri düzensiz bir değişim göstermiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda da, ne kefir danesi tozu ilavesinin (p= 0,610) ne de depolama süresinin (p= 0,165) L\* değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.7.** Depolama süresince yoğurt örneklerinin L\* [Açıklık (100) - koyuluk (0)] değerlerindeki değişim<sup>1</sup>

Yoğurt Örnekleri	Depolama Süresi		
	1. Gün	15. Gün	30. Gün
K	91,62±0,490	91,19±0,156	92,21±1,390
A	91,50±0,424	91,66±0,863	91,81±0,269
B	92,37±0,654	90,83±0,375	91,58±0,962
C	93,44±1,400	91,74±0,750	91,40±1,294

<sup>1</sup>Ortalama ± standart sapma

K: Kontrol örneği

A: %0,1 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

B: %0,2 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

C: %0,3 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

Yoğurt örneklerinin depolama boyunca a\* değerleri (-)4,98 ile (-)3,75 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.8). Depolama boyunca örneklerin a\* değerleri artış ve azalışlar şeklinde düzensiz bir değişim göstermiş olmasına karşın yapılan varyans analizi

sonucunda depolama süresinin ( $p= 0,002$ ) ve kefir danesi tozu ilavesinin ( $p= 0,038$ )  $a^*$  değerleri üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur. Duncan testi sonucunda, depolamanın 30. günündeki ortalama  $a^*$  değerinin  $(-4,10\pm 0,144)$  ile diğer iki dönemden önemli ölçüde daha az yeşil olduğu saptanmıştır ( $p\leq 0,05$ ). Ayrıca kefir danesi tozu ilave edilen B (%0,2) örneği de, K ve C (%0,3) örneklerinden daha yeşil bulunmuştur ( $p\leq 0,05$ ).

**Çizelge 4.8.** Depolama süresince yoğurt örneklerinin  $a^*$  [kırmızı (+) – yeşil (-)] değerlerindeki değişim<sup>1</sup>

Yoğurt Örnekleri	Depolama Süresi			
	1. Gün	15. Gün	30. Gün	Ortalama <sup>2</sup>
K	-4,32±0,216	-4,72±0,007	-3,75±0,269	-4,26±0,166 <sup>A</sup>
A	-4,73±0,170	-4,91±0,149	-4,16±0,477	-4,60±0,166 <sup>AB</sup>
B	-4,82±0,255	-4,98±0,085	-4,46±0,566	-4,76±0,166 <sup>B</sup>
C	-4,71±0,170	-4,21±0,368	-4,03±0,209	-4,32±0,166 <sup>A</sup>
Ortalama <sup>2</sup>	-4,64±0,144 <sup>a</sup>	-4,70±0,144 <sup>a</sup>	-4,10±0,144 <sup>b</sup>	

<sup>1</sup>Ortalama  $\pm$  standart sapma

<sup>2</sup>Ortalama  $\pm$  standart hata

a, b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel açıdan farklıdır ( $p\leq 0,05$ )

A, B: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel açıdan farklıdır ( $p\leq 0,05$ )

K: Kontrol örneği

A: %0,1 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

B: %0,2 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

C: %0,3 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

Yoğurt örneklerinin depolama boyunca  $b^*$  değerleri 9,38 ile 12,26 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.9). Depolama boyunca örneklerin (A örneği hariç)  $b^*$  değerleri düzenli bir şekilde azalış göstermiştir. Bir diğer ifade ile depolama süresi arttıkça örnekler daha az sarı renge sahip olmuşlardır. Yapılan varyans analizi sonucunda  $b^*$  değerleri üzerinde depolama süresinin etkisi önemli ( $p= 0,012$ ) bulunurken kefir danesi tozu ilavesinin etkisi önemsiz bulunmuştur ( $p= 0,280$ ). Duncan testi sonucunda, depolamanın 30. günündeki ortalama  $b^*$  değerinin  $9,55\pm 0,419$  ile diğer iki dönemden önemli ölçüde daha az sarı olduğu saptanmıştır ( $p\leq 0,05$ ).

**Çizelge 4.9.** Depolama süresince yoğurt örneklerinin b\* [sarı (+) – mavi (-)] değerlerindeki değişim<sup>1</sup>

Yoğurt Örnekleri	Depolama Süresi		
	1. Gün	15. Gün	30. Gün
<b>K</b>	10,56±0,361	10,08±0,453	9,56±0,983
<b>A</b>	11,24±0,714	12,26±0,014	9,38±0,870
<b>B</b>	11,35±1,054	10,33±0,552	9,68±1,135
<b>C</b>	10,90±0,771	9,87±0,343	9,59±1,560
<b>Ortalama</b> <sup>2</sup>	11,01±0,419 <sup>a</sup>	10,63±0,419 <sup>a</sup>	9,55±0,419 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>Ortalama ± standart sapma

<sup>2</sup>Ortalama ± standart hata

a, b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel açıdan farklıdır (p≤0,05)

K: Kontrol örneği

A: %0,1 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

B: %0,2 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

C: %0,3 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

Kefir danesi tozunun yoğurt üretiminde daha önce hiç kullanılmamış olması nedeniyle bu çalışmada elde edilen renk değerlerinin karşılaştırılması yapılamamıştır.

#### 4.3.2 Yapısal analiz sonuçları

##### 4.3.2.1 Sertlik değerleri

Yoğurdun yapı ve kıvamını belirleyen önemli faktörlerden birisi de yoğurt jelinin sertliğidir. Yoğurt örneklerinin sertlik değerlerinde (g) depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde gözlenen değişimler Çizelge 4.10'da verilmiştir. Deneme örneklerinin sertlik değerleri 340,5-456,6 g arasında değişim göstermiştir. Depolamanın başlangıcından sonuna kadar en yüksek değerlere (393,1; 426,6 ve 456,6 g ile) kontrol (K) örneği sahip olmuştur.

**Çizelge 4.10.** Depolama süresince yoğurt örneklerinin sertlik değerlerindeki (g) değişim<sup>1</sup>

Yoğurt Örnekleri	Depolama Süresi			
	1. Gün	15. Gün	30. Gün	Ortalama <sup>2</sup>
<b>K</b>	393,1±6,28	426,6±23,31	456,6±13,26	425,4±10,64 <sup>A</sup>
<b>A</b>	356,7±13,56	413,9±4,17	422,4±1,34	397,7±10,64 <sup>B</sup>
<b>B</b>	340,5±11,75	388,8±18,87	415,3±8,83	381,5±10,64 <sup>BC</sup>
<b>C</b>	340,5±30,18	378,0±28,50	394,7±28,62	371,0±10,64 <sup>C</sup>
<b>Ortalama<sup>2</sup></b>	357,7±9,21 <sup>a</sup>	401,8±9,21 <sup>b</sup>	422,3±9,21 <sup>c</sup>	

<sup>1</sup>Ortalama ± standart sapma

<sup>2</sup>Ortalama ± standart hata

a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel açıdan farklıdır (p≤0,05)

A, B, C: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel açıdan farklıdır (p≤0,05)

K: Kontrol örneği

A: %0,1 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

B: %0,2 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

C: %0,3 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

Yapılan varyans analizi sonucunda sertlik değerleri üzerine kefir danesi tozu ilavesinin (p= 0,001) ve depolama süresinin etkisi önemli (p= 0,0001) bulunmuştur. Bu nedenle çizelgeye örneklerin muamele ve depolama süresi ortalamalarını gösteren sırasıyla bir sütun ve bir satır eklenerek Duncan testi sonuçları bu kısımlarda verilmiştir. Duncan testi sonucunda en yüksek değere (425,4 g) sahip olan K örneği diğer örneklerden önemli ölçüde (P<0,05) farklı bulunmuştur. Kefir danesi tozu ilave oranı arttıkça örneklerin sertlik değerleri de azalmıştır. Buna paralel olarak %0,1 düzeyinde kefir danesi tozu ilave edilen örnek (A) en yüksek oranda kefir danesi ilave edilen örneğe (C) oranla daha yüksek sertlik değeri göstermiştir (p≤0,05).

Kefir danesi tozu ilavesi deneme yoğurtlarının sertliğini istatistiksel açıdan önemli düzeyde azaltmıştır. Bu durumun, kefir danesi tozu bileşenlerinin özellikle de polisakkarit (kefiran) bileşeninin kazein molekülleri arasına girerek jel matriksini zayıflatmasından kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Doleyres vd. (2005) tarafından gerçekleştirilen çalışma bu değerlendirmeyi destekler niteliktedir. Söz konusu araştırmacılar tarafından yapılan çalışmada, %0,125, 0,250 ve 0,500 düzeyinde ekzo-polisakkarit ilave edilerek üretilen yoğurtların daha yumuşak jel yapısına sahip olduğu saptanmış; bu durumun ekzo-polisakkarit çeşidi ve ekzo-polisakkarit süt proteinleri

etkileşiminin jel sertliği üzerindeki belirleyici etkisinden kaynaklandığı ifade edilmiştir. Ayrıca Mende vd. (2013) de ekzo-polisakkarit çeşidinin jel sertliği için önemli olduğunu, serbest polisakkaritlerin jel sertliğini arttırırken kapsüller ekzo-polisakkaritlerin aynı etkiyi göstermediğini bildirmişlerdir.

Kapsüller veya serbest ekzo-polisakkarit oluşturan kültür kullanılarak üretilen yoğurtların sertliği ekzo-polisakkarit oluşturmayan kültür ile üretilenlere göre daha düşük bulunmuştur. Bu durumun proteinler ile ekzo-polisakkaritler arasındaki uyumsuzluktan kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Amatayakul vd., 2006).

Depolama dönemlerine ait ortalama sertlik değerleri arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan Duncan testi sonucunda 1., 15. ve 30. günlerde tespit edilen ortalama sertlik değerleri arasındaki farklılığın önemli olduğu saptanmıştır ( $p \leq 0,05$ ). Birinci günde tespit edilen sertlik değeri ( $357,7 \pm 9,21$  g) en düşük değer olup diğer dönemlerden önemli ölçüde farklı bulunmuştur. Aynı şekilde 30. günde tespit edilen en yüksek sertlik değeri ( $422,3 \pm 9,21$ ) de diğer iki dönemdeki sertlik değerlerinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ( $p \leq 0,05$ ).

Benzer bir sonuç Güven ve Karaca (2003) tarafından da elde edilmiştir. Bu araştırmacılar 12 günlük depolama süresi sonunda yoğurtların sıklıklarının arttığını gözlemiş ve bu durumun kazein matriksinin artan kararlılığından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Diğer yandan fitosterol ilavesiyle üretilen yoğurtların 28 günlük depolama boyunca sertliklerinin artış ve azalışlar göstererek düzensiz bir şekilde değiştiği de saptanmıştır (Izadi vd., 2015)

#### **4.3.2.2 Viskozite değerleri**

Yoğurt kalitesini etkileyen önemli parametrelerden birisi de yoğurt jelinin viskozitesidir. Yoğurt örneklerinin viskozite değerlerinde depolama süresince gözlenen değişimler Çizelge 4.11'de verilmiştir. Deneme örneklerinin viskozite değerleri 1950-2302 mPa·s arasında değişim göstermiştir. Depolamanın 1. gününde en düşük değere 1950 mPa·s ile K örneği, en yüksek değere ise 2202 mPa·s ile B örneği sahip olmuştur. Depolama sonunda ise K örneği 2302 mPa·s ile en yüksek değere ulaşmıştır. Ancak yapılan varyans analizi sonucunda, ne kefir danesi tozu ilavesinin ( $p = 0,884$ ) ne de

depolama süresinin ( $p= 0,471$ ) viskozite değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Örneklere ait veriler incelendiğinde standart sapma değerlerinin çok yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum viskozite ölçümünün çok sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilemediğini göstermektedir. Sonuç olarak kefir danesi tozu ilavesinin yoğurtların viskozite değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı saptanmıştır.

**Çizelge 4.11.** Depolama süresince yoğurt örneklerinin viskozite değerlerindeki (mPa·s) değişim<sup>1</sup>

Yoğurt Örnekleri	Depolama Süresi		
	1. Gün	15. Gün	30. Gün
<b>K</b>	1995±116,7	2165±208,6	2302±551,4
<b>A</b>	2017±31,8	2040±275,7	2175±318,1
<b>B</b>	2202±286,4	1972±339,3	2152±222,7
<b>C</b>	2005±28,3	1950±212,1	2139±256,6

<sup>1</sup>Ortalama ± standart sapma

K: Kontrol örneği

A: %0,1 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

B: %0,2 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

C: %0,3 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

Çalışmamızda depolama süresine bağlı olarak örneklerin viskozite değerlerinin artış ve azalışlar göstererek düzensiz bir şekilde değiştiği belirlenmiştir.

Yoğurtların viskozite değerlerini Karagül-Yüceer ve İşleten (2006) 5243-11069 cP, Toksöz (2010) 1968-3140 cP, Peker (2012) 8541-8762 cP ve Pancar (2013) 2582-13368 cP aralığında belirlemişlerdir. Viskozite değerleri üzerine kurumadde ve yağ oranı, kullanılan starter kültür tipi, katkı maddelerinin çeşit ve oranı, uygulanan ısıl işlem normu ve diğer teknolojik işlemler (homojenizasyon vb. gibi), ölçüm sıcaklığı, kullanılan ölçüm cihazı, ucu ve devir sayısı gibi birçok faktör etki ettiğinden değişik araştırmacılar tarafından bildirilen viskozite değerleri arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu nedenle elde edilen sonuçları literatür verileriyle karşılaştırmak mümkün olmamıştır.

### 4.3.2.3 Serum ayrılması değerleri

Yoğurt kitlesinde suyun tutulma düzeyi kaliteyi etkileyen önemli faktörler arasında yer alır. Kitleden su ayrılması tüketici beğenisi açısından arzu edilmeyen bir durumdur. Yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerlerinde depolama süresince gözlenen değişimler Çizelge 4.12'de verilmiştir. Çizelgeden de izlenebileceği üzere örneklerin serum ayrılması değerleri %3,06-5,09 arasında değişim göstermiştir. Depolamanın başlangıcında en düşük değere B (%0,2) örneği, en yüksek değere ise %5,00 ile K örneği sahip olmuştur. Depolama sonunda ise %4,57 ile en yüksek değeri B örneği göstermiştir. Örnekler arasında depolama boyunca serum ayrılması değerleri açısından farklılık olup olmadığını belirlemek üzere yapılan varyans analizi sonucunda ne kefir danesi tozu ilavesinin ( $p= 0,137$ ) ne de depolama süresinin ( $p= 0,155$ ) serum ayrılması değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, kefir danesi tozu ilavesinin serum ayrılması değerleri üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür.

**Çizelge 4.12.** Depolama süresince yoğurt örneklerinin serum ayrılması (%) oranlarındaki değişim<sup>1</sup>

Yoğurt Örnekleri	Depolama Süresi		
	1. Gün	15. Gün	30. Gün
K	5,00±1,534	4,62±0,003	4,17±0,171
A	3,58±0,004	4,01±0,167	3,90±0,168
B	3,06±0,127	5,09±0,590	4,57±0,717
C	4,48±0,398	5,04±0,260	4,53±1,147

<sup>1</sup>Ortalama ± standart sapma

K: Kontrol örneği

A: %0,1 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

B: %0,2 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

C: %0,3 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

Yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerleri Güven ve Karaca (2003) %18,12-33,00, Karagül-Yüceer ve İşleten (2006) %8-24, Peker (2012) %38,38-42,48, Gür (2012) %0,1-7,8, Pancar (2013)%0-0,26, Mende vd. (2013) %5,1-13,8 ve Çifci (2015) tarafından %10,21-10,93 şeklinde belirlenmiştir. Görüldüğü üzere, serum ayrılması değerleri ile ilgili çok farklı sonuçlar rapor edilmiştir. Bu durum, söz konusu çalışmada

farklı yöntemlerin kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle çalışmamızda elde edilen sonuçların literatür verileriyle karşılaştırılması yapılamamıştır.

### 4.3.3 Mikrobiyolojik analiz sonuçları

#### 4.3.3.1. *Streptococcus thermophilus* sayıları

Örneklerin *Streptococcus thermophilus* sayılarında depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde gözlenen değişimler Çizelge 4.13'te verilmiştir. Depolama süresince örneklerin *Streptococcus thermophilus* sayıları 8,50-9,84 log kob/g arasında değişim göstermiştir. Depolamanın başında en düşük değere B örneği, en yüksek değere ise 9,84 log kob/g ile K örneği sahip olmuştur. Depolama sonunda ise K ve C örnekleri 8,51 log kob/g ile en yüksek değeri göstermiştir.

**Çizelge 4.13.** Depolama süresince yoğurt örneklerinin *Streptococcus thermophilus* sayılarındaki (log kob/g) değişim<sup>1</sup>

Yoğurt Örnekleri	Depolama Süresi		
	1. Gün	15. Gün	30. Gün
K	9,84±0,382	9,40±0,233	8,51±0,014
A	9,19±0,583	9,11±0,681	8,50±0,093
B	8,84±1,186	9,07±0,740	8,50±0,069
C	9,32±0,455	8,60±0,012	8,51±0,113

<sup>1</sup>Ortalama ± standart sapma

K: Kontrol örneği

A: %0,1 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

B: %0,2 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

C: %0,3 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

Yapılan varyans analizi sonucunda *Streptococcus thermophilus* sayıları üzerine kefir danesi tozu ilavesinin ( $p= 0,198$ ) ve depolama süresinin ( $p= 0,453$ ) etkisi önemsiz bulunmuştur. Diğer bir ifade ile kefir danesi tozu ilavesi deneme yoğurtlarının *Streptococcus thermophilus* sayılarını istatistiksel açıdan önemli bir düzeyde etkilememiştir. Depolama süresi boyunca örneklerin *Streptococcus thermophilus* sayıları düzenli bir şekilde azalış göstermiş (B örneği hariç) olmasına karşın bu durum istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.

Çalışmamızda *Streptococcus thermophilus* sayısı için tespit edilen 8,50-9,84 log kob/g değişim aralığı, Çifci (2015) tarafından bildirilen 6,49-7,50 log kob/g değişim

aralığından yüksek; Karagül-Yüceer ve İşleten (2006) 8,28-8,90 log kob/g, Amatayakul vd. (2006) 7,44-9,33 log kob/g, Toksöz (2010) 5,32-8,73 log kob/g, Peker (2012) 9,00-9,26 log kob/g ve Akın ve Akın (2016) tarafından bildirilen 7,88-9,37 log kob/g değişim aralığına benzer bulunmuştur.

#### 4.3.3.2. *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayıları

Yoğurt örneklerinin *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayılarında depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde gözlenen değişimler Çizelge 4.14'te verilmiştir. Depolama boyunca deneme yoğurtlarının *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayıları 8,48-9,39 log kob/g arasında değişim göstermiştir. Depolamanın başlangıcında en düşük değere 9,07 log kob/g ile A örneği, en yüksek değere ise 9,39 log kob/g ile K örneği sahip olmuştur. Depolama sonunda ise B örneği 8,65 log kob/g ile en yüksek değeri göstermiştir.

**Çizelge 4.14.** Depolama süresinde yoğurt örneklerinin *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayılarındaki (log kob/g) değişim<sup>1</sup>

Yoğurt Örnekleri	Depolama Süresi		
	1. Gün	15. Gün	30. Gün
<b>K</b>	9,39±0,283	8,51±0,071	8,55±0,082
<b>A</b>	9,07±0,736	9,07±0,774	8,61±0,112
<b>B</b>	9,30±0,430	9,03±0,830	8,65±0,089
<b>C</b>	9,23±0,547	8,56±0,059	8,48±0,031
<b>Ortalama<sup>2</sup></b>	9,25±0,225 <sup>A</sup>	8,79±0,225 <sup>AB</sup>	8,57±0,225 <sup>B</sup>

<sup>1</sup>Ortalama ± standart sapma

<sup>2</sup>Ortalama ± standart hata

A, B: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel açıdan farklıdır (P<0,05).

K: Kontrol örneği

A: %0,1 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

B: %0,2 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

C: %0,3 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

Yapılan varyans analizi sonucunda *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayıları üzerine kefir danesi tozu ilavesinin etkisi önemsiz (p= 0,809), depolama süresinin etkisi ise önemli (p= 0,031) bulunmuştur. Depolama süresi etkisinin istatistiksel açıdan önemli çıkması nedeniyle çizelgeye örneklerin süre ortalamalarını içeren bir satır eklenerek Duncan testi sonuçları burada gösterilmiştir. Duncan testi sonucunda en

yüksek ortalama değer 1. günde (9,25 log kob/g) saptanmış; bu değer 15. gün değeri (8,79 log kob/g) ile önemli bir farklılık göstermemesine karşın (p>0,05) 30. gün değerinden (8,57 log kob/g) belirgin bir şekilde farklılık ortaya koymuştur. Bu durumun depolama boyunca gerçekleşen asitlik artışından kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

Çalışmamızda *Lactobacillus delbrueckii* ssp *bulgaricus* sayısı için tespit edilen 8,48-9,39 log kob/g değişim aralığı, Amatayakul vd. (2006) 5,45-8,09 log kob/g, Peker (2012) 7,90-8,23 log kob/g ve Çifci (2015) tarafından bildirilen 4,79-5,36 log kob/g değişim aralığından yüksek; Karagül-Yüceer ve İşleten (2006) 7,91-8,63 log kob/g, Toksöz (2010) 7,73-8,82 log kob/g ve Akın ve Akın (2016) tarafından bildirilen 7,97-8,89 log kob/g aralığına benzer bulunmuştur.

#### 4.3.4 Duyusal analiz sonuçları

Yoğurt örneklerinde depolamanın 15. gününde gerçekleştirilen duyusal değerlendirme sonuçları Çizelge 4.15'te sunulmuştur. Sekiz panelist tarafından gerçekleştirilen değerlendirmede örneklerin öncelikle yapısal incelemeleri (0-9 puan aralığında) gerçekleştirilmiş, daha sonra tadılarak genel kabul edilebilirlik (0-9 puan aralığında) düzeyleri belirlenmiştir.

**Çizelge 4.15.** Yoğurt örneklerinin duyusal değerlendirme sonuçları<sup>1</sup>

Yoğurt Örnekleri	Yapı	Genel Kabul Edilebilirlik
K	7,4±1,74	5,5±1,95
A	6,6±1,74	5,3±2,14
B	7,0±1,40	4,8±1,32
C	7,3±1,17	5,8±1,65

<sup>1</sup>Ortalama ± standart sapma

K: Kontrol örneği

A: %0,1 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

B: %0,2 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

C: %0,3 oranında kefir danesi tozu içeren örnek

Yapısal değerlendirmede en yüksek puanı 7,4 ile kontrol (K) örneği alırken en düşük puanı 6,6 ile A örneği almıştır. K örneği için elde edilen bu sonuç sertlik ve viskozite

değerleri ile de uyumludur. Ancak A örneği için elde edilen sonuç sertlik ve viskozite değerleri ile uyumlu değildir.

Yapılan varyans analizi sonucunda kefir danesi tozu ilavesinin yapı üzerindeki etkisi önemsiz ( $p= 0,240$ ) bulunmuştur. Benzer bir şekilde kefir danesi tozu ilavesinin aletsel olarak ölçülen viskozite değerleri üzerinde de önemli bir etkisi saptanmamıştır. Ancak aletsel olarak ölçülen sertlik değerleri kefir danesi tozu ilavesinden önemli ölçüde etkilenmiştir. Aletsel olarak ölçülen sertlik değerleri ile duyuşal değerlendirme ile ölçülen yapı puanları arasındaki bu farklılık duyuşal değerlendirme ile aletsel ölçüm tekniğı arasında uyum olmadığının göstergesi olarak kabul edilebilir.

Genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek puanı 5,8 ile C örneğı alırken en düşük puanı 4,8 ile B örneğı almıştır. Ancak kefir danesi tozu ilavesi ile örneklerin genel kabul edilebilirlik puanları düzensiz bir değışim göstermiştir. Kefir danesi tozu ilavesinin genel kabul edilebilirlik üzerinde istatistiksel açıdan önemli bir farklılık oluşturup oluşturmadığını belirlemek üzere yapılan varyans analizi sonucunda, kefir danesi tozu ilavesinin genel kabul edilebilirlik düzeyi üzerindeki etkisi önemsiz ( $p= 0,387$ ) bulunmuştur.

## SONUÇLAR

Kefir danesinin çoğaltılmasında, aşılama oranı: %10, aşılama ortamı: %0,1 yağlı UHT süt, inkübasyon sıcaklığı: 24°C, inkübasyon süresi: 24 saat ve çalkalama hızı: 90 d/dk optimum koşullar olarak belirlenmiştir. Bu koşullarda elde edilen kefir daneleri liyofilizatörde %91,5±0,106 kurumadde içerecek şekilde kurutulmuştur.

Deneme örneklerinin pH değerleri 4,17-4,43 ve titrasyon asitlikleri %1,31-1,41 arasında değişim göstermiştir. Yoğurt örneklerinin pH değerleri (p= 0,0001) ve titrasyon asitlikleri değerleri (p= 0,006) üzerine sadece depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur.

Yoğurt örneklerinin kuru madde oranları %14,69-15,25, yağ oranları %0,00-0,10 ve protein oranları %4,69-5,12 arasında değişmiştir.

Yoğurt örneklerinin Uluslararası Aydınlatma Komisyonu tarafından geliştirilen CIELAB sistemine göre belirlenen L\* değerleri 90,83-93,44 arasında değiştiği gözlenmiştir. Depolama boyunca örneklerin L\* değerleri düzensiz bir değişim göstermiştir. L\* değerleri üzerinde ne kefir danesi tozu ilavesinin (p= 0,610) ne de depolama süresinin (p= 0,165) önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Yoğurt örneklerinin depolama boyunca a\* değerleri (-)4,98 ile (-)3,75 arasında değişim göstermiştir. Depolama boyunca örneklerin a\* değerleri artış ve azalışlar şeklinde düzensiz bir değişim göstermiş olmasına karşın depolama süresinin (p= 0,002) ve kefir danesi tozu ilavesinin (p= 0,038) a\* değerleri üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur.

Yoğurt örneklerine ait b\* değerleri 9,38 ile 12,26 arasında değişim göstermiştir. Depolama boyunca örneklerin (A örneği hariç) b\* değerleri düzenli bir şekilde azalış göstermiştir. Yoğurt örneklerinin b\* değerleri üzerinde depolama süresinin etkisi önemli (p= 0,012) bulunurken, kefir danesi tozu ilavesinin etkisi önemsiz bulunmuştur (p= 0,280).

Yoğurtların sertlik değerleri 340,5-456,6 g arasında değişim göstermiştir. Depolamanın başlangıcından sonuna kadar en yüksek değerlere (393,1; 426,6 ve 456,6 g ile) kontrol (K) örneği sahip olmuştur. Sertlik değerleri üzerine kefir danesi tozu ilavesinin ( $p=0,001$ ) ve depolama süresinin etkisi önemli ( $p=0,0001$ ) bulunmuştur. Kefir danesi tozu ilave oranı arttıkça örneklerin sertlik değerleri de azalmıştır.

Deneme yoğurtlarının viskozite değerleri 1950-2302 mPa.s arasında değişim göstermiştir. Viskozite değerleri üzerinde ne kefir danesi tozu ilavesinin ( $p=0,884$ ) ne de depolama süresinin ( $p=0,471$ ) önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerleri 30 günlük depolama boyunca %3,06-5,09 arasında değişim göstermiştir. Kefir danesi tozu ilavesinin serum ayrılması değerleri üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür.

Deneme örneklerinin *Streptococcus thermophilus* sayıları 8,50-9,84 log kob/g arasında değişim göstermiştir. *Streptococcus thermophilus* sayıları üzerine kefir danesi tozu ilavesinin ( $p=0,198$ ) ve depolama süresinin ( $p=0,453$ ) etkisi önemsiz bulunmuştur.

Deneme yoğurtlarının *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayıları 8,48-9,39 log kob/g arasında değişim göstermiştir. *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayıları üzerine kefir danesi tozu ilavesinin etkisi önemsiz ( $p=0,809$ ), depolama süresinin etkisi ise önemli ( $p=0,031$ ) bulunmuştur.

Örneklerin duyuşal niteliklerden birisi olan yapı bakımından değerlendirmesi sonucunda en yüksek puanı 7,4 ile kontrol (K) örneği alırken en düşük puanı 6,6 ile A örneği almıştır. Ancak kefir danesi tozu ilavesinin yapı üzerindeki etkisi önemsiz ( $p=0,240$ ) bulunmuştur.

Genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek puanı 5,8 ile C örneği alırken en düşük puanı 4,8 ile B örneği almıştır. Ancak kefir danesi tozu ilavesinin genel kabul edilebilirlik düzeyi üzerindeki etkisi önemsiz ( $p=0,387$ ) bulunmuştur.

Kefir danesi tozu ilavesi beklentilerin aksine viskozite değerleri üzerinde herhangi bir iyileşme sağlamazken jel sertliğinin azalmasına yol açmıştır. Diğer taraftan duyuşal

değerlendirme sonuçları istatistiksel açıdan önemli olmasa da, kefir danesi tozu ilavesiyle üretilen yoğurtların daha çok tercih edildiğini göstermektedir. Bu nedenle kefir danesi tozunun bazı modifikasyonlarla kullanımı önerilebilir. Özellikle kurutma işleminden önce suda çözünmeyen bileşenlerin uzaklaştırılmasıyla üretilen kefir danesi tozunun daha iyi sonuçlar alınmasında etkili olabileceği değerlendirilmektedir. Ayrıca kefir danesi tozu ilavesiyle üretilen yoğurtların duyuşal değerlendirmede neden daha çok tercih edildiğine yönelik çalışmalar da gerçekleştirilebilir.



## KAYNAKLAR

- Abraham, A.G. and De Antoni, G.L., “Characterization of kefir grains grown in cows’ milk and in soya milk”, *Journal of Dairy Research* 66, 327-333, 1999.
- Akın M.S. ve Akın M.B., “Elma lifi ile zenginleştirmenin set tipi yoğurtların bazı özelliklerine etkisi”, *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 20(2), 94-104, 2016.
- Amatayakul, T., Halmos, A.L., Sherkat, F. ve Shah, N.P., “Physical characteristics of yoghurts made using exopolysaccharide-producing starter cultures and varying casein to whey protein ratios”, *International Dairy Journal* 16(1), 40-51, 2006.
- Anonim, Fermente Süt Ürünleri Tebliği, *Resmi Gazete* 27143, 2009.
- Anonim, Milk determination of nitrogen content. *International Dairy Federation, IDF Standard* p. 2, Brussels, 1993.
- Bylund, G., Dairy Processing Handbook, *Tetra Pak Processing Systems AB*, İsveç, 1995.
- Çıfci, F., Propolisin yoğurt üretiminde kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun, s 62, 2015.
- Doleyres, Y., Schaub, L. and Lacroix, C., “Comparison of the functionality of exopolysaccharides produced in situ or added as bioingredients on yogurt properties”, *Journal of Dairy Science* 88, 4146-4156, 2005.
- Duboc, P., and Mollet, B., “Applications of exopolysaccharides in the dairy industry, *International Dairy Journal*” 11, 759-768, 2001.
- Garrote, G.L., Abraham, A.G. and De Antoni, G.L., “Chemical and microbiological characterisation of kefir grains”, *Journal of Dairy Research* 68(04), 639-652, 2001.

Gauche, C., Tomazi, T., Barreto, P.L. M., Oglari, P.J. and Bordignon-Luiz, M.T., “Physical properties of yoghurt manufactured with milk whey and transglutaminase”, *Food Science and Technology* 42, 239-243, 2009.

Ghasemlou, M., Khodaiyan, F. and Gharibzahedi, S.M.T., “Enhanced production of Iranian kefir grain biomass by optimization and empirical modeling of fermentation conditions using response surface methodology”, *Food and Bioprocess Technology* 5(8), 3230-3235, 2012.

Gür, F., Tokat’da satışa sunulan yoğurtların bazı niteliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tokat, s. 50, 2012.

Güven, M. ve Karaca, O.B., “Farklı yöntemlerle kuru maddesi artırılan sütlerden üretilen yoğurtların özellikleri”, *Gıda* 28, 429-436, 2003.

Guzel-Seydim, Z., Kök-Taş, T. and Greene, A. K., Kefir and koumiss: Microbiology and technology. In Development and Manufacture of Yogurt and Other Functional Dairy Products, Yildiz, F.,ed.), *CRC Press*, Boca Raton, FL., 2010.

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

Izadi, Z., Nasirpour, A., Garoosi, G.A. ve Tamjidi, F., “Rheological and physical properties of yogurt enriched with phytosterol during storage”, *Journal of Food Science and Technology* 52(8), 5341-5346, 2015.

İzmen, E.R., Silivri Yoğurdunun Yapılışı ve Terkibi Hakkında Araştırmalar, *Yüksek Ziraat Enstitüsü*, Ankara, 1935.

Karagül-Yüceer, Y. ve İşleten, M., “Farklı kurumadde arttırım yöntemlerinin yoğurtların kalite kriterleri üzerine etkisi” ,Çanakkale, *Proje no: TOGAV- 1050024*, 2006.

Koçak, C. ve Gürsel, A., “Kefir”, **Gıda** 6(4), 11-14, 1981.

Kurdal, E. ve Demirci, M., “Erzurum ili merkezinde tüketilen yoğurtların bileşimleri üzerine bir araştırma”, **Atatürk Ü. Ziraat Fak. Dergisi** 11(1-2), 45-58, 1980.

Kurt, A., Süt Teknolojisi, 573, **Atatürk Üniversitesi Yayınları**, Erzurum, 1996.

Lopitz-Otsoa, F., Rementeria, A. Elguezabal, N. and Garaizar, I., “Kefir: A symbiotic, yeast-bacteria community with alleged healthy capabilities”, *Revista Iberoamericana Micologia*, ISSN 1130–1406, 2006.

Maeda, H., Zhu, X., Omura, K., Suzuki, S. and Kitamura, S., “Structural characterization and biological activities of an exopolysaccharide kefiran produced by *Lactobacillus kefiranofaciens* WT-2B(T)”, **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 52, 5533–5538, 2004.

Magalhães, K.T., Pereira, G.V.D.M., Campos, C.R., Dragone, G. and Schwan, R.F. “Brazilian kefir: structure, microbial communities and chemical composition”, **Brazilian Journal of Microbiology** 42(2), 693-702, 2011.

Marshall V.M., Cole W.M. and Brooker B.E., “Observations on the structure of kefir grains and the distribution of the microflora”, **Journal of Applied Bacteriology** 57 491–497, 1984.

Marshall, V.M., “Starter cultures for milk fermentation and their characteristics”, **Journal of the Society of Dairy Technology** 46, 49-56, 1993.

Meilgaard, M., Civille, G.V. and Carr, B.T., *Sensory Evaluation Techniques*, 3rd Edition, **CRC Press**, New York, USA, 1999.

Mende, S., Peter, M., Bartels, K., Rohm, H. and Jaros, D., “Addition of purified exopolysaccharide isolated from *S. thermophilus* to milk and their impact on the rheology of acid gels”, **Food Hydrocolloids** 32(1), 178-185, 2013.

Ottogalli G., Galli A., Resmini P., VOLONTERIOG., Composizione microbiologica, chimica ed ultrastruttura dei granuli di kefir. *Ann. Microbiol.* 23, 109-121, 1973.

Özer, B., Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi, *Sidas Medya*, İzmir, 2006.

Pancar E.D., Yoğurt üretiminde balık jelatininin stabilizör madde olarak kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Van, s. 66, 2013.

Peker, H., Keçiboynuzu gamı kullanarak az yağlı yoğurt ve zeytin yaprağı ekstraktı kullanarak fonksiyonel meyveli yoğurt üretimlerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, s. 80, 2012.

Piermaria, J.A., de la Canal, M.L. and Abraham, A.G., “Gelling properties of kefiran, a food-grade polysaccharide obtained from kefir grain”, *Food Hydrocolloids* 22, 1520–1527, 2008.

Renner, E., Dictionary of milk and dairying, *Printing Pustet Resenburg* 384, Germany 1991.

Rimada, P.S. and Abraham, A.G., “Kefiran improves rheological properties of glucono- $\delta$ -lactone induced skim milk gels”, *International Dairy Journal* 16(1), 33-39, 2006.

Rivière, J.W., Kooiman, P. and Schmidt, K., Kefiran, a novel polysaccharide produced in the kefir grain by *Lactobacillus brevis*”, *Archives of Microbiology*, 59(1), 269-278, 1967.

Sakamoto, H., Kumazawa, Y. and Motoki, M., “Strength of protein gels prepared with microbial transglutaminase as related to reaction conditions”, *Journal of Food Science* 59 (4), 866-871, 1994.

Schoevers, A., and Britz T.,”Influence of different culturing conditions on kefir grain increase”, *International Journal of Dairy Technology* 56, 3, 183-187, 2003.

Stepaniak, L., and Fetliński, A., “Kefir”, *In Encyclopedia of Dairy Science*, Ed. Roginski, H., Fuquay, JW, Fox, P.F. Elsevier Ltd., Oxford, UK, 1049-1054, 2002.

Tamime, A.Y. and Robinson, R.K., “Yoghurt”, “Science and technology”, *Woodhead Publishing Limited*, Cambridge, UK, 1999.

Toksöz, D., Keten tohumu protein konsantrasyonunun yoğurdun bazı nitelikleri üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tokat, s. 40, 2010.

Trevelyan, W.E. and Harrison, J.S. “Studies on yeast metabolism, 1. Fractionation and microdetermination of cell carbohydrates ”, *Biochemical Journal* 50(3), 298, 1952.

TS 1330, Yoğurt, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2006.

TS ISO 7889, Yoğurt, karakteristik mikroorganizmaların sayımı, 37°C’de koloni sayım tekniği, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2004.

Yaygın, H., “Yoğurdun beslenme değeri ve sağlıkla ilgili özellikleri”, *Gıda Dergisi* 6(5), 17-22. 1981.

Yaygın, H., Yoğurt Teknolojisi, 75, *Akdeniz Üniversitesi Yayınları*, Antalya, 1999.

Yıldırım, M. ve Yıldırım, Z. “Traditional yoghurts in Turkey”, *The 1st International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus*, Tekirdağ, Turkey, s.74-76, 15-17, April, 2010.

## ÖZ GEÇMİŞ

Fatma Çoban 01.04.1990 tarihinde Kayseri’de doğdu. İlk, orta ve lise öğretimini Kayseri’de tamamladı. 2008 yılında Selçuk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü’ne başlayıp Haziran 2012’de mezun oldu. 2012-2014 yılları arasında Kızıklı Gıda ve San. Tic. A.Ş’nde Gıda Mühendisi olarak çalıştı. 2013’te Ömer Halisdemir Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisans öğrenimine başladı. 2014-2015 yılları arasında Ömer Halisdemir Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde proje asistanlığı yaptı.