



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Lactobacillus rhamnosus KÜLTÜRÜ İLE PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİ

Zeynep CANBULAT

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA - 2010

ÖZET

Lactobacillus rhamnosus KÜLTÜRÜ İLE PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİ

Probiyotikler, konakçı mikroorganizma sağlığı üzerinde yararlı etkileri kanıtlanmış ve bağırsak florasını olumlu yönde düzenleyen canlı organizmalardır. *Lactobacillus rhamnosus* yaygın olarak kullanılan probiyotikler arasındadır. İnülin ise; *L. rhamnosus*'un gelişmesini teşvik eden ve iyi bir lif kaynağı olan prebiyotik besin ingrediyentidir.

Bu çalışmanın amacı farklı zincir uzunluğundaki inülinin *L. rhamnosus* gelişimi ve probiyotik yoğurdun bazı özellikleri üzerine olan etkisini belirlemektir. Bu çalışmada probiyotik yoğurt örneklerinde *L. rhamnosus* sayısı, pH değeri, titrasyon asitliği, serum ayrılması, organik asit (laktik, asetik, sitrik ve propiyonik) ve duyuşal değerdendirmeler yapılmıştır.

Standart yoğurt kültürü ve probiyotik bakterinin yanısıra kısa zincirli inülin kullanımının ürünün fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine olumlu etkileri olduğunu saptanmıştır. Probiyotik yoğurt içerisindeki *L. rhamnosus*' un canlılığı kısa zincirli inülin kullanımı ile artmıştır. Yüksek polimerizasyon derecesi *L. rhamnosus* tarafından inülinin değerdendirilmesini azaltmıştır. Kısa zincirli inülin kullanımı ile oluşan düşük pH ve yüksek titrasyon asitliğinin yoğurdun yapısını olumsuz etkilemesi nedeniyle bu yoğurtlarda serum ayrılması artmıştır. Ancak, örneğin konsistens değeri etkilenmemiştir. Bununla birlikte yoğurdun duyuşal özellikleri farklı zincir uzunluğundaki inülin kullanımı ile değışmiştir. Elde edilen sonuçlar yoğurt tekstür özellikleri, probiyotik gelişimi ve canlılığı bakımından doğru inülin çeşidinin önemini ortaya koymuştur.

Anahtar kelimeler: Probiyotik, *Lactobacillus rhamnosus*, İnülin

ABSTRACT**THE MANUFACTURING OF PROBIOTIC YOGHURT with
*Lactobacillus rhamnosus***

Probiotics can be defined as living microorganisms that have proved beneficial effects on health of the host and that modulate the intestinal microbial balance. *Lactobacillus rhamnosus* is one of the widely used probiotics. Inulin is a prebiotic food ingredient that increases the activity of *L. rhamnosus*, increases calcium absorption and is a good source of dietary fibre.

The aim of this study was to determine the effects of prebiotics with various chain lengths (long and short inulins) on growing activity of *L. rhamnosus* and some properties of probiotic yoghurt. In this study, viability of *L. rhamnosus*, pH value, titratable acidity, whey separation, organic acids (lactic, acetic, citric and propionic) and sensory evaluations in the yoghurt samples were evaluated at + 4°C.

The result indicates that using short type of inulin along side the standard yoghurt culture and probiotic bacteria have positive affects on the physical, chemical and microbiological properties of the product. Viability of *L. rhamnosus* in probiotic yoghurt was enhanced by using short chain inulin. Increased degree of polymerization led to decreased rate of consumption of inulin by *L. rhamnosus*. Whey separation increased by using short chain ones since low pH value and high titratable acidity effected structure of yoghurt negatively. But did not effect consistency of the sample. In the same way, sensory properties of yogurts changed significantly by using inulin with different chain lengths. Our findings indicate the importance of selecting right inulin type on the growth and stability of probiotics and yogurt texture properties.

Key words: Probiotic, *Lactobacillus rhamnosus*, Inulin.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Yoğurt Üretimi ve Yoğurdun Özellikleri.....	6
2.2. Probiyotikler ve Prebiyotikler.....	16
2.3. <i>Lactobacillus rhamnosus</i> 'un Bebek ve Çocuk Sağlığı Üzerine Etkisi.....	24
3. MATERYAL VE YÖNTEM	32
3.1. Materyal	32
3.1.1. Süt.....	32
3.1.2. Yağsız Süttozu.....	32
3.1.3. Bakteri Kültürleri.....	32
3.1.4. Prebiyotikler.....	33
3.1.5. Ambalaj Materyali.....	34
3.2. Yöntem	34
3.2.1. Probiyotik Yoğurt Üretimi.....	34
3.2.2. Deneme Deseni.....	34
3.2.3. Bakteri Kültürlerinin Hazırlanması.....	35
3.2.4. Probiyotik Yoğurtta Uygulanacak Analizler.....	35
3.2.4.1. Mikrobiyolojik Analizler.....	35
3.2.4.1.1. <i>Lactobacillus rhamnosus</i> Sayısı.....	35
3.2.4.2. Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....	36
3.2.4.2.1. Titrasyon Asitliği%	36
3.2.4.2.2. pH.....	36
3.2.4.2.3. Serum Ayrılması Analizi	36
3.2.4.2.4. Konsistens	36
3.2.4.2.5. Organik Asitlerin Belirlenmesi.....	36

3.2.4.3. Duyusal Analizler.....	37
3.2.4.4. İstatistiksel Analizler.....	39
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA.....	40
4.1. Mikrobiyolojik Analizler.....	40
4.1.1. <i>Lactobacillus rhamnosus</i> Sayısı	40
4.2. Fiziksel ve Kimyasal Analizler	43
4.2.1. Titrasyon Asitliği.....	43
4.2.2. pH.....	46
4.2.3. Serum Ayrılması.....	49
4.2.4. Konsistens	52
4.3.5. Organik Asit Oranları.....	55
4.3. Duyusal Analizler.....	57
4.3.1. Görünüş Özellikleri.....	57
4.3.2. Kıvam Özellikleri.....	61
4.3.3. Koku Özellikleri.....	64
4.3.4. Tat Özellikleri.....	67
4.3.5. Toplam Kabul Edilebilirlik.....	70
5. SONUÇ	74
KAYNAKLAR.....	76
TEŞEKKÜR.....	93
ÖZGEÇMİŞ.....	94

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

µg:	Mikrogam
g:	Gram
kcal:	Kilokalori
max:	Maksimum
mg:	Miligram
min:	Minimum
ppm:	Milyonda bir
subsp:	Alt Tür
YKM:	Yağsız Kuru Madde

Kısaltmalar

MRS:	De Man, Rogosa ve Sharpe
GALT:	Gut Associated Lymphoid Tissue
HPLC:	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Stirred Tipi Yoğurt Üretimi	10
Şekil 2.2 Set Tipi Yoğurt Üretimi	10
Şekil 2.3 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> 'un Morfolojik Görüntüsü.....	12
Şekil 2.4 <i>Streptococcus thermophilus</i> ' un Morfolojik Görüntüsü.....	12
Şekil 2.5 <i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>rhamnosus</i> 'un Morfolojik Görüntüsü.....	13
Şekil 4.1.1 Depolama Sürecinde Probiyotik Yoğurt Örneklerinin <i>L. rhamnosus</i> Sayılarının Değişimi.....	41
Şekil 4.2.1.1 Depolama Sürecinde Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Titrasyon Asitliği (%) Değeri Değişimi.....	44
Şekil 4.2.2.1 Depolama Sürecinde Probiyotik Yoğurt Örneklerinin pH Değeri Değişimi.....	47
Şekil 4.2.3.1 Depolama Sürecinde Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Serum Ayrılması (mL/25g) Değerlerindeki Değişimi.....	50
Şekil 4.2.4.1 Depolama Sürecinde Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Konsistens Değeri Değişimi	53
Şekil 4.3.1.1 Depolama Sürecinde Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Görünüş Özellikleri Değişimi.....	59
Şekil 4.3.2.1 Depolama Sürecinde Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Kıvam Özellikleri Değişimi	62
Şekil 4.3.3.1 Depolama Sürecinde Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Koku Özellikleri Değişimi.....	65
Şekil 4.3.4.1 Depolama Sürecinde Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Tat Özellikleri Değişimi.....	68
Şekil 4.3.5.1 Depolama Sürecinde Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Toplam Kabul Edilebilirlik Özellikleri Değişimi.	71

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.2.1 Bazı Gıdaların İnülin İçerikleri (g/100g yaş).....	22
Çizelge 3.2.2.1 Yoğurt Örneklerine Ait Deneme Deseni.....	35
Çizelge 3.2.4.3.1 Yoğurt Örneklerine Ait Duyusal Değerlendirme Skalası.....	38
Çizelge 4.1.1 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin <i>L. rhamnosus</i> Sayısındaki Değişim (log ₁₀ kob/g)	40
Çizelge 4.1.2 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin <i>L. rhamnosus</i> Sayısındaki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları (log ₁₀ kob/g)	41
Çizelge 4.1.3 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin <i>L. rhamnosus</i> Sayısındaki Değişime İlişkin LSD Testi Sonuçları (log ₁₀ kob/g)	42
Çizelge 4.1.4 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin <i>L. rhamnosus</i> Sayısındaki Değişimin Depolama Süresine İlişkin LSD Testi Sonuçları (log ₁₀ kob/g)	42
Çizelge 4.2.1.1 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Titrasyon Asitliği (%) Değişimi.....	43
Çizelge 4.2.1.2 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Titrasyon Asitliği (%) Değişimine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları.....	44
Çizelge 4.2.1.3 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Titrasyon Asitliği (%) Değişimine İlişkin LSD Testi Sonuçları	45
Çizelge 4.2.1.4 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Titrasyon Asitliği Değeri Değişiminin Depolama Süresine İlişkin LSD Testi Sonuçları	46
Çizelge 4.2.2.1 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin pH Değeri Değişimi.....	47
Çizelge 4.2.2.2 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin pH Değerlerindeki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları	48
Çizelge 4.2.2.3 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin pH Değeri Değişiminin Depolama Süresine İlişkin LSD Testi Sonuçları.....	48
Çizelge 4.2.2.4 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin pH Değeri Değişiminin Depolama Süresine İlişkin LSD Testi Sonuçları	49
Çizelge 4.2.3.1 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Serum Ayrılması (mL/25g) Değerlerinin Değişimi	50
Çizelge 4.2.3.2 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Serum Ayrılması (mL/25g) Değerlerindeki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları.....	51

Çizelge 4.2.3.3 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Serum Ayrılması (mL/25g) Değeri Değişime İlişkin LSD Testi Sonuçları	51
Çizelge 4.2.3.4 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Serum Ayrılması (mL/25g) Değerleri Değişiminin Depolama Süresine İlişkin LSD Testi Sonuçları.....	52
Çizelge 4.2.4.1 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Konsistens Değeri Değişimi (cm).....	53
Çizelge 4.2.4.2 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Konsistens Değerlerindeki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları	54
Çizelge 4.2.4.3 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Konsistens Değerlerindeki Değişime İlişkin LSD Testi Sonuçları	55
Çizelge 4.2.4.4 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Konsistens Değeri Değişimlerinin Depolama Süresine İlişkin LSD Testi Sonuçları	55
Çizelge 4.2.5.1 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Organik asit (mg/g) Oranları.....	56
Çizelge 4.2.5.2 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Organik Asit (mg/g) Oranlarındaki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları	57
Çizelge 4.2.5.3 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Organik Asit (mg/g) Oranı Değişimine İlişkin LSD Testi Sonuçları.....	57
Çizelge 4.3.1.1 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Görünüş Özellikleri Değişimi.....	58
Çizelge 4.3.1.2 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Görünüş Özelliklerindeki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları.....	59
Çizelge 4.3.1.3 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Görünüş Özelliklerine İlişkin LSD Testi Sonuçları.....	60
Çizelge 4.3.1.4 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Görünüş Özellikleri Depolama Süresine Ait LSD Testi Sonuçları	60
Çizelge 4.3.2.1 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Kıvam Özellikleri Değişimi.....	61
Çizelge 4.3.2.2 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Kıvam Özellikleri Değişimine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları.....	62
Çizelge 4.3.2.3 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Kıvam Özelliklerine İlişkin LSD Testi Sonuçları.....	63
Çizelge 4.3.2.4 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Kıvam Özelliklerine İlişkin Değişimin Depolama Süresine Ait LSD Testi Sonuçları	63

Çizelge 4.3.3.1 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Koku Özellikleri Değişimi.....	64
Çizelge 4.3.3.2 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Koku Özelliklerindeki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları.....	65
Çizelge 4.3.3.3 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Koku Özelliklerine İlişkin LSD Testi Sonuçları.....	66
Çizelge 4.3.3.4 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Koku Özelliklerine İlişkin Değişimin Depolama Süresine Ait LSD Testi Sonuçları	66
Çizelge 4.3.4.1 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Tat Özellikleri Değişimi	67
Çizelge 4.3.4.2 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Tat Özelliklerindeki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları.....	68
Çizelge 4.3.4.3 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Tat Özelliklerine İlişkin LSD Testi Sonuçları.....	69
Çizelge 4.3.4.4 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Tat Özelliklerindeki Değişimin Depolama Süresine Ait LSD Testi Sonuçları	69
Çizelge 4.3.5.1 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Toplam Kabul Edilebilirlik Özellikleri Değişimi	70
Çizelge 4.3.5.2 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Toplam Kabul Edilebilirlik Özelliklerindeki Değişimine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları.....	71
Çizelge 4.3.5.3 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Toplam Kabul Edilebilirlik Özelliklerine İlişkin LSD Testi Sonuçları	72
Çizelge 4.3.5.4 Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Toplam Kabul Edilebilirlik Özelliklerine İlişkin Değişimin Depolama Süresine Ait LSD Testi Sonuçları.....	72

1. GİRİŞ

Beslenme denildiği zaman büyüme, yaşamın sürdürülmesi ve sağlığın korunması için besinlerin kullanılması akla gelmektedir. Bireyin, ailenin ve toplumun birinci amacı, sağlıklı ve üretken olmaktır. Sağlıklı olmanın göstergesi, beden, akıl ve sosyal yönden iyi gelişmiş bir vücut yapısı ve bu yapının bozulmadan uzun süre işlemesidir. İnsan sağlığı üzerinde kalıtım ve çevre koşulları gibi birçok faktör etkili olmaktadır. Bununla birlikte beslenme alışkanlıkları vücut direncini değiştirerek çeşitli hastalıklara yakalanma olasılığını arttırmakta ve hastalıkların sonuçlarının daha ağır olduğu gözlenmektedir.

Son yıllarda, tüm dünyada görülen sağlık problemleri nedeniyle tüketicilerin beslenme alışkanlıkları yoğun incelemeye alınmıştır. Beslenme eğilimleri; 'yaşam desteği' niteliğinden 'sağlık desteği' niteliğine doğru bir değişim göstermektedir. Bu değişimin nedenlerinin başında, sağlığı tehdit edici çevresel tehlikeleri ile hava, su ve gıdalarda bulunabilecek mikroorganizma ve kimyasalların olduğu bir gerçektir. Tüketiciler beslenme ve sağlık konularının birbiriyle doğrudan ilişkili olduğunun bilincindedir. Tüketicilerin isteklerine cevap verebilmek için üreticiler enerjisi azaltılmış gıdalar (yağ oranı düşürülmüş gıdalar), modifiye gıdalar (örneğin katkı içermeyen/organik gıdalar) ve fonksiyonel gıdalar (örneğin probiyotik ve prebiyotik içeren gıdalar) gibi çeşitli gıda üretimlerine yönelmiştir (Sanders 1998, Roberfroid 2000, Gürsoy 2005, Tonguç 2006).

Besleyici, fonksiyonel ve tüketici sağlığına olumlu yararlar sağlayan bu özel ürünlerin üretimi büyüyen bir sektör konumundadır. Bilimsel olarak sağlık üzerine etkileri kanıtlanarak onaylanan fonksiyonel gıdalara olan eğilim, her geçen gün artmaktadır (Sanders 1998, Roberfroid 2000, Gürsoy 2005).

Fonksiyonel ürünler arasında probiyotik ve prebiyotik ürünler ön plana çıkmaktadır. Probiyotikler, doğal bağırsak mikroflorasını olumlu yönde değiştirerek insan ya da hayvan sağlığı üzerinde yararlı etkiler yaratan canlı mikrobiyel gıda kaynaklarıdır (Fuller 1989, Kneifel ve ark. 1999, Çakır ve Çakımcı 2004).

Yapılan çalışmalar ile probiyotik mikroorganizmaların, üründe bakteriyosin ve diğer bazı antimikrobiyel maddelerin üretimi ile laktoz intoleransı, kanser, yüksek kolesterol ve antibiyotik kullanımının yol açtığı bağırsak rahatsızlıklarının tedavisindeki olumlu etkilerinin olduğu bildirilmiştir (Roberfroid 2000, Gülmez ve Güven 2002, Sanders 1999, 2003, Çakır ve Çakmakçı 2004).

Probiyotik bakterilerin öngörülen yararlı etkiyi gösterebilmesi için üründe bulunması gereken minimum bakteri sayısı 10^6 - 10^8 kob/mL düzeyinde olmalıdır (Ishibashi ve Shimamura 1993, Gobbetti ve ark. 1998, Lee ve ark. 1999, Fonden ve ark. 2000, Godward ve ark. 2000, Kılıç 2001, Hill ve Guarner 2004, Gürsoy ve Kınık 2004, Phillips ve ark. 2006).

Probiyotik mikroorganizmaların bağırsaklarda gelişmesini ve aktivitesi teşvik etmek amacıyla prebiyotikler kullanılmaktadır. Prebiyotikler (oligosakkaritler, fruktooligosakkaritler inülin gibi) fermente olabilen ancak sindirilemeyen gıda ingrediyanleri olarak tanımlanmaktadır (Gibson ve Roberfroid 1995, Ninesse 1999, Schrezenmeir ve Vrese 2001, Yağcı 2002, Gibson 2004, Manning ve Gibson 2004, İnanç ve ark. 2005).

Probiyotiklerin önemli sağlık etkilerinden yararlanma amaçlı üretilen en yaygın ürün yoğurttur. Son yıllarda yoğurdun bileşimine klasik yoğurt starterlerinin yanı sıra, probiyotik kültürler de katılarak ürüne ekstra fizyolojik etki ve besin değeri kazandırılmaktadır. Klasik yoğurt starter kültürleri bağırsak sisteminde canlı kalma yetenekleri çok düşük olduğu için tek başlarına probiyotik kültür olarak kullanılamamaktadır. Yoğurt kültürüne ilave olarak, probiyotik kültür kullanımının temel avantajı, fermentasyon işleminin, özel türlerin tek başına kullanılmasına göre çok daha hızlı seyretmesi ve aynı zamanda yoğurt kültürlerinin, bağırsakta *L. acidophilus*, *L. rhamnosus* ve *Bifidobacterium*'dan beklenen aktiviteyi teşvik etmesidir (Özcan–Yılsay ve Kurdal 2000, Taş 2005).

Günümüzde en yaygın olarak kullanılan probiyotik bakteriler *Lactobacillus* türleridir. Fermente süt ürünlerinde kullanılan bazı probiyotik *Lactobacillus* türlerinin

(*L. rhamnosus*, *L. rueteri*, *L. acidophilus* gibi) metabolizmadaki faydalarının incelendiği çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Mitsuoka 1990, Lee ve ark. 1999, Gürsoy ve ark. 2005).

Son yıllarda alerjik hastalıklar, ishal, kabızlık gibi rahatsızlıkların artması nedeniyle özellikle çocuk ürünlerinde probiyotik bakteri kullanımı ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır. İlk defa 1990 yılında uygulanan *Lactobacillus casei subsp. rhamnosus* bebek ve çocuklar için geliştirilen süt ürünlerinde probiyotik amaçlı tercih edilen mikroorganizmadır (Reid 2002, Reid ve Burton 2002).

Bu nedenle planlanan çalışmada sağlık üzerine olumlu etkilerinin olduğu bildirilen *L. rhamnosus* ile geleneksel yoğurt kültürlerinin (*Str. thermophilus* + *L. bulgaricus*) kombinasyonu ile üretilen probiyotik yoğurtların özelliklerinin saptanması amaçlanmıştır. Probiyotik kültürün gelişmesini desteklemek amacıyla polimerizasyon dereceleri farklı olan iki tip inülin kullanılmıştır: 1) Frutafit TEX, uzun zincirli inülin 2) Frutafit CLR, kısa zincirli inülin. Probiyotik bakterinin farklı zincir uzunluğundaki inülini kullanma yeteneklerine bağlı olarak gelişimi ve yoğurt yapısına katkısı da değişiklik göstermektedir. Üretimi yapılan probiyotik yoğurtlar (probiyotik kültür + kısa/uzun zincirli inülin katkılı) klasik yoğurt kültürü kullanılarak üretilen kontrol grubu ile karşılaştırılarak özellikleri incelenmiştir. 28 günlük depolama süresince yoğurt örneklerinde bazı mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal ve duyu analizler yapılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Günümüzde kalp ve damar hastalıkları, kanser ve obezite gibi beslenmeye bağlı kronik hastalıkların artış göstermesi ile tüketiciler gıdaların sağlık üzerine etkileri hakkında daha hassas ve bilinçli olmaya başlamışlar ve dolayısıyla bu konuda yapılan araştırmalar da hız kazanmıştır. Sağlıklı yaşamın devam ettirilmesi üzerinde beslenmenin etkili olduğu bilinmektedir. Tüm bunların sonucu olarak sağlıklı gıda, fonksiyonel gıda, destek besinler, medikal gıda, zenginleştirilmiş gıda, diyet gıda gibi birçok yeni kavram günlük yaşantımıza girmiştir.

Temel besleyici özellikleri dışında, sağlığa yarar sağlayabilen gıdalara “fonksiyonel gıdalar” denilmektedir. Bir gıdanın fonksiyonel olarak tanımlanabilmesi için besleyici bileşenler içermesinin yanı sıra, besinle alınması durumunda vücutta olumlu sağlık etkileri olduğu iddia edilen bir ya da birden çok fonksiyonel madde içermesi gerekmektedir (Hasler 1998, Milner 1999, Özcan-Yılsay ve Kural 2000, Güven ve Gülmez 2006).

Bir gıda maddesinin FOSHU’ ya göre fonksiyonel olarak tanımlanabilmesi aşağıdaki özellikleri taşımalıdır (Farr 1997, Sanders 1998, Roberfroid 2000, Hasler 2002, Karakaya 2004, Güven ve Gülmez 2006):

- Bireyin beslenmesine katkıda bulunmasının yanında mutlaka sağlığın korunması ve iyileştirilmesine yardımcı olmalıdır.
- Besleyici özelliği ve sağlık yönünden etkileri yapılan araştırmalarla tespit edilmiş olmalıdır.
- Günlük alım miktarları belirlenmiş olmalıdır.
- Tüketiminin güvenilir olduğu, herhangi bir yan etkisinin olmadığı kanıtlanmış olmalıdır.
- Fizikokimyasal özellikleri, niceliksel ve niteliksel özellikleri belirlenmiş olmalıdır.
- Besin işlenerek fonksiyonel özellik kazanmış ise besleyici özelliğini işleme aşamalarında kaybetmemiş olmalıdır.

- Günlük olarak tktlebilecek bir ürün olmalıdır.
- Besin doğal olarak tktldiği Şeklinde olmalıdır.
- Söz konusu besin ya da bileşeni ilaĉ olarak kullanılan bir madde olmamalıdır.

Fonksiyonel rnlerin sağlığa yararları etkileri arasında antitumjenik ve antikanserojenik özellikleri, laktöz metabolizması, bağışıklık sistemi ile serum kolesterol seviyesinin düzenlenmesi sayılabilir (Hasler 2002, Coşkun 2005).

rnlere, fonksiyonel özellik birkaç yolla kazandırılabilir (Roberfroid 2000, Meister ve Hasler 2002, Karakaya 2004, Güven ve Gülmez 2006):

- 1) İĉerięinde bulunan bir ya da birden fazla bileşeni teknolojik ya da biyoteknolojik yöntemlerle modifiye ederek,
- 2) Bir bileşeni gıdadan uzaklaŐtırarak ya da miktarını azaltarak,
- 3) Gıdaya dıŐarıdan bir bileŐen ekleyerek,
- 4) Yapısındaki bir ya da birden fazla bileŐenin biyo-yararlılığını modifiye ederek.

Probiyotik ve prebiyotikler fonksiyonel gıdalar arasında ne ĉıkan ürünler arasında yer almaktadır. Gerek gelişme faktörü olarak ve gerekse hastalıkların iyileŐtirilmesi amacıyla antibiyotiklerin yerine, doğal biyolojik mekanizmaları destekleyen ürünler olan probiyotik bakterileri iĉeren gıdalar bir alternatif olarak önerilmektedir. Böylece bağırsak mikroflorasının dengesi sağlanmakta, antibiyotiklerin zararlı etkileri de engellenmiŐ olmaktadır.

Ağız yoluyla alınan patojenlere karşı ilk savunma hattı olarak rol oynayan, gastrointestinal sistem mukoza lenfoid dokusudur (GALT) Laktik asit bakterilerinin kolonizasyonları sürecinde GALT ile olan etkileşimleri sonucu immün sistemi güçlendirdikleri bilinmektedir. Laktik asit bakterilerinin antibakteriyel ve immün regülatuvar aktivitelerini göstermelerinde birĉok faktör katkıda bulunmaktadır. Bunlar; ortamın düşük pH özelliği, organik asitler, CO₂, hidrojen peroksit, bakteriosinler, oluşan etil alkol ve diasetil gibi metabolitler olarak sayılabilir (zden 2007).

Tüketicilerin günlük diyetlerinin önemli bir kısmını oluşturan ve önemli fonksiyonel gıdalar arasında yerini alan fermente süt ürünlerinin 1999 yılı itibariyle Avrupa'da 1.35 milyar dolarlık bir pazara sahip olduğu bilinmektedir. Hoşa giden duyuşal özelliklere sahip olmalarının yanı sıra besleyici özellikleri ve insan sağığı üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle bu ürünlerin tüketimi artmaktadır. Bu nedenle son yıllarda yapılan araştırmalar probiyotik fermente süt ürünleri üzerinde yoğunlaşmaktadır (Akın 1999, Sezen ve Koçak 2006).

Yeni fonksiyonel süt ürünlerinin üretimi ile ürün yelpazesi genişlemekte ise de en çok tüketilen fermente süt ürünü yoğurttur. Taze olarak tüketilmesi ve raf ömrünün kısa olması nedeniyle yoğurt, üreticilerin de en çok ilgilendiğı ürün özelliğini korumaktadır (Akın 1999, Sezen ve Koçak 2006, Tonguç 2006).

2.1. Yoğurt Üretimi ve Yoğurdun Özellikleri

Yoğurt, sütün laktik asit kültürleriyle aşılması sonucu elde edilen kendine özgü tadı ve aroması olan fermente olmuş ve toplumumuzun beslenmesinde önemli bir yeri olan bir süt ürünüdür. Gıda Maddeleri Tüzüğü' nde **Yoğurt**; 'en az 90⁰C'de ısıtılıp mayalanma derecesine kadar soğutulmuş sütün, yoğurt mayası katılarak laktik asit mayalanmasına tabi tutulmasıyla elde edilen özel kıvamdaki süt ürünüdür' olarak tanımlanmaktadır (Taş 2005).

Türk Standartları Enstitüsü TS 1330 Yoğurt Standardı' na göre **Yoğurt**; 'inek sütü (TS 1018), koyun sütü (TS 11044), manda sütü (TS 11045), keçi sütü (TS 11046) ya da karışımlarının pastörize edilmesi ya da pastörize sütün (TS 1019) gerektiğinde süt tozu ilavesiyle (TS 1329) homojenize edilip ya da edilmeden *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*'dan oluşan yoğurt kültürünün ilave edilmesi ve TS 10935-Yoğurt Yapım Kuralları Standardı'na uygun işlemlerden sonra elde edilen mamul' olarak tanımlanmaktadır (Anonim 1993, 2006). Fermente süt ürünleri tebliğine göre ise **Yoğurt**; *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* dışındaki *Lactobacillus* ve *Streptococcus thermophilus* bakterilerinin fermentasyonu sonucu oluşan koagüle ürün olarak tanımlanmaktadır.

Fermente bir süt ürünü olan yoğurdun tüketimi gerek sindiriminin kolay olması, gerekse yüksek besleyici değere sahip besin elementlerini (karbonhidrat, protein, yağ, vitamin, kalsiyum, fosfor vb.) içermesi nedeniyle oldukça yüksektir. Sindiriminin daha kolay olmasının nedeni, yoğurdun işlenmesi sırasında etkin olan *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* bakterilerinin sütün pıhtılaşmasını sağlamalarının yanısıra çeşitli biyokimyasal değişiklikleride gerçekleştirmelerinden kaynaklanmaktadır. Bu değişmeler sırasında yoğurt bakterilerinin metabolizması sonucunda, süt şekeri olan laktoz laktik aside dönüşmekte ve proteinler de kısmen parçalanmaktadır (Shahani ve Chandan 1979, ağlar ve akmakı 1999, zcan-Yılsay ve Kurdal 2000).

Yoğurt sütün daha konsantre hale getirilmesi ve laktik asit bakterileri tarafından süt bileşenlerinin insan beslenmesinde yararlı olan metabolik ürünlere dönüştürülmesi nedeniyle insan beslenmesi için gerekli tüm bileşenleri içermektedir. Yoğurt protein, kalsiyum, fosfor, B₁ (tiamin), B₂ (riboflavin), ve B₁₂ vitaminleri içeriği bakımından oldukça zengin bir üründür. Ayrıca yoğurt süte oranla daha fazla folik asit, niasin, magnezyum ve çinko içermektedir. Yoğurt proteinlerinin biyolojik değeri yüksektir ve esansiyel aminoasitler yönünden de zengindir. Süt yağının sindirilebilirliği yoğurtta oldukça yüksek olup %99 oranlarına ulaştığı için bu ürünün değeri artmaktadır (Yaygın 1981, Renner ve Saldamlı 1983, zcan-Yılsay ve Kurdal 2000).

Laktoz, fermentasyon sırasında monosakkaritlere parçalanmakta ve bu monosakkaritler ince bağırsakta absorbe edilerek vücut tarafından enerji kaynağı olarak kullanılmakta, kısaca sindirimi kolaylaşmaktadır. Özellikle laktoz intoleransı olan kişiler, süt yerine yoğurt benzeri ürünleri rahatlıkla tketebilmektedirler. *Laktoz İntoleransı*; insan vücudunda laktozu parçalayan laktaz enziminin yetersizliğinde görülmekte ve laktoz içeren ürünleri tüketen bu kişilerde çeşitli bağırsak rahatsızlıkları meydana gelmektedir (Yaygın 1981, Renner ve Saldamlı 1983, Demirci ve şimşek 1997, zcan-Yılsay ve Kurdal 2000).

Yoğurt retimde kullanılacak çiğ sütün, kendine has renk, tat, koku, kıvam ve görünüşte olması gerekmektedir. Hastalıklı bir hayvandan sağılmamış olması,

mikrobiyolojik kalitesinin yüksek olması, yoğurt kültürlerinin gelişimini engelleyecek antibiyotik, bakteriofaj, deterjan ve dezenfektan maddeler gibi inhibitör maddelerinin olmaması kaliteli yoğurt üretimi için zorunlu olan kriterlerdir. Bu özelliklere sahip süt öncelikle klarifikasyon işlemine tabi tutulmaktadır. Klarifikasyon işleminin amacı süt içerisinde bulunabilecek yabancı maddeleri, görülebilen pislikleri, vücut hücrelerini, lökositleri ayırmaktır. Bu işlem özel olarak temizlik amacıyla tasarlanmış klarifikatörler ile yapılabildiği gibi standart süt seperatörleriyle de gerçekleştirilebilmektedir (Bylund 1995, Demirci ve Şimşek 1997, Yetişmeyen 1995, Akın 2006).

Yoğurt üretiminde ikinci işlem olarak yağ ve kuru madde standardizasyonunun uygulanmasıdır. Yağ standardizasyonu (Gıda Maddeleri Tüzüğü ve Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde belirtildiği gibi) uygun bir şekilde ürünün özelliğine göre **Tam yağlı**, **Yarım yağlı** ve **Yağsız** olacak şekilde gerçekleştirilmektedir. İşlenecek sütün kurumadde ayarlaması ise süttozu ilavesi ya da vakumda suyun buharlaştırılması ile gerçekleştirilmektedir. Kurumadde ayarlaması gerekli besin maddelerinin sağlanmasının yanı sıra özellikle yoğurdun tekstürel özellikleri ve tat ile aroması açısından önem taşımaktadır (Bylund 1995, Lucey ve Singh 1998, Akın 2006).

Homojenizasyon işlemi sütün sıcaklık ve yüksek basınç altında, çok küçük aralığa sahip pistonlardan geçirilmesi sonucu yağ globül çaplarının küçültülmesi ve daha stabil bir sistem oluşturulması işlemi olarak tanımlanabilmektedir. Genel olarak bu işlem valfli homojenizatörlerle yapılmaktadır. Homojenizasyon işlemi sonucunda, yağ fazı başta olmak üzere, süt bileşenlerinin fiziksel ve biyokimyasal özelliklerinde büyük değişiklikler olmaktadır. Yağ globüllerinin çapları küçülmekte, sayıları ve yüzey alanları uygulanan basınç değerleriyle orantılı olarak artmaktadır. Teknolojik üretimde uygulanan homojenizasyon işlemi yoğurdun viskozitesini iyileştirmekte, yağ globülleri küçülmekte ve süt proteinleri ile interaksiyonları sonucunda yoğurdun serum ayrılması azalmaktadır. Yağ globüllerinin miktarının artışı, ışığın kırılması ve dağılmasını etkileyerek ürünün renginin daha beyaz olmasını sağlamakta ve ayrıca yağın homojen bir şekilde dağılmasıyla aromanın artması ile sindirilmesini kolaylaşmaktadır. Homojenizasyon işleminde dikkat edilmesi gereken nokta ön ısıl işlemin uygulanmasıdır. Ön ısıl işleme tabi tutulmayan yoğurtlarda lipolizin artması ve

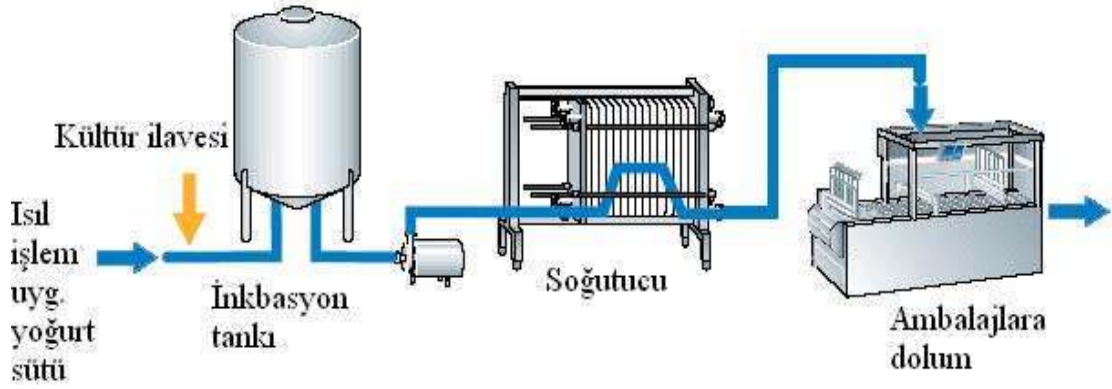
dolayısıyla acı tat oluşumu görülebilmektedir (Gönç 1990, Demirci ve Şimşek 1997, Yıldırım 1992, Sharma ve Dalgleish 1993, Bylund 1995, Fizman ve ark. 1999, Akın 2006).

Sütün yağ ve kurumadde standardizasyonu yapıldıktan hemen sonra ısıtma işlemi gerçekleştirilmektedir. Süte 80-85°C'de 15-30 dakika arasında değişen ısı işlem uygulanmaktadır. Isıl işlem uygulamasıyla patojen mikroorganizmalar, enzimler inaktif hale getirilmekte ve ilave edilen yoğurt bakterileri için uygun bir ortam sağlanmaktadır. Ayrıca serum proteinleri bu sıcaklıkta denatüre olarak k-kazeinle interaksiyona geçtiğinden yoğurdun kıvamı iyileşmektedir (Özer 1993, Demirci ve Şimşek 1997, Yaygın 1999, Akın 2006).

Pastörizasyon işleminden sonra inokülasyon sıcaklığına soğutma (40-45°C) işlemi uygulanmakta ve bu sıcaklığa soğutulan süt yoğurt kültürü ile ortalama olarak % 2 oranında aşılacaktır. İnkübasyon işlemi, kültürün optimum gelişme sıcaklığı olan 42±3°C'de yapılmaktadır. Ürün kalitesi açısından ilave edilecek starter kültür miktarı büyük önem taşımaktadır. Starter kültürün düşük oranda uygulanması durumunda asitlik çok yavaş geliştiğinden inkübasyon süresi uzamakta ve zayıf pıhtı oluşmaktadır. İnkübasyon oranı yüksek olursa asitlik hızlı geliştiğinden inkübasyon süresi kısalmakta, yoğurt bakterileri arasındaki oran değişmekte ve aroma olumsuz yönde etkilenebilmektedir. İnkübasyona pH 4.6 olduğunda son verilmekte ve yoğurt hızlı bir şekilde soğutulmaktadır (Bylund 1995, Demirci ve Şimşek 1997, Tamime ve Robinson 1999, Taş 2005). Uygun koşullarda üretilen yoğurt 4±1°C'de 3-4 haftaya kadar muhafaza edilebilmektedir. Ancak bu süre içinde asit üretimi yavaşta olsa devam etmekte ve belirgin asit tadı meydana gelebilmektedir (Anonim 2008).

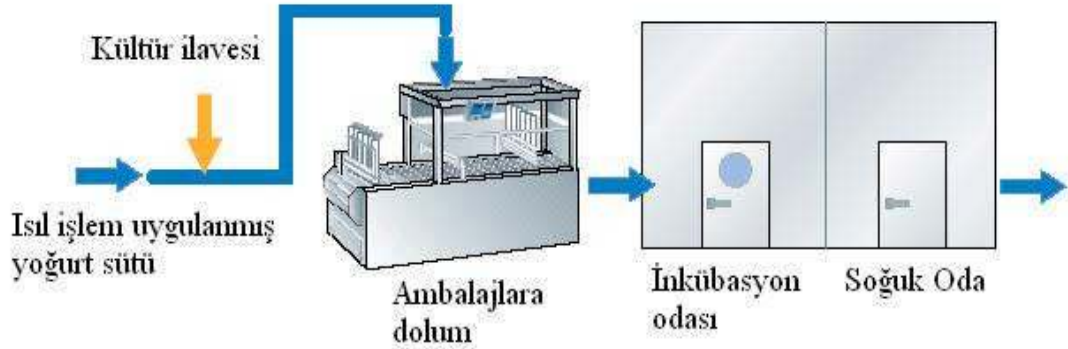
Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği ve TS 1330-Yoğurt Standardı'na göre yoğurt yağ oranlarına göre, tam yağlı, yağlı, yarım yağlı, az yağlı ve yağsız olarak sınıflandırılmaktadır. Ayrıca yapım tekniğine göre, set tipi, stirred tipi ile meyve ve aroma ilaveli yoğurtlar olarak sınıflandırılmaktadır (Anonim 2001, 2006, Akın 2006, Anonim).

Stirred yoğurt ya da pıhtısı kırılmış yoğurt üretiminde, fermentasyon işlemi bir tank içerisinde gerçekleşmekte ve inkübasyon sonunda pıhtı kırılarak bir pompa aracılığıyla dolum noktasına iletilmektedir (Şekil 2.1) (Anonim 2008).



Şekil 2.1. Stirred Tipi Yoğurt Üretimi

Set yoğurt ya da pıhtısı kırılmamış yoğurt üretiminde, süte uygulanan ön işlemlerden sonra yoğurt sütü ambalaj kaplarına doldurulmakta, fermentasyon işlemi, bu kaplar içerisinde ve özel inkübasyon odalarında yapılmaktadır (Şekil 2.2) (Anonim 2008).



Şekil 2.2. Set Tipi Yoğurt Üretimi

Süt ürünleri için starter kültür denildiğinde, sütü fermente ederek pıhtılaştırır, ona tat ve aroma veren mikroorganizma topluluğu anlaşılmaktadır. Yoğurt kültürü olarak en çok kullanılan *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* süt asidi bakterileridir. Her iki bakteri yoğurtta birbirlerinin gelişimi için gerekli olan maddeleri sağlamakta yani simbiyoz olarak yaşamaktadır. Bu simbiyoz yaşam, kültürde kokların

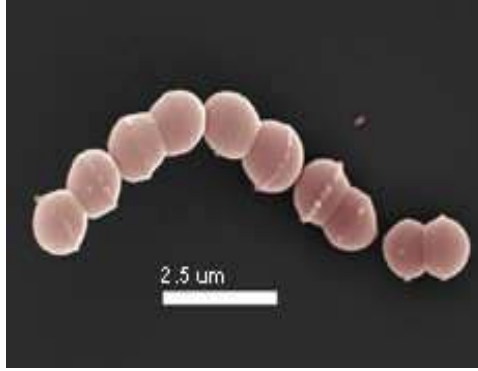
çubuklara karşı belirli oranda olmalarını öngörmektedir. Yani *S. thermophilus*'un *L. bulgaricus*' a oranı yaklaşık 1/1 ya da 2/1 şeklinde olmalıdır. Yoğurt üretimi sırasında öncelikli olarak sütte *S. thermophilus* faaliyet göstererek ortamın asitliğini arttırmakta, pH'sını düşürmekte ve oksijeni harcayarak anaerob ortam oluşturmaktadır. Bu ortamda hızla çoğalmaya başlayan *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*'un çoğalması için gerekli valin'i proteinleri parçalayarak açığa çıkarmaktadır (Tamime ve Deeth 1980, Yaygın ve Kılıç 1993, Demirci ve Şimşek 1997, Kılıç 2001).

Yoğurtta aroma oluşumunda etkili olan *L. bulgaricus*'tur. İlk olarak Bulgar Grigoroff tarafından tanımlanmıştır. Gram (+), düz ya da eğri tekli, ikili ya da zincir oluşturabilen, çubuk şeklinde sporsuz bir bakteridir. Optimum gelişme sıcaklığı 41- 46 °C'dir. Çiğ süt ve peynirlerde doğal olarak bulunmasının yanısıra yoğurt ve bazı peynirlerde starter kültürler olarak kullanılmaktadır. Diğer *Lactobacillus* türleri gibi güçlü bir fermentasyon yeteneği göstermektedir. *L. bulgaricus* asidürik özellik göstererek fermente gıdalarda asitliği pH 4'e kadar düşürebilmektedir. Genelde pH 7.2'ye kadar değişebilen ortamlarda gelişebildikleri belirtilmektedir. Süt yağının hidrolizasyonunda etkili olmakta, kaprilik, kaprik gibi yağ asitleri serbest kalmakta ve ayrıca önemli miktarda etanol oluşturmaktadır (Şekil 2.3) (Demirci ve Şimşek 1997, Stiles ve Holzapfel 1997, Kılıç 2001, Tonguç 2006).

S. thermophilus yoğurt kültüründe bulunan diğer bakteridir. Gram (+), termodurik, homofermentatif, aerob ya da fakültatif anaerob özellik göstermektedir. Sınırlı sayıda disakkariti (laktöz ve sakkaroz gibi) fermente edebilirken, monosakkaritler (glikoz gibi) üzerinde zayıf bir fermentasyon yeteneği göstermektedir. Başlıca fermentasyon ürünleri laktik asit, asetaldehit ve diasetildir. Optimum gelişme sıcaklığı 38-44°C'dir ve termofilik özellik göstermektedirler. 10°C'de gelişme gösteremezken, 50°C'de aktivite gösterebilmektedir. Bu bakteriler çubuklara göre daha az asit geliştirme kabiliyetine sahiptirler ve gelişen süt asitliğinde inaktive olmaktadır (Şekil 4) (Demirci ve Şimşek 1997, Kılıç 2001, Tonguç 2006).



Şekil 2.3. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un Morfolojik Görüntüsü



Şekil 2.4. *Streptococcus thermophilus*' un Morfolojik Görüntüsü

Probiyotik yoğurt üretiminde yoğurt kültürlerine ilave olarak *L. acidophilus*, *Lactobacillus casei* subsp. *rhamnosus*, *B. longum* vb probiyotik kültürler kullanılmaktadır. *Lactobacillus casei* subsp. *rhamnosus*, 20 yıldan fazla bir süredir başta antidiyare etkileri olmak üzere birçok fonksiyonel özelliğinden dolayı fermente süt ürünlerinin özellikle yoğurt üretiminde kullanılan bir probiyotik bakteridir (Mattila-Sandolm 1999, Forestier ve ark. 2001, Huang ve ark. 2002).

L. rhamnosus fakültatif heterofermentatif (Grup II) bir mikroorganizmadır. Pentozları ve glukogonları fermente edebilme yeteneğine sahip olup diğer *Lactobacillus* türlerinden süt ürünlerinde çabuk üreyebilmeleri ve ekstraselüler polisakkarit üretme yetenekleri nedeniyle farklılık göstermektedir. İnsan kanındaki monositlerde

düzenleyici sitokin IL-10 üretimini tetiklemekte, *L. plantarum* ve *L. paracasei* cinslerinden daha etkili olmaktadır (Hessle ve ark. 1999).

L. rhamnosus' un en iyi bilinen suşu *L. rhamnosus* GG'dir. Bu özel suşun çeşitli yararlı etkilerinin olduğu kanıtlanmıştır (Alander ve ark. 1999). *L. rhamnosus* GG ilk defa 1990 yılında yapılan araştırmalarda kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar ile özellikle çocuk sağlığına olan katkıları bildirilmiş ve bu nedenle bebek ile çocuk ürünlerinde kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu mikroorganizma oksijensiz ortamda L (+) laktik asit ve etanol üretme yeteneğindedir. Doğal olarak insan bağırsak florasında bulunması, düşük pH'daki ortamlara karşı dirençli olması, gastrointestinal sistem duvarına tutunabilmesi başlıca özellikleridir (Goldin ve ark. 1992, Reid 2002, Reid ve Burton 2002, Tonguç 2006). (Şekil 2.5.)



Şekil 2.5. *Lactobacillus casei* subsp. *rhamnosus*'un Morfolojik Görüntüsü

L. rhamnosus GG'nin en iyi bilinen etkisi akut gastroenterit süresini, bağırsak mukoza dengesini sağlayarak ve immun cevabı destekleyerek kısaltmasıdır (Huang ve ark. 2002).

Prebiyotikleri kullanma özelliklerini araştırmak için yapılan bir çalışmada *L. rhamnosus*'un, *Bifidobacterium* türlerinden farklı olarak düşük polimerizasyon seviyesine sahip şekerleri tercih ettikleri ve trisakkarit ile polisakkaritlerin bulunduğu ortamda ilk olarak monosakkarit ve disakkaritleri fermente ettikleri saptanmıştır (Gopal ve ark. 2001). Yapılan çalışmalarda *L. rhamnosus* kültürü içeren yoğurt ile standart

yoğurt arasında görünüş, tat, aroma, yapı gibi duyuşal özellikler bakımından belirgin farklılıklar olmadığı belirlenmiştir (Hekmat ve Reid 2006).

Oliveira ve ark. (2001), *L. acidophilus* ve *L. rhamnosus* içeren kültür kullanarak fermente süt içeceğinde, sütün bileşiminin ve kullanılan kültürün, ürünün asitlik oluşumu, yapısal özellikleri ve mikrobiyolojik stabilitesine olan etkileri incelenmiştir. Saf ve kombine olmak üzere iki ayrı kültür hazırlanmış, saf kültürde *L. acidophilus* ve *L. rhamnosus* birlikte, kombine kültürde ise bu iki bakteri *S. thermophilus* içeren kültürle desteklenmiştir. Üretimde kullanılan süte, kazein hidrolizatları, süt proteinleri ve peynir altı suyu tozu ilave edilmiştir. Süt bileşenlerinin ve kültür kompozisyonunun probiyotik bakterilerin stabilitesi üzerine zayıf etkileri olduğu tespit edilmiş, ayrıca kombine kültürde asitlik oluşumunun saf kültüre oranla çok daha hızlı geliştiğı bildirilmiştir.

Sütün starter kültürler tarafından fermente edilmesi ile ürünün raf ömrünü arttıran karakteristik tat ve kokusunu oluşturan laktik asit ile bazı organik asitler oluşmaktadır. Bu sırada yoğurda istenilen duyuşal özellikler ve yapı kazandırılmaktadır. Organik asitlerin meydana gelmesinde esas kaynak yağ, protein ve laktozdur. Diğer bir deyişle, mikrobiyel aktivite ile lipoliz, proteoliz ve glikoliz sonucu oluşan primer ürünlerden değışik yapıda serbest organik asitler meydana gelmektedir. Bu bileşikler; a) pürüvik, okzalik, süksinik asit gibi uçucu olmayan organik asitler, b) formik, asetik, propiyonik izovalarik, kaproik, kaprilik, kaprik ve bütirik asit gibi uçucu organik asitler, c) asetaldehit, aseton, asetoin ve diasetil gibi karbonil bileşikler ile d) bazı aminoasitler, protein, yağ ya da laktozun termal parçalanmasıyla oluşan diğer bileşikler olarak dört gruba ayrılmaktadır (Akalın ve ark. 1998, Tamime ve Robinson 1999, Boylston ve ark. 2004).

Yoğurt üretimi sırasında ve starter bakterilerinin kullanımı sonucu orotik asidin azaldığı, laktik, asetik, propionik ve formik asit miktarlarının arttığı bildirilmiştir. Laktik asit miktarındaki artışın % 60 düzeyinde olduğu vurgulanmıştır (Akalın ve ark. 1998).

L. bulgaricus, *S. thermophilus*'a oranla tek olarak kullanıldığında daha fazla asetaldehit üretmesine karşın bu iki bakterinin karışımından oluşan kültürde bakterilerin birbirlerini teşvik edici özelliklerinden dolayı asetaldehit oluşumunun yüksek düzeyde olduğu ifade edilmektedir. Asetaldehit oranı, asitlik düzeyine bağlı olmaktadır. Asetaldehidin asetona oranı 1:1 ya da 2:1 olduğunda istenilen yoğurt aromasının olduğu belirtilmektedir (Tamime ve Deeth 1980, Gyosheva 1982, Tamime ve Robinson 1999).

Süt ve fermente süt ürünlerinde organik asit oluşumu; **I.** süt yağının hidrolize olması sonucunda **II.** ürüne ilave edilen asitliği arttırıcı maddelerin etkisi ile **III.** kullanılan süt çeşidine göre elde edildiği hayvanın biyo-kimyasal metabolik faaliyetleri sonucunda **IV.** sütte doğal olarak bulunan bakteri faaliyetleri sonucunda olmak üzere çeşitli yollarla gerçekleşmektedir (Rasic ve Kurman 1978, Blanc 1986, Akın 1997).

Karakteristik aroma bileşiklerinin oluşmasında (uçucu yağ asitleri) asetik, propiyonik, butirik, izovalarik, kaproik, kaprilik, kaprik ve formik asit gibi etkili olmaktadır. Hammadde olarak kullanılan süte göre yoğurtta uçucu yağ asitlerinin miktarı önemli ölçüde artmaktadır. Yoğurt bakterilerinin metabolik aktivitesi sonucunda uçucu yağ asitleri serbest hale geçmektedir. Laktoz ve aminoasitlerin transformasyonu ile yağın parçalanması uçucu yağ asitlerinin oluşumuna neden olabilmektedir (Tamime ve Deeth 1980).

Yapılan araştırmalarda fermente süt ürünlerinin üretimi sırasında oluşan organik asitlerin çeşitli hastalıkları tedavi edici rol oynadıkları bildirilmektedir. Örneğin laktik asidin bazı patojen bakterilerin inhibisyonunda ve orotik asidin insanlarda yüksek kolesterolün düşürülmesinde etkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca orotik asidin *Lactobacillus* türleri için bir gelişme faktörü olduğu da belirtilmektedir. Bu nedenle yoğurt ve benzeri fermente süt ürünlerinde organik asitlerin kantitatif tespiti sadece beslenme ve elde edilen ürünün duyuşal özellikleri açısından değil, aynı zamanda ortamdaki bakteri aktivitesinin tespiti açısından da önem taşımaktadır. Ayrıca farklı mekanizmalarla oluşan organik asitlerin karaciğeri koruyucu rol oynamaları, nükleik asit sentezini desteklemeleri ve protein sentezine katkıda bulunmaları gibi rollerinin

olduğu da belirtilmektedir (Rasic ve Kurman 1978, Anonymous 1981, Rubin ve ark. 1982, Navder ve ark. 1990, Akın 1997, Akalın ve ark. 1998).

Akalın ve ark. (1998) tarafından yapılan bir çalışmada yoğurda işlenecek inek sütünde privik, laktik, orotik, sitrik ve ürik asit belirlenmiş, inkübasyon ve depolama sırasında ise bu asitlere ilave olarak asetik ve propiyonik asit de gözlenmiştir. Sütte bulunmayan asetik ve propiyonik asit miktarının yoğurt üretimi ve depolama sırasında artış gösterdiği, sitrik ve ürik asit miktarlarının ise üretim sırasında azaldığı, fakat depolama sırasında sabit kaldığı belirlenmiştir. Privik asit miktarı inkübasyon aşamasında artış gösterirken depolama sırasında azalmıştır. Yoğurt jeli oluşumunda etkili olan laktik asit miktarının ise gerek inkübasyon gerekse depolama sırasında arttığı belirlenmiştir.

Chen ve ark. (2004), yoğurt üretiminde probiyotik bakterilerin canlılığının prebiyotik kullanımı ile arttırılması sonucu aminoasit ve organik asit konsantrasyonunun arttığını belirtmişlerdir.

2.2. Probiyotikler ve Prebiyotikler

Fonksiyonel süt ürünleri arasında ‘‘Probiyotik rnler’’, ‘‘Zenginleştirilmiş rnler’’ ve ‘‘Enerjisi Azaltılmış rnler’’ göze çarpmaktadır. İlk grup içerisinde yer alan probiyotik bakterileri içeren süt ürünleri fonksiyonel süt ürünlerinin en önemli grubunu oluşturmaktadır. Bunun nedeni sütün ve fermente süt ürünlerinin yararlı bakterilerin bağırsak sistemine taşınması için uygun ortam olarak vurgulanan gıda maddeleri olmalarıdır. Özellikle yoğurt ve peynir gibi süt ürünleri probiyotik kültürlerin canlılığının ve/veya gelişiminin desteklenmesinde pozitif rol oynamaktadır. Günümüzde sağlığa yararlı probiyotik kültürleri içeren yoğurt ve fermente süt içecekleri en fazla üretilen probiyotik süt ürünleridir (Kavas ve Kınık 2000, Ouwehand ve ark. 2002).

Fermente süt ürünleri ve probiyotik kültürleri içeren süt ürünlerinin kullanımı ile intestinal mikroflorayı ve bağırsak koruyucu sistemleri değiştirmek, geliştirilmek

amaçlanmıştır. Mikroflora gelişiminde prebiyotik, probiyotik ve sinbiyotiklerin kullanımını olmak üzere üç önemli nokta dikkat çekmektedir (Çakır ve Çakmacı 2004).

Bağırsak sisteminde bulunan faydalı mikroorganizmaların gıdaların sindirimine yardımcı olmak, canlıyı patojen mikroorganizmalardan korumak ve canlının savunma mekanizmasını desteklemek gibi işlevleri bulunmaktadır. Bu açıdan, bağırsak florasını düzenleyerek konakçı sağlığı üzerinde faydalı etkileri olan mikroorganizmalar “probiyotik” olarak tanımlanmaktadır (Lee ve ark. 1999, Fonden ve ark. 2000, Godward ve ark. 2000, Kılıç 2001, Hill ve Guarner 2004).

Probiyotik kelimesi Yunanca’da “yaşam için” anlamını taşımaktadır. **Probiyotik starter kültür ise;** doğal bağırsak mikrobiyel dengesini olumlu yönde değiştirerek insan ya da hayvan sağlığı üzerinde yararlı etkiler yaratan tek ve/veya karışık canlı kültürlerdir (Ishibashi ve Shimamura 1993, Sanders 1998, Gobbetti ve ark. 1998, Lee ve ark. 1999, Fonden ve ark. 2000, Godward ve ark. 2000, Kılıç 2001, Hill ve Guarner 2004, Gürsoy ve Kınık 2004, Phillips ve ark. 2006).

Probiyotikler belirli seviyelerde ve sürelerde yukarıda sözü edilen olumlu sağlık etkilerini meydana getirebilmektedirler. Bu nedenle probiyotiklerinin etkili olabileceği tüketim seviyelerinin tanımlanması gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda probiyotik ürünler, içerdikleri canlı bakteri sayısı dikkate alınarak sınıflandırılmışlardır. Öngörülen yararlı etkiyi gösterebilmesi için probiyotik üründe olması gereken probiyotik bakteri sayısı 10^6 - 10^8 kob/mL düzeyinde olmalıdır (Ishibashi ve Shimamura 1993, Gobbetti ve ark. 1998, Fonden ve ark. 2000, Hill ve Guarner 2004, Phillips ve ark. 2006).

Probiyotik olarak kullanılacak suş ve türler insan orijinli olmalı, sağlığa etkileri ortaya konmuş olmalı, gıda ve klinik kullanımlarda güvenli olmalı yani patojenik olmamalı ve toksin üretmemeli, patojenlere karşı antagonistik aktiviteye sahip olmalı, bağırsak epitel hücrelerine tutunabilmeli, canlı olarak bağırsak sistemine geçebilmeli, asit ve safra tuzlarına dayanıklı olmalı, antimikrobiyel bileşikler oluşturabilmeli, bağırsak mikroflorasını stabilize edebilmeli, depolamada ürün asitliğini koruyabilmeli

ve en önemlisi aktivitesini sürdürebilmelidir (Klaenhammer 1998, Sanders 1999, Short 1999, Collins ve Gibson 1999, Gibson 2004, Erişir 2005, Güven ve Gülmez 2006).

Probiyotiklerin insan orijinli olması, bu mikroorganizmaların, ortama daha kolay adapte olmaları ve konak ile diğer olası ilişkilerini en iyi şekilde gerçekleştirmeleri açısından önem taşımaktadır (Fuller 1989).

Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmaların yararlı etkileri aşağıdaki gibi açıklanabilmektedir (Fuller 1989, Sanders 1999, Özcan-Yılsay ve Kural 2000, Lee ve ark. 2001, Kabak ve Var 2005, Güven ve Gülmez 2006, Sezen ve Koçak 2006):

- Bağırsak patojenlerinin kontrolünde etkilidirler,
- Antikanserojenik etki gösterirler (karsinojenleri parçalayarak kanser yapıcı etkilerini giderirler),
- Bağırsak enfeksiyonu ve antibiyotik tedavisinin yan etkilerini önlerler,
- Antikolesterolemik etki gösterirler,
- Laktozdan ve kalsiyumdan yararlanmayı arttırırlar,
- Bağırsak sistemindeki normal floranın dengesini sağlayarak hastalıklara karşı direnç artışı oluştururlar yani bağışıklık sistemini teşvik ederler.

Probiyotik süt ürünlerinde en yaygın olarak kullanılan probiyotik mikroorganizmalar *Lactobacillus* türleridir. Bazı *Lactobacillus* türlerinin *L. rhamnosus* GG, *L. rueteri*, *L. acidophilus* gibi organizmada ki etkilerinin incelendiği çalışmalar bulunmaktadır (Mitsuoka 1990, Lee ve ark. 1999, Casas ve Dobrogosz 2000, Gürsoy ve ark. 2005, Güven ve Gülmez 2006).

Probiyotik süt ürünlerinde *L. rhamnosus* kullanılmasının temel nedenleri *Eschericia coli*, *Klebsiella pneumonia* gibi bazı patojen bakterilere karşı antibakteriyel etki göstermesi, immun sisteme hızlı adapte olarak modüle etmesi ile antidiyare etkisi sayılabilmektedir (Forestier ve ark. 2001).

Mattila-Sandolm ve ark. (1999), *L. rhamnosus*'un çeşitli kaynaklarda belirtilen klinik etkilerini, intestinal bölgede tutunma yeteneğinin artırılması, fekal enzim aktivitelerinin düşürülmesi, antibiyotik kullanımına bağlı diyarelerin önlenmesi, rotavirus diyaresinin önlenmesi ve tedavisi, akut diyarenin önlenmesi, bağışıklık sisteminin uyarılması olarak bildirmektedir.

Saarela ve ark. (2000), *Clostridium difficile*'ye bağlı diyarenin önlenmesi ve çocuklarda atopik dermatit semptomlarının azaltılmasında *L. rhamnosus*'un etkili olduğunu belirtmektedir.

L. rhamnosus GG bebek ve çocuklar için geliştirilen süt ürünlerinde en çok kullanılan probiyotik mikroorganizmadır. *L. rhamnosus* GG, 1983 yılında insan dışkısından izole edilmiş ve 1985 yılında patenti alınmıştır. Tufts Üniversitesi'nde Sherwood Gorbach ve Barry Goldin tarafından bulunduğu için adlandırılarda bu bakteri için araştırmacıların soyadının ilk harfleri olan "GG" eki kullanılmaktadır (Silva ve ark. 1987, Doron ve ark. 2005).

Prebiyotikler, vücuda alınması durumunda probiyotik mikroorganizmaların gelişmesini ve etkinliğini seçici olarak olumlu yönde etkileyen, fermente olabilen ancak sindirilemeyen gıda bileşenleri olarak ifade edilmektedir. Bunlara örnek olarak oligosakkaritler, fruktooligosakkaritler, inülin verilebilmektedir (Roberfroid 2000, Yağcı 2002).

Bir gıda bileşeninin prebiyotik olarak adlandırılması için bağırsak sisteminin üst kısmında hidrolize ve absorbe olmaması yani sindirime karşı dirençli olması, bağırsakta bulunan yararlı bakteriler tarafından kullanılabilmesi, bu bakterilerin çoğalmasını desteklemesi, sağlığı iyileştirici yönde bağırsak florasını değiştirebilmesi ile insan ve hayvan sağlığını olumlu yönde etkilemesi gibi özellikler aranmaktadır (Perrin ve ark. 2001).

Prebiyotikler, probiyotik bakteriler tarafından fermente edilmekte ve açığa çıkan metabolitler mikroflora için enerji kaynağını oluşturmaktadır. Ayrıca prebiyotiklerin

fermentasyonu sonunda oluşan kısa zincirli yağ asitleri ve organik asitler konakçının sağlığı üzerine olumlu etkiler yaratmaktadır. Bunlar, bağırsak pH'sını düşürmekte ve bu ortamda da mineral, özellikle de kalsiyum emilimi daha iyi olmaktadır. Asit ortamda yararlı mikroorganizmalar çoğalabilirken, patojen mikroorganizmalar çoğalamamaktadırlar. Kısa zincirli yağ asitleri ise bağırsak epitel hücreleri için enerji kaynağı olarak kullanılmasının yanı sıra her birinin (propiyonat, asetat ve bütirat) farklı işlevleri bulunmaktadır. Propiyonik asit, hepatik yağ asidi sentezini inhibe ederek serum LDL-kolesterol düzeylerini düşürmektedir. Asetik asit bağırsak pH'sını önemli ölçüde düşürmektedir. Bütirik asit kolon hücrelerinin yakıtı olarak kanserli hücrelerin çoğalmasını baskı altında tutarak kolon kanserini engellemektedir (Gibson ve Roberfroid 1995, Ninessse 1999, Schrezenmeir ve Vrese 2001, Yağcı 2002, Gibson 2004, Manning ve Gibson 2004, İnanç ve ark. 2005).

Prebiyotiklerin yararlı etkileri arasında; patojen bakteri çoğalmasını inhibe etmesi, laksatif etki yaratması, ishal ve kolon kanseri gelişme riskini azaltması, mineral biyoyararlılığını arttırması, immun fonksiyonları geliştirmesi, serum trigliserit düzeyi ile hayvan deneylerinde belirlenen postprandial glukoz ve insülin düzeylerini düşürmesi sayılabilmektedir (Brannon 2003, Tokunaga 2004).

Laktuloz, inülin, oligosakkaritler (maltoz, soya, ksiloz), oligofruktoz ve galaktoz içeren galaktooligosakkaritler (kurubaklagiller) prebiyotikler sınıfına girmektedirler. İnülin, frukto- ve galaktooligosakkarit gibi prebiyotikler kısa zincirli karbonhidratlardır ve kolon bakterileri için substrat görevini üstlenmektedirler. Polimerizasyon derecesi 2-60 ya da daha fazla olan bir fruktandır. Polimerizasyon derecesi daha düşük (2-20) birimlere fruktooligosakkarit ya da oligofruktoz adı verilmektedir (Wargovich ve ark. 1996, Yağcı 2002, Furrie ve ark. 2005).

Probiyotik ve prebiyotikleri birlikte bulunduran besin ya da destek amaçlı kullanılan ürünler *sinbiyotikler* olarak tanımlanmaktadır. Probiyotiklerle birlikte prebiyotikler kullanıldığında probiyotik mikroorganizmaların daha uzun süre canlı kaldıkları ve her ikisinin de etkilerinin aynı yönde olduğu belirtilmektedir (Rastall ve Maitin 2002).

Son yıllarda kullanımı yaygınlaşan prebiyotiklerin başında inülin ve oligofruktoz gelmektedir. İnulin ve oligofruktoz gıda endüstrisinde ya sukrozdan sentezlenmekte ya da hindiba köklerinden ekstrakte edilmektedir (Roberfroid 2005).

Hindiba botanikte *Cichorium intybus* olarak bilinen bir bitkidir ve en çok kahve yerine kullanıldığı bilinmektedir. Kökleri % 15-20 oranında inülin ve % 5-10 oligofruktoz içermektedir. İnülin üretimi, şeker pancarından şeker elde edilmesine benzemektedir. Öncelikli olarak kökler toplanmakta, temizlenerek yıkanmaktadır. İnülin tozu ortalama 10-12°C' de polimerize edilmekte ve 2-60 ünitelik zincir uzunluğuna sahip moleküller oluşturmaktadır. Oluşan inulin tozu %6-10 oranında glikoz, fruktoz ve sukroz içeren sekerlerden oluşmaktadır. İnulin, standart, az şekerli ve yüksek performanslı olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Standart inulin en fazla % 10 şeker içermektedir. Az şekerli inulin ve yüksek performanslı inulin ise, mono, di ve oligosakkarit fraksiyonlarının fiziksel olarak kaldırılması ile oluşmaktadır. Yüksek performanslı inulinde, şeker molekülleri ortadan kaldırıldığı için, inulin yağ benzeri bir yapı kazanmaktadır (Moshfegh ve ark. 1999, Coussement 1999, Shin ve ark. 2000, Yanancı 2010).

İNulin bakımından en zengin kaynaklar buğday (% 70), soğan (% 23), muz (% 3) ve sarımsaktır (% 3). Bazı besinlerin inülin içerikleri Çizelge 2.2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.2.1. Bazı Gıdaların İnülin İçerikleri (g/100g yaş) (Moshfeqh ve ark. 1999).

Gıda	Alt Sınır	Üst Sınır	Ortalama
Muz	0.30	0.70	0.50
Hindiba Kökü	35.7	47.6	41.6
Taze Kara Hindiba			
Çiğ	12.0	15.0	13.5
Pişmiş	8.1	10.1	9.10
Sarımsak			
Çiğ	9.0	16.0	12.5
Kurutulmuş	20,3	36.1	28.2
Enginar	2.0	6.8	4.4
Pırasa	3.0	10.0	6.5
Soğan			
Çiğ	1.1	7.5	4.3
Pişmiş	0.8	5.3	3.0
Çavdar unu	0.5	0.9	0.7

Polimerizasyon derecesi 2-60 ya da daha fazla olan inülin ince bağırsakta hidrolize ve absorbe olmazken, kolon bölgesinde *Lactobacillus* spp. ve *Bifidobacterium* spp. bakterileri tarafından fermente edilmekte ve prebiyotik etki göstermektedir. En önemli özelliği, ilave edildiği ürünün duyuusal özelliklerini etkilemeden probiyotik bakteriler üzerine prebiyotik etki göstermesidir. Bazı ürünlerde yağ ikamesi olarak da kullanılabilir (Niness 1999, Palframan ve ark. 2002, El -Nagar ve ark. 2002, İnanç ve ark. 2005).

Deney hayvanlarından elde edilen araştırma sonuçlarına göre inülin, oligofruktoz, gluko-oligosakkarit ve galakto-oligosakkaritlerin özellikle kalsiyum ve magnezyum emilimini arttırdığı belirtilmektedir. Uzun yıllardır hiçbir yan etki göstermeksizin bir

gıda bileşeni olarak kullanılan inülinin kalori değeri çok düşüktür. Sindirim enzimlerine karşı dirençli olan 3-2-1 bağları ile fruktoza bağlandığı için, enerji değerleri diğer bilinen karbonhidratlara göre düşüktür. Diyet karbonhidratları 4 kcal/g enerji içerirken, inülin ince bağırsaklarda emilime uğramamaları nedeniyle, diğer karbonhidratlara göre daha düşük enerji içeriğine sahiptir. Gıda maddelerinin toplam enerjisini düşürmek amacıyla dondurma, kek, pasta gibi yüksek kalorili besinlerin hazırlanmasında yağ ve şeker yerine kullanılmaktadır. Obezite tedavisinde de etkin rol alabilmektedir. Çocuklarda günlük alınması önerilen en düşük miktar 5 gr olarak belirtilmektedir (Shin ve ark. 2000, Perrin ve ark. 2001, El-Nagar ve ark. 2002, Brannon 2003, Yanancı 2010).

İnülin'in lif etkisi bulunmaktadır. Kolonda sıvı hacmini arttırmakta, dışkı kütle ve ağırlığında artış meydana getirmektedir. Her bir gram inülin 2 gr ağırlık artışına neden olmaktadır. Kolon kanseri gelişme riski ile dışkı ağırlığı arasında ters bir ilişki olduğundan bu etkinin yararlı sonuçları olduğu belirtilmektedir (Gallaher ve ark. 1996).

Prebiyotikler üzerine yapılan çalışmalarda genellikle inülin kullanılmaktadır. *In vitro* çalışmalarda inülinin kolonda bulunan yararlı mikroorganizmalardan *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* spp gelişimini teşvik ettiği, buna karşın toksin üreten *Clostridium*'lar, proteolitik *Bacteriodes*'ler ve toksijenik *E. coli* gibi patojenler üzerinde inhibitör etki gösterdiği belirtilmektedir. İnülinin insanların bağırsak florası üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, sağlıklı bireylerin diyetlerine 8 g/gün inülin ilave edildiğinde bağırsak bölgesinde *Bacteriodes* spp. sayısında önemli bir değişim olmazken *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* türlerinde artış olduğu belirlenmiştir (Modler 1994, Gibson ve Roberfroid 1995, Kruse ve ark. 1998, Thouhy ve ark. 2001).

Prebiyotiklerin zincir uzunluğu birçok özelliği etkilemektedir. Uzun zincirli inülin bağırsakta uzun fermentasyon süresine neden olurken kısa zincirli prebiyotik kullanımı ile laktat ve asetat üretimi artmaktadır (Perin ve ark. 2002).

Sharp ve ark. (2001) yaptıkları bir çalışmada, *Bifidobacterium* ve *E. Coli* sayısı üzerinde sindirilmeyen oligosakkaritlerin etkisini araştırmışlardır. Araştırmada *B.*

longum, *B. adolescentis* ve *B. angulatum* türlerinin baskın florayı oluşturduğu gözlenirken, toplam *Bifidobacterium* sayısında da büyük farklılık belirlenmemiştir. Buna karşın, *E. coli* sayısında oldukça belirgin bir azalma saptanmıştır.

Sadek ve ark. (2004), yoğurt üretiminde %2 konsantrasyonunda inülin kullanımının *L. acidophilus* ve *L. rhamnosus* gelişimini olumlu yönde etkilediğini belirlemişlerdir.

Güven ve ark. (2005), inülinin yağsız yoğurt üretiminde pH, titrasyon asitliği ve asetaldehit içeriğini etkilemediğini bildirmişlerdir.

2.3. *Lactobacillus rhamnosus* 'un Bebek ve Çocuk Sağlığı Üzerine Etkisi

Yetersiz ve dengesiz beslenme toplumun temelini oluşturan özellikle büyüme ve gelişme çağındaki bebek ve çocukların önemli sorunlarından. 0-5 yaş grubu çocuklarda beslenme bozukluğu yüksek oranlarda ölümlere ve gelişme geriliklerine yol açmakta, toplumsal yaşamımızı olumsuz yönde etkilemektedir. **Çocuk**; bebeklik ile erginlik arasındaki gelişme döneminde bulunan birey (> 4 yaş), **bebek** ise meme ya da kucak çocuğu (0-4 yaş) olarak tanımlanmaktadır.

Doğum sırasında bebeğin bağırsakları kendine özgü bir flora ya sahip olup yabancı mikroorganizma içermemektedir, ancak doğumdan hemen sonra alınan gıda maddeleri ile bu flora hızla şekillenmektedir. Doğum sonrası bağırsak florasında *E. coli* ve *Streptococcus* türleri baskın olan mikroorganizmalardır. Bebek anne sütü aldıkça bağırsakta *E. coli*, *Streptococcus* ve *Clostridium* türleri azalırken, *Bifidobacterium* türlerinin sayısı artmaya başlamaktadır. Bebek, anne sütünden kesildikten sonra bağırsakta erişkin florası yönünde değişiklikler olmaya başlamakta, ikinci yılın sonuna doğru erişkin florasının benzeri bir flora oluşmakta ve yaşam boyu sabit kalmaktadır. Bu floranın oluşumu çeşitli etkenlerin rol aldığı karmaşık bir olay olarak tanımlanmaktadır (Simon ve Gorbach 1984, Vanderhoof ve Young 2002).

Bağıklık sisteminin gelişmesinde ilk mikrobiyel kolonizasyon aşaması çok önemlidir. İnsanın sağlıklı bir yaşam sürdürebilmesi için sağlıklı ve dengeli bir gastrointestinal sisteme sahip olması gerekmektedir, aksi halde immün sistemin normal fonksiyon gösteremeyeceği belirtilmektedir (Bengmark 2001, Kalliomaki ve ark. 2003, Guarner ve Malagelada 2003, Gürsoy ve ark. 2005).

Bebeğin bağırsak florasını oluşturan bakterilerin türü ve miktarına etki eden çok sayıda faktör bulunmaktadır. Bu bağırsak florasını oluşturacak bakterilerin başlıca kaynakları anne doğum kanalında bulunanlar ile bebeğin yakın çevresinde temas ettiği kişilerde olan mikroorganizmalardır. Annenin aldığı gıdalar ve probiyotik bakteri içeren gıdaları tüketip tüketmediği, doğum şekli (normal ya da cerrahi), gebelik yaşı ve bebeğin başlangıç beslenme şekli (anne sütü ya da mama) gibi dış faktörlerin yanı sıra yeni doğan bebeğin sağlık durumu, immünolojik durumu, gastrointestinal sistem geçiş zamanı, pH'sı ve stres gibi iç faktörler bakteri gelişimini etkilemektedir (Yalçın ve Yurdakök 2000, Coşkun 2006).

Sezaryenle doğan düşük doğum ağırlıklı prematüre bebeklerin yoğun bakım ünitelerinde kaldıkları süre içerisinde, anne sütü almaya başlamaları gecikmekte ve bu sürede patojen mikroorganizmalar ile kontaminasyon oluşabilmektedir. Bu durumda anne sütünün kolonizasyon üzerindeki olumlu etkilerinden yararlanmak mümkün olamamaktadır. Ayrıca antibiyotik kullanılması mevcut florayı olumsuz yönde etkilemektedir. Prematüre ve yoğun bakım ünitelerinde kalmakta olan bebeklerde bağırsak florasının gelişmesi yavaş olmaktadır. Bu bebeklerde onları enfeksiyonlara yatkın kılan patolojik floranın gelişme olasılığı yüksektir. Özellikle bu dönemde kullanılan probiyotik mikroorganizmalar koruyucu sistemin gelişmesini ve patojen mikroorganizmaların inhibisyonunu sağlamaktadır (Yağcı 2002, Young ve Huffman 2003, Coşkun 2006).

Doğumla birlikte canlıda oluşan floranın daha sonra erişkinliğe ulaşıldığında kalıcı bir şekilde değiştirilmesi mümkün olmamaktadır. Bağırsak flora gelişiminin öneminin anlaşılması ile birlikte, bebek ve çocukların beslenmesi için prebiyotik ve

probiyotik içeren mamalar ile çocuk gıdaları üretilmeye başlanmıştır (Vanderhoof ve Young 2004).

Çocuklarda en önemli flora değişikliği geniş spektrumlu antibiyotik kullanılması ile ortaya çıkmaktadır. Çocukluk çağında antibiyotiklerin kullanımı ve gastrointestinal hastalıklara yatkınlık probiyotik kullanımını önemli bir araştırma alanı haline getirmiştir. Bağırsak florasında bulunan mikroorganizmaların sayısı hastalık, stres, yetersiz beslenme ve bazı ilaçların alınımına bağlı olarak azaldığında ishal ve kolit gibi sağlık sorunları ortaya çıkmaktadır. Bağırsaklarda flora dengesinin bozulduğu bu gibi durumlarda probiyotik desteği önem kazanmaktadır (Yağcı 2002, Guarner ve Malagelada 2003).

L. rhamnosus'un olumlu özellikleri belirlendikçe bu bakteriyi içeren gıda maddelerinin üretimi artmaya başlamıştır. Bu gıda maddeleri süt, yoğurt, fermente süt içecekleri, peynir ve çocuk mamaları gibi ürünleri kapsamaktadır.

Bebek ve çocuk gıdalarında *L. rhamnosus* ve özellikle *L. rhamnosus* GG suşu aşağıdaki amaçlar doğrultusunda kullanılmaktadır (Canbulat ve Özcan 2007):

- Bağışıklık sisteminin düzenlenmesi,
- *Bifidobacterium bifidum* ile birlikte akut ishalin tedavisinde ve önlenmesi,
- Antibiyotiğe bağlı ishalin engellenmesi,
- Kabızlık tedavisi,
- Diş ve diş eti hastalıkları,
- Allerjik dermatit/kolit tedavisi.

a) *L. rhamnosus* GG'nin bağışıklık sistemi üzerine etkisi

Allerjik hastalıkların gözlenme sıklığı giderek artmaktadır. Bu hızlı artış tek başına genetik faktörler ile açıklanamamaktadır. Sıkı hijyenik uygulamalar, küçülmüş aile yapısı, oldukça steril besinlerin tüketilmesi ve daha iyi sağlık hizmetlerinin

sunulması sonucunda küçük yaşlarda mikroorganizmalar ile daha az karşılaşılmasının allerjik rahatsızlık riskini arttırdığı düşünülmektedir (Canbulat ve Özcan 2007).

Allerjik hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde, uygulanan aşılara yanıtın iyi olmasında immün sistemin uygun gelişimi önemlidir. Probiyotikler gastrointestinal sistemdeki immüniteyi güçlendirdiği gibi sistemik immün yanıt sistemi üzerinde de etkili olmaktadır. Bunun en güzel örneği aşılara olan immün yanıtındaki güçlenmedir. Yapılan çalışmalarda tifo ve rotavirüs aşısı ile birlikte *L. rhamnosus* GG verilen grupta aşuya karşı yanıtın daha iyi olduğu saptanmıştır. *L. rhamnosus* GG içeren probiyotiklerin kullanımı ile çocuk felci aşısına olan antikor yanıtının arttığı da bildirilmiştir (Isolauri ve ark. 1995, Fang ve ark. 2000, Gill ve Guarner 2004, Vrese 2005).

b) *L. rhamnosus* GG 'nin akut ishal üzerine etkisi

İshalli hastalıklar dünyanın her yanında yaygın olmakla birlikte, az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ishal özellikle küçük çocuklar için son derecede önemli bir sağlık sorunu ve başlıca ölüm nedenidir. Tüm dünyada her yıl 5 milyon civarında insan ishali hastalıklar nedeniyle ölüyor, bunların %80'ini süt çocukları oluşturmaktadır. Öte yandan az gelişmiş ülkelerde çocukların %15'i üç yaşından önce ishal nedeniyle yitirmektedir. Ülkemizde ise çocuklarda ishal nedeniyle ölümün 2. sırayı aldığı belirtilmektedir (Cleary ve Pickering 1992, Riberio 2000, Çullu 2002). İshal çeşitleri şu şekilde sıralanabilmektedir (Isolauri ve ark. 1995, Hilton ve ark. 1997, Vanderhoof ve ark. 1999, Riberio 2000):

- Akut ishal, on dört güne kadar devam eden ishal,
- Persistan ishal, on dört günden daha uzun süren ishal,
- Kronik ishal, 3-4 haftadan daha fazla devam eden ishal olarak tanımlanmaktadır.

Çalışmalar *L. rhamnosus* GG'nin çocukluk çağı akut ishallerinde süreyi kısalttığını göstermektedir. Peru'da 6-24 aylık bebeklerin üzerinde yapılan bir çalışmada

L. rhamnosus GG içeren formülasyonlar ile ishal sıklığı azaltılabilmektedir (Oberhelman ve ark. 1999).

Rotavirüs, küçük çocuklarda görülen ağır ishallerden sorumlu bir grup virüstür. Yaklaşık 2 gün süren kuluçka döneminin ardından kusma, ateş, karın ağrısı ve sulu ishal başlamaktadır. Ateş ve kusma 2-3 günde geçmekte, ishal ise 1 haftadan 10 güne kadar sürmektedir. Akut-viral ishallerin tedavisinde probiyotiklerin etkin olduğu bildirilmiştir. Etkin olan suşlar arasında *L. rhamnosus* GG, *L. reuteri*, *L. casei* ve *B. lactis* sayılabilmektedir. Akut ishallerde etkin olan probiyotiklerin kronik ve tekrarlayan ishallerin tedavisinde de kullanılabileceği belirtilmektedir (Isolauri ve ark. 1995, Majamaa ve ark. 1995, Ouwehand 2003, Isolauri 2004).

Rotavirus ishallerinde *L. rhamnosus* GG ve *B. lactis* BB-12 ishale karşı korumada, *L. reuteri* SD2222 ise tedavi aşamalarında başarılı sonuçlar vermiştir. Yapılan bir başka çalışmada ishal dışı nedenle hastanede yatmakta olan 1-36 ay arasındaki çocuklara *L. rhamnosus* GG içeren mama verildiğinde kontrol grubuna göre ishal oranının % 33.3 den % 6.7'ye düştüğü ve daha az sıklıkta (% 2.2'ye karşın % 16.7) rotavirus ishali görüldüğü bildirilmiştir. Hasta bebeklerde herhangi bir yan etkiye rastlanmamıştır (Hilton ve ark. 1997, Szajewska ve ark. 2001, Szajewska ve Mrukowicz 2005, Coşkun 2006).

Lactobacillus türlerinin rotavirus ishallerinde ne şekilde yararlı etki yaptığı konusunda değişik hipotezler bulunmaktadır. Bu bakterilerin olası reseptör bölgelerini kaplayarak patojen ajanların tutunmasına engel olmaları bu mekanizmalardan birisidir. Bir başka görüşe göre ise bu etki immünitinin güçlenmesi ile olmaktadır (Markowitz ve Bengmark 2002, Reid ve ark. 2003, Coşkun 2006).

c) *L. rhamnosus* GG'nin antibiyotik ilişkili ishal üzerine etkisi

İshal, geniş spektrumlu antibiyotik kullanımı sırasında karşılaşılan önemli yan etkilerden biri olarak çocuklarda % 40 oranında görülmektedir (Broussard ve Surawicz, 2004). Her yıl çok sayıda çocuğun antibiyotik kullanması nedeniyle, buna bağlı

oluşabilecek ishallerin bir kısmının önlenmesi önem taşıyan bir konudur ve çalışmaların odağını oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalar ile antibiyotik ilişkili ishalin tedavi ve önlenmesinde *L. rhamnosus* GG ve *Saccharomyces boulardii*'nin yararlı etkileri olduğu ortaya konulmuştur (Isolauri ve ark. 1991, Arvola ve ark. 1999, Vanderhoof ve ark. 1999, Szajewska ve ark. 2001, Cremonini ve ark. 2002, Szajewska ve Mrukowicz 2005).

Yapılan bir çalışmada ortalama yaşı 4.5 olan ve üst solunum yolu enfeksiyonu nedeni ile antibiyotik alan çocukların bir grubuna günde iki kez *L. rhamnosus* GG verilmiş ve ishal görülme sıklığında kontrol grubuna göre belirgin bir azalma saptanmıştır (Arvola ve ark. 1999).

d) *L. rhamnosus* GG'nin çocuklarda kabızlık oluşumu üzerine etkisi

Kabızlığın nedenleri arasında düşük fiziksel aktivite, düşük bitkisel lifli diyetler, yeterli sıvı alınmaması, glutensiz diyetle beslenme ve bazı ilaçların kullanımı gibi farklı faktörler sayılabilmektedir. Bu gibi durumlarda fekal florada *Bifidobacterium*, *Bacteroides* ve *Clostridium* türleri azalmaktadır. Bu nedenle, probiyotiklerin florayı dengeliyerek kabızlıkta yararlı olabileceği düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda *L. acidophilus* NFCM 1748, *L. casei* ve *L. rhamnosus* GG (fermente peyniraltı suyu içeceği içerisinde) kullanımının kabızlık tedavisinde ve belirtilerinin hafifletilmesinde olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir. Yine, 1-10 yaş arası kronik kabızlık sorunu olan 45 çocuk ile yapılan çalışmalar sonunda *L. rhamnosus*'un kabızlığın önlenmesinde etkili olduğu belirlenmiştir (Salminen ve ark. 1992, Salminen 1998).

e) *L. rhamnosus* GG'nin alerji üzerine etkisi

Alerjik bünyeli çocuklara standart alerji tedavisi yanı sıra *L. rhamnosus* GG ve *B. lactis* BB-12 içeren mama verildiğinde alerjik semptomların daha çabuk kontrol altına alınabildiği belirtilmektedir. Hamile bayanlara ve yeni doğan bebeklere *L. rhamnosus* GG verildiğinde daha sonraki dönemde atopik dermatit oranında % 50 oranında azalma

olduğu belirtilmektedir (Majamaa ve Isolauri 1997, Kalliomaki ve ark. 2003, Canbulat ve Özcan 2007).

Atopik dermatit, “eczema” diye de adlandırılan alerjik bir deri hastalığıdır. Genel olarak çocukların % 1-3'ünde görülen bu rahatsızlık, annesinde alerjik hastalık olan yeni doğanlarda % 27 oranında görülmektedir. Yapılan bir çalışmada ilk bir yaşta inek sütü alerjisi ve atopik dermatitli çocuklara mama ile birlikte *L. rhamnosus* GG verilmesinin tedavide olumlu etkilerde bulunduğu bildirilmektedir (Majamaa ve Isolauri 1997).

f) *L. rhamnosus* GG'nin diş sağlığı üzerine etkisi

Diş çürümeleri ve diş eti hastalıkları ülkemizde ve dünyada görülen en önemli ağız sağlığı rahatsızlıkları arasındadır. Bu rahatsızlıklar kişinin beslenme alışkanlığı, genetik yapısı, yaşı, ağızdaki bakteriler, tükürük salgısı akışı ve kompozisyonu ile çevre faktörlerinin etkileşimlerinin bir sonucudur. Probiyotiklerin bu alanda kullanımları ile ilgili yapılan çalışmalar, sağlıkla ilgili diğer konulara göre başlangıç aşamasındadır. Probiyotik bakteriler ile ağız mikroflorasının düzenlenmesi ve çürümeye yol açan bakterilerin gelişimiyle diş yüzeylerine tutunmalarının engellenmesi üzerine yapılan çalışmalarda *L. rhamnosus* GG Streptococcus türlerini de içeren birçok bakteriye karşı antagonistik aktivite göstermiştir. 1-6 yaş arasındaki 600 çocuk üzerinde yapılan ve 7 ay süren bir çalışmada, normal süt ve *L. rhamnosus* GG içeren sütün çocuklardaki diş çürükleri ve çürük riski üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda *L. rhamnosus* GG verilen grupta daha az diş çürüğü ve daha düşük sayıda *Streptococcus mutans* saptanmıştır (Nase ve ark. 2001, Sullivan ve Nord 2002, Johansson 2002, Cornelli ve ark. 2002).

L. rhamnosus GG ilk defa 1990 yılında yapılan araştırmalarda kullanılmış ve yapılan çalışmalar sonrasında özellikle de çocuk sağlığına olan katkıları sayesinde günümüzde bebek ve çocuk ürünlerinde kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu mikroorganizma fakültatif anaerobtur, oksijensiz ortamda L (+) laktik asit ve etanol üretmektedir. Doğal olarak insan bağırsak florasında bulunması, düşük pH'daki ortamlara karşı dirençli

olması, gastrointestinal sistem duvarına tutunabilmesi başlıca özellikleridir (Goldin ve ark. 1992, Reid 2002, Reid ve Burton 2002).

Prebiyotikleri kullanma özelliklerini araştırmak için yapılan bir çalışmada *L. rhamnosus*'un, *Bifidobacterium* türlerinden farklı olarak düşük polimerizasyon seviyesine sahip şekerleri tercih ettikleri ve trisakkarit ve polisakkaritlerin bulunduğu ortamda ilk olarak monosakkarit ve disakkaritleri fermente ettikleri saptanmıştır. Yapılan alışmalarda *L. rhamnosus* kùltürü içeren yoğurt ile standart yoğurt arasında görünüş, tat, aroma, yapı vb. duyuşal özellikler bakımından bir fark olmadığı gözlenmiştir (Gopal ve ark. 2001, Hekmat ve Reid 2006).

Bu nedenle yapılan çalışmada sağlık üzerine olumlu etkilerinin olduğu bildirilen *L. rhamnosus* ile geleneksel yoğurt kùltürlerinin (*Str. thermophilus* + *L. bulgaricus*) kombinasyonu ile üretilen probiyotik yoğurtların özelliklerinin saptanması amaçlanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada araştırma materyalini Süttaş A.Ş Karacabey Fabrikasına değişik bölgelerden toplanarak getirilen sütler oluşturmaktadır. Sütler işletmeye alınmadan önce ve sonra platform testlerinden geçirilmiş ve Kalite Sağlama Laboratuvar'ında fermente süt ürünlerine uygunluğu onaylandıktan sonra yoğurt üretiminde kullanılmıştır.

3.1.1. Süt

Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan çiğ yağsız inek sütünün bileşimi aşağıdaki gibidir:

- **% Yağsız Kurumadde:** % 8,46
- **% Süt Yağı:** % 0,03
- **pH:** 6,58

3.1.2. Yağsız Süttozu

Yağsız inek sütünün standardizasyonu amacı ile kullanılan yağsız süttozu Süttaş A.Ş' den temin edilmiştir. Yağsız süt tozunun bileşimi aşağıdaki gibidir:

- **% Nem:** Max % 5
- **% Yağ:** Max % 1,5
- **pH:** 6,60

3.1.3. Bakteri Kültürleri

Çalışmada Chr Hansen (Denmark) tedarik edilen *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* içeren F DVS YF-L 702, yoğurt kültürü

olarak kullanılmıştır. Danisco (Deutschland) firmasından temin edilen *Lactobacillus casei subsp. rhamnosus* içeren Howaru *Rhamnosus* FRO kültürü probiyotik kültür olarak kullanılmıştır. Her iki kültürün de kullanım miktarı firma önerisine göre belirlenmiştir.

İşletmelerde kültür çoğaltma aşamalarını ortadan kaldırmak amacıyla konsantre liyofilize kültürler geliştirilmiştir. Bu amaçla sıvı kültürdeki bakteriler santrifügasyon ya da ultrafiltrasyon yolu ile konsantre edildikten sonra dondurularak kurutulmaktadır. Bu şekilde üretilen starter kültürler, hiçbir ön çoğaltmaya gerek kalmadan direkt olarak yoğurt sütüne ilave edilebilmektedirler (DVS kültür). Bu çalışmada kullanılan kültürler DVS kültürlerdir.

3.1.4. Prebiyotikler

Uzun zincirli inülin olarak Sensus (Netherland) firmasından temin edilen Frutafit TEX kullanılmıştır. Ürünün polimerizasyon derecesi 2-60 arasında değişmekle birlikte ortalama olarak 23 düzeyindedir. Ürünün bazı özellikleri aşağıdaki gibidir:

- **Kurumadde:** % 95-99
- **Kurumaddede % inülin:** \geq % 99
- **Ortalama Polimerizasyon Derecesi:** \geq 23
- **pH:** Nötr
- **Kalori:** 1,5 kcal/g

Kısa zincirli inülin olarak ise yine Sensus (Netherland) Firmasından temin edilen Frutafit CLR kullanılmıştır. Polimerizasyon derecesi 7-9 arasındadır. Ürünün bazı özellikleri aşağıdaki gibidir:

- **Kurumadde:** % 95-99
- **Kurumaddede % İnülin:** \geq % 85-90
- **Ortalama Polimerizasyon Derecesi:** 8
- **pH:** Nötr
- **Kalori:** 1,8 kcal/ g

3.1.5. Ambalaj Materyali

Yoğurt üretiminde ambalaj materyali olarak standart polistiren yoğurt kaseleri ve kapakları kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Probiyotik Yoğurt Üretimi

Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan yağsız sütün kurumaddesi ve yağ oranı belirlenmiş ve bu değerlere göre yağsız kurumaddesi, yağsız süttozu kullanılarak % 12 YKM'ye (yağsız kurumadde) standardize edilmiştir.

% 12 YKM ve % 0 yağlı proses sütüne ayrı ayrı iki partide kısa ya da uzun zincirli inülin ilave edilmiş (%2) ve mikserde 5 dakika karıştırılmıştır. Karıştırma işleminden sonra karışım 60°C'ye ısıtılmış ve homojenizatörde 200 bar basınç altında homojenize edilmiştir. 90°C de 10 dakika pastörize edilen süt ve 41-42°C'ye soğutulmuş yoğurt kültürü ve/veya probiyotik kültürle aşılansmıştır.

Kültürler ile aşılansan örnekler 40°C'de asitlik ortalama pH 4,70 seviyesine ulaşincaya kadar inkübe edilmiş ve inkübasyon sonrasında buzdolabı koşullarına (4±1°C) alınarak soğumaları sağlanmıştır. 200 g'lık ambalajlara alınan örnekler 28 gün süre ile depolanmıştır. Bu sürenin 1, 7, 14, 21 ve 28. günlerinde örneklerin bazı mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri incelenmiştir.

3.2.2. Deneme Deseni

Probiyotik yoğurt üretiminde, tesadüf parselleri deneme deseni uygulanmış ve çalışma aşağıda belirtilen deneme desenine göre iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür (Çizelge 3.2.2.1):

Çizelge 3.2.2.1. Yoğurt Örneklerine Ait Deneme Deseni

Yoğurt Çeşidi	Uygulama	Depolama Süresi (gün)				
		1	7	14	21	28
A	Yoğurt kültürü (Kontrol)					
B	Yoğurt kültürü + <i>L. rhamnosus</i> (10 ⁷ kob/g oranını sağlayacak şekilde)					
C	Yoğurt kültürü + <i>L. rhamnosus</i> (10 ⁷ kob/g oranını sağlayacak şekilde) + Kısa zincirli inülin (% 2 oranında)					
D	Yoğurt Kültürü + <i>L. rhamnosus</i> (10 ⁷ kob/g oranını sağlayacak şekilde) + Uzun zincirli inülin (% 2 oranında)					

3.2.3. Bakteri Kültürlerinin Hazırlanması

YFL 702 ve Howaru *Rhamnosus* kültürü firmanın önerisine uygun oranda tartılarak, kullanıma hazır hale getirilmiştir

3.2.4. Probiyotik Yoğurtlara Uygulanan Analizler

3.2.4.1. Mikrobiyolojik Analizler

3.2.4.1.1. *Lactobacillus rhamnosus* Sayısı

L. rhamnosus sayımında, anaerobik MRS Agar kullanılmıştır. Bu yöntemde MRS agar besiyeri bileşimi 0.25 g/L, L-sistein HCl, 0.025 g bromkrezol yeşili ve son konsantrasyonu 20 mg/L olacak şekilde (~1000 µg/g) soğuk sterilize edilen vankomisin ile desteklenmiştir. Petri kapları 42°C'de 72 saat boyunca inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda kolonilerin sayımı (30-300) yapılmıştır. Değerlendirmede sonuçlar logaritmik olarak verilmiştir (Timmerman ve ark. 2005).

3.2.4.2. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

3.2.4.2.1. Titrasyon Asitliği (%)

9 g örnek alınarak üzerine 9 mL saf su ilave edilmiş ve % 2'lik fenolftalein indikatörlüğün de N/10'luk NaOH ile titre edilerek % süt asidi cinsinden hesaplanmıştır (Demirci ve Gündüz 2000, Oysun 1996).

3.2.4.2.2. pH

pH 315i/set (WTW, Germany) pH metre kullanılarak örneklerin pH değerleri tespit edilmiştir. Her analiz öncesinde pH metre standart çözeltiler kullanılarak pH 4 ve pH 7 olarak kalibre edilmiş daha sonra ölçüm yapılmıştır.

3.2.4.2.3. Serum Ayrılması Analizi

Tartılan 25 g yoğurt örneğinden +4°C'de 2 saat'lik süre sonunda, filtre kâğıdından süzülerek ayrılan serumun mL cinsinden miktarı belirlenmiş ve sonuç mL/25 g olarak saptanmıştır (Sezgin ve ark. 1994).

3.2.4.2.4. Konsistens

Bostwick konsistometresinde, konsistometrenin terazisi ayarlanarak, ölçüm yapılacak yoğut örneğinin haznesine doldurulduktan ve fazlalık spatula kullanılarak uzaklaştırıldıktan sonra, aletin tahliye kapısının açılıp aynı anda kronometrenin çalıştırılması ile 30 sn sonra ürünün ulaştığı noktanın okunması ile belirlenmiştir.

3.2.4.2.5. Organik Asitlerin Belirlenmesi

Organik asitlerin belirlenmesinde Dionex Marka ICS 3000 Model yüksek performanslı sıvı kromatografi cihazı (HPLC) ve ICS-VWD model UV detektöründen

yararlanılmıştır. Kolon olarak ise spesifik organik asit kolonu olan Acclaim organik asit kolonu (Acclaim Organic Acid Colon, 4x250 mm) kullanılmıştır.

Örneklere bulunan organik asitlerin ekstraksiyonu için, homojenize edilmiş yoğurt örneğinden 5 g alınarak 50 mL'lik falcon tüpüne aktarılmış ve içerisine 25 mL deiyonize saf su ilave edilmiştir. Karışım vorteksle 1 dakika iyice karıştırılmış ve 4000 rpm'de 10 dakika süre santrifüjlenmiştir. Üstte kalan berrak kısım önce Whatman No:1 süzgeç kâğıdından ve daha sonra 0.45 µm'lik membran filtreden (Sigma, Stenheim, Germany) geçirilerek HPLC cihazına enjekte edilecek saflığa getirilmiştir. Cihaz şartları aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

Mobil Faz: 100 mM Na₂SO₄, pH 2.65'a MSA ile ayarlanmış

Akış Hızı: 0.60 mL/dk.

Sıcaklık: 30 °C

Deteksiyon: 210 nm

Enjeksiyon Hacmi: 5 µL

HPLC kalitesindeki organik asit standartları Supelco (Bellefonte, PA, USA) firmasının organik asit kitlerinden (laktik, asetik, sitrik, propiyonik asit) sulu çözeltiler içerisinde hazırlanmıştır. Hazırlanan standart çözeltiler ve taşıyıcı faz kullanılmadan önce 0,45 µm mikrofiltreden geçirilmiştir. Organik asitlerin belirlenmesinde dış standart metodu uygulanmış ve her bir organik asit için lineer regresyon ile standart eğriler belirlenmiştir. Alıkonma süreleri belirlenen organik asitlerin standart çözeltileri yoğurt örneklerine ilave edilerek piklerin iç standart yöntemiyle identifikasyonu sağlanmıştır. Yoğurt örneklerine belirli oranda organik asit ilavesi yapılarak geri kazanım oranları da hesaplanmıştır.

3.2.4.3. Duyusal Özellikler

Yoğurt örneklerine ait duyusal özelliklerin belirlenmesinde Anonim (2003) tarafından belirtilen değerlendirme skalası esas alınmıştır. Örneklerinin duyusal olarak değerlendirme öncesinde kendilerine ön bilgi verilen panel grubu tarafından "Görünüş",

“Kıvam”, “Koku” ve “Tat” ve “Toplam Kabul Edilebilirlik” özellikleri incelenmiş ve her bir özellik için 1-5 puan sistemi kullanılmıştır. Duyusal değerlendirme cetveli Çizelge 3.2.4.3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.2.4.3.1. Yoğurt Örneklerine Ait Duyusal Değerlendirme Skalası

ÖZELLİKLER		PUAN	ÖRNEKLER			
			1	2	3	4
GÖRÜNÜŞ	- Temiz (Yabancı madde içerip içermediği),parlak, süt renginde, serum ayrılması olmamış, çatlak ve gaz kabarcığı bulunmayan.	5				
	- Temiz (Yabancı madde içerip içermediği),süt renginde, serum ayrılması olmamış, çatlak ve gaz kabarcığı bulunmayan.	4				
	- Temiz (Yabancı madde içerip içermediği),mat, grimsi, az sayıda çatlak ve az miktarda serum ayrılmış.	3				
	- Süt renginde farklı değişik renk meydana gelmesi, çok sayıda çatlak, gaz kabarcığı bulunmayan, serum ayrılmış, gözle görülebilen her türlü yabancı madde bulunan.	1-2				
KIVAM	- Kaşıkla alınan kesitte dolgun kıvamda, düzgün yapıda, homojen, karıştırıldıktan sonra koyu bir akıcılık, serumu hemen ayrılmayan, dille damak arasında kolay dağılmayan.	5				
	- Kaşıkla alınan kesitte dolgun kıvamda, düzgün yapıda, homojen, karıştırıldıktan sonra koyu bir akıcılık, serumu az ayrılan, dille damak arasında en az dağılan, dolgun yapıda homojen.	4				
	- Alınan kesitte akıcılığı az, hafif pütürlü yapıda, karıştırıldıktan sonra akıcı ve serumu hemen ayrılan, ağza alındığında dağılan, hafif pütürlü.	3				
	- Alınan kesitte çok akıcı, homojen olmayan ve pütürlü, karıştırıldıktan sonra çok akıcı hemen ve fazla miktarda serumu ayrılan, dipte tortu bulunduran, akıcı, homojen olmayan.	1-2				

KOKU	- Kendine has hoş kokuda.	4-5				
	- Kendine has olmayan ya da yabancı koku içeren	3				
	- Kendine has olmayan, alkolsü, yanık ya da yabancı koku içeren.	1-2				
TAT	- Kendine has hafif ekşimsi tatta olan	5				
	- Hafif ekşimsi ya da hafif tatlımsı	4				
	- Ekşimsi, hafif acımsı, hafif küfümsü, hafif sabunumsu ya da hafif yanık tada olan ve benzeri yabancı tat içeren.	3				
	- Aşırı derecede ekşimsi, acımsı, küfümsü, sabunumsu yanık tatta olan ve benzeri yabancı tat içeren.	1-2				
TOPLAM KABUL EDİLEBİLİRLİK	- Normal yoğurt tadında ve aromasında, düzgün yapıda, serum ayrılması yok.	4-5				
	- Yabancı tad ve aroma içermeyen, parçalı yapı.	3				
	- Ekşi, keskin aromalı yapı pütürlü,	1-2				

3.2.4.4. İstatistiksel Analizler

Yoğurt örneklerinde ürün çeşitleri ve depolama süreleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla tesadüf parselleri deneme deseni ve buna göre varyans analizi uygulanmıştır. Önemli bulunan varyasyon kaynakları, LSD testine tabi tutularak karşılaştırmaları yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Mikrobiyolojik Analizler

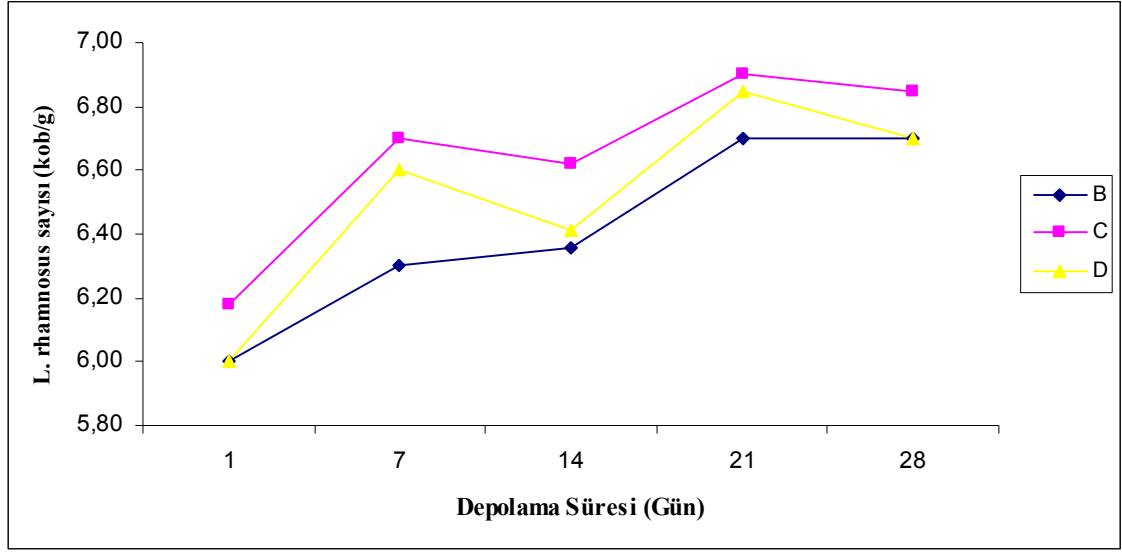
4.1.1. *Lactobacillus rhamnosus* Sayısı

Probiyotik yoğurt örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analiz sonucunda elde edilen ortalama *L. rhamnosus* sayısı Çizelge 4.1.1'de verilmiştir. Örneklerde *L. rhamnosus* sayısı 6.00 ile 6.90 log₁₀ kob/g arasında değişmiştir. Ortalama minimum mikroorganizma sayısı B örneğinde (6.41 log₁₀ kob/g) ve ortalama maksimum değer ise C örneğinde (6.65 log₁₀ kob/g) saptanmıştır.

Çizelge 4.1.1. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin *L. rhamnosus* Sayısındaki Değişim (log₁₀ kob/g)

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)					Min.	Max.	Ort.
	1	7	14	21	28			
B	6,00	6,30	6,36	6,70	6,70	6,00	6,70	6,41
C	6,18	6,70	6,62	6,90	6,85	6,18	6,90	6,65
D	6,00	6,60	6,41	6,85	6,70	6,00	6,85	6,51
Min.	6,00	6,30	6,36	6,70	6,70			
Max.	6,18	6,70	6,62	6,90	6,85			
Ort.	6,06	6,53	6,46	6,82	6,75			

Şekil 4.1.1.'de 28 günlük depolama sürecinde probiyotik yoğurt örneklerinin *L. rhamnosus* sayısındaki değişim görülmektedir. Depolama süreleri bakımından örnekler karşılaştırıldığında minimum *L. rhamnosus* sayısı 6,00 log₁₀ kob/g ile 1. günde, maksimum ise 6.90 log₁₀ kob/g ile 21. günde bulunmuştur.



Şekil 4.1.1 Depolama Sürecinde Probiyotik Yoğurt Örneklerinin *L. rhamnosus* Sayılarının Değişimi (log 10 kob/g)

Probiyotik yoğurt örneklerine ait varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.1.2.) *L. rhamnosus* sayısı bakımından ürün çeşitleri ve depolama süreleri arasındaki farklılığın $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Ayrıca probiyotik yoğurt örnekleri ile depolama süreleri arasındaki interaksiyonun da $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.1.2. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin *L. rhamnosus* Sayısındaki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları (log 10 kob/g)

Varvasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	2	0.24369	388.87**
Depolama Süresi	4	0.89631	1430.29**
Yoğurt Çeşidi X Depolama Süresi	8	0.12744	203.37**
Hata	15	0.00063	
Toplam	29		

(*) $p < 0.05$ düzeyinde önemli (**) $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Probiyotik yoğurt çeşitleri arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan karşılaştırma testi sonuçlarına göre en yüksek *L. rhamnosus* sayısı kısa zincirli inülin içeren C örneğinde bulunurken bunu sırasıyla D ve B örnekleri takip etmiştir. Perrin ve ark. (2002), kısa zincirli inülinin probiyotik bakteriler tarafından daha hızlı metabolize olduğunu ve bu nedenle bakteri sayısının arttığını belirtmektedirler.

Çizelge 4.1.3. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin *L. rhamnosus* Sayısındaki Değişime İlişkin LSD Testi Sonuçları (log 10 kob/g)

Probiyotik Yoğurt Çeşidi	SD	<i>L. rhamnosus</i> sayısı	Sonuç
B	10	6,41	c
C	10	6,71	a
D	10	6,65	b

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.01).

Çizelge 4.1.4. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin *L. rhamnosus* Sayısındaki Değişimin Depolama Süresine İlişkin LSD Testi Sonuçları (log 10 kob/g)

Depolama Süresi	N	<i>L. rhamnosus</i> sayısı	Sonuç
1	6	6,06	e
7	6	6,53	c
14	6	6,45	d
21	6	6,82	b
28	6	7,08	a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.01).

Probiyotik yoğurt ürünlerinin *L. rhamnosus* sayısı üzerine depolama süresinin etkisi incelendiğinde 14. gün haricinde sayının devamlı artış gösterdiği tespit edilmiştir. (Çizelge 4.1.4). Bu sonuçlara göre kısa zincirli inülin kullanılan probiyotik yoğurttaki *L. rhamnosus* gelişimi inülin kullanılmayan ve uzun zincirli inülin kullanılabileceğine göre daha yüksek bulunmuştur.

4.2. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

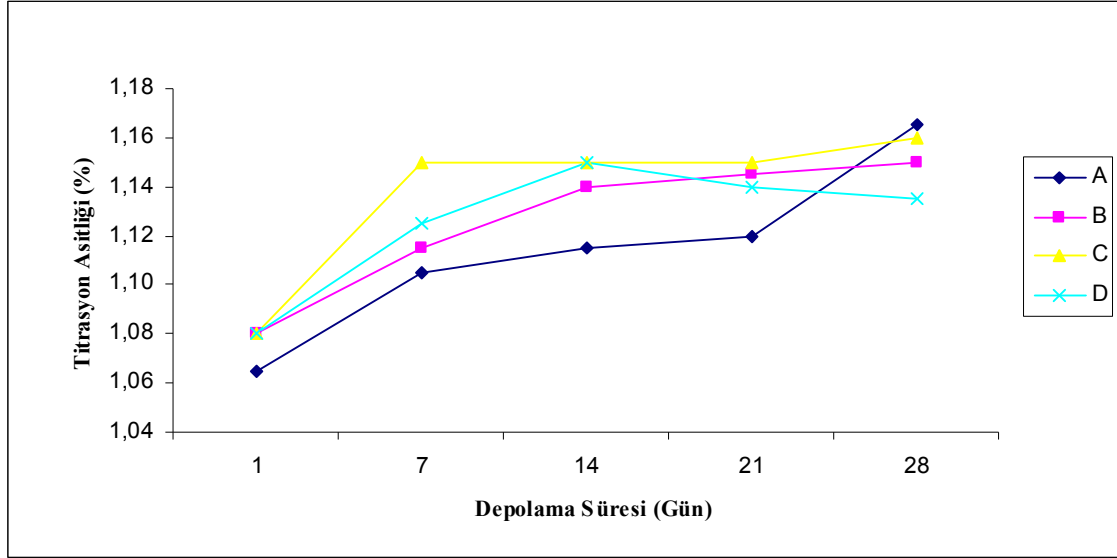
4.2.1. Titrasyon Asitliği

Laktozun fermentasyon derecesi fermente süt ürünlerinin titrasyon asitliği değeri üzerinde etkili olmaktadır. Probiyotik yoğurt örneklerinde yapılan analiz sonucunda elde edilen ortalama titrasyon asitliği değerleri Çizelge 4.2.1.1.'de verilmiştir. Örneklerde titrasyon asitliği değerleri % 1,07 ile % 1,17 arasında değişmiştir. Ortalama minimum asitlik değeri A örneğinde (% 1,11) ve ortalama maksimum ise C örneğinde (% 1,14) saptanmıştır.

Çizelge 4.2.1.1. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Titrasyon Asitliği (%) Değişimi

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)					Min.	Max.	Ort.
	1	7	14	21	28			
A	1,07	1,11	1,12	1,12	1,17	1,07	1,17	1,11
B	1,08	1,12	1,14	1,15	1,15	1,08	1,15	1,13
C	1,08	1,15	1,15	1,15	1,16	1,08	1,16	1,14
D	1,08	1,13	1,15	1,14	1,14	1,08	1,15	1,13
Min.	1,07	1,11	1,12	1,12	1,14			
Max.	1,08	1,15	1,15	1,15	1,17			
Ort.	1,08	1,12	1,14	1,14	1,15			

Şekil 4.2.1.1.'de 28 günlük depolama sürecinde probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerlerindeki değişim görülmektedir. Depolama süreleri bakımından örnekler karşılaştırıldığında minimum titrasyon asitliği % 1,07 ile 1. günde, maksimum ise % 1,17 ile 28. günde bulunmuştur.



Şekil 4.2.1.1. Depolama Sürecinde Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Titrasyon Asitliği (%) Değeri Değişimi

Çizelge 4.2.1.2. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Titrasyon Asitliği (%) Değişimine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varvasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	3	0.00096	48**
Depolama Süresi	4	0.007015	350.75**
Yoğurt Çeşidi X Depolama Süresi	12	0.000285	14.25**
Hata	20	0.00002	
Toplam	39		

(*) $p < 0.05$ düzeyinde önemli (**) $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Probiyotik yoğurt örneklerine ait varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.2.1.2) titrasyon asitliği bakımından ürün çeşitleri ve depolama süreleri arasındaki farklılığın $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Ayrıca probiyotik yoğurt örnekleri ile depolama süreleri arasında interaksiyon da $p < 0.01$ düzeyinde önemli olarak belirlenmiştir.

Probiyotik ürün çeşitleri arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan karşılaştırma testi sonuçlarına göre en yüksek % titrasyon asitliği C örneğinde bulunurken bunu sırasıyla B, D ve A örnekleri takip etmiştir.

Çizelge 4.2.1.3. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Titrasyon Asitliği (%) Değişime İlişkin LSD Testi Sonuçları

Yoğurt Çeşidi	SD	Titrasyon Asitliği	Sonuç
A	10	1,11	c
B	10	1,13	b
C	10	1,14	a
D	10	1,13	b

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0.01$).

Probiyotik yoğurt ürünlerinin % titrasyon asitliği değeri üzerine depolama süresinin etkisi incelendiğinde bu değerlerin devamlı artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.2.1.4).

Bu sonuçlara göre titrasyon asitliği değeri tüm örneklerde genel olarak depolama boyunca artış göstermiştir. Fakat kısa zincirli inülin kullanılan örnekteki asitlik gelişimi diğer örneklerle göre daha fazla olmuştur. Asitlik değerindeki bu farklılık inülin kullanım düzeyine bağlı olarak üründeki *L.rhamnosus* sayısının diğer örneklerle göre daha fazla olmasına dolayısıyla daha fazla gelişme göstererek asitliğin artması ile açıklanabilir.

Çizelge 4.2.1.4. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Titrasyon Asitliği Değeri Değişiminin Depolama Süresine İlişkin LSD Testi Sonuçları

Depolama Süresi	N	Titrasyon Asitliği	Sonuç
1	8	1,08	d
7	8	1,12	c
14	8	1,14	b
21	8	1,14	b
28	8	1,15	a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0.01$).

4.2.2. pH

Yoğurt üretiminde starter bakterilerinin inkübasyon sırasında laktozu parçalayıp laktik asit oluşturmaları sonucunda pH, belli bir değere ulaşır ve kazeini pıhtılaştırmakta ve yoğurt jelinin oluşumunu sağlamaktadır. Probiyotik yoğurt örneklerinde yapılan analiz sonucunda elde edilen ortalama pH değerleri Çizelge 4.2.2.1’de verilmiştir. Örneklerin pH değeri 4,33 ile 4,53 arasında değişmiştir. Ortalama minimum pH değeri C örneğinde (4,38) ve ortalama maksimum ise A örneğinde (4,41) saptanmıştır.

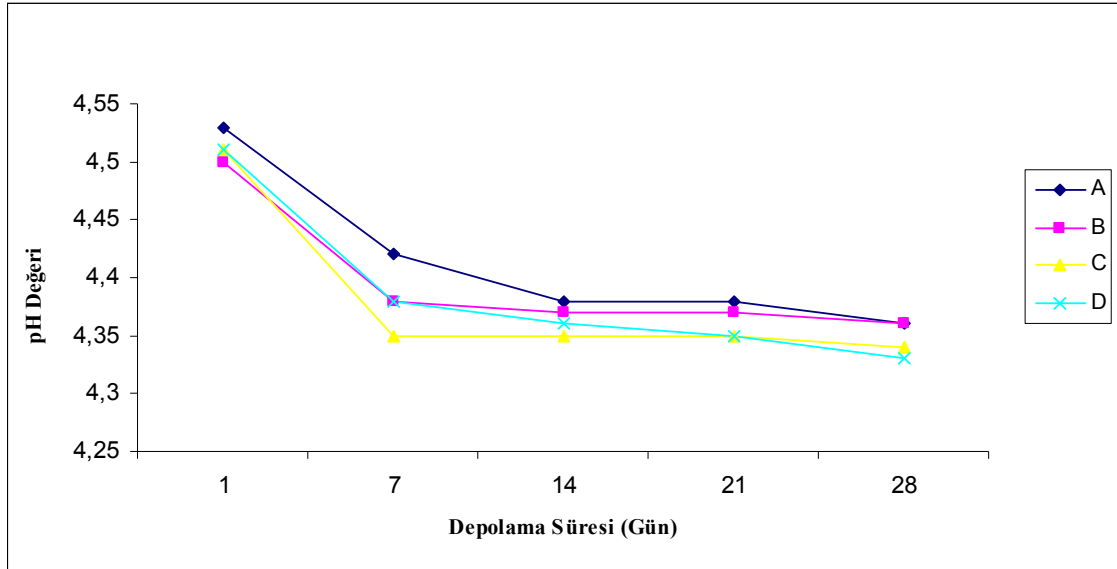
Şekil 4.2.2.1.’de 28 günlük depolama sürecinde probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerlerindeki değişim görülmektedir. Depolama süreleri bakımından örnekler karşılaştırıldığında minimum pH değeri 4,33 ile 28. günde, maksimum ise 4,53 ile 1. günde bulunmuştur.

Probiyotik yoğurt örneklerine ait varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.2.2.2.) pH değeri bakımından ürün çeşitleri arasındaki farklılığın önemsiz olduğu saptanmıştır. Fakat depolama süreleri bakımından farklılık $p < 0.01$ düzeyinde önemli

bulunmuştur. Probiyotik yoğurt örnekleri ile depolama süreleri arasındaki interaksyonun ise yine önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2.2.1. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin pH Değeri Değişimi

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)					Min.	Max.	Ort.
	1	7	14	21	28			
A	4,53	4,42	4,38	4,38	4,36	4,36	4,53	4,41
B	4,50	4,38	4,37	4,37	4,36	4,36	4,50	4,40
C	4,51	4,35	4,35	4,35	4,34	4,34	4,51	4,38
D	4,51	4,38	4,36	4,35	4,33	4,33	4,51	4,39
Min.	4,50	4,35	4,35	4,35	4,33			
Max.	4,53	4,42	4,38	4,38	4,36			
Ort.	4,51	4,38	4,37	4,36	4,35			



Şekil 4.2.2.1. Depolama Sürecinde Probiyotik Yoğurt Örneklerinin pH Değeri Değişimi

Çizelge 4.2.2.2. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin pH Değerlerindeki Değişimine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varvasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	3	0.002213	0.75
Depolama Süresi	4	0.03634	12.24 **
Yoğurt Çeşidi X Depolama Süresi	12	0.000247	0.08
Hata	20	0.00297	
Toplam	39		

(*) $p < 0.05$ düzeyinde önemli (**) $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Probiyotik yoğurt örneklerinin pH değeri üzerine depolama süresinin etkisi incelendiğinde 28 gün boyunca değerin sürekli olarak düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. Değişim ilk hafta da daha belirgin bir şekilde gözlenirken depolamanın 7. ve 28. günleri arasında birbirine daha yakın değerlerde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.2.2.4).

Çizelge 4.2.2.3. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin pH Değeri Değişiminin Depolama Süresine İlişkin LSD Testi Sonuçları

Yoğurt Çeşidi	SD	pH Değeri	Sonuç
A	10	4,41	a
B	10	4,40	a
C	10	4,38	a
D	10	4,39	a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0.01$).

Çizelge 4.2.2.4. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin pH Değeri Değişiminin Depolama Süresine İlişkin LSD Testi Sonuçları

Depolama Süresi	N	pH Değeri	Sonuç
1	8	4,51	a
7	8	4,38	b
14	8	4,37	b
21	8	4,36	b
28	8	4,35	b

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.01).

4.2.3. Serum Ayrılması

Kazein misellerinin birleşmeleri ve oluşan partiküllerin yer çekimi kuvveti etkisi ile hareketinden kaynaklanan serum ayrılması fermente süt ürünlerinde önemli bir kusur olarak ortaya çıkmaktadır. Probiyotik yoğurt örneklerinde yapılan analiz sonucunda elde edilen ortalama serum ayrılması değerleri Çizelge 4.2.3.1.' de verilmiştir. Örneklerde serum ayrılması 5,12 ile 7,82 (mL/25g) arasında değişmiştir. Ortalama minimum serum ayrılması değeri B örneğinde (5,77) ve maksimum ise C örneğinde (6,88) saptanmıştır.

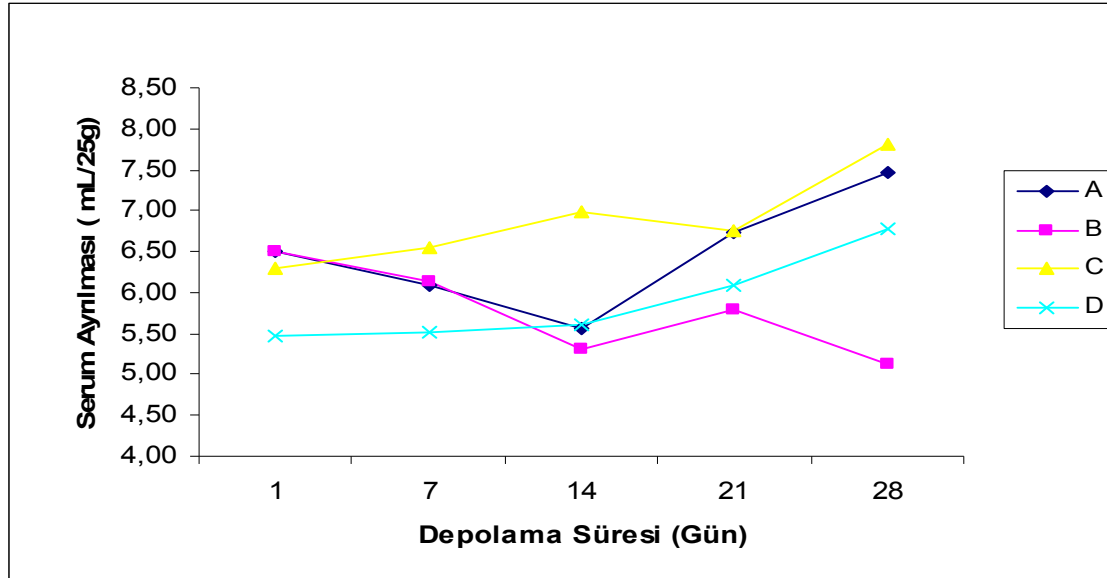
Şekil 4.2.3.1.'de 28 günlük depolama sürecinde probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması (mL/25g) değerlerindeki değişim görülmektedir. Depolama süreleri bakımından örnekler karşılaştırıldığında 5,12 ile 7,82 (mL/25g) arasında değiştiği bulunmuştur.

Probiyotik yoğurt örneklerine ait varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.2.3.2) serum ayrılması değerleri bakımından ürün çeşitleri ve depolama süreleri arasındaki farklılığın $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Ayrıca probiyotik

yoğurt örnekleri ile depolama süreleri arasındaki interaksiyon da $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.2.3.1. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Serum Ayrılması (mL/25g) Değerlerinin Değişimi

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)					Min.	Max.	Ort.
	1	7	14	21	28			
A	6,50	6,10	5,57	6,74	7,47	5,57	7,47	6,48
B	6,51	6,13	5,30	5,78	5,12	5,12	6,51	5,77
C	6,29	6,54	6,99	6,76	7,82	6,29	7,82	6,88
D	5,48	5,51	5,61	6,09	6,78	5,48	6,78	5,89
Min.	5,48	5,51	5,30	5,78	5,12			
Max.	6,51	6,54	6,99	6,76	7,82			
Ort.	6,20	6,07	5,87	6,34	6,80			



Şekil 4.2.3.1. Depolama Sürecinde Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Serum Ayrılması (mL/25g) Değerlerindeki Değişimi

Probiyotik yoğurt çeşitleri arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan karşılaştırma testi sonuçlarına göre en yüksek serum ayrılması C örneğinde bulunurken bunu sırasıyla A, D ve C örnekleri takip etmiştir. Bu gözlem diğer araştırmacıların sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Aryana ve ark. (2007), uzun zincirli inülin kullanımının serum ayrılmasını azalttığını ve bunun yüksek su kaldırma kapasitesi ile ilgili olduğunu belirtmektedirler. Deis (2001) ve Douglas (2005), inülinin su bağlama yeteneğinin yüksek olduğunu belirtmektedir.

Çizelge 4.2.3.2. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Serum Ayrılması (mL/25g) Değerlerindeki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varvasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	3	2.6899	110.1**
Depolama Süresi	4	0.9799	40.11**
Yoğurt Çeşidi X Depolama Süresi	12	0.663	27.14**
Hata	20	0.0244	
Toplam	39		

(*) $p < 0.05$ düzeyinde önemli (**) $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.2.3.3. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Serum Ayrılması (mL/25g) Değerlerindeki Değişime İlişkin LSD Testi Sonuçları

Yoğurt Çeşidi	SD	Serum Ayrılması (mL/25 g)	Sonuç
A	10	6,48	b
B	10	5,77	c
C	10	6,88	a
D	10	5,89	c

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0.01$).

Çizelge 4.2.3.4. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Serum Ayrılması (mL/25g) Değerleri Değişiminin Depolama Süresine İlişkin LSD Testi Sonuçları

Depolama Süresi	N	Serum Ayrılması (mL/25g)	Sonuç
1	8	6,20	bc
7	8	6,07	cd
14	8	5,87	d
21	8	6,34	b
28	8	6,80	a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.01).

Probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması değeri üzerine depolama süresinin etkisi incelendiğinde 28 gün boyunca devamlı bir değişme olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2.3.4).

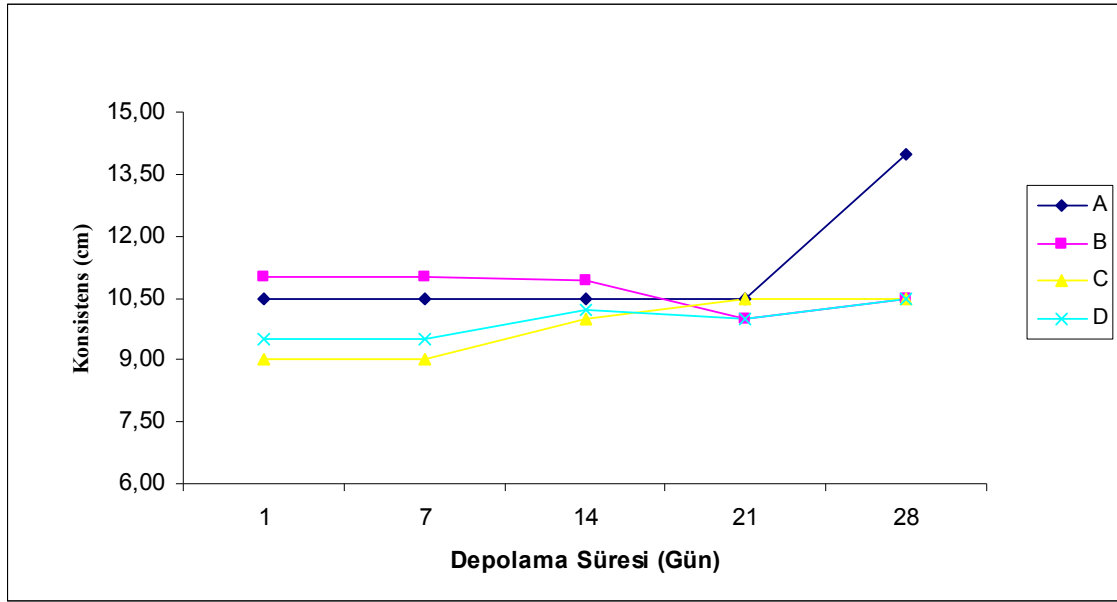
Bu sonuçlara göre kısa zincirli inülin kullanılan yoğurt örneklerinde serum ayrılması diğer örneklere göre daha fazla gerçekleşmiştir. Buna neden olarak bu örnekteki asitlik artışının yapıyı olumsuz etkilemesi, dolayısıyla da serum ayrılmasının atması gösterilebilir.

4.2.4. Konsistens

Fermente süt ürünlerinde kıvam ve konsistens tüketici tarafından beğenilirliği etkileyen önemli bir özelliktir. Yapı, süt proteinlerinin ısı ve pH etkisi ile jelleşme özellikleri ile ortaya çıkmaktadır. Probiyotik yoğurt örneklerinin değerlendirilmesinde elde edilen ortalama konsistens değeri Çizelge 4.2.4.1.'de verilmiştir. Örneklerde konsistens değeri 9 ile 14 cm arasında değişmiştir. Ortalama minimum konsistens değeri C örneğinde (9,80) ve maksimum ise A örneğinde (11,20) bulunmuştur.

Çizelge 4.2.4.1. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Konsistens Değeri Değişimi (cm)

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)					Min.	Max.	Ort.
	1	7	14	21	28			
A	10,50	10,50	10,50	10,50	14,00	10,50	14,00	11,20
B	11,00	11,00	10,90	10,00	10,50	10,00	11,00	10,68
C	9,00	9,00	10,00	10,50	10,50	9,00	10,50	9,80
D	9,50	9,50	10,20	10,00	10,50	9,50	10,50	9,94
Min.	9,00	9,00	10,00	10,00	10,50			
Max.	11,00	11,00	10,90	10,50	14,00			
Ort.	10,00	10,00	10,40	10,25	11,38			



Şekil 4.2.4.1 Depolama Sürecinde Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Konsistens Değeri Değişimi

Şekil 4.2.4.1.'de 28 günlük depolama sürecinde probiyotik yoğurt örneklerinin konsistens değerlerindeki değişim görülmektedir. Depolama süreleri bakımından

örnekler karşılaştırıldığında konsistensin 8,90 ile 14,00 arasında değiştiği, minimum değer 1. günde ve maksimum değer ise 28. günde olduğu gözlenmiştir.

Probiyotik yoğurt örneklerine ait varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.2.4.2.) konsistens değeri bakımından ürün çeşitleri ve depolama süreleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Ayrıca probiyotik yoğurt örnekleri ile depolama süreleri arasındaki interaksiyonun da $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Probiyotik ürün çeşitleri arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan karşılaştırma testi sonuçlarına göre en yüksek konsistens değeri A örneğinde bulunurken bunu sırasıyla B, D ve C örnekleri takip etmiştir. Wada ve ark. (2005), uzun zincirli inülinin daha az çözündüğünü ve daha viskoz bir özellik gösterdiğini belirtmektedir.

Probiyotik yoğurtların konsistens değeri 28 günlük depolama süresinde 21. güne kadar bu değerlerin sabit kalırken, bugünden 28. güne kadar artan değerler göstermiştir (Çizelge 4.2.4.4).

Çizelge 4.2.4.2. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Konsistens Değerlerindeki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varvasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	3	4.2997	27.92**
Depolama Süresi	4	2.586	16.79**
Yoğurt Çeşidi X Depolama Süresi	12	1.408	9.14**
Hata	20	0.154	
Toplam	39		

(*) $p < 0.05$ düzeyinde önemli (**) $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.2.4.3. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Konsistens Değerlerindeki Değişime İlişkin LSD Testi Sonuçları

Yoğurt Çeşidi	SD	Konsistens	Sonuç
A	10	11,20	a
B	10	10,68	b
C	10	9,80	c
D	10	9,94	c

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.01).

Çizelge 4.2.4.4. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Konsistens Değeri Değişimlerinin Depolama Süresine İlişkin LSD Testi Sonuçları

Depolama Süresi	N	Konsistens	Sonuç
1	8	10,00	b
7	8	10,00	b
14	8	10,40	b
21	8	10,25	b
28	8	11,38	a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.01).

4.2.5. Organik Asit Oranları

Sütün mikrobiyel starter kültürler tarafından fermente edilmesi ile ürünün raf ömrünü arttıran, tat ve kokusunu oluşturan laktik asit ve bazı organik asitler oluşmakta ve böylece yoğurda istenilen duyuşsal özellikler ve yapı kazandırılmaktadır (Adhikari ve ark. 2002).

Probiyotik yoğurt örneklerinde depolamanın 28. gününde yapılan analiz sonucunda elde edilen ortalama organik asit değerleri Çizelge 4.2.5.1.' de verilmiştir. Örneklerde en fazla laktik ve sitrik asit olduğu belirlenmiştir. Asetik ve propiyonik asit değerleri ise çizelgeden de görüldüğü gibi sırasıyla tespit edilme sınırları olan 0,042 ve 0,0024 mg /g değerlerinden daha az miktarda oldukları için saptanamamıştır.

Çizelge 4.2.5.1. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Organik Asit (mg/g) Oranları

YOĞURT ÇEŞİDİ	ORGANİK ASİT			
	Laktik Asit	Sitrik Asit	Asetik Asit	Propiyonik Asit
A	10,82±0,18	1,94±0,13	<0,042	<0,0024
B	11,06±0,13	2,07±0,04	<0,042	<0,0024
C	11,46±0,22	2,02±0,06	<0,042	<0,0024
D	11,62±0,09	2,08±0,05	<0,042	<0,0024
Min.	10,82±0,18	1,94±0,13	<0,042	<0,0024
Max.	11,62±0,09	2,08±0,05	<0,042	<0,0024
Ort.	11,24±0,15	2,03±0,10	<0,042	<0,0024

Organik asitler fermente ürünler teknolojisinde aroma maddesi olarak da büyük bir önem taşımaktadırlar. Geleneksel bir çok fermente gıdanın duyuşal özellikleri fermentasyon sırasında oluşun tat ve aroma maddelerine bağılı olarak büyük bir farklılık göstermektedir (Fernandez-Garcia ve McGregor 1994, Adhikari ve ark. 2002).

Çizelge 4.2.5.2. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Organik Asit (mg/g) Oranlarındaki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varvasyon Kaynakları	SD	KO Laktik Asit	F Laktik Asit	KO Sitrik Asit	F Sitrik Asit
Yoğurt Çeşidi	3	0.27338	5.34	0.0082	0.67
Hata	4	0.05115		0.0123	
Toplam	7				

(*) $p < 0.05$ düzeyinde önemli (**) $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.2.5.3. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Organik Asit (mg/g) Oranı Değişimine İlişkin LSD Testi Sonuçları

Yoğurt Çeşidi	SD	Laktik Asit	Asetik Asit	Propiyonik Asit	Sitrik Asit
A	2	10,81	0,042	0,0024	1,94
B	2	11,06	0,042	0,0024	2,07
C	2	11,46	0,042	0,0024	2,02
D	2	11,62	0,042	0,0024	2,08

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0.01$).

Elde edilen sonuçlara göre farklı zincir uzunluğundaki inülin kullanımının yoğurt örneklerinde oluşan organik asit miktarı açısından önemli bir fark yaratmadığı görülmektedir.

4.3. Duyusal Analizler

4.3.1. Görünüş Özellikleri

Probiyotik yoğurt örneklerinde yapılan duyusal analiz sonucunda elde edilen ortalama görünüş özelliklerinin puanlaması Çizelge 4.3.1.1'de verilmiştir. Görünüş

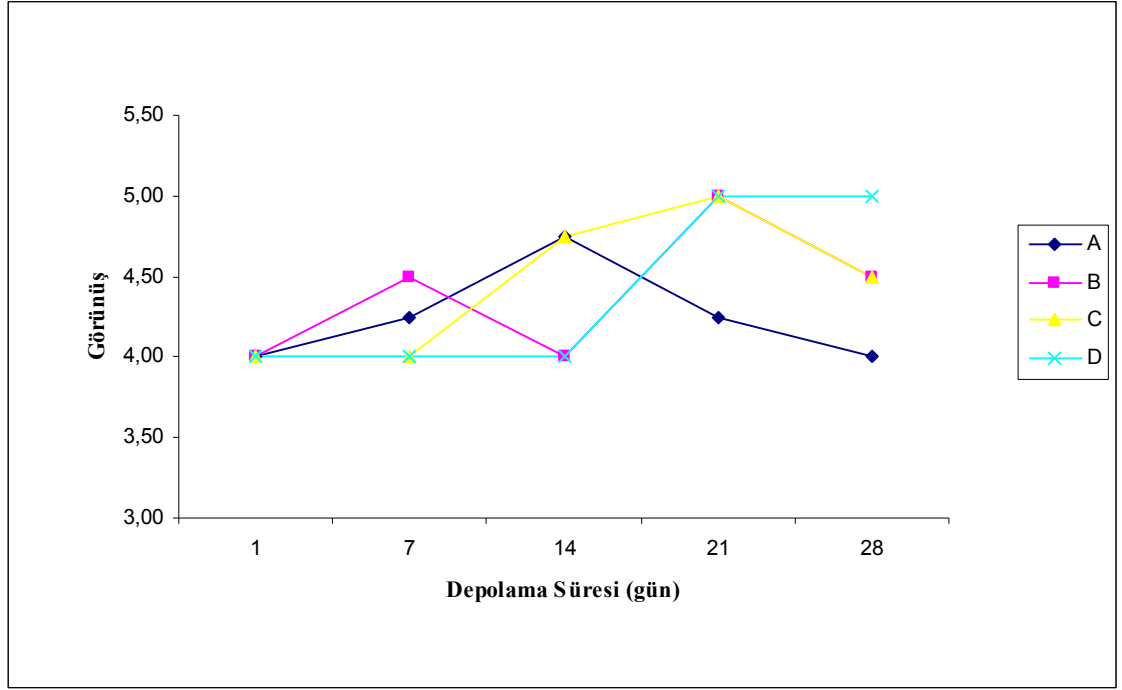
özellikleri 4,00 ile 5,00 puan arasında değişmiştir. Ortalama minimum görünüş özellikleri 4,25 ile A örneğinde, maksimum 4,45 ile C örneğinde bulunmuştur.

Şekil 4.3.1.1.'de 28 günlük depolama sürecinde probiyotik yoğurt örneklerinin görünüş özellikleri puanlarındaki değişim görülmektedir. Depolama süreleri bakımından örnekler karşılaştırıldığında ortalama görünüş özelliklerine ait puanlar 21. güne kadar sürekli artış göstermiş, fakat sonraki 7 günde azalmıştır.

Çizelge 4.3.1.1. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Görünüş Özellikleri Değişimi

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)					Min.	Max.	Ort.
	1	7	14	21	28			
A	4,00	4,25	4,75	4,25	4,00	4,00	4,75	4,25
B	4,00	4,50	4,00	5,00	4,50	4,00	5,00	4,40
C	4,00	4,00	4,75	5,00	4,50	4,00	5,00	4,45
D	4,00	4,00	4,00	5,00	5,00	4,00	5,00	4,40
Min.	4,00	4,00	4,00	4,25	4,00			
Max.	4,00	4,50	4,75	5,00	5,00			
Ort.	4,00	4,19	4,38	4,81	4,50			

Probiyotik yoğurt örneklerine ait varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.3.1.2.) görünüş özellikleri bakımından ürün çeşitlerinin önemsiz ve depolama süreleri arasındaki farklılık ile probiyotik yoğurt örnekleri ve depolama süreleri arasındaki interaksyonun ise $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.3.1.1 Depolama Sürecinde Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Görünüş Özellikleri Değişimi

Çizelge 4.3.1.2. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Görünüş Özelliklerindeki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varvasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	3	0.075	1
Depolama Süresi	4	0.76563	10.21**
Yoğurt Çeşidi X Depolama Süresi	12	0.25729	3.43**
Hata	20	0.075	
Toplam	39		

(*) $p < 0.05$ düzeyinde önemli (**) $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.3.1.3. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Görünüş Özelliklerine İlişkin LSD Testi Sonuçları

Yoğurt Çeşidi	SD	Görünüş
A	10	4,25
B	10	4,40
C	10	4,45
D	10	4,40

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.01).

Probiyotik yoğurt ürünlerinin görünüş özellikleri üzerine depolama süresinin etkisi incelendiğinde, görünüş özelliklerinin depolama boyunca arttığı ve en fazla beğenin 21. günde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.1.4).

Çizelge 4.3.1.4. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Görünüş Özellikleri Depolama Süresine Ait LSD Testi Sonuçları

Depolama Süresi	N	Görünüş	Sonuç
1	8	4,00	c
7	8	4,19	bc
14	8	4,38	bc
21	8	4,81	a
28	8	4,50	ab

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.01).

4.3.2. Kıvam Özellikleri

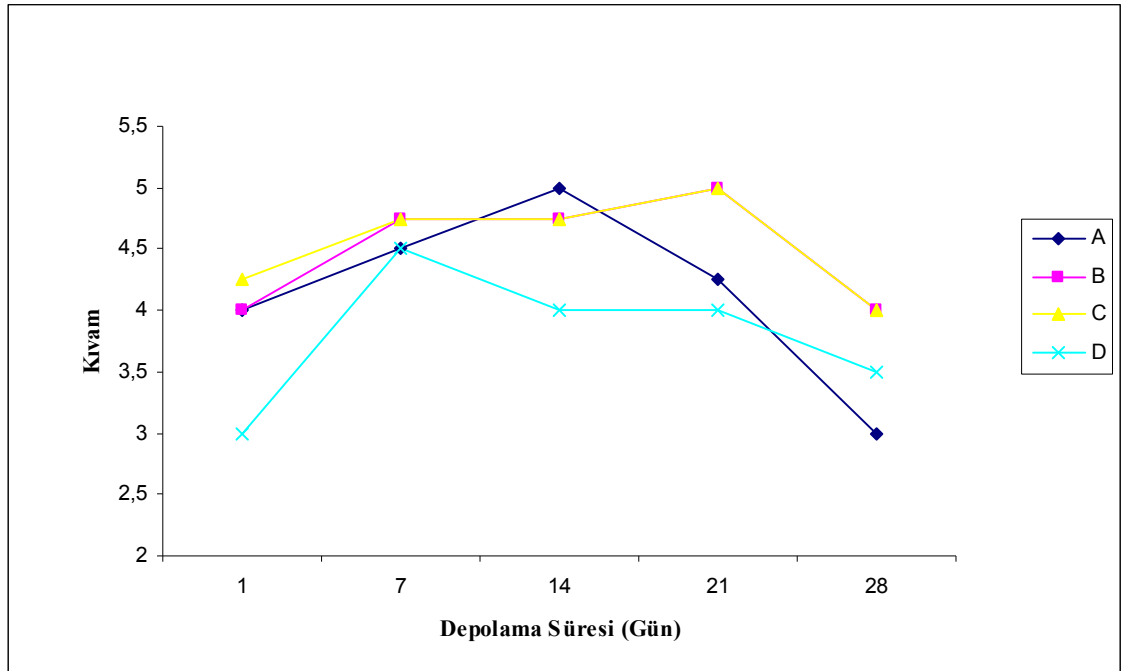
Kıvam özellikleri puanlaması Çizelge 4.3.2.1' de verilmiştir. Örneklerde kıvam özellikleri puanları 3,00 ile 5,00 puan arasında değişirken, ortalama minimum kıvam değeri D örneğinde 3,80 maksimum ise C örneğinde 4,55 olarak belirlenmiştir.

Şekil 4.3.2.1.'de 28 günlük depolama sürecinde yoğurt örneklerinin kıvam özellikleri puanlamasındaki değişim görülmektedir. Depolama süreleri bakımından örneklerin kıvam özellikleri karşılaştırıldığında 14 güne kadar artış gösteren puanların bu günden sonra azaldığı saptanmıştır.

Probiyotik yoğurt örneklerine ait varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.3.1.2.) kıvam özellikleri bakımından ürün çeşitleri ve depolama süreleri arasındaki farklılık ile probiyotik yoğurt örnekleri ve depolama süreleri arasındaki interaksyonun $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.3.2.1. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Kıvam Özellikleri Değişimi

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)					Min.	Max.	Ort.
	1	7	14	21	28			
A	4,00	4,50	5,00	4,25	3,00	3,00	5,00	4,15
B	4,00	4,75	4,75	5,00	4,00	4,00	5,00	4,50
C	4,25	4,75	4,75	5,00	4,00	4,00	5,00	4,55
D	3,00	4,50	4,00	4,00	3,50	3,00	4,50	3,80
Min.	3,00	4,50	4,00	4,00	3,00			
Max.	4,25	4,75	5,00	5,00	4,00			
Ort.	3,81	4,63	4,63	4,56	3,63			



Şekil 4.3.2.1. Depolama Sürecinde Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Kıvam Özellikleri Değişimi

Çizelge 4.3.2.2. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Kıvam Özellikleri Değişimine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varvasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	3	1.2167	0.0001**
Depolama Süresi	4	1.9219	0.0001**
Yoğurt Çeşidi X Depolama Süresi	12	0.201	0.121**
Hata	20	0.1125	
Toplam	39		

(*) $p < 0.05$ düzeyinde önemli (**) $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Probiyotik yoğurt çeşitleri arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan karşılaştırma testi sonuçlarına göre en yüksek kıvam özellik puanı C örneğinde bulunurken bunu sırasıyla B, A ve D örnekleri takip etmiştir. Çalışmada uzun zincirli

ünülünün kullanıldığı D örneği panelistler tarafından heterojen yapıda ve pürüzlü olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 4.3.2.3. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Kıvam Özelliklerine İlişkin LSD Testi Sonuçları

Yoğurt Çeşidi	SD	Kıvam	Sonuç
A	10	4,15	ab
B	10	4,50	a
C	10	4,55	a
D	10	3,80	b

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.01).

Probiyotik yoğurt örneklerinin kıvam özellikleri üzerine depolama süresinin etkisi incelendiğinde, 7. ve 14. günlerde maksimum değere ulaşan kıvam değerlerinin 28. günde minimum değeri aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.2.4).

Çizelge 4.3.2.4. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Kıvam Özelliklerine İlişkin Değişimin Depolama Süresine Ait LSD Testi Sonuçları

Depolama Süresi	N	Kıvam	Sonuç
1	8	3,81	b
7	8	4,63	a
14	8	4,63	a
21	8	4,56	a
28	8	3,63	b

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.01).

4.3.3 Koku Özellikleri

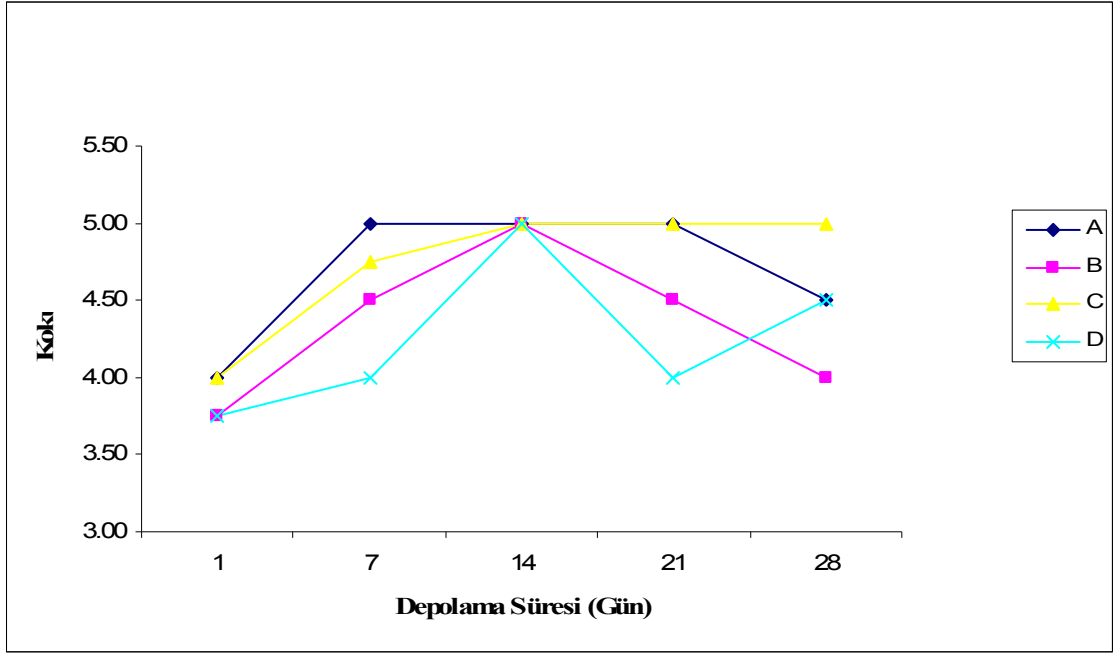
Yoğurt örneklerinde yapılan duyu analizi sonucunda elde edilen ortalama koku özellikleri puanlaması Çizelge 4.3.3.1.'de verilmiştir. Örneklerde koku puanları 3,75 ile 5 arasında değişmiştir. Ortalama minimum koku puanları 4,25 ile D örneğinde, 4,75 ile maksimum C örneğinde saptanmıştır.

Şekil 4.3.3.1.'de 28 günlük depolama sürecinde yoğurt örneklerinin koku özellikleri puanlamasındaki değişim görülmektedir. Depolama süreleri bakımından örnekler karşılaştırıldığında 1. günde 3,25 puanla minimum değere ulaştığı ve 14. günde her 4 örneğin maksimum değer olan 5 tam puan aldığı belirlenmiştir.

Probiyotik yoğurt örneklerine ait varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.3.3.2) koku özellikleri bakımından ürün çeşitleri ve depolama süreleri arasındaki farklılığın ve örnekler ile depolama süreleri arasındaki interaksiyonun $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.3.3.1. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Koku Özellikleri Değişimi

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)					Min.	Max.	Ort.
	1	7	14	21	28			
A	4,00	5,00	5,00	5,00	4,50	4,00	5,00	4,70
B	3,75	4,50	5,00	4,50	4,00	3,75	5,00	4,35
C	4,00	4,75	5,00	5,00	5,00	4,00	5,00	4,75
D	3,75	4,00	5,00	4,00	4,50	3,75	5,00	4,25
Min.	3,75	4,00	5,00	4,00	4,00			
Max.	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00			
Ort.	3,88	4,56	5,00	4,63	4,50			



Şekil 4.3.3.1. Depolama Sürecinde Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Koku Özellikleri Değişimi

Çizelge 4.3.3.2. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Koku Özelliklerindeki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varvasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	3	0.62292	14.24**
Depolama Süresi	4	1.31875	30.14**
Yoğurt Çeşidi X Depolama Süresi	12	0.14375	3.29**
Hata	20	0.04375	
Toplam	39		

(*) $p < 0.05$ düzeyinde önemli (**) $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Probiyotik yoğurt çeşitleri arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan karşılaştırma testi sonuçlarına göre en yüksek koku özelliklerine ait puan C ve A örneklerinde bulunurken bunu sırasıyla B ve D örnekleri takip etmiştir. Tadı etkileyen

faktörler genellikle koku algılanması üzerinde de etkili olmaktadır. Gerek fermentasyon, gerekse depolama aşamalarında koku özelliği ile tadın ortak etkileşimleri söz konusudur.

Çizelge 4.3.3.3. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Koku Özelliklerine İlişkin LSD Testi Sonuçları

Yoğurt Çeşidi	SD	Koku	Sonuç
A	10	4,7	a
B	10	4,35	b
C	10	4,75	a
D	10	4,25	b

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.01).

Probiyotik yoğurt ürünlerinin koku özellikleri üzerine depolama süresinin etkisi incelendiğinde, 14. günde maksimum değere ulaştığı ve 1. günde minimum değeri aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.3.4).

Çizelge 4.3.3.4. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Koku Özelliklerine İlişkin Değişimin Depolama Süresine Ait LSD Testi Sonuçları

Depolama Süresi	N	Koku	Sonuç
1	8	3,88	c
7	8	4,56	b
14	8	5,00	a
21	8	4,63	b
28	8	4,50	b

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.01).

4.3.4 Tat Özellikleri

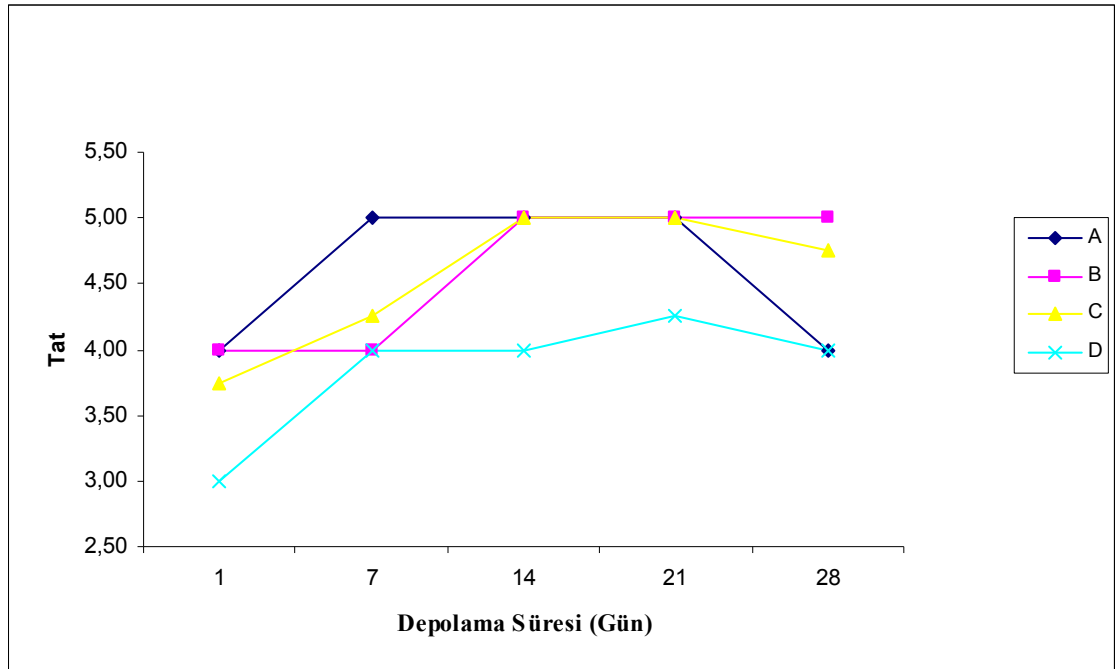
Tat, tüketiciyi en fazla ilgilendiren önemli bir duyuşal parametre olmasının yanı sıra, yoğurtda, süt şekeri, süt yağı ve süt proteinlerinin parçalanmaları sonucu oluşan metabolit ürünlerinin ortak etkisini yansıtan bir özelliktir. Yoğurt örneklerinde yapılan duyuşal analiz sonucunda elde edilen ortalama tat özelliklerinin puanlaması Çizelge 4.3.4.1’de verilmiştir. Örneklerde tat özellikleri 3,75 ile 5,00 puan arasında değişmiştir. Ortalama minimum tat puanı 3,85 ile D örneğinde ve maksimum ise A ve B örneklerinde 4,60 puan olarak saptanmıştır.

Şekil 4.3.4.1.’de 28 günlük depolama sürecinde probiyotik yoğurt örneklerinin tat özellikleri puanlamasındaki değişim görülmektedir. Depolama süreleri bakımından örnekler karşılaştırıldığında 21. günde 4,81 ile en yüksek puanı aldıkları belirlenmiştir.

Örneklere ait varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.3.4.2.) tat özellikleri bakımından ürün çeşitleri ve depolama süreleri arasındaki farklılık ile interaksiyonunun $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.3.4.1. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Tat Özellikleri Değişimi

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)					Min.	Max.	Ort.
	1	7	14	21	28			
A	4,00	5,00	5,00	5,00	4,00	4,00	5,00	4,60
B	4,00	4,00	5,00	5,00	5,00	4,00	5,00	4,60
C	3,75	4,25	5,00	5,00	4,75	3,75	5,00	4,55
D	3,00	4,00	4,00	4,25	4,00	3,00	4,25	3,85
Min.	3,00	4,00	4,00	4,25	4,00			
Max.	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00			
Ort.	3,69	4,31	4,75	4,81	4,44			



Şekil 4.3.4.1. Depolama Sürecinde Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Tat Özellikleri Değişimi

Çizelge 4.3.4.2. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Tat Özelliklerindeki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varvasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	3	1,35	27**
Depolama Süresi	4	1,61875	32,38**
Yoğurt Çeşidi X Depolama Süresi	12	0,21458	4,29**
Hata	20	0,05	
Toplam	39		

(*) $p < 0.05$ düzeyinde önemli (**) $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Örnekler arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan değerlendirme sonuçlarına göre en yüksek tat puanı A, B ve C örneklerinde belirlenirken, D örneğinde daha düşük (3,85) olarak gözlenmiştir (Çizelge 4.3.4.3). Aryana ve ark. (2007), yoğurttaki kısa

zincirli inülin kullanımının uzun ve orta zincirli inüline göre daha yüksek tat ve aroma özellikleri verdiğini belirlemektedirler. Aynı özellikler çalışmamız da panelistler tarafından da not edilmiş ve kısa zincirli ünülin kullanılan yoğurtlar daha tatlı hissedilmiştir.

Çizelge 4.3.4.3. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Tat Özelliklerine İlişkin LSD Testi Sonuçları

Yoğurt Çeşidi	SD	Tat	Sonuç
A	10	4,60	a
B	10	4,60	a
C	10	4,55	a
D	10	3,85	b

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.01).

Çizelge 4.3.4.4. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Tat Özelliklerindeki Değişimin Depolama Süresine Ait LSD Testi Sonuçları

Depolama Süresi	N	Tat	Sonuç
1	8	3,69	d
7	8	4,31	c
14	8	4,75	ab
21	8	4,81	a
28	8	4,44	bc

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.01).

Probiyotik yoğurt ürünlerinin tat özellikleri üzerine depolama süresinin etkisi incelendiğinde 1 ile 21. gün arasında artış göstermiş ve 21. günde maksimum değere ulaşmış, fakat 28. günde azalarak 4,44 puan seviyelerine gerilemiştir (Çizelge 4.3.4.4).

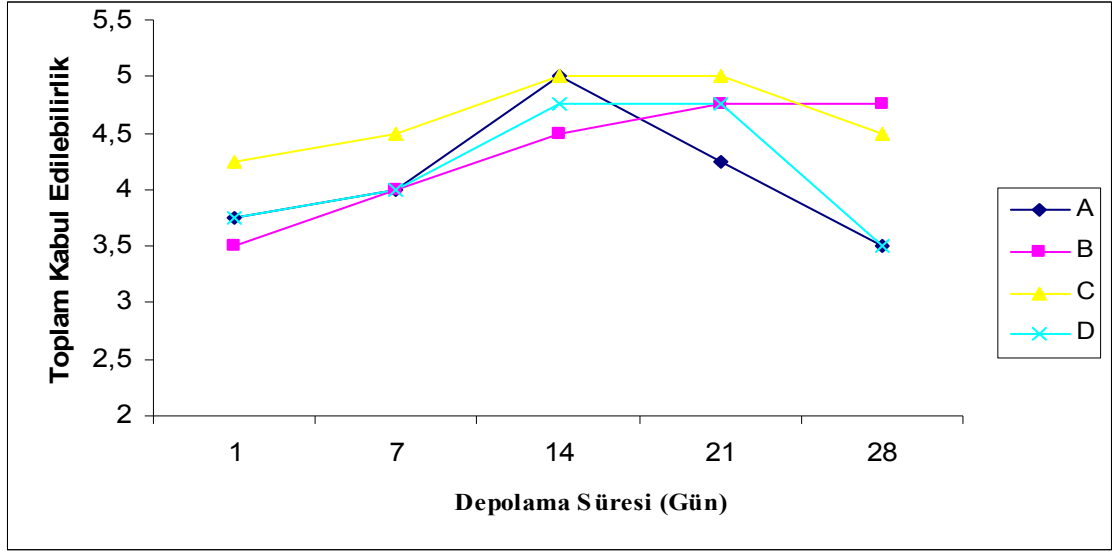
4.3.5. Toplam Kabul Edilebilirlik

Toplam kabul edilebilirlik özellikleri puanlaması Çizelge 4.3.5.1 de verilmiştir. Örneklerde toplam kabul edilebilirlik özellikleri 3,50 ile 5,00 puan arasında değişmiş, ortalama minimum 4,15 ile D örneğinde ve maksimum 4,65 ile C örneğinde saptanmıştır.

Şekil 4.3.5.1.'de 28 günlük depolama sürecinde probiyotik yoğurt örneklerinin toplam kabul edilebilirlik özellikleri puanlamasındaki değişim görülmektedir. Depolama süreleri bakımından ortalama kabul edilebilirlik değerleri karşılaştırıldığında 1. günde 3,81 puanla minimum değere ulaştığı ve 14. günde 4,81 puanla maksimum değeri almıştır.

Çizelge 4.3.5.1. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Toplam Kabul Edilebilirlik Özellikleri Değişimi

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)					Min.	Max.	Ort.
	1	7	14	21	28			
A	3,75	4,00	5,00	4,25	3,50	3,50	5,00	4,10
B	3,50	4,00	4,50	4,75	4,75	3,50	4,75	4,30
C	4,25	4,50	5,00	5,00	4,50	4,25	5,00	4,65
D	3,75	4,00	4,75	4,75	3,50	3,50	4,75	4,15
Min.	3,50	4,00	4,50	4,25	3,50			
Max.	4,25	4,50	5,00	5,00	4,75			
Ort.	3,81	4,13	4,81	4,69	4,06			



Şekil 4.3.5.1. Depolama Sürecinde Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Toplam Kabul Edilebilirlik Özellikleri Değişimi

Probiyotik yoğurt örneklerine ait varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.3.5.2) toplam kabul edilebilirlik özellikleri bakımından yoğurt çeşitleri ve depolama süreleri arasındaki farklılığın $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Ayrıca yoğurt örnekleri ile depolama süreleri arasında interaksiyonunda önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.01$).

Çizelge 4.3.5.2. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Toplam Kabul Edilebilirlik Özelliklerindeki Değişimine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varvasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	3	0.6167	6.17**
Depolama Süresi	4	1.475	14.75**
Yoğurt Çeşidi X Depolama Süresi	12	0.2208	2.21**
Hata	20	0.1	
Toplam	39		

(*) $p < 0.05$ düzeyinde önemli (**) $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Probiyotik yoğurt çeşitleri arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan karşılaştırma testi sonuçlarına göre en yüksek puanı ise C örneği (4,65) en düşük puanı ise A ve D örnekleri almıştır (Çizelge 4.3.5.3). Aryana ve ark. (2007), kısa zincirli ünülin kullanılan yoğurtlarda duyuşal özelliklerin daha iyi geliştiğini ve panelistler tarafından daha çok beğenildiğini bununla birlikte daha sıkı bir yapı oluşturmaya karşın uzun zincirli ünülinin oluşun yapının daha pürüzlü ve yağlı algılanmasından dolayı daha az kabul edilebilir olduğunu belirtmektedirler.

Çizelge 4.3.5.3. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Toplam Kabul Edilebilirlik Özelliklerine İlişkin LSD Testi Sonuçları

Yoğurt Çeşidi	SD	Toplam Kabul Edilebilirlik	Sonuç
A	10	4,10	b
B	10	4,30	ab
C	10	4,65	a
D	10	4,15	b

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.01).

Çizelge 4.3.5.4. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Toplam Kabul Edilebilirlik Özelliklerindeki Değişimin Depolama Süresine Ait LSD Testi Sonuçları

Depolama Süresi	N	Toplam Kabul Edilebilirlik	Sonuç
1	8	3,81	b
7	8	4,13	b
14	8	4,81	a
21	8	4,69	a
28	8	4,06	b

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.01).

Probiyotik yoğurt ürünlerinin toplam kabul edilebilirlik özellikleri üzerine depolama süresinin etkisi incelendiğinde depolama boyunca artış gösterdiği ve 21. günde maksimum değere ulaştığı ancak 28. günde azaldığı (4,06 puan) bulunmuştur (Çizelge 4.3.5.4).

5. SONUÇ

Bugün dünyada yaşam koşullarının değişmesi ile bireylerin hazır besin tüketimlerinin ve enerji alımlarının yükselmesi, fiziksel aktivitelerin azalması, kronik hastalıklarla mücadele etme zorunluluğunu getirmiştir. Bu amaçla sağlıklı beslenme ürünleri, ya da fonksiyonel ürünlere olan eğilim artmıştır. Probiyotik ve prebiyotik gıdalar insan sağlığını olumlu yönde etkileyen ve son zamanlarda çalışmaların yoğunlaştığı ürünlerdir.

Probiyotikler sağlığa ilişkin olumlu özellikler gösteren, toksin üretmeyen, patojenlere karşı antagonistik etkiye sahip olan, asit ve safra tuzlarına dayanarak bağırsak sistemine geçebilen, bağırsak hücrelerine tutunabilen, ve bağırsak mikroflorasını stabilize edebilen canlı mikrobiyel gıda katkı maddeleridir. Prebiyotikler ise; vücuda alınması durumunda kolon bölgesindeki çeşitli bakterilerin gelişmesini ve etkinliğini olumlu yönde etkileyen, sindirilemeyen gıda katkısı olarak ifade edilmektedir. Fonksiyonel gıda maddelerinden olan fermente süt ürünlerinin üretiminde en çok kullanılan gıda katkıları probiyotik ve prebiyotiklerdir.

Probiyotik süt ürünleri ticari olarak birçok ülkede çok çeşitli formülasyonlarla üretilmektedir. Yapılan bilimsel çalışmalar ticari olarak üretimin geliştirilmesinin yanısıra, sağlık araştırma ve geliştirme çalışmalarına da ışık tutmaktadır. Son yıllarda *L. rhamnosus*' un özellikle çocuk sağlığı üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı çeşitli süt ürünleri, bebek ve çocuk gıdalarında kullanımı yaygınlaşmıştır.

İnülin doğada yaygın olarak bitkilerin depo karbonhidratı formunda bulunmaktadır. Koruyucu özellikliğinin yanı sıra çeşitli kronik hastalıkların tedavisinde ve probiyotik bakterilerin gelişmesini teşvik eden ve prebiyotik şeklinde kullanılan fonksiyonel bir besin bileşenidir. Kalın bağırsak mikroflorasının dengesini sağlayan inülin, bazı minerallerin biyolojik yararlılığını arttırmakta ve gastrointestinal sistemi düzenlemektedir. Bağışıklık sistemini güçlendirerek, lipit metabolizması ve kan şekerinin düzenlenmesinde de etki göstererek kalp-damar hastalığı riskini azaltmaktadır.

Bu çalışmada *L. rhamnosus* kültürü ve geleneksel yoğurt kültürlerinin kombinasyonu ile üretilen probiyotik yoğurtların özellikleri belirlenmiştir. Prebiyotik amaçlı polimerizasyon seviyeleri farklı 2 tip İnülin kullanılmıştır: 1- *polimerizasyon seviyesi > 23 olan uzun zincirli inülin*, 2- *polimerizasyon seviyesi 2–10 olan kısa zincirli inülin*. Bu şekilde bakterinin farklı zincir uzunluğundaki inülin varlığında gelişme yeteneği ve yoğurt bileşiminde meydana gelen değişimler izlenmiştir. 28 gün boyunca $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ de depolanan örneklerde depolamanın 1, 7, 14, 21 ve 28. günlerinde bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu özellikleri incelenmiştir.

Sonuç olarak, kısa zincirli inülin kullanımının *L. rhamnosus* gelişimini arttırdığı ve yoğurdun fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre panelistler, kısa zincirli inülin kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinin normal yoğurt ile tat, kıvam, koku, görünüş ve toplam kabul edilebilirlik yönünden benzer özellik gösterdiğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte inülin kullanımı ile inülinin polimerizasyon derecesinin yoğurtların organik asit bileşimi üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- ADHIKARI K., GRUW I.U., MUSTAPHA, A., FERNANDO L.N. 2002. Changes in The Profile of Organic Acids in Plain Set and Stirred Yogurts During Manufacture and Refrigerated Storage. *J. Food Quality*, 25: 435-451.
- AKALIN, S.A., ÖZER, K., GÖNÇ, S. 1998. Yoğurt Üretimi ve Depolama Sırasında Organik Asitlerin Belirlenmesi. *Gıda*, 23(1):59-65.
- AKIN, N. 1997. İnek, Koyun ve Keçi Sütlerinden Üretilen Fermente Süt Ürünlerinin Organik Asit Miktarları. *Gıda*, 22(1):35-41.
- AKIN, N. 1999. İnek ve Koyun Sütünden Üretilen Bazı Konsantre Fermente Süt Ürünlerinin Sertliği ve Duyusal Özellikleri. *Tur. J. Veterinary and Animal Sci.*, 23(3):583-590.
- AKIN, N. 2006. Modern Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fak. Gıda Mühendisliği Bölümü, Damla Ofset, 456 s.
- ALANDER, M., SATAKARI, R., KORPELA, R., SAXELIN, M., VILPONNEN-SALMELA, R., MATILLA-SANDHOLM, T. von WRIGHT, A. 1999. Persistence of Colonization of Human Colonic Mucosa by a Probiotic Strain *Lactobacillus rhamnosus* GG, after oral consumption. *Appl. Environ. Microbiol.*, 65:351-354.
- ANONİM. 1993. Yoğurt Yapım Kuralları. Türk Standartları Enstitüsü TS 10935, Ankara,.
- ANONİM. 2001. Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tebliğ Nu: 2001/21, Ankara, 2001
- ANONİM. 2006. Yoğurt. Türk Standartları Enstitüsü TS 1330, Ankara,

ANONİM. 2008. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi. Gıda Teknolojisi: Yoğurt. 2008. Ankara.

ARVOLA, T., LAIHO, K., TORKKELI, S., MYKKANEN, H., SALMINEN, S., MAUNULA, L., ISOLAURI, E. 1999. Prophlactic *Lactobacillus* GG Reduces Antibiotic-Associated Diarhea in Children with Respiratory Infections: A randomized study. *Pediatrics*, 104 p.

ARYANA, K.J., PLAUCHE, S., RAO, R.M., MCGREW, P., SHAH, N. P. 2007. Fat-Free Plain Yogurt Manufactured with Inulins of Various Chain Lengths and *Lactobacillus acidophilus*. *J. Food Sci.*, 72(3): 79-84.

BENGMARK, S. 2001. Pre-, Pro and Synbiotics. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 4:571-579.

BLANC, B. 1986. The Nutritional Value of Yogurt. *Int. J. Immunotherapy*, 2: 25-47.

BOYLSTON ,T.R., VINDEROLA, C.G., GHODDUSI, H.B., REINHEIMER, J.A. 2004. Incorporation of *Bifidobacteria* into Cheeses: Challenges and Rewards. *Int. Dairy Journal*. 14(5): 375-387.

BRANNON, C. 2003. Prebiotics: Feeding Friendly Bacteria. *Today's Dietitian*, September.

BYLUND, G. 1995. Dairy Processing Handbook. Tetra Pak Processing Systems, A/BLund.

CANBULAT, Z., ÖZCAN, T. 2007. Bebek Mamaları ve Çocuk Ek Besinlerinde *Lactobacillus rhamnosus* GG Kullanımının Sağlık Üzerine Etkileri. *U.Ü. Ziraat Fak. Der.*, 21(1):69-79.

CASAS, I.A., DOBROGOSZ, W.J. 2000. Validation of the Probiotic Concept: *Lactobacillus reuteri* Confers Broad-Spectrum Protection Against Disease in Humans and Animals. *Mic. Ecology in Health and Disease*, 12:247-285.

CHEN, M.J., CHEN, K.N., LIN, C.W., MAO, H.M. 2004. Study on the Optimal Growth Rates of Probiotics in Yogurt by Genetic Algorithms. *Taiwan Nongye Huaxue Yu Shipin Kexue*, 42(4):306-314.

CLEARY, T.G., PICKERING, L.K. 1992. Acute Gastroenteritis. In: Krugman S, Katz S, Grshon AA, Wilfert CM (eds.) *Infectious Diseases of Children*. 9. Ed. St. Louis, Mosby, 105-26.

COLLINS, M.D., GIBSON G.R. 1999. Probiotics, Prebiotics and Synbiotics: Approaches for Modulating the Microbial Ecology of The Gut. *Am. J. Clinical Nutrition*, 69:10525-10575.

CORNELLI, E.M., GUGGENHEIM, B., STINGELE, F., NEESER. J.R. 2002. Selection of Dairy Bacterial Strains as Probiotics for oral Health. *Eur. J. Oral Sci.*, 110:218-224.

COŞKUN, T. 2005. Fonksiyonel Besinlerin Sağlığımız Üzerine Etkileri. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 49:128-148.

COŞKUN, T. 2006. Pro,-Pre- ve Sinbiyotikler. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 49:128-148.

COUSSEMENT, P.A.A. 1999. Inulin and Oligofructose: Safe Intakes and Legal Status. *J. Nutrition*, 129:1412-1417.

CREMONINI, F., DI CARO, S., SANTARELLI, L. 2002. Probiotics in Antibiotic-Associated Diarrhoea. *Dig Liver Dis*, 34:78-80.

ÇAĞLAR, A., ÇAKMAKÇI, S. 1999. Yoğurdun İnsan Sağlığı ve Beslenmesindeki Rolü ve Önemi. III Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Yoğurt, Milli Produktivite Merkezi Yayınları No: 548, Ankara, 205-220.

ÇAKIR, İ., ÇAKMAKCI, M.L. 2004. Probiyotikler: Tanımı, Etki Mekanizması, Seçim Güvenirlilik Kriterleri. *Gıda*, 29(6):427-434.

ÇULLU, F. 2002. Çocukluk Çağında Akut İshaller ve Antibiyotik Tedavisi, İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri Çocuklarda Akılcı Antibiyotik Kullanımı Sempozyum, 33:59-76

DEIS, R.C. 2001. Dietary fiber: a new beginning? Food Prod Des. (Dec.). Available from:<http://www.foodproductdesign.com/archive/2001/1201AP.html>.

DOUGLAS L. 2005. Prebiotics Overview. GTC Nutrition Handout. Available from: <http://www.nutraceuticalsworld.com/Sept032.html>.

DEMİRCİ, M., O. ŞİMŞEK. 1997. Süt İşleme Teknolojisi. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., İstanbul. 37-89.

DORON, S., SNYDMAN, D.R., GORBACH, S.L. 2005. *Lactobacillus* GG: Bacteriology and Clinical Applications, *Gastroenterol Clin. North. Am.*, 34:483-498.

EL-NAGAR G., CLOWES, G., TUDORICA, C.M., KURI, V. 2002. Reological Quality and Stability of Yog-ice-cream with added Inulin. *Int. J. Dairy Technology*, 55(2):89-93.

ERİŞİR, D. 2005. Dondurma Üretiminde Probiyotik Bakteri ve Fruktooligosakkarit Kullanımının Ürün Özelliklerine Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 74 s.

- FANG, H., ELINA, T., HEIKKI, A., SEPPO, S. 2000. Modulation of Humoral Immune Response Through Probiotic Intake. *FEMS Immunol Med Microbiology*, 29:47-52.
- FARR, D.R. 1997. Functional Foods. *Cancer Letters*. 114:59-63.
- FERNANDEZ-GARCIA, E., MCGREGOR, J.U. 1994. Determination of Organic Acids During the Fermentation and Cold Storage of Yogurt. *J. Dairy Sci*, 77: 2934-2939.
- FISZMA, S.M., LLUCH, M.A., SALVADOR, A. 1999. Effect of Addition of Gelation on Microstructure of Acidic Milk Gels and Yoghurt and on Their Rheological Properties. *Int. Dairy Journal*, 11:481-492.
- FONDEN, R., MOGENSEN, G., TANAKA, R., SALMINEN, S. 2000. Effect of Culture- Containing Dairy Products on Intestinal Microflora. Human Nutrition and Health- Current Knowledge and Future Perspectives, *Bull IDF* 352: 5.
- FORESTIER, C., DECHAMPS, C., VATOUX, C., JOLY, B. 2001. Probiotic Activities of *Lactobacillus casei* subsp. *rhamnosus*: *in vitro* adherence to Intestinal Cells and Antimicrobial Properties. *Res. Microbiol.*, 152:167-173.
- FULLER, R. 1989. Probiotics in Man and Animals. *J. Appl., Bacteriology*, 66 (5):365-378.
- FURRIE, E., MACFARLANE, S., KENNEDY, A., CUMMINGS, J.H., WALSH, S.V., O'NEIL, D.A., MACFARLANE, G.T. 2005. Synbiotic Therapy (*Bifidobacterium longum*/Synergy I) Initiates Resolution of Inflammation in Patients With Active Ulcerative Colitis: a Randomized Controlled Pilot Trial. *Gut*, 54(2):242-249.
- GALLAHER, D.D., STALLINGS, W.H., BLESSING, L.L., BUSTA, F.F., BRADY, L.J. 1996. Probiotics, Cecal Microflora, and Aberrant Crypts in the Rat Colon. *J. Nutrition* 126(5):1362-1371.
- GIBSON, G.R. 2004. Prebiotics. *Best Pract Res Clin Gastroenterol.*, 18:287-298.

- GIBSON, G.R., ROBERFROLD, M.B. 1995. Dietary Modulation of the Human Colonic Microbiota: Introduction the Concept of Prebiotics. *J. Nutrition* 125:1401-1412.
- GILL, H.S., GUARNER, F. 2004. Probiotics and Human Health: a Clinical Perspective, *Postgrad. Med. J.*, 80:516-526.
- GOBBETTI, M., CORSETTI, A., SMACCHI, E., ZOCCHETTI, A., ANGELIS, D.M. 1998. Production of Crescenza Cheese by Incorporation of Bifidobacteria. *J. Dairy Sci.*, 81:37-47.
- GODWARD, G., SULTANA, K., KAILASAPATH, K., PEIRIS, P., ARUMUGASWAMY, R., REYNOLDS, N. 2000. The Importance of Strain Selection on the Viability and Survival of Probiotic Bacteria in Dairy Foods. *Milchwiss*, 55(8):441-445.
- GOLDIN, B., GORBACH, S.L., SAXELIN, M., BARAKAT, S., GUALTIERI, L., SALMINEN, S. 1992. *Survival of Lactobacillus* Species in Human Gastrointestinal Tract. *Dig. Dis Sci.*, 37:121-128.
- GOPAL, P.K., SULLIVAN, P.A., SMART, J.B. 2001. Utilisation of Galactooligosaccharides as Selective Substrates for Growth by Lactic Acid Bacteria Including *Bifidobacterium lactis* DR10 and *Lactobacillus rhamnosus* DR20. *Int. Dairy Journal*, 11:19-25.
- GÖNÇ, S. 1990. Süt Teknolojisinde Homojenizasyon. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yay. No:457 65 s.
- GUARNER, F., MALAGELADA, J.R. 2003. Gut Flora in Healty and Disease. *The Lancet*, 360:512-519.

GÜLMEZ, M., GÜVEN, A. 2002. Probiyotik, Prebiyotik ve Sinbiyotikler. *Kafkas Üniv. Veteriner Fak. Derg.*, 12:91-96.

GÜVEN, A., GÜLMEZ, M. 2006. Fonksiyonel Gıdalar ve Sağlıkla İlişkisi. *Kafkas Üniv. Veteriner Fak. Derg.*, 8:83-89.

GÜRSOY, O. 2005. Bazı Probiyotik Bakterilerin Destek Kültür Olarak Beyaz Peynir Üretiminde Kullanımı, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, s 258.

GÜRSOY, O., KINIK, Ö. 2004. Fonksiyonel Gıda Bileşeni Olarak Probiyotikler ve Yasal Düzenlemeler için Japonya Modeli. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*. 34(3):340-349.

GÜRSOY, O., KINIK, Ö., GONEN, İ. 2005. Probiyotikler ve Gastrointestinal Sağlığa Etkileri. *Türk Mik. Cemiyeti Derg.*, 35:136-148.

GYOSHEVA, H. 1982. Compounds Forming the Aroma Complex of Bulgarian Sour Milk. *Milchwiss.*, 47:267-269.

HASLER, C.M. 1998. Functional Foods: Their Role in Disease Prevention and Health Promotion. *Food Technol.*, 52(11):63-70.

HASLER, C.M. 2002. Functional Foods: Benefits, Concerns and Challenges – a Position Paper from the American Council on Science and Health. *J. Nutrition*, 132:3772-3781.

HEKMAT, S., REID, G. 2006. Sensory Properties of Probiotic Yogurt is Comparable to Standard Yogurt. *Nutr. Res.*, 26:163-166.

HESSLE, C., HANSSON, L.A., WOLD, A.E. 1999. *Lactobacilli* from Human Gastrointestinal Mucosa are Strong Stimulations of IL-12 production. *Clin. Exp. Immunol.*, 116:276-282.

HILL, H.S., GUARNER, F. 2004. Probiotics and Human Health: a Clinical Perspective. *Postgrad Med J.*, 80:516-526.

HILTON, E., KOLAKOWSKI, P., SINGER, C., SMITH, M. 1997. Efficacy of *Lactobacillus* GG as a Diarrhea Preventative. *J. Travel Med.*, 4:41-43.

HUANG, J.S., BOUSVAROS, A., LEE, J.W., DIAZ, A., DAVIDSON, E.J. 2002. Efficacy of Probiotic Use in Acute Diarrhea in Children: Meta Analysis. *Dig Dis Science*, 47:2625-2634.

İNANÇ, N. ŞAHİN, H. ÇİÇEK, B. 2005. Probiyotik ve Prebiyotiklerin Sağlık Üzerine Etkileri. *Erciyes Tıp Derg.*, 27(3):122-127.

ISHIBASHI, N., SHIMAMURA, S. 1993. *Bifidobacteria*: Research and development in Japan. *Food Technol.*, 46:126-135.

ISOLAURI, E., JUNTUNEN, M., RAUTANEN, T., SILLANAUKEE, P., KOIVULA, T. 1991. A Human *Lactobacillus* Strain *Bacillus casei* sp. strain Promotes Recovery From Acute Diarrhea in Children. *Pediatrics.*, 88:90-97.

ISOLAURI, E., JOENSUU, J., SUOMALAINEN, H., LUOMALA, M., VESIKARI, T. 1995. Improved Immunogenicity of oral D x RRV Reassortant Rotavirus Vaccine by *Lactobacillus casei* GG. *Vaccine*, 13:310.

ISOLAURI, E. 2004. The Role of Probiotics in Pediatrics. *Current Paediatrics*, 14:104-109.

JOHANSSON, I. 2002. Milk and Dairy Products: Possible Effects on Dental Health. *Scandinavian J. Nutrition.*, 46:119-122.

KABAK, B., VAR, K. 2005. Oligosakkaritlerin Probiyotik Bakterilerin Gelişimi ve Canlılığı Üzerine Etkisi. *Gıda*, 30(5):329-333.

KALLIOMAKI, M., SALMINEN, S., POUSSA, T. 2003. Probiotics and Prevention of Atopic Disease: 4-year Follow of a Randomised Placebo-Controlled Trial. *Lancet*. 361:1869-1871.

KARAKAYA, S. 2004. Fonksiyonel Gıda Bilimi. Basılmamış Ders Notları.

KAVAS, G., KINIK, Ö. 2000, Probiotik Etkili Fermente Süt ürünlerinin İnsan Sağlığındaki Rolü. *Dünya Gıda Dergisi* Nisan 44-50.

KILIÇ, S. 2001. Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 542, Bornova, İzmir, 452 s.

KLAENHAMMER, T.R. 1998. Functional Activities of *Lactobacillus* Probiotics: Genetic mandate. *Int. Dairy J.*, 8:497-505.

KNEIFEL, W., MATTILA SANDHOLM, T., WRIGHT A. 1999. Probiotic Bacteria Detection and Estimation in Fermented and NonFermented Dairy Products. 3: 1783-1789. *Encyclopedia of Food Microbiology*. Eds: R.K. Robinson, C.A. Batt, P.D. Patel, Academic Press.

KRUSE, H., KLEESSEN, P., BLAUT, M. 1998. Effect of Inulin on Faecal *Bifidobacteria* in Human Subjects. *Britian. J. Nutrition*, 82:375-382.

LEE, Y.K., NOMOTO, K., SALMINEN, S., GORBACH, S.L. 1999. Handbook of Probiotics. A wiley- Interscience Publication, s 211, Canada.

LEE, Y.K., NOMOTO, K., SALMINEN, S., GORBACH, S.L. 2001. Handbook of Probiotics. *Int. J. Food Sci. & Technol.*, 36:224-224.

LUCEY, J.A., SINGH, H. 1998. Formation and Physical Properties of Acid Mil gels: a Rewiev. *Food Research Int.*, 30(7):529-542.

MANNING, T.S., GIBSON, G.R. 2004. Prebiotics. *Best Pract. Res. Clin. Gastroenterol.*, 18:287-298.

MAJAMAA, H., ISOLAURI, E., SAXELIN, M., VESIKARI, T. 1995. Lactic Acid Bacteria in the Treatment of Acute Rotavirus Gastroenteritis. *J. Ped. Gastroenterol. Nutr.*, 20:333-338.

MAJAMAA, H., ISOLAURI, E. 1997. Probiotics: a Novel Approach in the Management of Food Allergy. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 99:179-85.

MARKOWITZ, J.E., BENGMARK, S. 2002. Probiotics in Health and Disease in the Pediatric Patient. *Pediatr Clin. North Am.*, 49:127-141.

MATTILA-SANDHOLM, T. 1999. Demonstration of Nutritional Functionality of Probiotics Foods. *Trends in Food Sci and Tech.*, 10:385-386.

MEISTER, K., HASLER, C. 2002. Facts About Functional Foods. A Report by the American Council on Science And Health. American Council On Science and Health . New York. NY 10023- 5860.

MILNER, J.A. 1999. Functional Foods and Health Promotion. *J. Nutrition*, 129:1395-1397.

MITSUOKA, T. 1990. *Bifidobacteria* and their Role in Human Health. *J. Ind. Microbiol.*, 6:263-268.

MODLER, H.W. 1994. Bifidogenic Factors Sources, Metabolism and Applications. *Int. Dairy Journal*, 4:383-407.

MOSHFEGH, J.A., FRIDAY, E.J., GOLDMAN, J.P., AHUJA, J.K., 1999. Presence of Inulin and Oligofructose in the Diets of Americans. *J. of Nutrition* 129:1407-1411.

NAVDER, K.P., HUANG, R.S., FRYER, H.C. 1990. Effects of Fermentation and Storage on the Concentration of Orotic Acid and Uric Acid in Skim Milk. *J. Food Sci.*, 55(2):585-586.

NASE, L., HATAKKA, K., SAVILAHTI, E., SAXELIN, M., PONKA, A., POUSSA, T., KORPELA, R., MEURMAN, J.H. 2001. Effect of Longterm Consumption of A Probiotic Bacterium, *Lactobacillus rhamnsus* GG, in Milk on Dental Caries Risk in *Children Caries Res.*, 35(6):412-420.

NINESS, K.R. 1999. İnülin and Oligofructose: What are they? *J. Nutrition.*, 129: 1402-1406.

OBERHELMAN, R.A., GILMAN, R.H., SHEEN, P. 1999. A Placebo Controlled Trial of *Lactobacillus* GG to prevent Diarrhea in undernourished Peruvian children. *J. Pediatric*, 134:15-20.

OLIVEIRA, M.N., SODINI, I., REMEUF, F. 2001. Effect of Milk Supplementation and Culture Composition on Acidification, Textural Properties and Microbiological Stability of Fermented Milks Containing Probiotic Bacteria. *Int. Dairy J.*, 11:935-942.

OUWEHAND A.C., SALMINEN, S., ISOLAURI, E. 2002. Probiotics: An Overview of Beneficial Effects. *Antonie van Leeuwenhoek*, 82:279-289.

OUWEHAND, A. 2003. Vesterlund S. Health Aspects of Probiotics. *Drugs*, 6:573-580.

OYSUN, G. 1996. Süt ve Ürünlerinde Analiz Yöntemleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:504, Bornova- İzmir, 306 s.

ÖZCAN-YILSAI, T., KURDAL, E. 2000. Probiyotik Süt Ürünlerinin Beslenme ve Sağlık Üzerindeki Etkisi. Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri, VI , Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı, Edi., Mehmet Demirci, Tekirdağ, 279-286.

ÖZDEN, A. 2007. Yoğurt ve Sağlıklı Yaşam. *Güncel Gastroenteroloji*, 11:166-78.

ÖZER, B.H. 1993. Yağ Globülleri ve Serum Proteinlerinin Yoğurt Jelinin Oluşumundaki Rollerini. Seminer, Ankara Üniversitesi FBE Süt Tek. ABD., 30 s.

PALFRAMAN, R.J., GIBSON, G.R., RASTALL, R.A. 2002. Effect of pH and Dose on the Growth of Gut Bacteria on Prebiotic Carbohydrates in vitro. *Anaerobe*, 8:287-292.

PERRIN, S., WARCHOL, M., GRILL, J.P., SCHNEIDER, F. 2001. Fermentations of Fructooligosaccharides and Their Components by *Bifidobacterium infantis* ATCC 15697 on Batch Culture in Semi-Synthetic Medium. *J. Appl. Microbiology*, 90: 859-865.

PERRIN S, FOUGNIES C, GRILL JP, JACOBS H, SCHNEIDER F. 2002. Fermentation of Chicoryfructo-oligosaccharides in Mixtures of Different Degrees of Polymerization by Three Strains of *Bifidobacteria*. *Can J. Microbiol*, 48:759–63.

PHILLIPS, M., KAILASAPATHY, K., TRAN, L. 2006. Viability of Commercial Probiotic Cultures (*L. acidophilus*, *Bifidobacterium* sp., *L. casei*, *L. paracasei* and *L. rhamnosus*) in Cheddar Cheese, *Int. J. of Food Microb.*, 108:276-280.

RASIC, J., KURMANN, J.A. 1978. Yogurt-Scientific Grounds, Technology, Manufacture and Preparation. Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, 427 s.

RASTALL, R.A, MAITIN V. 2002. Prebiotics and Synbiotics: Towards the Next Generation. *Curr Opin Biotechnol.*, 13:490-496.

REID, G., BURTON J. 2002. Use of *Lactobacillus* to Prevent Infection by Pathogenic Bacteria. *Microbes Infections*, 4:319-324.

REID, G., JASS,J., SEBULSKY, M.T., MCCORMICK, J.K. 2003. Potential Uses of Probiotics in Clinical Practice. *Clinical Microbial Review*, 16:658-672.

REID, G. 2002. Probiotics for Urogenital Health. *Nutr Clin Care*, 5:3-7.

RENNER, E., SALDAMLI, İ. 1983. Beslenme Açısından Fermente Süt Ürünleri. *Gıda* 8(6):297-309.

RIBERIO, H. 2000. Diarrheal Disease in Developing Nation, *Am. J. Gastroenterology*, 95:14-15.

ROBERFROID, M.B. 2000. Prebiotics and Probiotics: Are They Functional Foods? *American J. Clin. Nutr.*, 71:s1682-7.

ROBERFROID, M.B. 2005. Introducing Inulin-type Fructans. *British J. Nutrition*, 93(1):13-25.

RUBIN, H.E., NERAD, T., VAUGHAN, F. 1982. Lactate Acid Inhibition of *Salmonella typhimurium* in Yoghurt. *J. of Dairy Sci.*, 65:197-203.

SAARELA, M., MOGENSEN, G., FONDEN, R., MATTÖ, J., MATTILA-SANDHOLM, T. 2000. Probiotic Bacteria: Safety, Functional and Technological Properties. *J. Biotech.*, 84:197-215.

SADEK, Z.I., EL SHAFEI, K., MURAD, H.A. 2004. Utilization of Xanthan Gum and Inulin as Prebiotics for lactic Acid bacteria. Egyptian Conference for Dairy Science and Technology, 9th, Cairo, Egypt, *Egyptian Society of Dairy Sci*, 269- 283.

SALMINEN, S., DEIGHTON, M., GORBACH, S. 1992. Lactic Acid Bacteria in Health and Disease. In "Lactic Acid Bacteria", Edited by S. Salminen and A. von Wright, Marcel Dekker Inc. 270 Madison Avenue, New York, 10016, USA, 442 p.

SALMINEN, S. 1998. Probiotics: Scientific Support for Use. *Food Technol.*, 53(11):66-69.

SANDERS, M.E. 1998. Overview of Functional Foods: Emphasis of Probiotic Bacteria, *Int. Dairy Journal*, 8:341-347.

SANDERS, M.E. 1999. Probiotics. *Food Technol.*, 53:67-77.

SANDERS, M.E. 2003. Probiotics: Considerations for Human Health. *Nutrition Review*, 61:91-99.

SCHREZENMEIR, J., VRESE, M. 2001. Probiotics, Prebiotics and Synbiotics - Approaching a Definition. *Am. J., Clinical Nutrition*, 73:361-364.

SEZEN, F., KOÇAK, C. 2006. Fonksiyonel Süt ürünleri Teknolojisindeki Gelişmeler. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu, 89-92.

SHIN, H.S., LEE, J.H., PESTKA, J.J., USTUNOL, Z. 2000. Growth and Viability of Commercial *Bifidobacterium* spp. In Skim Milk Containing Oligosaccharides and Inulin. *J. Food Sci.*, 65(5):884-887.

SILVA, M., JACOBUS, N.V., DENEKE, C., GORBACH, S.L., 1987. Antimicrobial Substance from a Human *Lactobacillus* strain. *Antimicrob. Agents Chemother.*, 31:1231-1233.

SHAHANI, K.M., CHANDAN, R.C. 1979. Nutritional and Healthful Aspects of Cultured and Culture Containing Dairy Foods. *J. Dairy Sci.*, 62(10):1658-1694.

SHARMA, S.K., DALGLEISH, D.G. 1993. Interactions Between Milk Serum Proteins and Synthetic Fat Globule Membrane During Heating of Homogenized Whole Milk. *J. Agric. Food Chem.*, 41:1407-1412.

SHARP, R., FISHBAIN, S., MACFARLANE, G.T. 2001. Effect of Short-Chain Carbohydrates on Human Intestinal *Bifidobacteria* and *Escherichia coli* in vitro. *J. Medical Microbiol.*, 50:152-155.

SHORT, C. 1999. The Probiotic Century: Historical and Current Perspectives. *Trends Food Sci. and Techn.*, 10:411-417.

SIMON, G.L., GORBACH S.L. 1984. Intestinal Flora in Health and Disease. *Gastroenterology.*, 86:174-193.

STILES, M., E., HOLZAPFEL, W., H. 1997. Lactic Acid Bacteria of Foods and Their Current Taxonomy. *Int. J. of Food Microbiol.*, 36:1-29.

SULLIVAN, A., NORD, C.E. 2002. Probiotics in Human Infections. *J. of Antimicrobial Chemotherapy*, 50:625-627.

SZAJEWSKA, H., MRUKOWICZ, J.Z. 2005. Use of Probiotics in Children with Acute Diarrhea. *Pediatr Drugs*, 7: 111-122.

SZAJEWSKA, H., KOTOWSKA, M., MRUKOWICZ, J. 2001. *Lactobacillus* GG in Prevention of Diarrhea in Hospitalized Children. *J. Pediatrics*, 138:361-365.

TAMIME, A.Y., DEETH, H.C. 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry. *J. Protection*, 43:939-977.

TAMIME, A.Y., ROBINSON, R.K. 1999. Yoghurt Science and Technology. Second Edition, Woodhead Publishing LTd and CRC Pres LLC, 606 p.

TAŞ, T.K. 2005. Çeşitli Yağ İkame Maddelerinin Ayran Kalite Kriterleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Isparta, Süleyman Demirel Üniversitesi FBE Gıda Müh. ABD, 92 s.

TOKUNAGA, T. 2004. Novel Physiological Function of Fructooligosaccharides. *BioFactors*, 21:89-94.

TONGUÇ, İ.E. 2006. Probiyotik Ayran Üretimi Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 153 s.

TUOHY, K.M., FINLAY, R.K, WYNNE, A.G., GIBSON G.R. 2001. A Human Volunteer Study on the Prebiotic Effects of HP Inulin Faecal Bacteria Enumerated Using Fluorescent in Situ Hybridization. *Anaerobe* 7:113-118.

VANDERHOOF, J.A., WHITNEY, D.B., ANTONSSON, D.L., HANNER, T.L., LUPO, J.V. and YOUNG, R.J. 1999. *Lactobacillus* GG in the Prevention of Antibiotic-Associated Diarrhea in Children, *J. Pediatr.*, 135:564-568.

VANDERHOOF, J.A., YOUNG, R.J. 2002. Probiotics in Pediatrics. *Pediatrics*, 109: 956-958.

VANDERHOOF, J.A., YOUNG, R.J. 2004. Current and Potential Uses of Probiotics. *Ann Allergy Asthma Immunology*, 93:33-37.

VRESE, M., RAUTENBERG, P., LAUE, C., KOOPMANS, M., HERREMANS, T., SCHREZENMEÏR, J. 2005. Probiotic Bacteria Stimulate Virus-Specific Neutralizing Antibodies Following a Booster Polio Vaccination. *European J. Nutrition*, 44:406-413.

YANANCI, N. 2010. İnulin ve Oligofruktozlarm insan Sağlığı ve Beslenmesi Üzerine Etkileri. *Akademik Gıda*, 8(1):49-54.

YAğCI, R. 2002. Prebiyotikler ve Probiyotikler. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Derg.*, 45(4):337-344.

YALÇIN, S., YURDAKÖK, K. 2000. Gastrointestinal Sistem Hastalıklarında Probiyotik Kullanımı. *Katkı Pediatri Derg.*, 21:122-138.

YAYGIN, H. 1981. Yoğurdun Beslenme Değeri ve Sağlıkla İlgili Özellikleri. *Gıda* 6(5):17-22.

YAYGIN, H., KILIÇ, S. 1993. Süt Endüstrisinde Saf Kültür. Altındağ Matbaacılık, İzmir, 108 s.

YAYGIN, H. 1999. Yoğurt Teknolojisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Yayın No:75, Akdeniz Üniversitesi Basımevi, Antalya, 331 s.

YETİŞMEYEN, A. 1995. Süt Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Ders Kitabı. 165-177.

YILDIRIM, Z. 1992. Kuru Maddesi Arttırılmış ve Arttırılmamış Sütlerden Tam ve Kısmi Homojenizasyon İşlemi Uygulanarak Elde Edilen Yoğurtların Kalite Kriterleri Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi FBE Süt Tek.ABD., 127 s.

YOUNG, R.J., HUFFMAN, S. 2003. Probiotic Use in Children, *J. Pediatr. Health Care*, 17:277-283.

WADA, T., SUGATANI, J., TERADA, E., OHGUCHI, M., MIWA, M. 2005. Physicochemical Characterization and Biological Effects of Inulin Enzymatically Synthesized from Sucrose. *J. Agric and Food Chem*, 53, 1246-1253.

WARGOVICH, M.J., UDA, N., WOODS, C., VELASCO, M.M., KEE, K. 1996. Allium Vegetables: Their Role in the Prevention of Cancer. *Biochemical Society Transaction*, 24(3):811-814.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca her zaman yanımda olup, tez çalışmamım programlanmasından yazılmasına kadar her adımında desteğini ve bilgisini esirgemeyen, tamamlanması adına belki de benden daha çok emek veren sevgili hocam Sn Yrd. Doç.Dr. Tülay ÖZCAN' a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmam sırasında gerekli hammadde ve materyalin sağlanmasında yardımcı olan SÜTAŞ A.Ş Fabrika Müdürü Sn Ünal TÜRKAY'a ve her türlü desteği benden esirgemeyen ArGe ve Teknoloji Başkanlığı Bölümüne, özellikle ArGe Müdürü Sn Murat SARIYAR'a, analizlerimin gerçekleşmesinde yardımcı olan ArGe Laboratuvar Sorumlusu Berkay Kaya'ya ve Süttaş Mikrobiyoloji Laboratuvar Sorumlusu Sn Rukiye ŞAŞMAZER'e içtenlikle teşekkür ederim.

Tez istatistik değerlendirme aşamasında benden desteğini esirgemeyen Sn Lütfiye YILMAZ - ERSAN'a teşekkür ederim

Son olarak benim şu an bulunduğum noktada olmamda en büyük payın sahipleri sevgili aileme ve yakın ilgi ile desteğinden ötürü Yaşar YEĞEN'e teşekkürü borç bilirim.

Tezimde emeği geçen herkese tekrar teşekkür ediyorum ve iyi ki varsınız diyorum.

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında İstanbul'da doğdu. İlk ve orta öğrenimlerini sırasıyla, İstanbul 60. Yıl Cumhuriyet İlkokulu, Mediha Tansel İlköğretim Okulu ve İstanbul Ümraniye Lisesi'nde tamamladı. 1998 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Gıda Teknolojisi Bölümü'nde ön lisans eğitimine başladı. 2001 yılında adı geçen bölümden mezun olduktan sonra Uludağ Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümüne geçiş yaptı. 2004 yılında Lisans Öğrenimini tamamladı.