

169445

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**DONDURMA ÜRETİMİNDE PROBİYOTİK
BAKTERİ ve FRUKTOOLİGOSAKKARİT
KULLANIMININ ÜRÜN
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Duygu ERİŞİR
Süt Teknolojisi Anabilim Dalı
Bilim dalı kodu:501.10.01
Sunuş Tarihi:Şubat 2005

Tez Danışmanı:Prof. Dr. A.Sibel AKALIN

Bornova-İZMİR

III

Sayın Duygu ERİŞİR tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak sunulan “Dondurma Üretiminde Probiyotik Bakteri ve Fruktooligosakkarit Kullanımının Ürün Özellikleri Etkisi Üzerine Bir Araştırma” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 20.04.2005 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

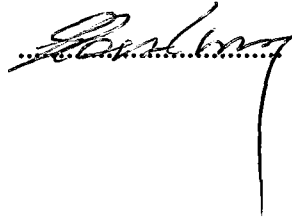
Jüri Başkanı : Prof.Dr. Sibel AKALIN



Raportör Üye: Prof.Dr. Özer KINIK



Üye : Yrd. Doç. Berna HOCALAR



ÖZET

DONDURMA ÜRETİMİNDE PROBİYOTİK BAKTERİ ve FRUKTOOLİGOSAKKARİT KULLANIMININ ÜRÜN ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

ERİŞİR, Duygu

Yüksek Lisans Tezi, Süt Teknolojisi Bölümü

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Sibel AKALIN

Şubat 2005,

Araştırmada, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium animalis* probiyotik bakterileri ile oligofruktoz ve inülin fruktooligosakkaritleri kullanılarak üretilen az yağlı probiyotik ve kontrol dondurmalarının -18°C’de 90 günlük depolama süresince fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir. Sonuçta yağ ikame maddesi özelliğine sahip inülinin dondurmanın reolojik diğer özelliklerini olumlu yönde etkilediği, oligofruktozun da benzer etki göstererek probiyotik bakterilerin gelişimini teşvik ettiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Probiyotik dondurma, *L. acidophilus*, *B. animalis*, oligofruktoz, inülin

ABSTRACT

**AN INVESTIGATION ON THE USAGE OF PROBIOTIC
BACTERIA AND FRUCTOOLIGOSACCHARIDES IN
ICE CREAM PRODUCTION**

ERISIR, Duygu

Msc in Department of Dairy Technology

Supervisor: Prof. Dr. Sibel AKALIN

Şubat 2005,

In this research; physical, chemical, microbiological and organoleptical properties of low-fat probiotic and control ice creams produced by *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium animalis* and oligofructose or inulin were examined during 90 days of storage at -18°C. As a result, it was observed that fat-substitute property of inulin influenced the rheological and the other properties of ice cream positively. Also it was determined that oligofructose showing the same influence like inulin stimulated the viability of probiotic bacteria.

Keywords : Probiotic ice cream, *L. acidophilus*, *B. animalis*, oligofructose, inulin



TEŞEKKÜR

Başta Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu olmak üzere Yüksek lisans öğrenimim boyunca, akademik alanda ve hayata dair tüm konularda yönlendirici desteğini gördüğüm sevgili hocam Prof. Dr. Sibel AKALIN'a, manevi destek ve yardımları sebebiyle Süt Teknolojisi Bölümü öğretim elemanları ve çalışanlarına, sevgi ve desteklerini tüm hayatım boyunca hissettiğim canım anne ve babama teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET.....	V
ABSTRACT.....	VII
TEŞEKKÜR.....	IX
İÇİNDEKİLER	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XIV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XVI
1- GİRİŞ	1
2- ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
3- MATERYAL ve YÖNTEM	14
3.1 Materyal	14
3.2 Yöntem.....	15

İÇİNDEKİLER (devamı)

Sayfa No

3.2.1 Probiyotik Dondurma Üretim Yöntemi	15
3.2.2 Fiziksel ve Kimyasal Analiz Yöntemleri	18
3.2.2.1 Dondurma miksinde yapılan analizler	18
3.2.2.2 Dondurmada yapılan analizler	19
3.2.3 Mikrobiyolojik Analiz Yöntemleri	20
3.2.3.1 <i>L.acidophilus</i> sayımı	20
3.2.3.2 <i>B.animalis</i> sayımı	20
3.2.4 Duyusal Analiz Yöntemleri.....	20
3.2.5 Araştırma Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi	21
4-ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	22
4.1 Fiziksel ve Kimyasal Özellikler	22
4.1.1 Dondurma miksini özellikleri	22
4.1.1.1 pH.....	23
4.1.1.2 Laktik asit	25
4.1.1.3 Viskozite	27
4.1.1.4 Hacim artışı (overrun)	29
4.1.2 Dondurmaların özellikleri	30

XIII

İÇİNDEKİLER (devamı)

Sayfa No

4.1.2.1 Kurumadde	30
4.1.2.2 pH	33
4.1.2.3 Laktik asit	35
4.1.2.4 Sertlik	38
4.1.2.5 Erime dayanımı	41
4.2 Mikrobiyolojik Özellikler	47
4.2.1 Dondurma miksini mikrobiyolojik özellikleri	47
4.2.2 Dondurmaların mikrobiyolojik özellikleri	49
4.2.2.1 <i>L.acidophilus</i> sayısı.....	49
4.2.2.2 <i>B.animalis</i> sayısı	53
4.3 Duyusal Özellikler	56
4.3.1 Eğitimli panelist ile yapılan duyusal değerlendirme sonuçları	56
4.3.2 Eğitimsiz panelist ile yapılan duyusal değerlendirme sonuçları	60
5-SONUÇ ve ÖNERİLER	62
YARARLANILAN KAYNAKLAR.....	66
ÖZGEÇMİŞ	74

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sekil No

Sayfa No

3.1 Kontrol dondurma, probiyotik dondurma, Fos içeren probiyotik dondurma üretimi akış şeması.....	17
4.1 Dondurma mikslерinin ortalama pH değеrleri değışimi.....	24
4.2 Dondurma mikslерinin ortalama %laktik asit değеrleri değışimi.....	26
4.3 Dondurma mikslерinin ortalama viskozite değеrleri değışimi	27
4.4 Dondurma mikslерinin ortalama overrun değеrleri değışimi	29
4.5 Dondurma örneklerinin depolama sırasında ortalama % kurumadde değеrlerine ait değışimler.....	32
4.6 Dondurma örneklerinin depolama sırasında ortalama pH değеrlerine ait değışimler.....	35
4.7 Dondurma örneklerinin depolama sırasında ortalama % laktik asit değеrlerine ait değışimler.....	37
4.8 Dondurma örneklerinin depolama sırasında ortalama sertlik değеrlerine ait değışimler.....	40
4.9 Dondurma örneklerinin depolama sırasında ortalama eriyen ilk damla içın geçen süre(sn) değеrlerine ait değışimler.....	42
4.10 Dondurma örneklerinin depolama sırasında ortalama erime miktarları (g) değеrlerine ait değışimler	45

ŞEKİLLER DİZİNİ (devamı)**Şekil No****Sayfa No**

- 4.11 Probiyotik dondurma mikslerinin *L.acidophilus* ve *B.animalis* sayılarına (kob/g) ait logaritmik değerlerin değişimi.....48
- 4.12 Probiyotik dondurmaların depolama süresi boyunca *L.acidophilus* sayılarına (kob/g) ait logaritmik değerlerin değişimi.....51
- 4.13 Probiyotik dondurmaların depolama süresi boyunca *B.animalis* sayılarına (kob/g) ait logaritmik değerlerin değişimi.....54

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge No</u>	<u>Sayfa No</u>
3.1 Çalışmada uygulanan dondurma reçeteleri	16
4.1 Dondurma mikslerine ait ortalama pH, laktik asit, viskozite ve hacim artışı (overrun) değerleri	23
4.2 Dondurma örneklerinin depolama sırasında ortalama % kurumadde değerleri.....	31
4.3 Dondurma örneklerinin depolama sırasında ortalama pH değerleri .	33
4.4 Dondurma örneklerinin depolama sırasında ortalama % laktik asit değerleri.....	36
4.6 Dondurma örneklerinin depolama sırasında ortalama sertlik değerleri	38
4.7 Dondurma örneklerinin depolama sırasında ortalama eriyen ilk damla için geçen süre (sn) değerleri.....	41
4.8 Dondurma örneklerinin depolama sırasında ortalama erime miktarı (g) değerleri.....	44
4.9 Probiyotik dondurma mikslerinin <i>L.acidophilus</i> ve <i>B.animalis</i> sayılarına (kob/g) ait logaritmik değerlerin değişimi.....	47
4.10 Probiyotik dondurmaların depolama süresi boyunca <i>L.acidophilus</i> sayılarına (kob/g) ait logaritmik değerlerin değişimi.....	53

ÇİZELGELER DİZİNİ (devamı)

Çizelge No

Sayfa No

4.11 Probiyotik dondurmaların depolama süresi boyunca *B.animalis* sayılarına (kob/g) ait logaritmik değerlerin değişimi.....53

4.12 Dondurma örneklerinin eğitilmiş panelistler tarafından belirlenen duyusal değerleri57

4.13 Eğitimsiz panelistler tarafından gerçekleştirilen duyusal değerlendirme sonuçları60

1-GİRİŞ

Yoğurt dondurması; son üründe istenilen özelliklere bağlı olarak başlıca süt, yağ, yoğurt starter kültürü, tatlandırıcı, stabilizatör ve emülsifiye edici maddelerin oluşturduğu karışımın, değişik lezzetlendirici maddeler ile çeşitlendirilerek dondurulması suretiyle elde edilen süt ürünüdür. Kosikowski (1981), yoğurt dondurmasını “yapısı sabitleştirilmiş ve dondurulmuş taze yoğurt” olarak tanımlamış; Tamime ve Robinson (1985) yoğurt dondurmasının fiziksel yönden dondurmaya, keskin asidik tadıyla yoğurda benzerliğini vurgulamıştır.

Düşük yağ ve şeker içeriğiyle obezite, diyabet ve kalp hastalıkları riskini azaltan; yapı özelliği ve tadıyla hem dondurma hem de yoğurda alternatif bir ürün olan yoğurt dondurması, dünyada gittikçe artan bir ilgiyle tüketilmektedir (El-Nagar et al., 2002). Özellikle Amerika ve Avrupa’da son derece sevilerek tüketilen yoğurt dondurması Amerika’da soft-serve yoghurt, Kanada’da yogiyoghurt, Güney Afrika’da snogurt, Fransa’da yogglace, Almanya’da gefrorener joghurt olarak adlandırılmaktadır (Danone, 1999).

Sağığına ve kilosuna özen gösteren insanların bilinçli bir şekilde tükettikleri, dondurmanın ferahlatıcı lezzeti ve yoğurdun besleyici değerine sahip yoğurt dondurması üç farklı metotla üretilmektedir:

a) İndirekt metot: yoğurt ve dondurma birbirinden ayrı olarak üretilmekte ve sırasıyla %30, %70 oranında karıştırılmaktadır.

- b) Dondurmanın laktik asit bakterileri ile olgunlaştırılması metodu: Dondurma miksi, donma işleminden önce *S.thermophilus* ve *L.bulgaricus* ile aşılanmakta ve 43°C’de 6-16 saat fermente edilmektedir.
- c) Direkt kültür ilavesi metodu: *S.thermophilus* ve *L.bulgaricus* dondurma miksine ilave edilir ve fermentasyon işlemi yapılmaksızın miks dondurulur (Danone, 1999).

Dondurmanın laktik asit bakterileri ile olgunlaştırılması ve direkt kültür ilavesi metotlarıyla probiyotik dondurma üretmek mümkündür. Probiyotikler; insan orijinli, sağlığa ilişkin olumlu özellik gösteren, patojen olmayan ve toksin üretmeyen, patojenlere karşı antagonistik aktiviteye sahip olan, asit ve safra tuzlarına dayanıklı kalarak canlı olarak bağırsak sistemine geçebilen, bağırsak hücrelerine tutunabilen, antimikrobiyal bileşikler oluşturabilen, bağırsak mikroflorasını stabilize edebilen, depolamada yumuşak asitliğini koruyabilen canlı mikrobiyal gıda katkı maddeleridir (Roberfroid, 2000; Akalın ve Ötleş, 2002; Saarela et al., 2002, 2000; Reuter et al., 2002).

Lactobasiller ve Bifidobakteriler, probiyotik olarak kullanılan en önemli mikroorganizmalardır. Dünyada Bifidobakteri kültürleri içeren ve AB kültürleri ile üretilen (*L.acidophilus* ve Bifidobakteri türleri) 90’dan fazla gıda maddesi olduğu, bunun 50’den fazlasının süt orijinli olup önemli bir kısmının Japonya’da pazarlandığı bildirilmektedir (Dave and Shah, 1997). İlk olarak 1899 yılında Pasteur Enstitüsünden Henry Tissier tarafından süt emen bebeklerin dışkılarından izole edilen Bifidobakterilerin probiyotik özellik gösterebilmesi için bağırsak sistemine canlı olarak

ulaşması gerekir. Bunun için de gıda maddesinin en az 10^6 kob/g (Uluslararası Sütçülük Federasyonu Standardı'na göre) bakteri içermesi ve bu üründen ortalama 300-400 g/hafta tüketilmesi gerekmektedir (Akalın, 2000; IDF, 1988; Samona et al.,1994).

Dondurmanın da tüketici sağlığında olumlu etkiler sağlamak ve güvenliğini korumak amacıyla raf ömrü boyunca 10^6 kob/g *Bifidobakteri* içermesi gerekmektedir. Değişik ülkelerde market ürünlerinde yapılan çalışma sonuçlarına göre Bifidobakterilerin fermente süt ürünlerinde zayıf canlılık gösterdiği, diğer bir ifadeyle üretim ve özellikle depolama sırasında stabilitesini koruyamadığı saptanmıştır (Dave and Shah, 1998). Üretim esnasında yaşanan problemin kaynağı Bifidobakterilerin gıda üretim zincirine ilavesinin kolay gerçekleşmemesidir. Bu organizmalar anaerobtur ve aside karşı *L.acidophilus* kadar toleranslı değildir. *L.acidophilus* 'un gelişimi pH 4.0'ın altında, Bifidobakterilerininki ise pH 5.0'ın altında engellenmektedir. Bu nedenle dondurma üretim pH'sına bağlı olarak ideal bir üründür (Shah et al., 1997). Buna karşın dondurmanın donma ve erimesi esnasında oluşan "ısı şoku" olarak adlandırılan sıcaklık değişimi, mikroorganizmaların gelişimini engelleme, metabolik aktivitesini azaltma ve hatta tamamen bitirme gibi hasarlara yol açabilmektedir. Düşük sıcaklıkların, daha yüksek canlılık oranı ve depolama süresince daha iyi koruma sağladığı ispatlanmıştır (Alamprese et al., 2002). Probiyotiklerin canlı mikroorganizma suşları olması sebebiyle, etkilerini kaybetmemeleri için soğukta saklanmaları gerektiğinden dondurma,uzun sürelerde depolama sırasında bile

probiyotik kaybını önlemede çok uygun bir gıdadır (Gomes and Malcata, 1999; Modler et al., 1990).

Zararlı bakterilerin gelişimini önleme, bağırsak fonksiyonlarını teşvik etme, mineral ve vitaminlerin emilimine ve/veya sindirimine yardımcı olma, antikanserojenik ve antimikrobiyal etki yanında kolesterolü düşürme özelliğine sahip olan Lactobasiller ve Bifidobakterilerin gelişimini teşvik etmek amacıyla uygulanan yöntemlerden biri de ürüne prebiyotik ilavesidir (Bielecka et al., 2002).

Prebiyotikler, probiyotik mikroorganizmaların aktivitelerini ve/veya gelişimlerini olumlu yönde etkileyen, sindirilemeyen, düşük enerjili (<9 kj /g) gıda ingradyenleridir. Mide ve ince bağırsakta hidrolize ve absorbe olmamalı, bağırsakta bulunan yararlı bakterileri (Bifidobacterium türleri, Lactobacillus ve Eubacterium türleri) teşvik etmeli, istenmeyen bakterilerin (*Clostridium* ve *Bacteroides*) gelişimini önlemeli, sağlığı iyileştirici yönde bağırsak florasını değiştirebilmeli, insan ve hayvan sağlığını olumlu yönde etkileyebilmelidir (Macfarlane, 1999; Roberfroid, 2000; Holzapfel, 2002).

Prebiyotiklerle ilgili olarak üzerinde sıklıkla durulan Fruktooligosakkaritler, sindirim enzimleri tarafından hidrolize edilemediğinden, kan glukozu ve insülin düzeylerini değiştirmemesi sebebiyle diyabet hastaları için düşük kalorili tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır. Fruktooligosakkaritler, aynı zamanda kalsiyum, magnezyum ve demir gibi bazı gerekli minerallerin metabolik

absorbsiyonunu güçlendirmektedir (Akalın vd., 2000; Kaplan and Hutkins, 2000).

Fruktooligosakkaritler (FOS), fruktozil birimlerinin $\beta(2\rightarrow1)$ bağıyla bağlandığı kısa ve orta zincirli D fruktanlarıdır. Polimerizasyon derecesi 2 ile 60 arasında değişmekte; 2-20 arası oligofruktoz, 20-60 arası inülin olarak ifade edilmektedir (Fooks et al., 1999; Pereira et al., 2002; Akalın vd., 2000). İnülin ve oligofruktoz gıdalarla birlikte Avrupa'da günde 3-11 g, Amerika'da ise 1-4 g arasında tüketilmektedir. Ayrıca 1 gr yağ yaklaşık 9 kkal, 1 gr karbonhidrat 4 kkal enerji verirken, 1 gr inülin ve oligofruktoz yaklaşık 1,5 kkal enerji vermektedir (Coussement, 1999; Niness, 1999; Schneeman, 1999; Seçkin ve Balkır, 2003).

Yapılan bir çalışmada insanların günde 5 g FOS tüketmesi durumunda dışkıda Bifidobakteri sayısında 1 log artış olduğu gözlenmiştir (Rastall, 2002).

Yine gönüllü insanlarla yapılan bir kontrollü beslenme çalışmasında; günde 15 g FOS tüketiminin, *Clostridium* ve *Enterobacterium* sayılarını azaltırken fekal Bifidobakteri sayısını 10 misli arttırdığı gözlemlenmiştir (Macfarlane and Cummings, 1999). Ancak fazla miktarda FOS tüketimi bazı sindirim problemlerine yol açmaktadır (Hammes and Hertel, 2002).

Dondurmada lif içeriğini arttırmak amacıyla kullanılan inülinin lezzeti olumsuz yönde etkilemeksizin yağ veya şeker ikamesi olma gibi

fonksiyonel özelliği de bulunmaktadır. Yağ ikamesi olma özelliği; dondurmanın sıvı faz yapısını dengeleyerek ağızda kremi tad oluşturmasından kaynaklanmaktadır (El-Nagar et al., 2002).

Oligofruktoz ise sakkaroz veya mısır şurubuna benzer fonksiyonel özellik göstererek şeker ikame maddesi olarak dondurmanın kalorisini azaltır ve bunun yanında lifçe zenginleşmesini sağlar. Oligofruktoz, inülin, mısır şurubu gibi tatlandırıcılar dondurmaya yapı kazandırarak viskoziteyi artırır, donma noktasını düşürürler (Schaller and Smith, 1999; 2001).

Tüm bu özellikleri sebebiyle dondurma üreticilerinin dikkatini çeken Fruktooligosakkaritler, halen fonksiyonel gıdaların önemli bir bileşeni olarak değerlendirilmekte ve dondurmada geniş çapta kullanımıyla daha çok bilinçli ve sağlıklı tüketiciye ulaşacağı ön görülmektedir (Goff and Modler,1996).

Bu kapsamda projenin amacı; yüksek sayıda ($>10^6$ adet/gr) probiyotik bakteri (*L.acidophilus* ve *B.animalis*) içeren az yağlı dondurma üreterek depolama süresince üründeki bakteri canlılıklarını ve dondurmanın diğer özelliklerini gözlemlemek, ayrıca gıda maddelerinde hem yağ ikame maddesi olarak kullanılan, hem de probiyotiklerin gelişimini teşvik edebilen fruktooligosakkaritlerin dondurmanın reolojik ve diğer özelliklerine olan etkisini belirlemektir.

2-ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Probiyotik özellik taşıyan mikroorganizmaların insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri ilk defa 1908 yılında Nobel ödüllü Rus araştırmacı Elie Metchnikoff tarafından ortaya atılmış, bugün kullanılan probiyotik terimi ise, 1989'da Fuller tarafından geliştirilmiş olup; intestinal sistemin mikrobiyal dengesini geliştirerek konakçı sağlığı üzerinde yararlı etkileri olan canlı mikrobiyal gıda katkıları olarak tanımlanmıştır (Shortt, 1999; IDF, 2000; Çakmakçı, 2004).

Kültürlü dondurma ise ilk olarak Danimarka'da 1960'larda yapılmış, fakat tüketiciler tarafından tadı fazla asitli bulunmuştur. Daha sonraki yıllarda teknolojisi geliştirilerek daha yumuşak bir tat alması sağlanmış ve üründeki uygulamaları yaygınlaştırılmıştır (Christiansen et al., 1996).

Son yıllarda probiyotik dondurma üzerine yapılan çalışmalara baktığımızda; Christiansen et al.,(1996), probiyotik dondurma üretiminde değişik miktarlarda *B.animalis* ve *L.acidophilus* ile fermente edilmiş ticari sütleri kullanmışlardır.%25 ile %75 arasında değişen oranlarda kullanılan sütlerle hazırlanan dondurma mikslarına belirli oranlarda vanilya ve şeker ilave edilmiştir. Dondurma miksi 70 °C'ye kadar ısıtılmış ve 100 kg/cm² basınçta homojenize edilmiştir. Daha sonra 75 °C'de 1 dakika pastörize edilmiş ve 4 °C'de 24 saat olgunlaştırılmıştır. Karışım dondurma makinesinden geçirilmiş ve -20 °C'de 16 hafta muhafaza edilmiştir.% 25 -50 fermente sütle hazırlanan

dondurma miksleri olgunlaştırma aşamasından sonra kontrol grubuyla karşılaştırılmış, yoğunluk ve viskozite açısından önemli farklılıklar bulunmamıştır. Overrun sayısı; %25 ve %50 fermente sütle hazırlanan dondurma miksine hemen hemen aynı, kontrol dondurma miksine göre ise daha düşük olarak bulunmuştur. pH ise fermente sütle hazırlanan dondurma mikslerinde daha düşük bulunmuştur. *L.acidophilus* sayıları MRS agar kullanılarak 37 °C'de 72 saat aerobik inkubasyondan sonra, *B.animalis* sayıları MRS-NNL agar (nalidiksik asid, neomisin sülfat, lityum klorid) kullanılarak 37 °C'de 72 saat anaerobik inkubasyondan sonra belirlemiştir. Bu sayımlara göre dondurma miksini olgunlaştırılmasından hemen sonra canlı bakteri sayısında hemen hemen hiç azalma olmadığını, dondurma işleminden sonra canlı bakteri sayısında 0.6-1 log 'lık bir azalma meydana geldiğini, bu aşamada *L.acidophilus* sayısının $1,2 \times 10^7$ kob / ml ve *B.animalis* sayısının 6×10^7 kob/ml olduğunu, yine -20 °C'de 16 haftalık depolama işleminde sonra bakteri sayısının her iki bakteri için de $0.5-1 \times 10^7$ kob/ml seviyesinde olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlara göre 16 haftalık depolama sonrasında bile yüksek sayıda bakterini canlı kaldığını, ancak overrun sayısının düşük, tadının biraz ekşi olduğunu; buna rağmen bu metodla dondurmanın üretilbileceğini belirtmişlerdir.

Hekmat ve McMahon (1992); *L.acidophilus* ve *B.animalis* bakterileri ile yaptıkları probiyotik dondurmada, bu bakterilerin -29 °C'deki muhafaza süresince canlı kalması ve β -galaktosidaz enziminin aktivitesini izlemişlerdir. Dondurma miksini hazırlanmasında %12 yağ, %11 yağsız süt tozu, % 0.32 emülsifiyer-stabilizatör, % 12.5 şeker ve

%4.5 mısır şurubu kullanmışlardır. Dondurma miski 94.4 °C'de 28 sn pastörize edilmiş, 17.5 Mpa basınçla homojenize edilmiş ve +4 °C'de 1 gece olgunlaştırılmıştır. Daha sonra miks iki eşit kısma ayrılmış, mikslardan birine 82 °C'de 30 dakika ısıtma işlemi uygulanıp 41 °C'ye soğutulmuş, diğer miks ise ısıtma işlemi uygulanmaksızın 41 °C'ye ısıtılmış, daha sonra her iki mikse de %4 oranında kültür ilave edilip iyice karıştırıldıktan sonra 5 saat 42 °C'de fermentasyon işlemi uygulanmıştır. Daha sonra mikslar soğutulmuş, %10 oranında çilek aroması ilavesiyle dondurma makinesinden geçirip, -29 °C'de sertleştirilmiş ve 17 hafta muhafaza edilmiştir. Depolamanın 1 , 5 , 9 , 13 ve 17. haftalarında probiyotik bakterilerin sayımı yapılmıştır. Bir haftalık muhafaza sonrası *L.acidophilus* sayısı $1,5 \times 10^8$ kob / ml , *B.animalis* sayısı ise $2,5 \times 10^8$ kob / ml ; 17 hafta sonra ise *L.acidophilus* sayısı 3×10^6 kob / ml , *B.animalis* ise 1×10^7 kob / ml olarak bulunmuştur.

Hagen ve Narvhus (1999), *L.reuteri*, *L.acidophilus*, *B.animalis* ve *L.rhamnosus* olmak üzere 4 farklı bakteri kültürü kullanarak probiyotik dondurma üretmişlerdir. Dondurma miksları %10 yağ, % 12 yağsız süt kuru maddesi, %12.5 şeker, %0.8 stabilizatör-emülgatör ve 0.3 vanilya içerecek şekilde hazırlanmıştır. Hazırlanan karışım 75 °C'de 2 dakika pastörize edilmiştir. Daha sonra 65 °C'ye soğutulmuş 175 kp/cm² basınçta homojenize edilmiş ve 4 °C'de 24 saat olgunlaştırılmıştır. Hazırlanan bu dondurma mikslarına daha önce ayrı bir yerde belirtilen kültürlerle 12 saat 37 °C'de fermente ettirilerek hazırlanmış olan %10 oranındaki fermente süt ilave edilmiştir. Bu şekilde hazırlanan dondurma miski 2 kısma ayrılmış, parçalardan birine %0.2 gliserol ilave edilip

dondurma makinesinden geçirilerek dondurma üretilmiştir. Üretilen dondurmalarda canlı bakteri sayılarına; fermentasyon sonrası, dondurma işleminden hemen sonra, depolamanın 1, 4, 16 ve 52. haftalarında bakılmıştır. Dondurma işlemi sonrasında bakteri sayısında 0.7-0.8 log birimlik azalma meydana gelmiştir. Dondurma işlemi sonrası bakteri sayısının *B.bifidum* için 7 log kob/g , *L.rhamnosus* için 7.4 log kob / g , *L.reuteri* için 7.5 log kob / g ve *L.acidophilus* için 6.75 log kob / g olduğu belirtilmiştir. Bakteri sayısında 52 haftalık depolama sonrasında önemli bir azalış olmadığı saptanmıştır. Eklenen gliserolün ise bakterilerin canlı kalması üzerine etkili olmadığı bildirilmiştir. Bu şekilde üretilen dondurmaların pH'larının 6.1 - 6.3 arasında olduğu, dondurmalarda yapılan duyuşal testlerde ürünün fazla probiyotik tat olarak hissedilmediği, *L.reuteri* ile hazırlanan dondurmanın hafif ekşi tada sahip olduğu ancak bütün dondurmaların kabul edilebilirliklerinin yüksek olduğu bildirilmiştir.

Alamprese et al.,(2002), probiyotik dondurma üretiminde *L.johnsonii* La1 bakterisini kullanmışlardır. Bu bakterinin dondurma karakteristikleri üzerine olan etkileri yanında, bazı stres faktörlerinin bakteri üzerindeki etkilerini de araştırmışlardır. Dondurma miksi hazırlanıp 85 °C'de pastörize edildikten sonra 4 °C'ye soğutulmuş ve probiyotik kültür katılmıştır. +4°C'de 24 saat olgunlaştırma işleminden sonra dondurma makinesinden geçirilerek dondurma yapılmıştır. Dondurma miksi iki farklı şeker oranı (%15 ve 20) ve iki farklı yağ oranı (%5 ve 10) olacak şekilde farklı tiplerde hazırlanmıştır. Üretilen dondurmalar iki farklı sıcaklıkta (-28 °C ve -16

°C) depolanmışlardır. Araştırmacılar, mikroorganizma, şeker ve yağ içeriğinin dondurmanın pH ve viskozitesini etkilediği halde, asitlik üzerine etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Dondurmanın erime özellikleri üzerine şeker ve yağ oranının çok etkili olduğu, dondurma işlemi sonrasında bakteri popülasyonunda 0.2 - 0.3 log birim azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 240 günlük depolama sonrasında bakteri popülasyonundaki azalışın önemli olmadığı da saptanmıştır.

Davidson et al.,(2000), az yağlı dondurma miksini, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium longum* probiyotik bakterileri yanında yoğurt kültürü ile fermente ederek dondurmaya işledikten sonra 11 hafta -20°C'de depolamış, bu süre sonunda ürünlerdeki canlı bakteri sayısı saptamış ve duyuşal değerlendirmeye tabi tutmuşlardır. %4 oranında yağlı dondurma miksi; 1157.7 g krema, 1198.6 g yağsız kurumadde, 1276.4 g yağsız süt, 1847.8 g sakkaroz, 1539.1 g mısır şurubu ve 140.7 g stabilizatörden meydana gelmektedir. Dondurma karışımı 68°C'de 30 dakika pastörize edilerek 3.3°C'ye soğutulmuş ve 24 saat olgunlaştırılmıştır. Daha sonra miks tekrar 40°C'ye ısıtılmış, miks ağırlığının %0,2'si kadar yoğurt kültürü ve %0,02'si kadar probiyotik kültürler ilave edilmiştir. pH 5.6'ya ulaştığında fermentasyona son verilip dondurma makinesinden geçirilerek dondurulmuştur. Yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda 11 haftalık depolama periyodunda *L.bulgaricus* ve *S.thermophilus* bakterilerinin başlangıçtaki sayılarından önemli derecede azalma göstermediği ve 6.5 -7 log kob/ml arasında olduğu, *L.acidophilus* 'un 6.8 log kob/ml, *B.longum* sayısının ise 6.9 log kob/ml olduğu saptanmıştır. Yapılan duyuşal değerlendirmede probiyotik

dondurmanın, yoğurt dondurmasına göre daha asitli tada sahip olduğu saptansa da bunun kabul edilebilirlik düzeyinde olduğu belirlenmiş ve depolama süresince bakterilerin canlılıklarını koruyabilmeleri sebebiyle tüketime sunulabileceği tespit edilmiştir.

El-Nagar et al.,(2002), çeşitli oranlarda inülin ilave edilmiş yoğurt dondurmalarının reolojik ve duysal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında öncelikle yoğurt üretimini gerçekleştirmiş daha sonra hazırladıkları dondurma miksiyle 1:1 oranında karıştırmışlardır. İnülin miktarı arttıkça dondurma miksinin viskozitesinin ve dondurmanın sertliğinin arttığı, erime süresinin de uzadığı saptanmıştır.Yapılan duysal değerlendirmede inülin ilavesinin, örneklerin duysal karakteristiklerini geliştirdiği, dondurmanın ağızda eriyebilirliğini azalttığı tespit edilmiş, sonuç olarak inülinin lif oranını arttırması gibi besleyici yararının yanında su bağlama kapasitesine bağlı olarak dondurmanın yapısını düzenlemesi sebebiyle piyasada daha yaygın yer alması gerekliliğini savunmuşlardır.

Schaller ve Smith (1999); az yağlı dondurma yapımında 42DE(Dekstroz eşdeğeri) mısır şurubu yerine inülin kullanımının ürün üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. %3.3 yağ, %11.4 yağsız kurumadde, %9.5 sakkaroz, %6.7 mısır şurubu ve inülin, %0.2 stabilizer/emülsifiyer, %68.9 su formülasyonlu mikse sırasıyla %6.7, %3.35 ve %0 mısır şurubu, %0, %3,35 ve % 6.7 oranında inülin ilave edilmiştir. Hazırlanan miksler yüksek sıcaklık kısa sürede (81°C’de 30 sn.) pastörize edilmiş ve daha sonra iki aşamada homojenize edilmiştir. Yapılan incelemede %100

inülininden meydana gelen dondurma miksinin viskozite değeri, %100 42DE mısır şurubundan meydana gelen dondurma miksine göre daha yüksek çıkmıştır. Bunun sebebi olarak inülinin miksin kurumadde oranını yükselterek viskoziteyi de arttırmasının yanında, polisakkaritlerin su tutma özellikleri dolayısıyla viskozitenin arttığını belirtmişlerdir. Ayrıca donma noktalarına bakıldığında kurumadde oranıyla yakından ilgili olarak inülin ilaveli dondurma miksinin daha düşük donma noktasına sahip olduğu saptanmıştır. Duyusal değerlendirmeye göre %100 mısır şurubundan elde edilen dondurma miksi, %100 inülininden elde edilene göre daha buzlu ve daha az çiğnenebilir bulunmuştur. Ayrıca inülinin uzun polimer zincirlerinden oluşması sebebiyle %100 inülininden elde edilen dondurma miksi daha az tatlı olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak inülinin kullanım alanlarının genişlemesi amacıyla araştırmalar yapılması önerilmiştir.

3- MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Araştırmanın materyalini E.Ü.Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü'nde üretilen ve iki farklı probiyotik bakteri suşu ile iki farklı fruktooligosakkarit tipi içeren az yağlı probiyotik dondurma örnekleri oluşturmaktadır.

Dondurma örneklerinin hazırlanmasında kullanılan **İnek sütü**, E.Ü.Ziraat Fakültesi Menemen Araştırma Uygulama ve Üretim Çiftliği'nden; **Krema**, Pınar Süt Mamülleri Sanayi A.Ş. (Kemalpaşa,İzmir)'den; **Yağsız süt tozu**, Akova Süt ve Gıda Mamülleri San.ve Tic.A.Ş. (Sedirler çarşısı, No:113 Konya)'den ; ***L.acidophilus*** ve ***B.animalis*** kültürleri, Chr.Hansen Laboratuvarları (Chr.Hansen A/S 10-12 Boege Alle DK.2970 Hoersholm,Danimarka)'ndan; **Cremodan SE 30** stabilizatör/emülgatörü, Danisco A/S (Langebrogade DK-1001,Copenhagen,Danimarka)'den; **İnülin** (Fibruline XL) ve **Oligofruktoz** (Fibrulose 97) **Fruktooligosakkaritleri** Cosucra (Cosucra S.A., B-7643 Fontenoy, Belçika)'dan; **Glikoz şurubu (G-40)**, Cargill (Mahir İz Caddesi 30/1 81190 Üsküdar, İstanbul)'den temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Probiyotik Dondurma Üretim Yöntemi

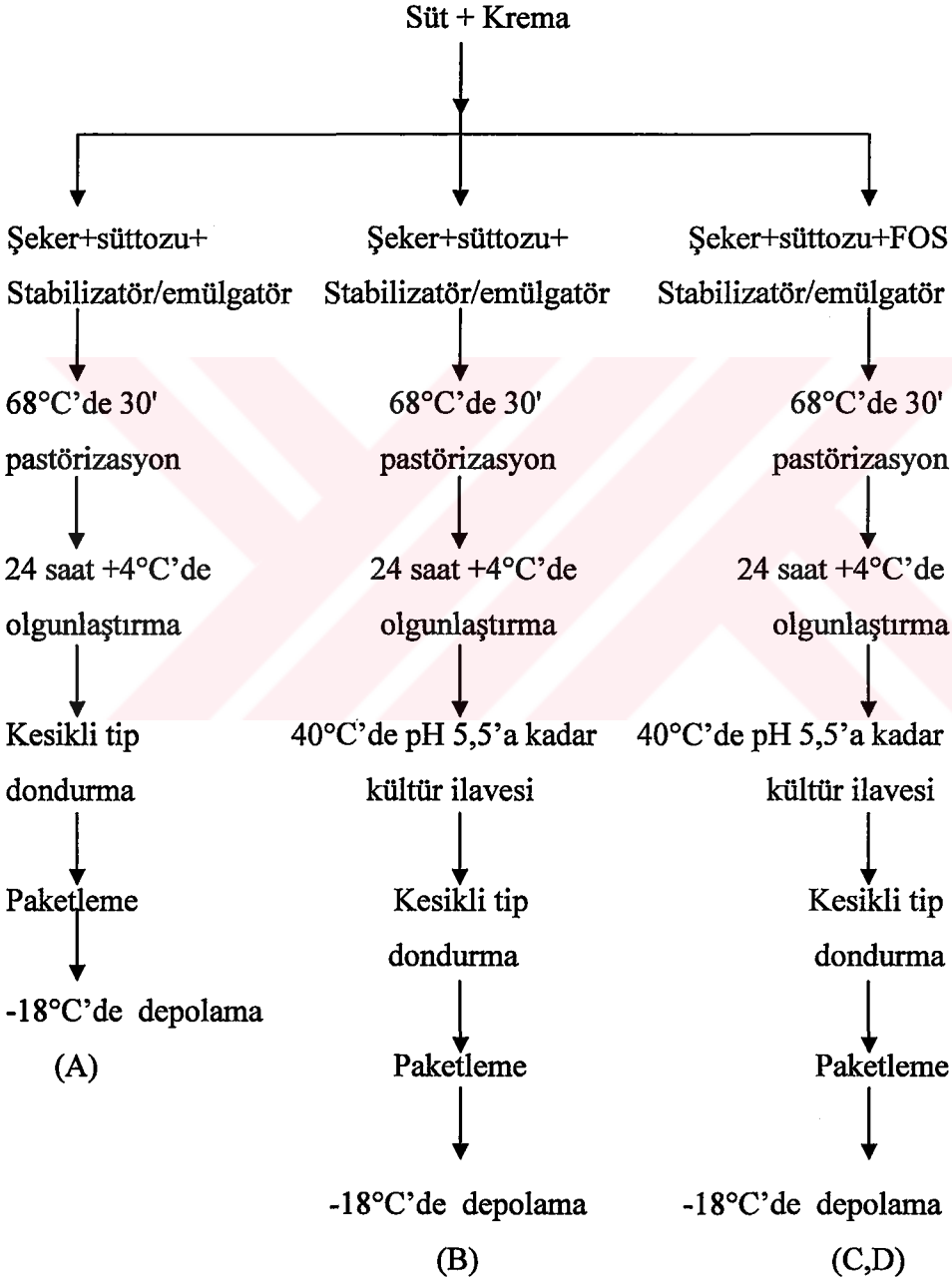
Çiğ inek sütü ve kremanın gravimetrik yöntemle kurumadde oranı, Gerber yöntemiyle de yağ oranı belirlenerek, belirtilen reçeteler doğrultusunda (Çizelge 3.1) dondurma üretiminde gerekli süt, krema, süt tozu, sakkaroz, mısır şurubu, stabilizer/emülsifiyer miktarları ile kültürde bulunan canlı bakteri sayısı ve son üründe bulunması gereken probiyotik bakteri sayısı dikkate alınarak Chr.Hansen Laboratuvarı'nın önerdiği *L.acidophilus* *B.animalis* kültürleri miktarı; Cosucra'nın önerdiği Fibruline XL ve Fibrulose 97 miktarları hesaplanmıştır (Çizelge 3.1).

Dondurma üretiminde ilk olarak şeker, süttozu, stabilizer/emülsifiyer (A,B,C,D için); mısır şurubu (A,B için); oligofruktoz (C için) inülin (D için) süt ve krema ile karıştırılarak 68°C' de 30 dakika pastörizasyona tabii tutulmuş, daha sonra 24 saat +4°C 'de olgunlaştırma işlemi uygulanmıştır. 40°C 'de pH 5,5 'a kadar kültür ilavesi ile fermente edilmiştir (B, C, D için). Soğutulan miksler kesikli tip dondurucuda dondurmaya işlenmiş,ve 250g'lık plastik ambalajlara doldurularak -18° C 'de depolanmıştır (Şekil 3.1).

Çizelge 3.1 Çalışmada uygulanan dondurma reçeteleri (%)

%	Kontrol Dondurma (A)	Probiyotik Dondurma (B)	FOS'li Probiyotik Don. (C)	FOS'li Probiyotik Don. (D)
Sakkaroz	13	13	13	13
Mısır Şurubu (42 DE)	4	4	-	-
Yağ	4	4	4	4
SYKM	12	12	12	12
Stabilizer/ emülsifiyer	0,65	0,65	0,65	0,65
<i>L.acidophilus</i> , <i>B.animalis</i>	-	0,1	0,1	0,1
Fibrulose 97	-	-	4	-
Fibruline XL	-	-	-	4

Şekil 3.1: Kontrol Dondurma(A), Probiyotik Dondurma(B), FOS içeren Probiyotik Dondurma(C,D) üretimi akış şeması



90 gün süreyle -18°C 'de depolanan ürünler 1., 30., 60. ve 90. günlerde fiziksel, kimyasal, duyu ve mikrobiyolojik analizlere tabi tutulmuşlardır. Araştırma 2 paralel halinde yürütülmüştür.

3.2.2 Fiziksel ve Kimyasal Analiz Yöntemleri

3.2.2.1 Dondurma miksinde yapılan analizler

pH :

Beckmann SS 03 Zeromatik pH metre kullanılarak tespit edilmiştir.

Asitlik :

9 gr örnek alınarak üzerine 9 ml saf su ilave edilmiş %2 lik fenolftalein indikatörlüğünde N/10 luk NaOH ile titre edilerek % süt asidi cinsinden hesaplanmıştır (Oysun, 2001).

Viskozite :

Brookfield RVT Viskozimetresi (20 rpm dönüş hızlı) ile belirlenmiştir. 15 °C'deki 300 g dondurma miksi bir spatül ile 60 saniye karıştırılarak ortalama değer alınmış, bu değer RV viskozimetre modeli faktörü (2000/N, N=20 rpm) ile çarpılarak sonuç cp (centipoise) olarak verilmiştir (El-Nagar et al., 2002).

Hacim genişlemesi (overrun):

Ağırlık esasına göre belirlenmiştir (Godward and Kailasapathy, 2003).

3.2.2.2. Dondurmada yapılan analizler

Kurumadde :

Örneklerin sabit tartıma getirilmiş kurumadde kaplarına alınarak, 110°C’de 2 saat kurutulması ile gravimetrik olarak belirlenmiştir (Oysun, 2001).

pH :

Beckmann SS 03 Zeromatik pH metre kullanılarak tespit edilmiştir.

Asitlik :

9 gr örnek alınarak üzerine 9 ml saf su ilave edilmiş %2 lik fenolftalein indikatörlüğünde N/10 luk NaOH ile titre edilerek % laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (Oysun, 2001).

Sertlik:

Surberlin PNR 6 Penetrometre aleti kullanılarak tespit edilmiştir. Sertlik indeksi; -8°C’deki dondurma örneklerine 91,6 g ağırlığındaki penetrometre başlığının 5 saniyedeki batma derinliği esas alınarak hesaplanmıştır (Güven and Karaca, 2002).

Erime dayanımı

Belirli miktardaki (25g) ve belirli sıcaklıktaki (-16°C) dondurma örneklerinin erime dayanımı; 20°C’deki ortam sıcaklığında, 1mm’lik filtre yardımıyla tespit edilmiştir (Christiansen et al., 1996).

3.2.3 Mikrobiyolojik Analiz Yöntemleri

Hem dondurma mikslerinde hem de dondurma örneklerinde *L.acidophilus* ve *B.animalis* sayımı yapılmıştır.

3.2.3.1 *L.acidophilus* sayımı :

MRS agar kullanılarak dökme plaka yöntemiyle ekim yapılmış 37°C 'de 72 saat aerobik ortamda inkübasyon sonunda tespit edilen koloniler sayılmıştır (Christiansen et al., 1996).

3.2.3.2 *B.animalis* sayımı :

MRS-NNL(nalidixic acid, neomycin sulfate, lithium chloride) agar kullanılarak dökme plaka yöntemiyle ekim yapılmış, 37°C 'de 72 saat anaerobik ortamda inkübasyon sonunda tespit edilen koloniler sayılmıştır (Christiansen et al., 1996).

3.2.4 Duyusal Analiz Yöntemleri

Eğitimli panelistler için :

7 eğitimli panelist; 0-8 skala aralığındaki,3 haneli ürün kodu verilen, her örneğin kendi içinde değerlendirildiği puanlama sistemiyle, belirtilen nitelikler göz önüne alınarak, panel öncesi oda sıcaklığında (18°C) 8 dakika bekletilen dondurma örneklerini duyusal değerlendirmeye tabi tutmuşlardır (Bodyfelt et al., 1988;Altuğ, 1993; Nagar et al., 2002).

Eğitimsiz panelistler için :

Dondurma rnekleri; tüketime sunulan sıcaklıkta (-12°C), 9 ifadeli hedonik skala ile 120 eğitimsiz panelist tarafından duyusal değerlendirmeye tabi tutulmuştur (Uysal, 2004; Altuğ, 1993; Tekinşen, 1987).

3.2.5. Araştırma Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirmesi

Analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesinde varyans analizinden yararlanılmıştır. Bu analiz sonucunda önemli çıkan faktörlerin alt grup ortalamaları, çoklu karşılaştırma yöntemi olan Duncan testine göre karşılaştırılmıştır (Lizasoain and Joaristi, 1995).

4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Dondurma örneklerinin -18°C 'de 3 ay depolanması sırasında 1., 30., 60. ve 90. günlerde belirlenen fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duysal özellikleri bu bölümde ele alınmıştır.

4.1 Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

Belirlenen reçeteye göre hazırlanan A,B,C,D örneklerine ait mikslerde pH, laktik asit, viskozite; dondurma örneklerinde ise kurumadde, pH, laktik asit, hacim genişlemesi(overrun), sertlik ve erime dayanımı değerleri tespit edilmiştir. Ayrıca depolamanın ilk gününde tüm örneklerin yağ oranları %4 olarak tespit edilmiştir.

4.1.1 Dondurma miksinin özellikleri

Pastörizasyondan sonra 24 saat süreyle $+4^{\circ}\text{C}$ 'de olgunlaştırılmış dondurma miksllerinden A örneği direkt olarak; B,C,D örnekleri ise pH 5,5'a gelince pH, laktik asit, viskozite analizlerine tabii tutulmuştur. Bu analizlere ait sonuçlar Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Dondurma mikslerinin ortalama pH, % laktik asit, viskozite ve hacim artışı (overrun) değerleri* (n=4)

Ürün Çeşidi	pH	% Laktik Asit	Viskozite (cp)	% Hacim Artışı (overrun)
A	6,90±0,00 B	0,15±0,06 A	1755±5,77 A	23,60±3,99 A
B	5,52±0,05 A	0,56±0,15 B	2980±29,44 B	27,56±1,92 AB
C	5,52±0,05 A	0,56±0,15 B	3350±115,61 C	31,68±1,31 B
D	5,47±0,05 A	0,57±0,00 B	3905±404,19 D	50,57±2,50 C
	5,86±0,62	0,46±1,84	2998±837,25	33,35±11,23

* Aynı sütunda farklı harflerle (A,B,C,D) işaretlenen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05).

A: Kontrol dondurma miksi

B: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve mısır şurubu içeren probiyotik dondurma miksi

C: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibrulose 97 içeren probiyotik dondurma miksi

D: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibruline XL içeren probiyotik dondurma miksi

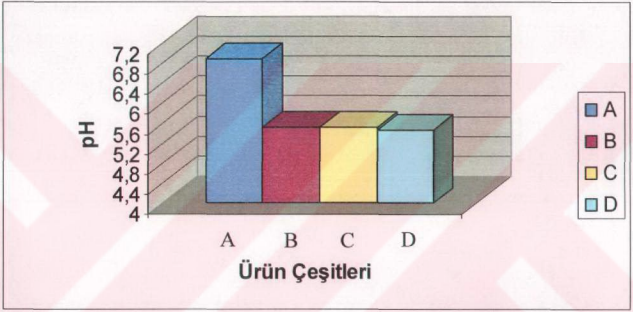
Yapılan tüm analizler, tek tek incelendiğinde:

4.1.1.1 pH

Yapılan analiz sonucu kontrol dondurma miksini (A) pH değeri 6,90±0,00; *L.acidophilus*, *B.animalis* ve mısır şurubu içeren probiyotik dondurma miksi (B) ile *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibrulose 97 içeren probiyotik dondurma miksini (C) pH değeri 5,52±0,05; *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibruline XL içeren probiyotik dondurma miksini (D) pH

değeri $5,47 \pm 0,05$ olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara ait pH değerleri değişimi Şekil 4.1 'de görülmektedir.

Şekil 4.1 Dondurma mikslerinin ortalama pH değerleri değişimleri (n=4)



Varyans analizi ve Duncan testi ile yapılan istatistiksel değerlendirmede, ürün çeşidine ait F değerinin $P < 0,05$ olması ürün çeşidinin pH değeri üzerinde etkili olduğunun göstergesidir. Doğal olarak kontrol dondurma miksini (A) pH değeri diğerlerine göre yüksek $P < 0,05$; B, C, D dondurma mikslerinin pH değerlerinin ise birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir ($P < 0,05$).

Hekmat and McMahon (1992), tarafından yapılan probiyotik dondurma çalışmasında dondurma miksi 79.4°C 'de 28 saniye pastörize edildikten sonra miksini bir kısmı 82°C 'de 30 dakika ek bir ısı işleme

tabi tutulmuş,sonrasında 41°C'ye soğutulduktan sonra kültür ilavesi yapılmış, diğer kısma ise herhangi bir ilave ısı işlem uygulanmaksızın kültür ilave edilmiştir. Dondurma miksinin pH değeri analizleri incelendiğinde, ısı işlem uygulanmış dondurma miksinde, diğerine göre asit üretiminin daha hızlı gerçekleştiği ve daha tutarlı olduğu gözlenmiştir.

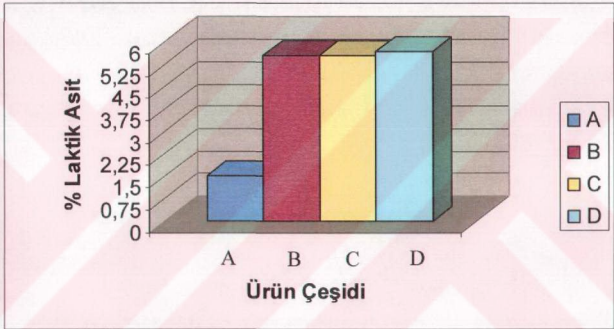
Alamprese et al., (2002), dondurma miksinin iki farklı şeker (%15 ve 20), iki farklı yağ(%5 ve 10) oranı ile hazırlayarak iki farklı sıcaklıkta (-16°C ve -28°C) depoladıkları *L.johnsonii* kültürlü probiyotik dondurma çalışmalarında dondurma miksi hazırlanıp 85°C'de pastörize edildikten sonra 4°C'ye soğutulmuş ve probiyotik kültür ilave edilmiştir. Miks pH değerlerine bakıldığında 6.55 ile 6.64 arasında değiştiği saptanmıştır.

4.1.1.2 Laktik asit

Dondurma örneklerine ait mikslerin % Laktik asit cinsinden belirlenen asitlik değerlerine ait istatistik değerlendirmede ürün çeşidine ait F değerinin $P<0,05$ olması nedeniyle, ürün çeşidinin asitlik değeri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Kontrol dondurma miksinin (A) ortalama %laktik asit miktarı ($0,15\pm0,06$) *L.acidophilus*, *B.animalis* ve mısır şurubu içeren probiyotik dondurma miksi (B), *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibrulose 97 içeren probiyotik dondurma miksi (C) ve *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibruline XL içeren probiyotik dondurma miksinin (D) % laktik asit miktarından daha düşük bulunmuştur ($P<0,05$). Diğer yandan B,C ve D miks örneklerinin %laktik asit

değerleri $0,56 \pm 0,15$ ile $0,57 \pm 0,00$ arasında değişmiş ve istatistik olarak fark göstermemiştir ($P > 0,05$). Dondurma mikslerine ait laktik asit değerleri değişimleri Şekil 4.2’te verilmiştir.

Şekil 4.2 Dondurma mikslerinin ortalama % laktik asit değerlerinin değişimi (n=4)

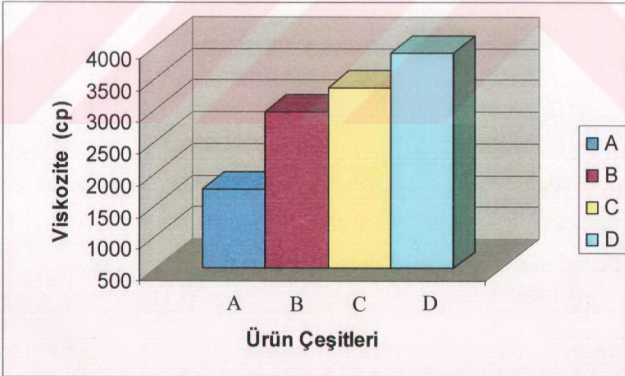


Alamprese et.al.,(2002), dondurma miksini iki farklı şeker(%15 ve 20), iki farklı yağ(%5ve 10) oranı ile hazırlayarak iki farklı sıcaklıkta (-16°C ve -28°C) depoladıkları *L.johnsonii* kültürü probiyotik dondurma çalışmalarında dondurma miksi hazırlanıp 85°C ’de pastörize edildikten sonra 4°C ’ye soğutulmuş ve probiyotik kültür ilave edilmiştir. Mikslerin asitlik değerlerinin 0,010 meq/g ile 0,017 meq/g arasında değiştiği gözlenmektedir. Araştırmamızda da probiyotik dondurma mikslerinin % laktik asit cinsinden belirlenen asitlik değerlerinin birbirlerine yakın sonuçlar gösterdiği tespit edilmiştir.

4.1.1.3 Viskozite değeri

İstatistiksel olarak $P < 0,05$ düzeyinde yapılan değerlendirme sonucunda mikslerin viskozite değeri üzerinde ürün çeşidinin önemli derecede etkili olduğu tespit edilmiştir. Uygulanan Duncan testine göre mikslerin birbirlerinden oldukça farklı oranlarda viskozite değerine sahip olduğu gözlenmektedir ($P < 0,05$). En yüksek değer *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibruline XL içeren D probiyotik dondurma miksinde, en düşük değer ise A kontrol dondurmasında belirlenmiştir. Tüm mikslerin viskozite değerlerine ait değişimler Şekil 4.3’de verilmiştir.

Şekil 4.3 Dondurma mikslerinin ortalama viskozite değerleri değişimi (n=4)



Alamprese et al., (2002), dondurma miksini iki farklı şeker(%15 ve 20), iki farklı yağ(%5ve 10) oranı ile hazırlayarak iki farklı sıcaklıkta (-16°C ve -28°C) depoladıkları *L.johnsonii* kültürlü probiyotik dondurma çalışmalarında yağ ve şeker oranı arttıkça viskozite değerinin de arttığı tespit edilmiştir.

El-Nagar et al.,(2002), çeşitli oranlarda inülin ilave edilmiş yoğurt dondurmaları üretimi çalışmalarında, inülin oranı arttıkça viskozite değerinin de arttığı belirlenmiştir.

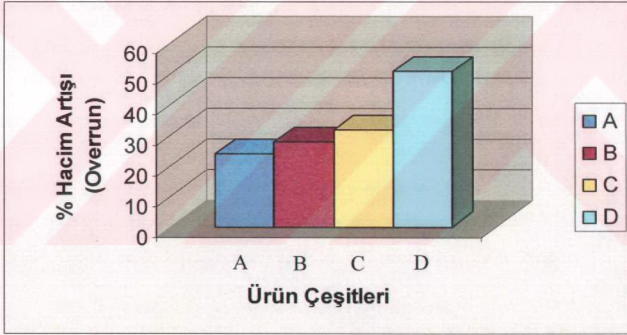
Schaller ve Smith (1999); az yağlı dondurma yapımında 42DE mısır şurubu yerine inülin kullanımının ürün üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında, inülin içeren mikslerin viskozite değerlerinin mısır şurubu içeren mikslerin viskozite değerlerinden daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Şeker varlığında polisakkaritlerin su tutma özelliklerinin güçlenmesi ve inülinin süt proteinleriyle olan potansiyel etkileşimi sebebiyle, diğer çalışmalarda olduğu gibi araştırmamızda da inülin viskoziteyi arttırmış, Fibruline XL içeren D dondurması miksi; Fibrulose 97 içeren C dondurması miksinden ve 42DE mısır şurubu içeren A ve B dondurma mikslerinden daha viskoz yapı sağlamıştır.

4.1.1.4 Hacim artışı (overrun)

Ağırlık esasına göre hesaplanan hacim artışı yüzdelerine bakıldığında en az artışın %23,60 ile A kontrol örneğinde, en fazla artışın ise %50,57 ile D örneğinde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Bu sonuçlara ait hacim artışı (overrun) değerleri değişimi Şekil 4.4’de görülmektedir.

Şekil 4.4 Dondurma mikslerinin ortalama hacim artışı değerleri değişimi (n=4)



Varyans analizi ve Duncan testi ile yapılan istatistiksel değerlendirmede ürün çeşidine ait F değerinin $P < 0,05$ olması söz konusu faktörün overrun üzerinde etkili olduğunun göstergesidir.

Godward and Kailasapathy (2003), probiyotik dondurma çalışmalarında hacim artışını %40-50 olarak; Haynes ve Playne (2002); az yağlı dondurmada probiyotik kùltür canlılığı ile ilgili çalışmasında %48-58 arasında hacim artışı olduğunu tespit etmişlerdir. Diğer yandan kesikli tip dondurucu kullanarak *L.johnsonii* kùltürlü probiyotik dondurma üreten Alamprese et al., (2002), hacim artışı değęerlerinin %22,5-27,6 arasında değıştiğini; yine kesikli tip dondurucu ile değışik şeker oranlarında dondurma üreten Güven ve Karaca (2002), %22-32 arası hacim artışı gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Araştırmamızda da kesikli tip dondurucu kullanıldığı için hacim artışı değęerleri %23,60-50,57 arasında değışim göstermektedir.

4.1.2 Dondurmaların özellikleri

-18°C’de 3 ay depolanan dondurma örneklerinde, depolama sürelerinin 1., 30., 60. ve 90. günlerde kurumadde, pH, laktik asit, hacim artışı (overrun), sertlik, erime dayanımı değęerleri tespit edilmiştir.

4.1.2.1 Kurumadde değęerleri

Dondurma örneklerinin depolama süresi boyunca belirlenen ortalama % kurumadde değęerleri Çizelge 4.2 ve bu değęerlerin değışimi Şekil 4.5’te verilmiştir.

Çizelge 4.2 Dondurma örneklerinin depolama sırasında ortalama % kurumadde değerleri* (n=4)

Ürün Çeşidi	Depolama süresi (gün)				
	1	30	60	90	
A	33,38±0,04 ^a A	33,37±0,09 ^a A	33,39±0,09 ^a A	33,41±0,11 ^a A	33,39±0,07 A
B	33,42±0,02 ^a A	33,40±0,00 ^a A	33,39±0,12 ^a A	33,44±0,08 ^a A	33,41±0,06 AB
C	33,47±0,11 ^a A	33,42±0,04 ^a A	33,44±0,05 ^a A	33,46±0,05 ^a A	33,45±0,05 BC
D	33,49±0,05 ^a A	33,50±0,11 ^a A	33,49±0,11 ^a A	33,51±0,08 ^a A	33,49±0,07 C
	33,44±0,06 ^a	33,42±0,07 ^a	33,43±0,08 ^a	33,45±0,07 ^a	

* Büyük harfler, sütunlar arası benzerlikleri; küçük harfler satırlar arası benzerlikleri ifade etmektedir. Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (P>0,05).

A: Kontrol dondurma

B: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve mısır şurubu içeren probiyotik dondurma

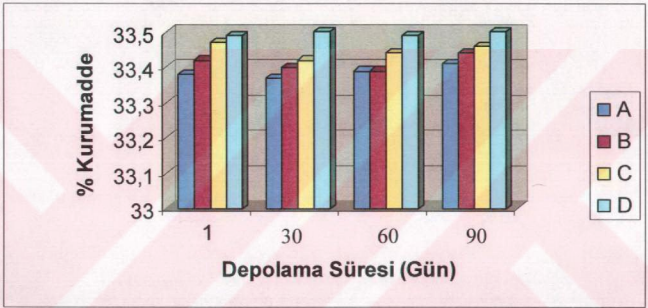
C: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibrulose 97 içeren probiyotik dondurma

D: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibruline XL içeren probiyotik dondurma

Hazırlanan dondurma reçetesine göre toplam kurumadde oranı %33,6 olarak bulunmuş, araştırma verilene göre yapılan istatistiksel değerlendirmede ürün çeşitleri arasındaki % kurumadde farkları önemli düzeyde (P<0,05); depolama süresi boyunca meydana gelen % kurumadde artışları önemsiz düzeyde (P>0,05) bulunmuş, ürün*süre interaksyonunun ise istatistiksel olarak önemli bir fark yaratmadığı belirlenmiştir (P>0,05). Ürün çeşitleri arasında A ve B örneklerinin ortalama % kurumadde değerleri, C ve D örneklerine göre daha düşük bulunmuştur (P<0,05). Ürün çeşidi ortalamalarına bakıldığında en yüksek

kurumadde oranının D dondurmasında, en düşük kurumadde oranının ise A dondurmasında olduğu gözlenmektedir (Çizelge 4.2).

Şekil 4.5 Dondurma örneklerinin depolama sırasında ortalama % kurumadde değerlerine ait değişimler (n=4)



Christiansen et al.,(1996), değişik miktarlarda *B.animalis* ve *L.acidophilus* ile fermente edilmiş ticari sütlerden elde ettikleri probiyotik dondurma üretimi çalışmasında kurumadde değerlerinin %29,8 ile %35,7 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

4.1.2.2 pH

40°C’de pH 5,5’a kadar probiyotik kültürle fermente edilen mikslere ait dondurma örneklerinde depolama süresi boyunca pH değerleri 5,3’ün altına inmemiştir. pH değerleri Çizelge 4.3’de, bu değerlere ait değişimler ise Şekil 4.6’te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Dondurma örneklerinin depolama sırasında ortalama pH değerleri* (n=4)

Ürün Çeşidi	Depolama süresi (gün)				
	1	30	60	90	
A	6,90±0,01 ^b B	6,75±0,06 ^a B	6,90±0,00 ^b C	6,80±0,00 ^{ab} D	6,84±0,08 C
B	5,45±0,06 ^a A	5,40±0,00 ^a A	5,45±0,06 ^a AB	5,40±0,00 ^a C	5,43±0,04 B
C	5,45±0,17 ^a A	5,45±0,06 ^a A	5,50±0,00 ^a B	5,45±0,06 ^a B	5,46±0,08 B
D	5,35±0,17 ^a A	5,35±0,17 ^a A	5,40±0,08 ^a A	5,30±0,00 ^a A	5,35±0,12 A
	5,79±0,67 ^{ab}	5,74±0,61 ^a	5,81±0,65 ^b	5,74±0,63 ^a	

* Büyük harfler, sütunlar arası benzerlikleri; küçük harfler satırlar arası benzerlikleri ifade etmektedir. Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (P>0,05).

A: Kontrol dondurma

B: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve mısır şurubu içeren probiyotik dondurma

C: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibrulose 97 içeren probiyotik dondurma

D: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibruline XL içeren probiyotik dondurma

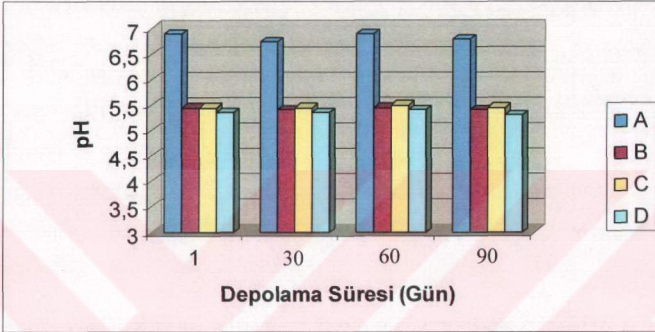
Yapılan istatistiksel değerlendirmeye göre ürün çeşidine ve depolama süresine ait F değerinin $P < 0,05$ oluu, söz konusu faktörlerin dondurma örneklerinin pH'sı üzerinde etkili olduğu ve pH değerlerine ait ortalamalar arasındaki farkın önemli bulunduğunu göstermektedir.

Uygulanan Duncan testi sonucunda ürün çeşidi ortalamaları dikkate alındığında en düşük pH'nın $5,35 \pm 0,12$ ile D dondurmasında saptandığı, B ve C örneklerinde pH'nın birbirine yakın olduğu, en yüksek pH değerinin de doğal olarak kontrol (A) rneğinde bulunduğu belirlenmiştir. Depolama süresince B,C ve D rneklerinin pH değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P > 0,05$).

Christiansen et al.,(1996), değişik miktarlarda *B.animalis* ve *L.acidophilus* ile fermente edilmiş ticari sütlerden elde edilen probiyotik dondurma üretimi çalışmasında kontrol dondurma pH'sının 6,6; diğer probiyotik dondurmaların pH'larının ise 5,8-5,4 aralığında oldukları belirtilmiştir.

Alamprese et.al.,(2002), dondurma miksini iki farklı eker(%15 ve 20), iki farklı yağ(%5 ve 10) oranı ile hazırlayarak iki farklı sıcaklıkta (-16°C ve -28°C) depoladıkları, miks fermentasyona uğratılmadan *L.johnsonii* kültürlü probiyotik dondurma üretimi çalışmasında pH değerleri 6,55-6,66 arasında bulunmuştur.

Şekil 4.6 Dondurma örneklerinin depolama sırasında ortalama pH değerlerine ait değişimler (n=4)



4.1.2.3 Laktik asit

90 gün boyunca depolanan probiyotik dondurmaların % laktik asit cinsinden ortalama asitlik değerleri Çizelge 4.4’de ve bu değerlerin değişimleri Şekil 4.7’de görülmektedir.

Tüm dondurma örneklerinin depolama boyunca tespit edilen laktik asit değerlerinin %0,141 ile %0,524 arasında değiştiği görülmektedir. İstatistiksel değerlendirmeye göre ürün çeşidine ait F değerinin $P < 0,05$ olması, çeşidin dondurmanın %laktik asit değeri üzerinde etkili olduğunu; depolama süresine ait F değerinin $P > 0,05$ olması ise, sürenin %laktik asit değeri üzerinde etkili olmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.4 Dondurma örneklerinin depolama sırasında belirlenen ortalama % laktik asit değerleri* (n=4)

Ürün çeşidi	Depolama süresi (gün)				
	1	30	60	90	
A	0,143±0,010 ^a A	0,152±0,008 ^a A	0,141±0,000 ^a A	0,149±0,010 ^a A	0,146±0,009 A
B	0,510±0,007 ^a B	0,510±0,000 ^a B	0,510±0,007 ^a B	0,510±0,000 ^a B	0,510±0,004 B
C	0,513±0,013 ^a B	0,511±0,007 ^a B	0,511±0,010 ^a B	0,511±0,007 ^a B	0,511±0,008 B
D	0,524±0,018 ^a B	0,524±0,018 ^a B	0,518±0,008 ^a B	0,524±0,005 ^a C	0,522±0,012 C
	0,423±0,167 ^a	0,425±0,162 ^a	0,420±0,167 ^a	0,424±0,163 ^a	

* Büyük harfler, sütunlar arası benzerlikleri; küçük harfler satırlar arası benzerlikleri ifade etmektedir. Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (P>0,05).

A: Kontrol dondurma

B: *L. acidophilus*, *B. animalis* ve mısır şurubu içeren probiyotik dondurma

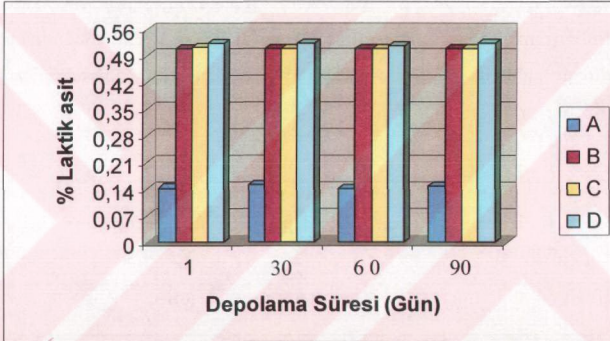
C: *L. acidophilus*, *B. animalis* ve Fibrulose 97 içeren probiyotik dondurma

D: *L. acidophilus*, *B. animalis* ve Fibruline XL içeren probiyotik dondurma

Ürün çeşidi dikkate alındığında pH değeri en düşük olan D dondurasının (Çizelge 4.3), uygulanan Duncan testi sonucunda %0,522±0,012 ile en yüksek laktik asit değerine sahip olduğu gözlenmektedir (Çizelge 4.4). En düşük %laktik asit miktarı da doğal olarak kontrol örneğinde bulunmuştur. Diğer yandan 60.gün sonuna kadar probiyotik dondurma örneklerinin %laktik asit değerleri arasında önemli bir fark bulunmazken, 90.gün sonunda D örneğinin daha yüksek laktik asit miktarına sahip olduğu belirlenmiştir.

Depolama süresi açısından dondurma örneklerinin 90 gün boyunca ortalama % Laktik asit değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı saptanmıştır ($P>0,05$).

Şekil 4.7 Dondurma örneklerinin depolama süresi boyunca ortalama % laktik asit değerlerine ait değişimler($n=4$)



Alamprese et al.,(2002), dondurma miksini iki farklı şeker(%15 ve 20), iki farklı yağ(%5ve 10) oranı ile hazırlayarak iki farklı sıcaklıkta (-16°C ve -28°C) depoladıkları *L.johnsonii* kültürlü probiyotik dondurma çalışmalarında, depolama süresince dondurmaların asitliklerinin stabilitesini koruduğu ve birbirine yakın değer göstererek 0,014 meq/g ile 0,019meq/g arasında değiştiği saptanmıştır. Araştırmamızda da probiyotik dondurmaların % laktik asit cinsinden belirlenen asitlik değerlerinin birbirlerine yakın sonuçlar gösterdiği tespit edilmiştir.

4.1.2.4 Sertlik

Surberlin PNR 6 Penetrometre aleti kullanılarak sertlikleri belirlenen -8°C 'deki dondurma örneklerinde öncelikle 91,6 g ağırlığındaki penetrometre başlığının 5 saniyedeki batma derinliği ölçülmüş ve sonuç penetrometre değeri olarak (1 penetrasyon değeri=0,1mm) elde edilmiştir. Sertlik indeksi ise “sertlik indeksi=m/h” formülü ile hesaplanmıştır [m=düşme çubuğu ağırlığı(g); h=batma derinliği(mm)]. Buna göre sertlik indeksi değeri arttıkça dondurmada sertlik artmaktadır. Depolama süresi boyunca tespit edilen dondurmaların sertlik değerleri Çizelge 4.6’de, bu değerlere ait değişimler ise Şekil 4.8’te verilmiştir.

Çizelge 4.6 Dondurma örneklerinin depolama sırasında ortalama sertlik değerleri* (n=4)

Ürün çeşidi	Depolama süresi (gün)				
	1	30	60	90	
A	7,83±1,92 ^a A	8,16±0,47 ^a A	8,39±0,38 ^a A	11,86±3,17 ^b A	9,06±2,37 A
B	8,45±1,75 ^a A	8,93±0,53 ^a A	11,51±0,65 ^a A	11,88±3,92 ^a A	10,19±2,50 AB
C	10,52±4,14 ^a A	10,73±2,17 ^a AB	11,94±3,88 ^a A	16,58±5,71 ^a AB	12,44±4,50 B
D	11,29±4,63 ^a A	12,64±2,27 ^a B	17,06±3,24 ^{ab} B	20,04±5,58 ^b B	15,26±5,40 C
	9,52±3,35 ^a	10,12±2,29 ^{ab}	12,23±4,00 ^b	15,09±5,52 ^c	

* Büyük harfler, sütunlar arası benzerlikleri; küçük harfler satırlar arası benzerlikleri ifade etmektedir. Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (P>0,05).

A: Kontrol dondurma

B: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve mısır şurubu içeren probiyotik dondurma

C: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibrulose 97 içeren probiyotik dondurma

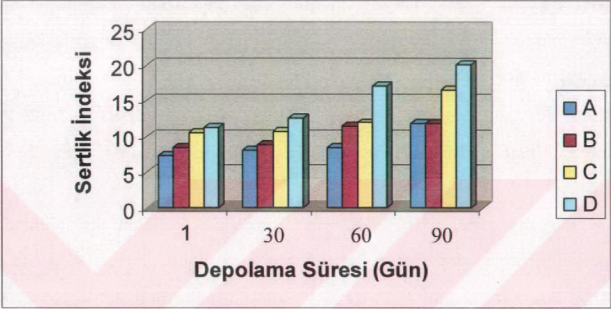
D: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibruline XL içeren probiyotik dondurma

90 gün boyunca belirlenen sertlik değerleri $7,83 \pm 1,92$ ile $20,04 \pm 5,58$ arasında değişmektedir. D dondurması, depolama boyunca sertliği en yüksek ürün olarak gözlenmiş olup, bu durum Fibruline XL'in dondurmanın yapısında sertlik değerini arttırmasından kaynaklanmaktadır. Tüm dondurma örneklerinin sertlik değerinin 1, 30, 60 ve 90 gün boyunca giderek arttığı, ortalama değerin 1.günde $9,52 \pm 3,35$ 'den 90.günde $15,09 \pm 5,52$ 'ye çıktığı saptanmıştır(Çizelge 4.6).

Varyans analiz ve Duncan testi ile yapılan istatistiksel değerlendirmeye göre ürün çeşidi ve depolama süresine ait F değerinin $P < 0,05$ olması sebebiyle, A,B,C,D dondurmalarının sertlik değeri üzerinde söz konusu faktörlerin etkili olmasına rağmen; çeşit*depolama süresi interaksiyonunun F değeri $P > 0,05$ olarak tespit edilmiştir.

Dondurma örneklerinde 1.gün ürün çeşitleri arasında sertlik yönünden bir fark görülmezken, diğer analiz günlerinde önemli farklar görülmüştür. Ürün çeşitlerine ait ortalamalara bakıldığında sertliği en yüksek ürünün D, en düşük örneklerin de A ve B olduğu belirlenmiştir. Depolama süresine ait ortalamalara göre ürünlerin sertliği en düşük değeri 1. ve 30. günlerde, en yüksek 90.günde saptandığı görülmektedir (Çizelge 4.6).

Şekil 4.8 Dondurma örneklerinin depolama sırasında ortalama sertlik değerlerine ait değişimler (n=4)



Alamprese et al.,(2002), dondurma miksini iki farklı şeker(%15 ve 20), iki farklı yağ(%5ve 10) oranı ile hazırlayarak iki farklı sıcaklıkta (-16°C ve -28°C) depoladıkları *L.johnsonii* kültürlü probiyotik dondurma çalışmalarında yağ ve şeker oranı arttıkça dondurmanın daha sert bir yapı kazandığı tespit edilmiştir.

El-Nagar et al.,(2002), çeşitli oranlarda inülin ilave edilmiş yoğurt dondurmaları çalışmalarında inülin oranı arttıkça, ürüne uygulanan gücün arttığı yani yapının sertleştiği gözlenmiştir.

Araştırmamızda da inülinin, oligofruktoz ve mısır şurubundan daha fazla sert yapı oluşturması sebebiyle, Fibruline XL içeren D probiyotik dondurması en sert dondurma olarak belirlenmekte, bu sırayı Fibrulose

97 içeren C probiyotik dondurması, 42 DE mısır şurubu içeren B probiyotik dondurması ve en son A kontrol dondurması takip etmektedir. Diğer yandan dondurma mikslerinde belirlenen viskozite değerlerinin de sertlikte olduğu gibi en fazla D, daha sonra C,B ve A örneklerinde bulunduğu görülmektedir (Çizelge 4.1).

4.1.2.5 Erime dayanımı

Dondurmanın kalitesi açısından önemli bir özellik olan erime dayanımı, erimeye başlayarak düşen ilk damlama(sn) ve 1 saat süre sonunda eriyen dondurma miktarı(g) olarak 2 farklı yönden ele alınmıştır.

Çizelge 4.7 Dondurma örneklerinin depolama sırasında ortalama eriyen ilk damlama için geçen süre(sn) değerleri* (n=2)

Ürün çeşidi	Depolama süresi (gün)				
	1	30	60	90	
A	592±113,1 ^a A	948±217,8 ^{ab} A	1105±100,4 ^b A	1203±55,1 ^b A	962±268,5 A
B	700±172,5 ^a A	1093±42,4 ^b A	1259±26,2 ^b AB	1335±3,5 ^b A	1097±271,0 B
C	800±80,6 ^a A	1153±9,9 ^b AB	1431±178,9 ^b BC	1496±149,2 ^b A	1220±308,2 B
D	1244±123,7 ^a B	1514±138,6 ^{ab} B	1651±35,3 ^b C	1868±213,5 ^b B	1569±264,6 C
	834±282,0 ^a	1177±243,7 ^b	1361±231,1 ^c	1475±284,7 ^c	

* Büyük harfler, sütunlar arası benzerlikleri; küçük harfler satırlar arası benzerlikleri ifade etmektedir. Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (P>0,05).

A: Kontrol dondurma

B: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve mısır şurubu içeren probiyotik dondurma

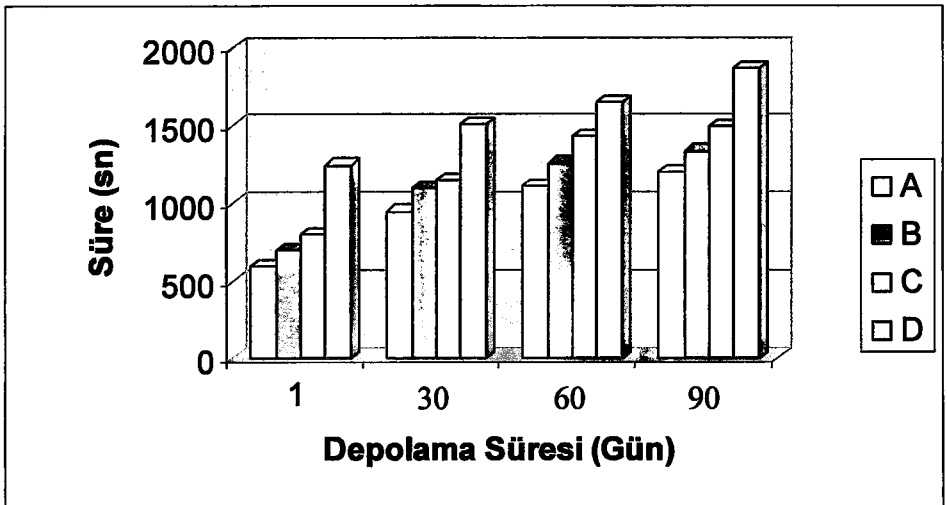
C: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibrulose 97 içeren probiyotik dondurma

D: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibruline XL içeren probiyotik dondurma

Depolamanın 1.gününde A dondurmasının ilk damlası 592 saniyede düşerken, B dondurması 700 saniyede, C dondurması 800 saniyede, D dondurması ise 1244 saniyede düşmüştür. Sertlik değeri en yüksek olan D dondurmasının erimeye başlayarak düşen ilk damlama süresi tüm depolama süresi boyunca en yüksek değer almıştır.

Yapılan istatistiksel değerlendirmede hem ürün çeşitleri arasındaki eriyen ilk damlama süresi, hem de depolama süresi bakımından eriyen ilk damlama sürelerine ait farklarının önemli düzeyde olduğu saptanmıştır ($P<0,05$). Ürün çeşidi bakımından en kısa sürede ilk damlanın oluştuğu örnek A kontrol örneği olup, daha sonra B ve C dondurma örnekleri gelmiş, D örneği ise eriyen ilk damlamanın en uzun sürede gerçekleştiği örnek olmuştur ($P<0,05$). Depolama süresince tüm örneklerin eriyen ilk damlamaları için geçen sürenin giderek artmakta olduğu gözlenmektedir ($P<0,05$) (Çizelge 4.7).

Şekil 4.9 Dondurma örneklerinin depolama sırasında ortalama eriyen ilk damlama için geçen süre(sn) değerlerine ait değişimi($n=2$)



Christiansen et al.,(1996), değişik miktarlarda *B.animalis* ve *L.acidophilus* ile fermente edilmiş ticari sütlerden elde edilen probiyotik dondurma üretimi çalışmasında kontrol dondurmanın erimeye başladığı ilk damla için 32 dakika, diğer probiyotik dondurmalar için ise 32-36 dakika geçtiği saptanmıştır. Araştırmamızda da probiyotik dondurmalar, kontrol dondurmaya göre, daha geç erimeye başlayan ilk damlamayı oluşturmuşlardır.

Alamprese et al.,(2002), dondurma miksini iki farklı şeker(%15 ve 20), iki farklı yağ(%5ve 10) oranı ile hazırlayarak iki farklı sıcaklıkta (-16°C ve -28°C) depoladıkları *L.johnsonii* kültürlü probiyotik dondurma çalışmalarında -16°C’de depolanan dondurmaların 19.2 ile 33.5 dakikaları arasında erimeye başladığı, -28°C’de depolanan dondurmaların ise 10.9 ile 32.1 dakikaları arasında erimeye başladığı belirtilmiştir.

Araştırmamızda , en sert yapı gösteren D dondurma örneğinin en geç erimeye başlayan ilk damlamayı oluşturduğu, en yumuşak yapıdaki A kontrol örneğinin ise en kısa sürede ilk damlamayı oluşturduğu gözlenmektedir.

Depolama boyunca -18 °C’deki 25 g.dondurma örneğinin 20°C’deki ortam sıcaklığında 1 saatlik süre sonunda erime dayanımı miktarı, 1mm’lik filtre yardımıyla tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca dondurmaların erime dayanımının gram cinsinden miktarları Çizelge 4.8’de, bu miktarlara ait değişimleri Şekil 4.10’da görölmektedir.

Çizelge 4.8 Dondurma örneklerinin depolama sırasında ortalama erime miktarları* (g)(n=2)

Ürün çeşidi	Depolama süresi (gün)				
	1	30	60	90	
A	22,61±0,44 ^b A	20,66±1,57 ^{ab} C	19,68±0,29 ^b C	15,15±0,21 ^a B	19,53±2,99 D
B	18,94±6,70 ^a A	16,66±3,76 ^a BC	16,26±3,23 ^a BC	14,02±1,40 ^a B	16,47±3,70 C
C	14,89±1,53 ^b A	12,86±2,47 ^{ab} AB	11,59±2,88 ^{ab} AB	8,79±0,68 ^a A	12,04±2,83 B
D	12,37±4,48 ^a A	8,51±0,73 ^a A	7,87±0,03 ^a A	7,32±0,24 ^a A	9,02±2,73 A
	17,20±5,20 ^c	14,67±5,14 ^{bc}	13,85±5,07 ^{ab}	11,32±3,61 ^a	

* Büyük harfler, sütunlar arası benzerlikleri; küçük harfler satırlar arası benzerlikleri ifade etmektedir. Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (P>0,05).

A: Kontrol dondurma

B: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve mısır şurubu içeren probiyotik dondurma

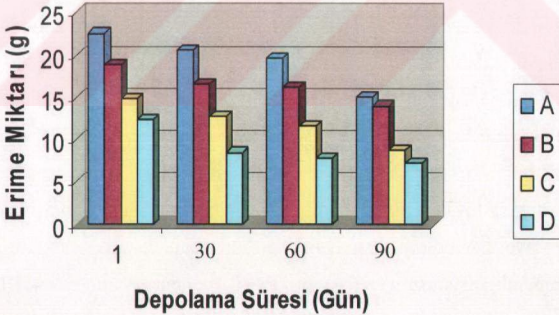
C: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibrulose 97 içeren probiyotik dondurma

D: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibruline XL içeren probiyotik dondurma

Dondurmaların erime dayanımına ait istatistiksel değerlendirmede, ürün çeşidi ve depolama süresine ait F değerinin P<0,05 olması, A,B,C,D dondurmalarının erime dayanımı miktarı üzerinde söz konusu faktörlerin etkili olduğu ve miktarlara ait ortalamalar arasındaki farkın önemli bulunduğu tespit edilmiştir. Uygulanan Duncan testi sonucunda en sert olan D dondurmasının 1 saat süre sonucunda en az miktarda erime gösterdiği (9,02±2,73g), daha sonra sırasıyla C(12,04±2,83g), B(16,47±3,70g) ve A(19,53±2,99g) dondurmalarının eridiği saptanmıştır (P<0,05).

Depolama süresi bakımında ele alındığında erime miktarının süre boyunca azaldığı, A dondurmasının erime dayanımının 1.günde $22,61 \pm 0,44\text{g}$ 'dan 90.günde $15,15 \pm 0,21\text{g}$ 'a; B dondurmasının $18,94 \pm 6,70\text{g}$ 'dan $14,02 \pm 1,40\text{g}$ 'a; C dondurmasının $14,89 \pm 1,53\text{g}$ 'dan $8,79 \pm 0,68\text{g}$ 'a; D dondurmasının ise $12,37 \pm 4,48\text{g}$ 'dan $7,32 \pm 0,24\text{g}$ 'a düştüğü görülmektedir (Çizelge 4.8). İstatistiki olarak depolama süresince ürün ortalamaları bakımından 60. ve 90.günlerdeki ortalama değerlerin, 1. ve 30. günlerdeki ortalama değerlerden daha düşük bulunduğu belirlenmiştir ($P < 0,05$).

Şekil 4.10 Dondurma örneklerinin depolama sırasında ortalama erime miktarı (g) değerlerine ait değişimler ($n=2$)



Christiansen et al.,(1996), değişik miktarlarda *B.animalis* ve *L.acidophilus* ile fermente edilmiş ticari sütlerden elde edilen probiyotik dondurma üretimi çalışmasında 2 saat süre sonunda kontrol dondurmanın %11'inin eridiği, diğer probiyotik dondurmaların %9.9-19.4 arasında erime gösterdiği belirtilmiştir. Araştırmamızda da probiyotik dondurmaların minimum erime miktarı, kontrol dondurmanın minimum değerinden daha düşüktür.

Alamprese et al.,(2002), dondurma miksini iki farklı şeker(%15 ve 20), iki farklı yağ(%5ve 10) oranı ile hazırlayarak iki farklı sıcaklıkta (-16°C ve -28°C) depoladıkları *L.johnsonii* kültürlü probiyotik dondurma çalışmalarıda -16°C'de depolanan dondurmaların dakikada 0.6-3.3 g arasında; -28°C'de depolanan dondurmaların ise dakikada 0.6-3.5 g arasında eridiği saptanmıştır.

El-Nagar et al.,(2002), çeşitli oranlarda inülin ilave edilmiş yoğurt dondurmaları üretimi çalışmalarıda, inülin oranının artmasıyla 60 dakikalık süre zarfında eriyen dondurma yüzdesinin azaldığını tespit etmişlerdir.

Araştırmamızda da inülin içeren ve en sert dondurma olan D probiyotik dondurmasının belirlenen süre sonunda en az miktarda eridiği, bunu oligofruktoz içeren C probiyotik dondurmasının ve 42DE mısıır şurubu içeren B probiyotik dondurmasının izlediği, A kontrol dondurmasının ise en fazla eriyen dondurma olduğu belirlenmiştir.

4.2 Mikrobiyolojik Özellikler

Bu bölümde hem dondurma mikslерinde hem de dondurma örneklerinde *L. acidophilus* ve *B. animalis* sayım sonuçları verilmiştir.

4.2.1. Dondurma miksinin mikrobiyolojik özellikleri

24 saat +4°C 'de olgunlaştırma işlemine tabi tutulan mikslерdeki logaritmik birim cinsinden *L.acidophilus* ve *B.animalis* sayıları Çizelge 4.9'da, değişimler Şekil 4.11'de görölmektedir.

Çizelge 4.9 Probiyotik dondurma mikslерinde *L.acidophilus* ve *B.animalis* sayılarına (kob/g) ait logaritmik değerler* (n=4)

Ürün Çeşidi	<i>L.acidophilus</i>	<i>B.animalis</i>
B	7,74±0,51 A	7,58±0,62 A
C	8,44±0,16 B	8,49±0,14 B
D	8,24±0,04 AB	8,32±0,28 B
	8,14±0,41	8,13±0,52

* Aynı sütunda farklı harflerle (A,B,C,D) işaretlenen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05).

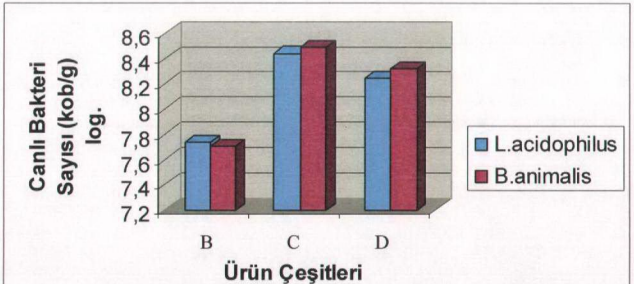
B: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve mısır şurubu içeren probiyotik dondurma miksi
 C: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibrulose 97 içeren probiyotik dondurma miksi
 D: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibruline XL içeren probiyotik dondurma miksi

Varyans analizi ve Duncan testi ile yapılan istatistiksel değerlendirmeye göre *L. acidophilus* sayıları için ürün çeşidine ait F değerinin $P < 0,05$ olması sebebiyle çeşidin sayım üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 4.9'da görüldüğü gibi *L.acidophilus* sayıları bakımından ilk sırada *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibrulose 97 içeren probiyotik dondurma miksi (C); ikinci sırada *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibruline XL içeren probiyotik dondurma miksi (D) ve en son sırada da *L.acidophilus*, *B.animalis* ve mısır şurubu içeren probiyotik dondurma miksi (B) yer almaktadır.

B.animalis sayıları için ürün çeşidine ait F değerinin $P < 0,05$ olması ise çeşidin sayım üzerinde etkili olduğunun göstergesidir. *L.acidophilus* sayımında olduğu gibi, C dondurma miksi en fazla *B.animalis* sayısı içerirken, sırayı D ve B dondurma miksleri takip etmektedir (Çizelge 4.9).

Fruktooligosakkaritin; probiyotik bakterilerin aktivitesini olumlu yönde etkilediği, özellikle Fibrulose 97'nin bakteri gelişimini teşvik ettiği tespit edilmiştir.

Şekil 4.11 Probiyotik dondurma mikslерinde *L.acidophilus* ve *B.animalis* sayılarına (kob/g) ait logaritmik değеrlerin değışimi (n=4)



Hagen ve Narvhus'un (1999), *L.reuteri*, *L.acidophilus*, *B.animalis* ve *L.rhamnosus* olmak üzere 4 farklı bakteri kültürü kullanarak ürettikleri probiyotik dondurma çalışmasında *L.acidophilus* içeren dondurma miksinde gramdaki canlı bakteri sayısına ait log.değeri 7,75 ; *B.animalis* içeren dondurma miksinde ise 7,50 olarak belirlenmiştir.

Christiansen et al.,(1996), değişik miktarlarda *B.animalis* ve *L.acidophilus* ile fermente edilmiş ticari sütlerden elde ettikleri probiyotik dondurma üretimi çalışmasında, dondurma miksinin 8,0 log kob/g *L.acidophilus*; 8,7 log kob/g *B.animalis* içerdiği saptanmıştır.

Araştırmamızda da, dondurma mikslerinin diğer çalışmalarda saptanan *L.acidophilus* ve *B.animalis* sayılarına yakın oranda bakteri canlılığı içerdiği belirlenmiştir.

4.2.2. Dondurmanın mikrobiyolojik özellikleri

4.2.2.1 *Lactobacillus acidophilus* Sayısı

Probiyotik dondurmalarda depolama sırasında belirlenen *L.acidophilus* sayılarına ait logaritmik değerleri Çizelge 4.10'da, ve bu değerlere ait değişimler Şekil 4.12 'de sunulmuştur.

Çizelge 4.10 Probiyotik dondurmaların depolama sırasında *L.acidophilus* sayılarına (kob/g) ait logaritmik değerleri* (n=4)

Ürün Çeşidi	Depolama süresi (gün)				
	1	30	60	90	
B	5,98±0,25 ^b A	5,53±0,18 ^{ab} A	5,02±0,48 ^a A	5,13±0,28 ^a A	5,41±0,48 A
C	6,21±0,02 ^b A	5,77±0,11 ^a B	5,79±0,15 ^a B	5,70±0,10 ^a B	5,87±0,23 B
D	6,00±0,09 ^b A	5,47±0,14 ^a A	5,24±0,10 ^a A	5,12±0,46 ^a A	5,46±0,41 A
	6,06±0,17 ^c	5,59±0,19 ^b	5,35±0,43 ^a	5,31±0,40 ^a	

* Büyük harfler, sütunlar arası benzerlikleri; küçük harfler satırlar arası benzerlikleri ifade etmektedir. Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (P>0,05).

B: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve mısır şurubu içeren probiyotik dondurma

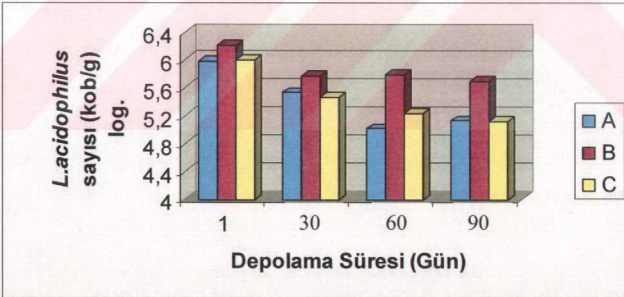
C: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibrulose 97 içeren probiyotik dondurma

D: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibruline XL içeren probiyotik dondurma

Depolama süresi boyunca gr'da bulunan *L.acidophilus* sayılarına ait logaritmik değerler 5,02±0,48 ile 6,21±0,02 arasında değişmiştir. 1.haftada en yüksek sayının C dondurmasında bulunduğu, bunu sırayla D ve B dondurmalarının takip ettiği tespit edilmiştir. 90 gün boyunca bu sıralama değişmemiş ve 30, 60 ve 90.günlerde *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibrulose 97 içeren probiyotik dondurma örneğindeki (C) *L.acidophilus* sayısı diğerlerine göre önemli ölçüde yüksek bulunmuştur (P<0,05). Nitekim ürün çeşidi ortalamalarına bakıldığında *L.acidophilus* sayısının en yüksek 5,87±0,23 ile C dondurmasında, en düşük 5,41±0,48 ile B dondurmasında bulunduğu belirlenmiştir (P<0,05). Bu durum, oligofruktoz kullanımının *L.acidophilus* gelişimini teşvik ettiğini

göstermektedir. Diğer yandan dondurma mikslерinin batch tipi dondurucuda dondurulmasından sonra *L.acidophilus* sayılarında 1.5-2.0 logaritmik birim azalma gözlenmiştir (Çizelge 4.9 ve 4.10). Depolama süresince *L.acidophilus* sayılarının; B örneğinde 30. ve 60.gün arasında, C ve D örneğinde 1. ve 30. gün arasında önemli bir azalma göstermiş ($P<0,05$), daha sonra tüm ürünlerde stabilitesini koruduğu tespit edilmiştir. Tüm örneklere ait *L.acidophilus* sayılarının logaritmik ortalamalarına bakıldığında en yüksek 1.günde ($6,06\pm0,17$) daha sonra 30.günde ($5,59\pm0,19$) ve en düşük de 60.günde ($5,35\pm0,43$) ile 90.günde ($5,31\pm0,40$) olarak belirlenmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.10).

Şekil 4.12 Probiyotik dondurmaların depolama sırasında *L.acidophilus* sayılarına (kob/g) ait logaritmik değеrleri değışimi (n=4)



Hagen ve Narvhus'un (1999), *L.reuteri*, *L.acidophilus*, *B.animalis* ve *L.rhamnosus* olmak üzere 4 farklı bakteri kültürü kullanarak ürettikleri probiyotik dondurma çalışmasında 16 hafta sonunda *L.acidophilus* sayısının 6,6 log kob/g olduğu tespit edilmiştir.

Hekmat ve McMahon (1992); *L.acidophilus* ve *B.animalis* bakterileri ile yaptıkları probiyotik dondurmada 17 hafta sonunda 3×10^6 kob/ml sayıda *L.acidophilus*'un canlı kaldığını belirtmişlerdir.

Christiansen et al.,(1996), değişik miktarlardaki *B.animalis* ve *L.acidophilus* ile fermente edilmiş ticari sütleri kullanarak yaptıkları probiyotik dondurma üretiminde, 16 hafta sonunda 6,7 log kob/g sayıda *L.acidophilus* saptamışlardır.

Davidson et al.,(2000), az yağlı dondurma miksini, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium longum* probiyotik bakteri ile *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus* yoğurt kültürleri ile fermente ederek 11 hafta -20°C'de depoladıkları çalışmalarında,bu süre sonunda üründeki *L.acidophilus* sayısının 6.8 log kob/ml olduğunu tespit etmişlerdir.

Araştırmamızda dondurmadaki *L.acidophilus* sayılarının yapılan diğer araştırmalardaki bulgulardan düşük olması, mikslerde yüksek olmasına karşın batch tipi dondurucu kullanarak donma sırasında ve daha sonraki 30 günlük depolamada söz konusu bakteri suşunun zarar görmesinden kaynaklanabilir.

4.2.2.2 *Bifidobacterium animalis* Sayısı

Probiyotik dondurmalarda depolama sırasında belirlenen *B.animalis* sayılarına ait logaritma değerleri Çizelge 4.11’de, ve bu değerlere ait değişimler Şekil 4.13 ’de sunulmuştur.

Çizelge 4.11 Probiyotik dondurmaların depolama sırasında *B.animalis* sayılarına (kob/g) ait logaritmik değerleri* (n=4)

Ürün Çeşidi	Depolama süresi (gün)				
	1	30	60	90	
B	6,27±0,19 ^b B	5,97±0,07 ^a B	5,93±0,26 ^a B	5,94±0,20 ^a AB	6,03±0,23 B
C	6,60±0,20 ^b C	6,40±0,17 ^{ab} C	6,45±0,28 ^{ab} C	6,25±0,11 ^a B	6,43±0,22 C
D	5,96±0,13 ^b A	5,36±0,35 ^a A	5,51±0,19 ^{ab} A	5,47±0,55 ^{ab} A	5,57±0,39 A
	6,28±0,32 ^b	5,91±0,49 ^a	5,97±0,46 ^a	5,89±0,46 ^a	

* Büyük harfler, sütunlar arası benzerlikleri; küçük harfler satırlar arası benzerlikleri ifade etmektedir. Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (P>0,05).

B: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve mısır şurubu içeren probiyotik dondurma

C: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibrulose 97 içeren probiyotik dondurma

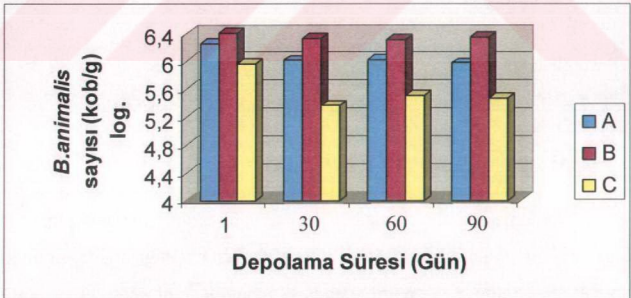
D: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibruline XL içeren probiyotik dondurma

Depolama süresi boyunca gr’da bulunan *B.animalis* sayılarına ait logaritmik değerler 5,36±0,35 ile 6,60±0,20 arasında değişmiştir. 1.günde en yüksek sayının C dondurmasında bulunduğu, bunu sırayla B ve D dondurmalarının takip ettiği tespit edilmiş, 90 gün boyunca bu sıralamanın değişmediği gözlenmiştir.(Çizelge 4.11)

Yapılan istatistiksel değerlendirmede ürün çeşidine ait F değerinin $P<0,05$ olması, çeşidin *B.animalis* sayısını önemli ölçüde etkilediğinin göstergesidir. Nitekim ürün çeşidine göre ortalama *B.animalis* logaritmik sayısına bakıldığında ilk sırayı $6,43\pm0,22$ ile C dondurmasının, ikinci sırayı $6,03\pm0,23$ ile B dondurmasının, en son ise $5,57\pm0,39$ ile D dondurmasının aldığı gözlenmektedir ($P<0,05$).

Depolama süresine ait F değeri $P<0,05$ olarak belirlenmiş, böylelikle sürenin *B.animalis* sayısı üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Ortalama *B.animalis* sayısına ait logaritma değeri 1.günde $6,28\pm0,32$ 'den 30.günde $5,91\pm0,49$ 'a düşerek istatistiki olarak önemli bir fark göstermiş, daha sonra depolama boyunca stabil kalmıştır (Çizelge 4.11).

Şekil 4.13 Probiyotik dondurmaların depolama sırasında *B.animalis* sayılarına (kob/g) ait logaritmik değerlerin değişimleri ($n=4$)



Hagen ve Narvhus'un (1999), *L.reuteri*, *L.acidophilus*, *B.animalis* ve *L.rhamnosus* olmak üzere 4 farklı bakteri kültürü kullanarak ürettikleri probiyotik dondurma çalışmasında 16 hafta sonunda *B.animalis* sayısının 7,0 log kob/g olduğu tespit edilmiştir.

Hekmat ve McMahon,(1992); *L.acidophilus* ve *B.animalis* bakterileri ile yaptıkları probiyotik dondurmada 17 hafta sonunda 1×10^7 kob/ml sayıda *B.animalis*'in canlı kaldığını belirtmişlerdir.

Christiansen et al.(1996)., probiyotik dondurma üretiminde değişik miktarlarda *B.animalis* ve *L.acidophilus* ile fermente edilmiş ticari sütleri kullanarak yaptıkları probiyotik dondurma üretiminde, 16 hafta sonunda 7,0 log kob/g sayıda *B.animalis* bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Araştırmamızda, batch tipi dondurucu kullanılması ve donma ile depolamada (özellikle ilk 30 günde) bakteri canlılıklarının azalması nedeniyle dondurmadaki *B.animalis* sayıları diğer araştırma bulgularından düşük bulunmuştur. Ancak C örneğinde depolama boyunca 10^6 'nın üzerinde canlılık saptanması bu örneğin *B.animalis* alımında önerilebileceğini göstermektedir.

4.3 Duyusal Özellikler

Süt ve süt ürünlerinde; tüketicinin beğenisini belirleme, yeni ürün geliştirme, satılmakta olan ürünü iyileştirme, günlük üretim kalitesini koruma ve satış potansiyelini artırma gibi oldukça önemli rolleri bulunan duyusal değerlendirme eğitilmiş ve eğitimsiz panelistlerden oluşan iki farklı panel yardımıyla probiyotik dondurmalar üzerinde yapılmıştır.

4.3.1 Eğitilmiş panelist ile yapılan duyusal değerlendirme sonuçları

0-8 skala aralığında, probiyotik tad, sertlik, ekşilik, buzculuk, yağlılık ve toplam izlenim niteliklerini göz önüne alınarak 7 eğitilmiş panelist tarafından gerçekleştirilen duyusal değerlendirme sonuçları Çizelge 4.12’de ve Şekil 4.14’de görülmektedir.

Çizelge 4.12 Dondurma örneklerinin eğitimli panelistler tarafından belirlenen duyuusal değerleri* (n=7)

Ürün çeşidi						
	Probiyotik tad	Sertlik	Ekşilik	Buzluluk	Yağlılık	Toplam İzlenim
A	0,86±0,89 A	4,29±2,78 A	1,43±1,15 A	3,43±2,26 AB	4,00±1,00 A	3,43±1,39 A
B	5,14±1,77 B	5,43±1,39 AB	3,86±1,27 B	5,29±1,70 B	4,42±0,98 A	5,71±1,25 BC
C	6,43±0,53 B	6,43±1,27 BC	5,86±1,06 C	1,43±2,76 A	5,14±1,06 AB	6,50±0,53 C
D	5,00±1,91 B	7,43±0,78 C	5,57±1,95 C	2,14±1,51 A	5,71±1,11 B	5,00±1,11 B

* Aynı sütunda farklı harflerde (A,B,C,D) işaretlenen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05).

A: Kontrol dondurma

B: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve mısır şurubu içeren probiyotik dondurma

C: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibrulose 97 içeren probiyotik dondurma

D: *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibruline XL içeren probiyotik dondurma

Varyans analizi ve Duncan testi ile yapılan istatistiksel değerlendirmede ürün çeşidinin probiyotik tad, sertlik, ekşilik, buzluluk, yağlılık ve toplam izlenim üzerinde etkili olduğu (P<0,05) saptanmıştır

A dondurmasında kültür bulunmadığı için probiyotik tadın yok denecek kadar az hissedildiği görülmektedir (P<0,05). *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibrulose 97 içeren C probiyotik dondurması en yüksek

probiyotik tad değerine sahipken, bu sıralamayı *L.acidophilus*, *B.animalis* ve mısır şurubu içeren B probiyotik dondurması ve *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibruline XL içeren D probiyotik dondurması takip etmektedir. Fibrulose 97'nin *L.acidophilus* ve *B.animalis*'i teşvik ederek aktivitesini arttırdığı, bu nedenle probiyotik tadın daha çok hissedildiği saptanmıştır. Probiyotik tat açısından B, C ve D örnekleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır ($P>0,05$).

Dondurmaların ekşilik niteliğine bakıldığında yine C dondurmasının en ekşi dondurma olduğu, daha sonra D ve B dondurmalarının geldiği görülmektedir. Kültür bulunmayan, bu yüzden pH'sı diğer dondurmalara nazaran yüksek olan A dondurması ise ekşi bulunmamış; probiyotik tad ve ekşiliği ayırt etmede referans olarak kullanılmıştır. C ve D örneklerinin ekşilik değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır ($P>0,05$).

Yapı bakımından önem arz eden sertliğin, yapılan analiz doğrultusundaki sıralamayla aynı sırayı oluşturduğu, yani D dondurmasının en sert dondurma olarak tayin edildiği görülmektedir. İkinci en sert dondurma C dondurması olup, sırayı B ve A dondurmaları takip etmektedir. Bu sonuç, inülinin, oligofruktoz ve mısır şurubuna nazaran daha fazla su tutma özelliğine sahip olması nedeniyle yapıyı sertleştirdiğini düşündürmektedir.

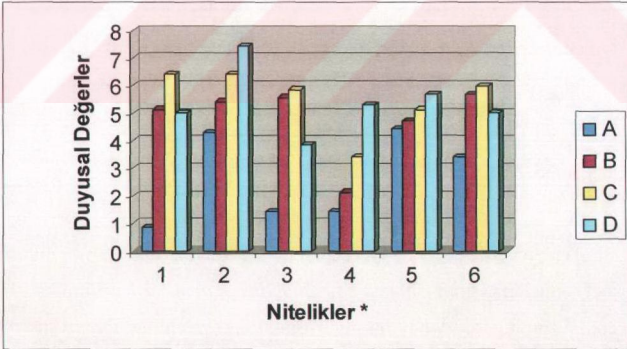
Fruktooligosakkaritler; mısır şurubuna nazaran, büyük çaptaki buz kristallerinin oluşmasına daha fazla engel olmuş, böylelikle C ve D

dondurmalarının buzluluk değeri, A ve B dondurmalarına göre daha düşük bulunmuştur ($P<0,05$).

Fruktooligosakkaritlerin dilde oluşturduğu yağlılık hissi C ve D dondurmalarının, diğer çeşitlere göre daha yağlı bulunmasına sebep olmuştur. En yağlı olduğu hissedilen D örneği A ve B örneklerine göre bu kriter açısından farklı bulunmuştur ($P<0,05$).

Tüm dondurmalar genel olarak değerlendirildiğinde *L.acidophilus* , *B.animalis* ve Fibrulose 97 içeren C probiyotik dondurmasını 8 puan üzerinden $6,50\pm0,53$ ile en beğenilen dondurma olarak seçilmiştir. Daha sonra sırayı $5,71\pm1,25$ ile *L.acidophilus* ve *B.animalis* ve mısır şurubu içeren B probiyotik dondurması ve $5,00\pm1,11$ ile *L.acidophilus* , *B.animalis* ve Fibruline XL içeren D probiyotik dondurması almaktadır.

Şekil 4.14 Probiyotik dondurmaların eğitimli panelistler tarafından belirlenen duyuşal değeri (n=7)



* 1 : Probiyotik tad 2: Sertlik 3: Ekşilik 4: Buzluluk 5: Yağlılık 6: Toplam İzlenim

4.3.2 Eğitimsiz panelist ile yapılan duyusal değerlendirme sonuçları

120 eğitimsiz panelist tarafından duyusal değerlendirmeye tabi tutulan dondurmaların değerlendirme sonuçları Çizelge 4.13'te görülmektedir.

Çizelge 4.13 Eğitimsiz panelistler tarafından gerçekleştirilen duyusal değerlendirme sonuçları

	B	C	D
Çok fazla beğendim	23	45	15
Çok beğendim	14	33	37
Orta derecede beğendim	25	22	24
Az beğendim	15	2	10
Ne beğendim,ne beğenmedim	16	8	11
Biraz beğendim	11	5	7
Orta derecede beğendim	5	2	7
Çok beğenmedim	2	3	1
Hiç beğenmedim	12	-	8

Tüketicilerin beğeni veya beğenmeme durumlarının tespit edildiği panel sonuçlarına göre 100 kişi *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibrulose 97 içeren C probiyotik dondurmasını, 76 kişi *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibruline XL içeren D probiyotik dondurmasını, 62 kişi *L.acidophilus*, *B.animalis* ve mısır şurubu içeren B probiyotik dondurmasını çok fazla,

çok ve orta derecede beğenmiş olup; 14 kişi *L.acidophilus* ,*B.animalis* ve mısır şurubu içeren B probiyotik dondurmasını, 9 kişi *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibruline XL içeren D probiyotik dondurmasını, 3 kişi de *L.acidophilus* ,*B.animalis* ve Fibrulose 97 içeren C probiyotik dondurmasını çok ve hiç beğenmeme derecesinde değerlendirmiştir.



5.SONUÇ ve ÖNERİLER

Son yıllarda insan sağlığını olumlu yönde etkilemesi sebebiyle probiyotik gıdalar üzerine yoğun çalışmalar yapılmakta ve bu şekilde üretilen gıdaların ticari ürün olarak piyasada yer alması için uğraş verilmektedir. Probiyotiklerin canlı mikroorganizma suşları olması sebebiyle, etkilerini kaybetmemeleri için soğukta muhafaza edilmeleri gerekliliği yüzünden, dondurmanın soğuk tüketilen bir gıda olması, mikroorganizmaların raf ömrü boyunca canlılığını ve aktivitesini koruması açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışmada; iki farklı probiyotik bakteri suşu ile iki farklı fruktooligosakkarit tipi içeren veya içermeyen 3 farklı probiyotik dondurma üretilmiş, üretilen bu dondurmaların -18°C 'de 90 gün boyunca depolanması esnasında fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmede, ürün çeşidi ve depolama süresi değişkenlerinin örnekler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar özetle aşağıda verilmiştir.

Dondurmaların kurumadde değerleri ile ilgili istatistiksel değerlendirme sonucunda ürün çeşidinin ortalama kurumadde üzerinde etkili olduğu ($P<0,05$); depolama süresinin ise önemli bir etki göstermediği ($P>0,05$) saptanmıştır.

Dondurma miksleri ve dondurmalara ait istatistiksel değerlendirmede ürün çeşidi ve depolama süresinin pH üzerinde etkili

olduğu ($P<0,05$) tespit edilmiştir. En düşük pH değerine sahip olan D dondurma miksinin, ürün elde edildikten sonra ve tüm depolama süresi boyunca en düşük pH değerine sahip olduğu, B ve C dondurmalarının depolama boyunca birbirine yakın pH değerlerine sahip olduğu saptanmış; A dondurmasının kültür içermediği için en yüksek pH değeri taşıdığı gözlenmiştir.

Yine dondurma miksleri ve dondurmalarda yapılan istatistiksel değerlendirmeye göre ürün çeşidinin % laktik asit değeri üzerinde etkili olduğunu ($P<0,05$); fakat depolama süresince değişen %laktik asit değerlerinin önemsiz olduğu ($P>0,05$) belirlenmiştir. Birbirine yakın %laktik asit değeri taşıyan B,C,D dondurmaları depolama boyunca yaklaşık değerleri korumuş, fakat 90.günde D dondurması diğerlerine göre daha yüksek değer göstermiştir.

Uygulanan Duncan testine göre dondurma mikslерinin birbirlerinden oldukça farklı oranlarda viskozite değerine sahip olduğu ($P<0,05$) saptanmıştır. İnülinin, oligofruktoz ve mısır şurubuna göre daha fazla su tutma özelliğine sahip olması ve yağ ikame özelliği taşıması sebebiyle en yüksek viskozite değerine sahip miks D dondurma miksi olup, daha sonra sırayı C, B ve A dondurma miksleri takip etmektedir.

Dondurmalarda yapılan Varyans analiz ve Duncan testine göre ürün çeşidi ve depolama sürelerine ait F değerinin $P<0,05$ olması sebebiyle, A,B,C,D dondurmalarının sertlik değeri üzerinde söz konusu faktörlerin etkili olduğu tespit edilmiştir. Dondurma mikslерinin viskozite

değerleriyle bağlantılı olarak sertliklerin ortalama değerlerine bakıldığında, D dondurması en sert dondurma olarak belirlenmiş, bunu C,B ve A dondurmalarının takip ettiği görülmüştür. Depolama süresi boyunca tüm dondurmaların sertlik değeri artış göstermiştir.

Düşen ilk damla için geçen süre ve erime miktarı bakımından iki farklı yönden ele alınan erime dayanımına ait istatistiksel değerlendirmede $P < 0,05$ olması nedeniyle ürün çeşidi ve depolama süresinin erime dayanımına etkili olduğu ve ortalamalar arasındaki farkın önemli bulunduğu tespit edilmiştir. İlk damla için geçen sürenin en uzun ve eriyen miktarın en az D dondurmasında olduğu, bunu sertlik sırasında olduğu gibi C, B ve A dondurmalarının izlediği gözlenmektedir. Depolama süresi boyunca tüm örnekler için eriyen ilk damla için geçen süre artmakta, eriyen miktar ise azalmaktadır.

Mikrobiyolojik yönden ele alındığında hem dondurma mikslerinde hem de dondurmalarda istatistiksel değerlendirme yapıldığında ürün çeşidi ve depolama süresinin *L.acidophilus* ve *B.animalis* sayılarını önemli ölçüde etkilediği tespit edilmiştir. Dondurma mikslerinde hem *L.acidophilus* hem de *B.animalis* sayıları bakımından en yüksekten en düşüğe sıralamanın C,D,B olduğu; dondurmada yapılan mikrobiyolojik incelemede de *L.acidophilus* ve *B.animalis* sayıları bakımından en yüksek değerin C dondurmasında olduğu saptanmıştır. Bu sonuca göre Fibrulose 97, bu iki bakteri suşunu olumlu yönde etkileyerek aktivitelerini arttırmıştır.

Yapılan duyusal değerlendirmede hem eğitimli hem de eğitimsiz panelistlerce *L.acidophilus*, *B.animalis* ve Fibrulose 97 içeren C probiyotik dondurması en çok beğeni kazanan dondurma olarak belirlenmiştir. şeker ikame maddesi olan oligofruktoz, dondurmanın lezzetinde etkisini göstermiş, ayrıca bakteri canlılıklarını olumlu yönde etkileyerek dondurmanın probiyotik gıda olarak tüketilmesinde önemli rol oynamıştır.

Sonuç olarak; D dondurma örneğinde bulunan inülin (Fibruline XL)'in yağ ikame madde özelliği taşıması, söz konusu örnekte viskozite, sertlik, erime dayanımı, duyusal özelliklerden sertlik ve yağlılıka en yüksek değerleri almasına neden olmuştur. Diğer yandan oligofruktoz (Fibrulose 97) içeren C dondurma örneğinin hem probiyotik bakterilerin gelişimini teşvik etmesi, hem de duyusal yönden en çok beğenilen ürün olması, ayrıca genel olarak reolojik özellikler yönünden D örneğine en yakın ürün olması sebebiyle *L.acidophilus*, *B.animalis* ve oligofruktoz içeren probiyotik dondurmaların insan sağlığına olumlu etkileri göz önüne alınarak piyasaya sunulması önerilmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Akalın, S., 2000, Benefits of *bifidobacteria* to human health, Fermented Food, Fermentation and Intestinal Flora Academy of Medicine, New York, USA.

Akalın, S., Gönç, S. ve Fenderya, S., 2000, Probiyotik süt ürünleri ve prebiyotikler, Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Tekirdağ, 29s

Akalın, S. ve Ötleş, S., 2002, Beslenmede probiyotiklerin önemi, *Gıda Dergisi*, Ekim:70-74

Alamprese, C., Foschino, R., Rossi, M., Pompei, C., Savani, L., 2002, Survival of *Lactobacillus johnsonii* and influence of its addition in retail-manufactured ice cream produced with different sugar and fat concentrations, *International Dairy Journal*, 12:201-208

Altuğ, T., 1993, Duyusal Test Teknikleri, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları, İzmir, yayın no:28

Bielecka, M., Biedrzycka, E., Majkowska, A., Juskiewicz, J., Wroblewska, M., 2002, Effect of non-digestible oligosaccharides on gut microecosystem in rats, *Food Research International*, 35:139-144

Bodyfelt, F.W., Tobias, J., Trout, G.M., 1988, The Sensory Evaluation of Dairy Products, New York, 166p

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

Christiansen, P.S., Edelsten, D., Kristiansen, J.R., Nielsen, E.W.,
1996, Some properties of ice cream containing *Bifidobacterium*
bifidum and *Lactobacillus acidophilus*, *Milchwissenschaft*,
51(9):502-504

Coussement, A., 1999, Inulin and oligofructose:safe Intakes and legal
status, *American Society for Nutritional Sciences*, 1412-1417

Çakır, İ., Çakmakçı, M.L., 2004, Probiyotikler: tanımı, etki
mekanizmaları, seçim ve güvenilirlik kriterleri, *Gıda*, 29(6):427-
434

Dave, R.I., Shah, N.P., 1997, Viability of yogurt and probiotic bacteria
in yoghurts made from commercial starter cultures, *International*
Dairy of Journal, 7:31-41

Dave, R.I., Shah, N.P., 1998, Ingredient supplementation effects on
viability of probiotic bacteria in yoghurt, *Journal of Dairy Science*,
81:2804-2816

Davidson, R.H., Duncan, S.E., Hackney, C.R., Eigel, W.N., Boling,
J.W., 2000, Probiotic culture survival and implications in
fermented frozen yogurt characteristics, *Journal of Dairy Science*,
83:666-673

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

Danone World Newsletter, 1999, Functional foods: definitions, examples and the place of fermented dairy products, 18

Danone World Newsletter, 1999, Heat treatment, 20

El-Nagar, G., Clowes, G., Tudorica, C.M., Kuri, V., 2002, Rheological quality and stability of yogurt ice-cream with added inulin, *International Journal of Dairy Technology*, 55(2):89-93

Fooks, L.J., Fuller, R., Gibson, G.R., 1999, Prebiotics, probiotics and human gut microbiology, *International Dairy Journal*, 9:53-61

Godward, G., Kailasapathy, K., 2003, Viability and survival of free, encapsulated and co-encapsulated probiotic bacteria in ice cream, *Milchwissenschaft*, 58:161-164

Goff, H.D., Modler, H.W., 1996, Bifidobacteria, Fructooligosaccharides and ice cream, *Canadian Dairy*, 10

Gomes, A.M.P. and Malcata, F.X., 1999, *Bifidobacterium ssp.* and *Lactobacillus acidophilus*: biological, biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics, *Trends Food Science of Technology*, 10:139-157

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

Güven, M., Karaca, O.B., 2002, The effects of varying sugar content and fruit concentration on the physical properties of vanilla and fruit ice-cream-type frozen yogurts, *International Journal of Dairy Technology*, 55(1):27-30

Hagen. M., Narvhus, J.A., 1999, Production of ice cream containing probiotic bacteria, *Milchwissenschaft*, 54(5):265-268

Hammes, W.P., Hertel, C., 2002, Research approaches for pre-and probiotics: challenges and Outlook, *Food Research International*, 35:165-170

Haynes, N., Playne, M.J., 2002, Survival of probiotic cultures in low-fat ice cream, *Australian Journal of Dairy Technology*, 57:10-14

Hekmat, S., McMahon, D.J., 1992, Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in ice cream for use as a probiotic food, *Journal of Dairy Science*, 75:1415-1422

Holzapfel, W.H., Schillinger, U., 2002, Introduction to pre-and probiotics, *Food Research International*, 35:109-116

International Dairy Federation (IDF), 1988, Fermented milks: Science and technology, Brussels, 227

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

International Dairy Federation (IDF), 2000, Culture-containing dairy products in human nutrition and health, Brussels, 352

Kaplan, H. and Hutkins, R.W., 2000, Fermentation of fructooligosaccharides by Lactic Acid Bacteria, *Applied and Environmental Microbiology*, 66(6):2682-2684

Kosikowski, F.V., 1981, Properties of commercial flavored frozen yoghurts, *Journal of Food Protection*, 44(11):853-856

Lizasoain, L., Joaristi, L., 1995, SPSS for Windows, version 6.0, Buenos Aires, Argentina

Macfarlane, G.T., Cummings, J.H., 1999, Probiotics and prebiotics can regulating the activities of intestinal bacteria benefit health, *British Medical Journal*, 318:999-1003

Modler, H.W., McKellar, R.C., Goff, H.D., Mackie, D.A., 1990, Using ice cream as a mechanism to incorporate *Bifidobacteria* and Fructooligosaccharides into the human diet, *Cultured Dairy Products Journal*, 4-10

Niness, K.R., 1999, Inulin and oligofructose:What are they?, *American Society for Nutritional Sciences*, 1402-1406

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Oysun, G.**, 2001, Süt ve Ürünlerinde Analiz Yöntemleri, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları, İzmir, 504:265-268
- Öztürk, G.F., Metin, M., Koca, N., Balkır, P.**,2000, Protein kaynaklı bazı yağ ikame maddelerinin sert tip yağsız yoğurt üretiminde kullanımı, Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Tekirdağ,161s
- Pereira, D.I.A., Gibson, G.R.**, 2002, Effects of concumpption of probiotics an dprebiotics on serum lipit levels in humans, *Critical Reviews in Biochemistry and MolecularBiology*, 37(4):259-281
- Rastall, R.A., Maitin, V.**, 2002, Prebiotics and synbiotics:towards the next generation, *Current Opinion Biotechnology*, 13:490-496
- Reuter, G., Klein, G., Goldberg, M.**, 2002, Identification of probiotic cultures in food samples, *Food Research International*, 35(2):117-124
- Roberfroid, M.B.**, 2000, Prebiotics and probiotics:are they functional foods?, *American Journal of Clinical Nutrition*, 71:1682-1687

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

Saarela, M., Mogensen, G., Fonden, R., Matto, J., Mattila-Sandholm, T., 2000, Probiotic bacteria:safety, functional and technological properties, *Journal of Biotechnology*, 84:197-215

Saarela, M., Lahteenmaki, L., Crittenden, R., Salminen, S., Mattila-Sandholm, T., 2002, Gut bacteria and health foods-the European perspective, *International Food Microbiology*, 78:99-117

Samona, A. and Robinson, R.K.,1994, Effect of yogurt cultures on the survival of bifidobacteria in fermented milks, *Journal Society of Dairy Technology*, 47(2):58-60

Schaller-Povoiny, L.A. and Smith, D.E., 1999, Sensory attributes and storage life of reduced fat ice cream as related to inulin content, *Journal of Food Science*, 64(3):555-559

Schaller-Povoiny, L.A. and Smith, D.E., 2001, Viscosity and freezing point of a reduced fat ice cream mix as related to inulin content, *Milchwissenschaft*, 56(1):25-29

Schneeman, B.O., 1999, Fiber, inulin and oligofructose:similarities and differences, *American Society for Nutritional Sciences*, 1424-1427

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

Seçkin, A.K., Balkır, P., 2003, İnülin ve oligofruktozun fonksiyonel gıda olarak önemi ve sağlık üzerine etkileri, *Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu*, İzmir, Bildiri no:13

Shah, N.P., Lankaputhra, W.E.V., 1997, Improving viability of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium* spp.in yogurt, *International Dairy Journal*, 7:349-356

Shortt, C., 1999, The probiotic century:historical and current perspectives, *Trends in Food Science & Technology*, 10(12):411-417

Tamime, A.Y. and Robinson, R.K., 1985, Yoghurt, Pergamen Pres Ltd., Oxford, 250-254p

Tekinşen, C., 1987, Dondurma Teknolojisi, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, 1-39s

Uysal, H., Kınık, Ö., Kavas, G., 2004, Süt ve Ürünlerinde Uygulanan Duyusal Test Teknikleri, E.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, no:560

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında İzmir’de doğdum. İlköğrenimimi Ankara İlkokulu, orta ve lise öğrenimimi Karşıyaka Anadolu Lisesi, üniversite öğrenimimi Celal Bayar Üniversitesi’nde tamamlayarak 2000 yılında Gıda Mühendisi olarak mezun oldum. İki sene özel sektörde mesleğimi icra ettikten sonra Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi bölümünde yüksek lisans öğrenimimi gerçekleştirdim.

