

**PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİNDE SOYA SÜTÜNDEN  
YARARLANMA OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

**THE RESEARCH ON THE UTILIZATION OF SOY MILK IN  
THE PRODUCTION OF PROBIOTIC YOGURT**

**FATİH ÖZBEY**

**Hacettepe Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin  
GIDA Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü  
DOKTORA TEZİ  
olarak hazırlanmıştır**

**2004**

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bu çalışma jürimiz tarafından **GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI** 'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan

.....  
Prof.Dr. Emel SEZGİN

Üye  
(Danışman)

.....  
Prof.Dr. İlbilge SALDAMLı

Üye

.....  
Prof.Dr. Z. Yeşim ÖZBAŞ

Üye

.....  
Prof.Dr. Hamit KÖKSEL

Üye

.....  
Yrd.Doç. Dr. Ümran UYGUN

### ONAY

Bu tez...../...../..... tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından tarihinde kabul edilmiştir.

...../...../.....

.....

**Prof.Dr. Ahmet R.ÖZDURAL**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ**

# PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİNDE SOYA SÜTÜNDEN YARARLANMA OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

**Fatih ÖZBEY**

Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

## ÖZ

Bu araştırmada inek sütü ve soya sütü belirli oranda karıştırılarak probiyotik yoğurt üretilmiştir. Çalışmada kullanılan soya sütü laboratuvar koşullarında Cornell yöntemi kullanılarak soya fasulyesinden su ekstraksiyonu yolu ile elde edilmiştir. Gerçekleştirilen duyu muayeneler sonucunda da üretimde kullanılacak olan soya sütü + inek sütü oranı ile starter kültür kombinasyonları belirlenmiş ve üç tip (K1, K2 ve P) yoğurt üretilmiştir. Üretilen bu üç tip yoğurt örneklerine depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde duyu, reolojik, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler uygulanmış, elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak da değerlendirilmiştir.

Yoğurt örnekleri duyu özellikleri açısından değerlendirildiğinde soyalı probiyotik yoğurtların toplam puanlarının inek sütünden üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin puanlarına yakın olduğu bulunmuştur. Ayrıca soyalı probiyotik yoğurt örneklerinin kabul edilebilirlik oranlarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen tüketici panelinde de % 80 gibi yüksek bir oranda "sevilerek tüketilebilir" sonucu ortaya çıkmıştır. Tirozin değerleri açısından en yüksek proteoliz değeri soyalı probiyotik yoğurt örneklerinde saptanmıştır. Bu durum ürünün duyu muayeneleri sırasında da panelistlerce verilen tat-koku puanları ile de kabul edilebilirlik açısından uyduğu belirlenmiştir. Üretilen soyalı probiyotik yoğurtların tamamında *L.acidophilus*'un terapötik etki gösterebildiği sınırının korunduğu saptanmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre soyalı probiyotik yoğurtların tüketici tarafından da tercih edilebilecek özellikte olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Fonksiyonel gıdalar, Probiyotik yoğurt, Soya sütü, Soyalı yoğurt  
**Danışman :** Prof. Dr. İlbilge SALDAMLI, Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

# THE RESEARCH ON THE UTILIZATION OF SOY MILK IN THE PRODUCTION OF PROBIOTIC YOGURT

Fatih ÖZBEY

Hacettepe University, Food Engineering Section

## ABSTRACT

In this study probiotic yogurt was produced by mixing of cow milk and soy milk in certain ratios. The Soy milk used was obtained by means of *in vitro* water extraction from soy beans through the Cornell method. As a result of sensorial tests, the mixture having the soy milk and cow milk ratio and starter culture combination were selected and three types of yogurt (K1, K2 and P) were produced. The sensorial, rheological, chemical and microbiological analysis were applied to these three types of yogurt during the 1<sup>st</sup>, 7<sup>th</sup>, and 14<sup>th</sup> days of storage, and the results obtained were also evaluated statistically.

From sensorial evaluation viewpoint it was determined that the total scores of probiotic soy – yogurts were close set to those produced with cow milk. In addition, the result of “enjoyable consumable” was arisen out in a high ratio such as 80 % during the panel. As to the tyrosine values, the highest value of proteolysis was observed in the yogurt produced with the mixture of soy milk and cow milk. This situation was also determined by means of the scores of panelists during sensorial tests that it was compatible with the standpoint of acceptability. It was determined that the limit of number of *L. acidophilus* can exhibit therapeutic effect in all of the probiotic yogurt samples.

According to results it was obtained that the probiotic yogurt produced with the mixture of soy milk and cow milk have a feature that may be acceptable by consumers.

**Keywords** : Functional foods, Probiotic yogurt, Soymilk, Soy-yogurt

**Advisor** : Prof. Dr. İlbilge SALDAMLI, Hacettepe University, Food Engineering Section

## TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi, planlanması ve yürütülmesi aşamalarında büyük yardım ve desteğini gördüğüm, bilimsel çalışma ve iş disiplini konusunda bana çok önemli kazanımlar sağlayarak bugünlere getiren değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Prof.Dr. İlbilge SALDAMLı' ya, teşekkürü bir borç bilirim.

Araştırma süresince çalışmanın yönlendirilmesi ve eksikliklerinin giderilmesi konusunda fikirlerini eksik etmeyen ve bu konuda her zaman desteklerini gördüğüm sayın hocalarım Prof.Dr.Emel Sezgin, Prof.Dr.Z.Yeşim Özbaş'a teşekkür ederim.

Çalışmamdaki kromatografik yöntemlerin yürütülmesinde büyük desteğini gördüğüm ve bölüm laboratuvarlarında mesai saatleri dışında çalışmamda gösterdiği yardım ve katkılarından dolayı sayın Dr. Ali Topçu'ya teşekkür ederim.

Çalışmanın mikrobiyolojik analizleri sırasında yardım ve katkılarından dolayı Dr.Betül Vazgeçer'e teşekkür ederim.

Araş.Gör. Hasret Sökül Ulu, Uzman Selin Heybeli ve Uzman Yelda Zencir'e analizlerimin her aşamasındaki desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Çalışmam sırasında bana her türlü desteği veren Gazi Üniversitesi Kaman Meslek Yüksekokulu mesai arkadaşlarıma gösterdikleri anlayıştan dolayı teşekkür ederim.

Hayatımın her döneminde olduğu gibi çalışmam sırasında da yanımda olarak beni maddi manevi olarak destekleyen annem ve babama teşekkürü bir borç bilirim.

Sevgili eşim Sema Özbey'e çalışmam süresince gösterdiği anlayış, sabır ve desteklerinden dolayı ve onunla yeterince ilgilenemediğim sevgili oğlum Abdullah Furkan Özbey'e teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	7
3. MATERYAL VE METOT.....	30
3. 1. Materyal.....	30
3. 1. 1. Çiğ süt.....	30
3. 1. 2. Soya sütü.....	30
3. 1. 3. Starter kültür.....	31
3. 1. 4. Süttozu.....	31
3. 1. 5. Analizlerde kullanılan besiyerleri, dilüsyon sıvıları ve kimyasal çözeltilerin özellikleri.....	31
3. 2. Metot.....	31
3. 2. 1. Soya sütü ve inek sütü karışım oranlarının belirlenmesi.....	31
3. 2. 2. Starter kültür seçiminde izlenen aşamalar.....	32
3. 2. 3. Yoğurt üretiminde kullanılan çiğ süt, kurumaddesi arttırılmış çiğ süt, soya sütü ve seçilen karışımının bileşim özelliklerinin saptanmasında kullanılan analiz yöntemleri.....	33
3. 2. 3. 1. Kuru madde.....	34
3. 2. 3. 2. pH.....	34
3. 2. 3. 3. Titrasyon asitliği.....	34
3. 2. 3. 4. Yağ.....	34
3. 2. 3. 5. Toplam protein.....	34
3. 2. 4. Yoğurt üretimi.....	35
3. 2. 4. 1. Yoğurt örneklerine uygulanan analizler.....	36
3. 2. 4. 2. Kuru madde.....	36
3. 2. 4. 3. pH.....	36

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ(devam)

	<u>Sayfa</u>
3. 2. 4. 4.	Titrasyon asitliği..... 36
3. 2. 4. 5.	Yağ..... 36
3. 2. 4. 5.	Toplam protein..... 36
3. 2. 4. 6.	Tirozin..... 37
3. 2. 4. 7.	Reolojik analizler..... 37
3. 2. 4. 8.	Mikrobiyolojik analizler..... 37
3. 2. 4. 8. 1.	<i>S. thermophilus</i> sayımı..... 37
3. 2. 4. 8. 2.	<i>L. del. subsp.bulgaricus</i> sayımı..... 38
3. 2. 4. 8. 3.	<i>L.acidophilus</i> sayımı..... 38
3. 2. 4. 8. 4.	Maya ve küf sayımı..... 38
3. 2. 4. 9.	Organik asit ve şeker analizleri için örneklerin hazırlanması ve HPLC sistemi çalışma koşulları ..... 38
3. 2. 4. 10.	Duyusal muayeneler..... 39
3. 2. 4. 11.	İstatistiksel değerlendirmeler..... 39
4.	<b>ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA</b> ..... 40
4.1.	Hammaddenin Bileşim Özellikleri..... 40
4. 2.	Standart, Probiyotik ve Soya Sütlü Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Analiz Sonuçları..... 42
4. 2. 1.	Kurumadde sonuçları..... 42
4. 2. 2.	Yağ içerikleri..... 43
4. 2. 3.	Titrasyon asitliği değerleri..... 44
4. 2. 4.	pH değerleri..... 46
4. 2. 5.	Protein değerleri..... 48
4. 2. 6.	Tirozin değerleri..... 49
4. 2. 7.	Reolojik analiz sonuçları..... 52
4. 2. 8.	Şeker ve organik asit sonuçları..... 54
4. 2. 9.	Mikrobiyolojik analiz sonuçları..... 60
4. 2. 9. 1.	<i>S.thermophilus</i> sayımı sonuçları..... 60
4. 2. 9. 2.	<i>L. del. subsp.bulgaricus</i> sayımı sonuçları..... 62
4. 2. 9. 3.	<i>L.acidophilus</i> sayım sonuçları..... 63
4. 2. 9. 4.	Maya ve küf sayısı ..... 65

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ(devam)

	<b>Sayfa</b>
4. 2. 10.	Duyusal muayene sonuçları..... 64
4. 2. 10. 1.	Görünüş..... 65
4. 2. 10. 2.	Kıvam..... 66
4. 2. 10. 3.	Koku..... 68
4. 2. 10. 4.	Tat..... 69
4. 2. 10. 5.	Toplam puan..... 71
4. 2. 10. 6.	Hedonik değerlendirme..... 73
5.	<b>SONUÇ ve ÖNERİLER</b> ..... 74
6.	<b>KAYNAKLAR</b> ..... 77
	<b>EKLER</b> ..... 85
Ek 1.	Araştırmada kullanılan besiyerleri, dilüsyon sıvıları ve çözeltiler..... 85
Ek 2.	Tirozin kalibrasyon grafiği ve analizde kullanılan çözeltiler.... 88
Ek 3.	Duyusal muayene değerlendirme panel formları..... 89
Ek 3. 1.	Duyusal muayene değerlendirme puan panel formu (1)..... 89
Ek 3. 2.	Duyusal muayene farklılık panel formu (2)..... 90
Ek 3. 3.	Duyusal muayene hedonik değerlendirme panel formu (3).... 91
Ek 4.	Yoğurt örneklerine ait HPLC kromatogramları..... 92
Ek 4. 1.	Organik asit standartları..... 92
Ek 4. 2.	K1, K2 ve P kodlu örneklerin organik asit fraksiyonuna ait kromatogramları..... 92
Ek 4. 3.	Şeker standartları..... 93
Ek 4. 4.	K1, K2 ve P kodlu örneklerin şeker fraksiyonuna ait kromatogramları..... 93
	<b>ÖZGEÇMİŞ</b> ..... 94

## ŞEKİLLER DİZİNİ

		<u>Sayfa</u>
<b>Şekil 2. 1.</b>	Probiyotik kültürlerin seçiminde aranan kriterler.....	11
<b>Şekil 2. 2.</b>	Dünyada en fazla kullanılan soya sütü üretim teknikleri .....	23
<b>Şekil 3. 1.</b>	Soya sütü üretim akım şeması .....	30
<b>Şekil 3. 2.</b>	Yoğurt üretim akım şeması .....	35
<b>Şekil 4. 1.</b>	Yoğurt örneklerinde depolama süresince titrasyon asitliği değişimi.....	46
<b>Şekil 4. 2.</b>	Yoğurt örneklerinde depolama süresince pH değişimi .....	48
<b>Şekil 4. 3.</b>	Yoğurt örneklerinde depolama süresince tirozin değerlerindeki değişim.....	51
<b>Şekil 4. 4.</b>	Yoğurt örneklerinde depolama süresince sertlik değerlerindeki değişim .....	53
<b>Şekil 4. 5.</b>	Yoğurt örneklerinin <i>S. thermophilus</i> sayım sonuçları.....	59
<b>Şekil 4. 6.</b>	Yoğurt örneklerinin <i>L. del. subs.bulgaricus</i> sayım sonuçları....	61
<b>Şekil 4. 7.</b>	Yoğurt örneklerinin <i>L. acidophilus</i> sayım sonuçları.....	62
<b>Şekil 4. 8.</b>	Yoğurt örneklerinin görünüş puanlarında görülen değişmeler..	65
<b>Şekil 4. 9.</b>	Yoğurt örneklerinin kıvam puanlarında görülen değişmeler.....	67
<b>Şekil 4. 10.</b>	Yoğurt örneklerinin koku puanlarında görülen değişmeler.....	68
<b>Şekil 4. 11.</b>	Yoğurt örneklerinin tat puanlarında görülen değişmeler.....	70
<b>Şekil 4. 12.</b>	Yoğurt örneklerinin toplam puanlarında görülen değişmeler...	71
<b>Şekil 4. 13.</b>	Soyalı probiyotik yoğurt örneklerinin hedonik değerlendirme sonuçları.....	73

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2. 1. İnek sütü ve yoğurt ortalama bileşim özellikleri.....	9
Çizelge 2. 2. Avrupa'da ticari olarak üretilen bazı probiyotik ürünler ve üretimlerinde kullanılan probiyotik kültürler.....	12
Çizelge 2. 3. Probiyotik amaçlı kullanılan ticari kültürlerle ait klinik bulgular.....	14
Çizelge 2. 4. Soya sütü ve İnek sütü bileşim özelliklerinin karşılaştırılması.....	21
Çizelge 2. 5. Soya sütü ve inek sütü proteinlerinin İdeal Standart Protein içeriği ile karşılaştırılması.....	21
Çizelge 2. 6. Bazı ülkelerde geçerli olan soya sütü standartları.....	22
Çizelge 2. 7. Bazı ticari soya ürünlerinin izoflavonoid içerikleri.....	22
Çizelge 3. 1. Standart set tipi yoğurt üretimi için kullanılan starter kültürler...	32
Çizelge 3. 2. Probiyotik yoğurt üretimi için kullanılan starter kültürler.....	33
Çizelge 3. 3. Araştırmada üretilen yoğurt tipleri, üretimde kullanılan hammadde ve kültürler.....	36
Çizelge 4. 1. Araştırmada kullanılan çiğ sütün bileşim özellikleri.....	40
Çizelge 4. 2. Araştırmada kullanılan soya sütü bileşim özellikleri.....	40
Çizelge 4. 3. Araştırmada kullanılan kurumaddesi artırılmış çiğ sütün bileşim özellikleri.....	41
Çizelge 4. 4. Araştırmada kullanılan çiğ süt ve soya sütü karışımının bileşim özellikleri.....	42
Çizelge 4. 5. Yoğurt örneklerinin kurumadde içerikleri.....	43
Çizelge 4. 6. Yoğurt örneklerinin yağ içerikleri.....	44
Çizelge 4. 7. Yoğurt örneklerinin titrasyon asitlikleri.....	45
Çizelge 4. 8. Yoğurt örneklerinin pH değerleri.....	47
Çizelge 4. 9. Yoğurt örneklerinin protein değerleri.....	49
Çizelge 4. 10. Yoğurt örneklerinin tirozin içerikleri.....	50
Çizelge 4. 11. Yoğurt örneklerinin sertlik verilerine ilişkin değerler.....	52
Çizelge 4. 12. Yoğurt örneklerinin şeker içerikleri.....	54
Çizelge 4. 13. Yoğurt örneklerinin organik asit içerikleri.....	57

## ÇİZELGELER DİZİNİ(devam)

### Sayfa

Çizelge 4. 14.	Deneme üretiminde yoğurt örneklerinde <i>S. thermophilus</i> sayım sonuçları.....	60
Çizelge 4. 15.	Deneme üretiminde yoğurt örneklerinde <i>L. del. subsp. bulgaricus</i> sayım sonuçları.....	62
Çizelge 4. 16.	Deneme üretiminde yoğurt örneklerinde <i>L.acidophilus</i> sayım sonuçları.....	64
Çizelge 4.17 .	Yoğurt örneklerinin duyuşal nitelikleri.....	66



## 1. GİRİŞ

Süt yeni doğan bir canlının gereksinim duyduğu tüm öğeleri içeren tam bir gıdadır. Bileşiminde yer alan protein, yağ, süt şekeri ve mineraller yavrunun gelişmesi ve büyümesi açısından önemli olduğu kadar, içerdiği koruyucu bileşenler bireyde immün sistemin gelişmesini sağlayarak, çeşitli enfeksiyonlara karşı koruyucu etki oluşturmaktadır.

İnek sütü bileşim açısından anne sütünden farklılıklara sahiptir. Ancak bileşiminde yer alan öğeler bireyin yaşamı boyunca gereksinim duyduğu bileşenler olup özellikle yağ asiti profili, amino asit kompozisyonu ve mineraller açısından oldukça dengeli ve vazgeçilmez bir kaynak olarak önerilmektedir. İnek sütünün bileşimi hayvanın cinsi, laktasyon periyodu, beslenme-bakım koşulları, mevsimler, hayvanın yaşı gibi faktörlerden etkilenmekle birlikte ortalama % 3,4 protein, % 3,7 yağ, % 4,8 laktoz ve % 0,7 dolayında da minerallerden oluşmaktadır. Yaşamın ileri dönemlerinde de dengeli ve yeterli beslenme için süt ve süt ürünleri vazgeçilmez bir kaynak olarak her geçen gün önemini arttırmaktadır (Fox and McSweeney 1999).

Fermantasyon teknikleri sütün raf ömrünün uzatılmasında bilinen ve kullanılan en eski ve yaygın bir yöntemdir. Yoğurt FAO (Gıda ve Tarım Örgütü, Food and Agriculture Organization) ve WHO (Dünya Sağlık Örgütü, World Health Organization) standartlarına göre *Lactobacillus delbrueckii* subsp.*bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*'un laktik fermantasyonu sonucu pıhtılaştırılarak elde edilen bir süt ürünüdür. Laktik asit fermantasyonu ile birlikte sütün orijinal bileşimi gereği bir dizi başka değişiklikler de meydana gelmektedir. Bunlar sırasıyla; asit üretimi (temel ürün laktik asit), laktozun kısmi hidrolizasyonu, sütün sindirilebilirliğinin gelişmesi, serbest amino asit miktarının artması ve vitamin içeriğinde olumlu yönde değişimlerdir.

Beslenme ilkeleri açısından süt ve süt ürünlerinin bileşiminde yer alan temel öğeleri nedeniyle mükemmel bir kaynak olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte yoğurt ve benzeri fermente süt ürünlerinin yapılan çalışmalar sonunda sağlık üzerinde bazı olumlu etkilerinin bulunduğu da kanıtlanmış olup bu konuda çok sayıda bilimsel makaleler bulunmaktadır (Robinson,1991; Drake et al., 2000; Hou

et al., 2000). Yoğurdun besleyici değeri, içerdği zengin besin öğelerinin miktarca yüksek olmasının yanı sıra bu bileşenlerin vücutta kullanılabilirliğinin yüksek olması ile de ilgilidir. Fermente süt ürünleri genellikle bileşenler açısından sütün çok farklı olmamakla birlikte, fermantasyon prosesi bu bileşenlerin vücutta absorpsiyonunu kolaylaştırıcı yönde rol oynamaktadır. Ayrıca starter kültürlerin yoğurt üretimi sırasında kullanılmasının sütün besleyici değerinde ve sağlık açısından önemli gelişmelere yol açtığı da bilinmektedir (Drake et al., 2000).

Günümüzde bilinçli tüketicilerin yaptıkları gıda seçiminde ürünün besleyici özelliklerinin yanı sıra koruyucu ve tedavi edici niteliklerinin de ürünün etkili olduğu bilinmektedir. Fonksiyonel gıdaların üretiminde kullanılan probiyotikler tüketicinin bağırsak mikroflorasının dengesini geliştirmek amacıyla katılan mikrobiyal katkılardır (Saldamlı, 1998). Kullanılan probiyotikler teknolojik açıdan ürünlerin tat-koku ve yapı gibi tüketici tercihinde önemli rol oynayan özelliklerini olumlu yönde etkilemektedir. Bunlar raf ömrü süresince üründe ve tüketim sonrasında tüketicinin bağırsak sistemi içerisinde de canlılıklarını sürdürerek bağırsak florasında etkin konuma geçmekte ve istenmeyen mikrofloranın gelişmesini engellemektedir.

İlk defa Metchnikoff tarafından yapılan çalışmalarda fermente süt ürünleri tüketiminin yaşamı uzatıcı, hastalık risklerini azaltıcı etkisinin olduğu ortaya konmuştur. Günümüzde de anılan ürünlerin bu yöndeki imajı değişmemiş ve yapılan diğer araştırmalar ile bu kanı olumlu yönde desteklenmiştir. Bu alanda yapılan çalışmalar sonucunda fermente süt ürünleri tüketiminin bağırsak florasında olumlu etki yarattığı, sindirimi teşvik edici enzim kaynağı oluşturduğu, hipokolesteromik etkiye sahip olduğu ve anti-tümör aktivasyonu gibi bazı olumlu özelliklere sahip olduğu ileri sürülmektedir (Robinson, 1991).

Fermantasyon için kullanılan starter kültürleri teknik starter kültürler ve terapötik etkili starter kültürler olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Teknik starter kültürler; süt bileşenlerini metabolizmalarında kullanabilen ve ürünlere kendine has tat-koku ve yapı kazandıran seçilmiş mikroorganizmalar olup ancak mide öz suyuna karşı dirençsizdirler. Terapötik starter kültürler ise; yüksek derecede asit ve safra toleransı olan, bağırsaklarda canlılığını sürdürebilen ve böylece bağırsak florasını olumlu yönde etkileme yeteneği ile şifa etkisi yaratmaktadırlar.

Süt tüketemeyen laktoz intolerant bireyler bu nedenle yoğurt tüketebilmektedirler. Çünkü fermentasyon yolu ile süt içerisindeki laktoz monosakkaritlere parçalanmakta bu durum yoğurt oluşumu sonrasında da ortamda canlı bulunan bakteriler tarafından sürdürülmekte böylece yoğurtta hidrolize olmadan kalan laktozu bu bireylerin tolere edebileceği düzeylere düşürmektedir (Tamime and Robinson,1989). Buradan da anlaşılacağı üzere yoğurt tek başına bazı sağlık sorunlarına cevap verebilen önemli bir süt ürünüdür.

Süt proteinlerinden laktoalbumin ve laktoglobulin, esansiyel amino asitler açısından önemli bileşenlerdir. Yoğurt üretiminde kullanılan sütün konsantre edilmesi ile yoğurt aynı miktardaki süte oranla daha zengin bir protein kaynağı haline gelmektedir. Yoğurt proteinlerinin biyolojik değerleri de yüksektir. Yoğurt üretimi sırasında starter kültürler tarafından sentezlenen niasin ve folik asit miktarında da artışlar meydana gelerek bileşim daha da zenginleşmektedir.

Geleneksel fermente süt ürünleri üretim teknikleri, ürünlerin fizyolojik fonksiyonelliğini artırıcı yönde etkilemekte ve böylece ürünlerin besin kaliteleri de önemli derecede artmaktadır. Bu nedenle probiyotik yoğurt üretimi günümüzde bu tekniklerden biri olarak öne çıkmıştır. Klasik yoğurt kültürleri ile bağırsak florasında canlılığını sürdürebilen *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacteria* gibi kültürlerin kullanımı probiyotik yoğurt üretiminin temelini oluşturmaktadır (Kınık ve Akbulut, 2001).

Bağırsak sisteminden yaygın olarak izole edilebilen *Lactobacillus* türleri; *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. cellobiosus*, *L. fermentum*, *L. plantarum*, *L. salivarius* ve *Bifidobacterium bifidum*'dur. Bu mikroorganizmalardan *L. acidophilus*, *B. bifidum* ve *L. casei* diyetetik amaçlar için en çok önerilen ve kullanılanlardır (Hou et al., 2000). *L. acidophilus* ve *B. bifidum* insan bağırsağının normal florasında bulunan mikroorganizmalardandır. *L. acidophilus* özellikle ince bağırsakta, *B. bifidum* ise kalın bağırsakta baskın olarak bulunmaktadır.

Probiyotik süt ürünleri üzerinde yapılan çalışmalarda ortaya çıkan sonuçlar, bu ürünlerin tüketimi ile mineral absorpsiyonunun arttığı, klasik yoğurt kültürlerinin ve probiyotik bakterilerin ürettiği laktik asit, asetik asit ve bakteriyosinler sonucunda

bağırsaklardaki patojen popülasyonunda önemli derecede bir azalma olduğu belirtilmektedir. Ayrıca mutajen etkilerin inhibisyonu, laktoz intolerans rahatsızlıkların azalması ve gastrointestinal bozuklukların önlenmesi gibi önemli sonuçların da varlığı ortaya konmuştur (Drake et al., 2000).

Acidophilus'lu yoğurt, acidophilus'lu süt, acidophilus'lu tereyağı, acidophilus guarı gibi ürünlere olan ilgi, anılan ürünlerin tüketimi sırasında *L. acidophilus*'u canlı olarak vücuda taşıyabilmesi nedeniyle her geçen gün daha da artmaktadır.

Soya uzak doğu orijinli ve merkezi Çin olmak üzere Kuzey ve Orta Asya'da tarımı 4000-5000 yıldır yapılan bir bitkidir. Soya fasulyesi 70-80 cm boyunda bir yıllık baklagil bitkisi olup tohumu sarı, siyah, kahverengi ve yeşil renktedir. Bugün dünyada ekonomik olarak tarımı yapılan 14 yağ bitkisinden biri de soya fasulyesidir (Liu, 1997).

Soya bileşim özelliklerinden dolayı dünyada tarımsal önemi her geçen gün artan bir hammaddedir. Yüksek oranda protein içermesi ( $\approx$  %40), yağ içeriğinin de %20 gibi azımsanmayacak düzeylerde oluşu bu ürünü gıda endüstrisinde önemli bir konuma getirmiştir. Bunların yanı sıra tripsin inhibitörleri, fitatlar, izoflavonlar ve oligosakkaritler gibi biyolojik aktivitesi yüksek olarak bilinen değerli minör bileşenlere ve çeşitli kanser türleri ile bazı hastalıklara karşı koruyucu etkisi olduğu iddia edilen izoflavonlara da sahiptir (Liu, 1997).

Soya sütü soya fasulyesinden su ekstraksiyonu yolu ile elde edilen ve besleyici özellikleri açısından üstün nitelikte bir gıdadır. Soya sütü bileşim yönünden inek sütüne çok yakın olmamakla birlikte fermente ürünlerin üretiminde kullanılabilen ekonomik bir hammaddedir. Soya sütü yapısında bulunan stokiyoz gibi sindirim sistemi bozukluklarına yol açan şekerler ve istenmeyen fasulyemsi tat-kokusu ile süt mamulleri üretiminde kullanıldığında, önemli problemler yaratmaktadır. Ancak fermente mamullerin üretimi sırasında starter kültürlerin faaliyetleri sonucunda oluşan uçucu tat-koku bileşenlerinin fasulyemsi olan aromayı peçelediği belirtilmektedir (Shah and Lankaputhra, 1997).

Soya tüketimi ile bazı kanser risklerinin ve kardiovasküler hastalıkların şifa bulduğu da bildirilmektedir. Bunun nedeni olarak da soya içeriğinde yüksek oranda bulunan (1 – 3 mg/g) izoflavon genistein gösterilmektedir (Sanders,1998).

Bir tarım ülkesi olan Türkiye için her yıl nüfusundaki artışa paralel olarak artan gıda ihtiyacını karşılamak üzere yeni ve verimli hammaddelere yönelmek zorunluluğu bulunmaktadır. Proteince zengin gıda kaynaklarının devreye sokulabilmesi için bu alanlarda yeni teknolojilerin kullanılarak tercih edilebilirliği yüksek yeni ürünlerin üretilebilmesi gerekmektedir. Bu alanda en önemli hammaddelerden birisinin de soya fasulyesi olduğu söylenebilir.

Bu çalışma ile, sağlık açısından çok önemli işlevleri olan yoğurdun üretiminde probiyotik mikroorganizma kullanılarak fonksiyonelliğin artırılması ve bu özelliklere antikanserojen etkisinin de olduğu bilinen soya sütü ilavesi ile daha da işlevsellik kazandırılması amaçlanmıştır. Araştırmada yoğurt üretiminde soya sütü kullanımının yol açabileceği ve ürünün teknolojik özelliklerine yansiyacak olan olası diğer etkileri de ortaya konmaya çalışılmıştır. Probiyotik yoğurt üretiminde soya sütünden yararlanılmasında ekonomik faktörlerin yanı sıra beslenme yetersizliklerinden dolayı ortaya çıkabilecek problemlerin giderilebilmesinde de kullanılabilecek alternatif bir gıda arayışı rol oynamıştır.

Son yıllarda beslenme alışkanlıkları ve insan sağlığı ilişkisi üzerine yapılan araştırmaların artması ve bu çalışmalar sonucunda ortaya çıkan değerlendirmeler ile probiyotik ve prebiyotik ürünler giderek önem kazanmaya başlamıştır. Fonksiyonel gıdalar dünya gıda sektöründe her geçen gün artan tüketici talepleri sayesinde önemli bir ürün grubu haline gelmektedir. Ülkemizde de bu alanda yeni ürünlerin tüketime sunulabilmesi için bu konuda ürün geliştirme çalışmaları sürdürülmektedir.

Gerçekleştirilen bu çalışma ile, ülkemizde her geçen gün biraz daha fazla hissedilmeye başlayan ekonomik sorunlara dayalı gelişen beslenme bozukluklarının çözümüne bir alternatif hammadde olarak soya fasulyesinin kullanılması, fonksiyonel bir ürün olarak soyalı probiyotik yoğurt üretimini gündeme getirmiştir. Soya fasulyesinin, ülkemiz koşullarına ve tüketicilerimizin damak tadına

uygun ürünlerde kullanılması yönünde araştırılmaya değer bulunmasından yola çıkılarak bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın birinci aşamasını öncelikle inek sütü ve soya sütünün farklı düzeylerdeki karışımlarının hazırlanarak yoğurt yapımında kullanılması oluşturmuştur. Çalışmanın ikinci aşamasında, tüketici açısından kabul edilebilir karışım oranı belirlenerek ve bu saptanan orandaki karışımdan yoğurt üretilmiştir. Çalışmanın son bölümünü ise geleneksel yoğurt kültürleri ile probiyotik kültürler bir arada kullanılarak üretilen soyalı probiyotik yoğurtların tüm parametrelerinin incelenmesi ve son ürün özelliklerine yansıyan ve kalite değişimine yol açan faktörlerin belirlenmesi oluşturmuştur. Bu amaçla örneklerin depolama süresince duyuşal, reolojik, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin saptanması öngörölmüştür.



## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Sağlıklı bir yaşam sürdürebilmenin en temel koşulunun dengeli ve yeterli beslenme olduğu ve bu amaçla da süt ve süt ürünlerinin her yaşta tüketilmesinin gerekli olduğu yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur. Amerikan Pediatri Akademisi, çocukların diyetlerinde bulunması gereken süt ve süt ürünlerinin büyüme ve gelişme için gereksinim duydukları protein, vitamin ve mineraller açısından en kusursuz kaynak olduğunu bildirmektedir. Yapılan çalışmalarda kalsiyum açısından zengin olan süt ve süt ürünleri tüketiminin büyüme çağındaki kemik gelişimi üzerine olan önemli etkisinin yanı sıra ileri yaşlarda görülebilecek osteoporos'u önleme açısından da önemli olduğu bildirilmektedir (Miller et al., 2000).

Sezgin (1979), süt hayvansal ürünler arasında beslenme açısından en önde gelen bir gıda olarak yer alırken, üretim miktarı bakımından da gelişmiş ülkelerde ilk sıralarda yer almakta ve sağlığımız açısından vazgeçilmez bir besin olarak kabul edilmektedir. Ancak çevre koşullarına bırakıldığında çok kısa bir zaman içerisinde üstün niteliklerini kaybederek, zararlı bir gıda maddesine dönüşen süt, dayanıklı hale getirilmek üzere fermente süt ürünlerine işlenmektedir (Kaytanlı, 1989).

Yoğurt *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*'un laktik asit fermantasyonu sonucunda elde edilen ve anılan starterleri canlı olarak içeren fermente bir süt ürünüdür. Yoğurt besleyici özelliğinin yanı sıra koruyucu ve tedavi edici etkilerinden dolayı bilinçli tüketiciler tarafından her geçen gün daha fazla talep edilen bir süt ürünü haline gelmektedir. Bu nedenle son yıllarda yoğurdun fonksiyonel etkilerini geliştirici yeni katkıları kullanılarak probiyotik ürünler üzerindeki çalışmalar yoğunlaşmıştır. Esansiyel gıda bileşenleri açısından önemli kaynaklardan biri olan yoğurt, standart yoğurt kültürleri ile birlikte probiyotik kültürler ve oligosakkarit içeren katkıların da kullanılması ile simbiyotik bir ürün olarak üretilmeye başlanmıştır (Buono et al., 1990).

Fermente süt ürünlerinin, içerdikleri biyolojik aktif bileşikler sayesinde insan sağlığını olumlu yönde etkiledikleri ve bu bileşiklerin bir kısmının fermantasyon sırasında laktik asit bakterileri tarafından üretildiği, bir kısmının ise süt bileşenlerinin fermantasyonu ile oluşan türevler olarak ortaya çıktıkları

belirtilmektedir. Yoğurt tüketiminin ileri yaşlarda oluşabilecek alerjik semptomları azaltıcı bir rol oynadığı da bildirilmektedir (Kalantzopoulos, 1997).

Süt ve ürünlerinde bulunan organik asitler aşağıda belirtilen etmenler ile oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla; i)süt yağının hidrolizi, ii)sütün elde edildiği hayvanın gösterdiği metabolik performans (sitrik, askorbik, hipurik vb.), iii) fermente süt ürünleri üretiminde kullanılan starter bakterilerin faaliyetleri (laktik, asetik v.b.)dir. Organik asitlerin miktarlarının belirlenmesi beslenme açısından, elde edilen ürünün organoleptik özelliklerinin gelişmesi yönünden ve ortamdaki bakteri aktivitesi açısından önem taşır (Tormo and Izco, 2004).

Van der Meer et al. (1998), fermente süt ürünleri tüketimi ile bağırsak sistemi sağlığı arasındaki ilişkileri ortaya koyduğu bir çalışmada, bu ürünlerin yüksek kalsiyum fosfat içeriği ve bağırsak hücrelerini koruyucu etkisi sayesinde bağırsak sağlığını olumlu yönde etkilediklerini bildirmektedir. Deney hayvanları üzerinde gerçekleştirilen çalışmada fermente süt ürünlerinin içerdikleri kalsiyum fosfat sayesinde Salmonella enfeksiyonlarına karşı ince bağırsak direncinin önemli derecede arttığını, anılan ürünlerin içerdiği laktik asidin de gastrointestinal sistemi patojenlere karşı koruduğunu ve kolon kanseri riskini de en aza indirdiğini bildirmişlerdir.

Yoğurt esansiyel mineraller açısından da iyi bir kaynaktır. Ca, Mg ve P gibi minerallerin önerilen günlük alım miktarlarının önemli bir kısmını yapısında bulunduran yoğurdun kuru maddesinin arttırılmasında kullanılan metotların mineral içeriğini de etkilediği bilinmektedir. Yoğurdun mineral içeriğinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada farklı kurumadde ve yağ içeriklerine sahip olarak üretilen 16 yoğurt örneğinin Ca, Mg, P ve Zn içeriklerinin sırasıyla 1090 – 2050 mg/L, 101 – 177 mg/L, 878 – 1560 mg/L ve 4.0- 7.3 mg/L gibi geniş aralıklı bir spektrum gösterdiği bildirilmiştir. Mineral içeriğinin en yüksek olan örneklerin, yağ içeriği düşürülmüş ve kurumaddesi yağsız süt tozu ile arttırılmış sütlerden üretilen yoğurt örnekleri olduğu saptanmıştır (Fuente et al., 2003).

İnek sütü ve fermente süt ürünlerinin, içerdikleri 100'den fazla bileşen nedeniyle insan sağlığı ve beslenmesi açısından önemli bir kaynak olduğu bildirilmektedir. İnek sütü ve fermente süt ürünlerinin bazı gıda bileşenleri içerikleri Çizelge 2. 1'de verilmiştir.

**Çizelge 2. 1.** İnek sütü ve yoğurdun ortalama bileşim özellikleri (Miller et al., 2000).

	Tam yağlı süt* (% 3.25)	Az yağlı süt* (% 1)	Yağsız süt*	Tam yağlı yoğurt*	Yağsız yoğurt*
Su	214,70	220,04	221,43	215,36	208,81
Enerji (kcal)	149,92	104,42	90,33	150,48	136,64
Protein (g)	8,03	8,53	8,75	8,50	14,04
Toplam Lipid (g)	8,15	2,38	0,61	7,96	0,44
Karbonhidrat (g)	11,37	12,18	12,30	11,42	18,82
Kül (g)	1,78	1,89	1,91	1,76	2,89
<b>MİNERAL İÇERİĞİ</b>					
Kalsiyum (mg)	291,34	312,87	316,30	295,72	487,80
Demir (mg)	0,12	0,12	0,12	0,12	0,22
Magnezyum(mg)	32,79	35,16	5,55	26,37	46,80
Fosfor (mg)	227,90	244,76	254,80	232,51	383,43
Potasyum (mg)	369,66	397,15	418,22	378,77	624,51
Sodyum (mg)	119,56	128,88	129,85	113,68	187,43
Çinko (mg)	0,93	0,98	1,00	1,45	2,38
Bakır (mg)	0,02	0,03	0,03	0,02	0,04
Selenyum (mg)	4,88	5,64	5,39	5,39	8,82
<b>VİTAMİN İÇERİĞİ</b>					
C vitamini (mg)	2,29	2,45	2,47	1,30	2,13
Tiamin (mg)	0,09	0,10	0,10	0,07	0,12
Riboflavin (mg)	0,40	0,42	0,43	0,35	0,57
Niasin (mg)	0,21	0,22	0,22	0,18	0,30
Pantotenik asit (mg)	0,77	0,82	0,83	0,95	1,57
B <sub>6</sub> vitamini (mg)	0,10	0,11	0,11	0,08	0,13
Folat (µg)	12,20	12,99	13,23	18,13	29,89
B <sub>12</sub> vitamini (µg)	0,87	0,94	0,95	0,91	1,50
A vitamini (IU)	307,44	499,80	499,80	301,35	17,15
E vitamini (mg)	0,24	0,10	0,10	0,22	0,01

\* 1 Bardak = 236,6 mL

Yağ içeren bir kaynaktan yağ alındığı zaman bazı önemli özellikler değişime uğramaktadır. Günümüzde kayba uğrayan bu özelliklerin tekrar gıdaya kazandırılması amacıyla kullanılan her türlü maddeye yağla yer değiştiren maddeler "fat replacer" (FR) denmektedir. Eğer bu maddeler yağın taşıdığı fiziksel ve duyuşsal özelliklerini yeniden sağlıyorsa "fat substitues" (FS) yağ yerine geçen

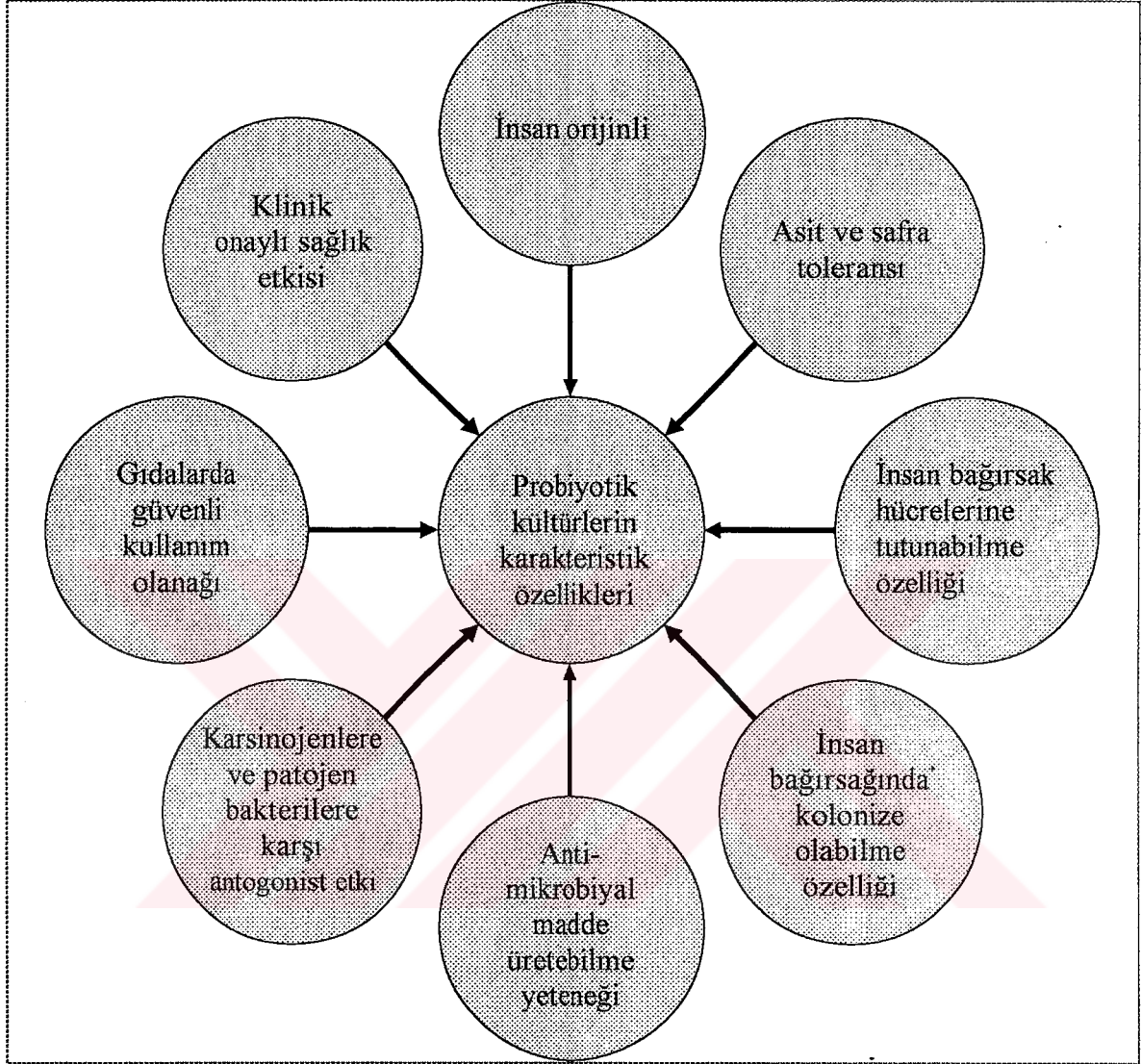
madde adını alır, yağın tüm özelliklerini gösteremeyen katkılar ise "fat mimics" (FM) yağ taklitleri adını alır (Saldamlı,1998).

Süt endüstrisinde kullanılan en önemli starter grubu laktik asit bakterileridir. Orla-Jansen tarafından 1931'de yapılan laktik asit bakterilerine ait sınıflandırma günümüzde de standart metot olarak kabul edilmektedir. Buna göre laktik asit bakterileri; Gram pozitif, sporsuz, katalaz negatif ve karbonhidratlardan temel fermantasyon ürünü olarak laktik asit oluşturan mikroaerofilik bakterilerdir. Bu grup içerisinde *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc* ve *Lactobacil* cinsleri yer almaktadır. *Streptococcus* ve *Pediococcus* homofermentatif, *Leuconostoc* ise heterofermentatif özellik göstermektedir. *Lactobacillus* cinsinin homofermantatif ve *Bifidobacterium* olarak isimlendirilen heterofermantatif tipleri bulunmaktadır. Homofermantatif *Lactobacillus*'lar ayrıca *thermobacterium* ve *Streptobacterium* adıyla anılan iki ayrı tipe(alt cins) ayrılmıştır (Özbaş, 1991).

Laktik asit bakterilerinin taksonomisi ile ilgili çalışmalar halen devam etmektedir. Sürekli yapılan genetik çalışmalar yardımıyla her geçen gün yeni cinsler saptanmakta ya da eski cinsler yeni cins isimleri ile adlandırılmaktadır. Şu ana kadar tanımlanmış ve laktik asit bakterileri grubuna dahil edilmiş olan mikroorganizmalar *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Carnobacterium*, *Enterecoccus*, *Vagococcus* ve *Weissella* cinsleri olarak kabul edilmektedir (Turantaş, 1999).

Probiyotik kültürlerin seçiminde dikkat edilmesi gereken bazı kriterler bulunmaktadır. Bu kriterleri üç grupta toplamak mümkündür. Birinci grup kültürlerin genel özelliklerinin değerlendirildiği temel niteliklerden oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla kültürlerin orijinleri, güvenilirliği, safra ve bağırsak ortamında çoğalabilme yetenekleri vb. özelliklerdir. İkinci grupta ise teknolojik açıdan kültürlerin gıda üretimlerinde kullanılabilme özellikleri test edilmekte ve böylece üretim koşullarında kullanılan parametrelere uygunlukları, duyuşal açıdan ürüne istenmeyen bir etkisinin bulunmaması gibi hususlar incelenmektedir. Üçüncü ve son grupta ise kültürlerin fonksiyonel özellikleri kontrol edilmektedir. Bu amaçla mikroorganizmaların patojenlere karşı direnci, metabolik aktiviteleri ve insan bağırsak sistemine tutunabilme kabiliyetleri gibi özellikleri incelenmektedir.

Probiyotik kültürlerin seçiminde kullanılan bu kriterler Şekil 2. 1'de şematize edilmiştir.



**Şekil 2. 1.** Probiyotik kültürlerin seçiminde aranan kriterler (Gibson and Williams, 2001).

Fonksiyonel ürünlerin tüketiciler tarafından tercih edilmesindeki artışın nedenleri arasında; sağlıklı gıda tüketme bilincinin yanı sıra çeşitli sosyo-ekonomik faktörler de yer almaktadır. Sivil toplum kuruluşları ve medyanın etkisiyle oluşmaya başlayan gıdaların besleyici özellikleri ve yararlılıkları konusunda şüpheli yaklaşımların artması da tüketici tercihlerinde önemli rol oynamaya başlamıştır. Probiyotiklerin yararlı etkileri bağırsak florasını düzenleyerek istenmeyen mikrobiyal florayı ortamdaki uzaklaştırma, immün sistemi geliştirici yönde rol

oyunamaları, kabızlığa ve diyareye karşı koruyucu ve iyileştirici etkileri, fekal enzim aktivitelerini düşürmeleri ve antikanser-antitümör etkileri olarak sıralanabilmektedir (Sandholm et al., 2002). Probiyotik ürün yelpazesi her geçen gün artmaktadır. Avrupa'da üretilen bazı probiyotik ürünlere örnekler Çizelge 2. 2'de verilmiştir.

**Çizelge 2. 2.** Avrupa'da ticari olarak üretilen bazı probiyotik ürünler ve üretimlerinde kullanılan probiyotik kültürler (Gibson and Williams, 2001).

Ürün tipi	Ticari adı	Probiyotik kültür	Ülke
Yoğurt	LC1	<i>Lb. Johnsonii</i> LC 1	Belçika, İspanya, İtalya, İsviçre, İngiltere Fransa, Portekiz ve Almanya
Yoğurt	Gefilus	<i>Lb. rhamnosus</i> GG	Finlandiya
Yoğurt	Vifit	<i>Lb. rhamnosus</i> GG	Hollanda ve İrlanda
Yoğurt içeceği	Yo-Plus	<i>Lb. acidophilus</i>	İrlanda
Yoğurt	Bio-Pot	<i>Biogarde cultures</i>	Avrupa
Yoğurt	LA7	<i>Lb. acidophilus</i>	Almanya
Fermente süt içeceği	Yakult	<i>Lb. casei</i>	Hollanda, İngiltere ve Almanya
Yoğurt	Gaio	<i>E. faecium</i>	Danimarka
Yoğurt	SNQ	<i>Lb. acidophilus</i>	İrlanda
Fermente süt içeceği	Actimel	<i>Lb. casei</i>	Avrupa
Yoğurt	Yoplait	<i>Lb. acidophilus</i>	İrlanda
Fermente süt içeceği	Bra-Mjolk	<i>Bifidus, Lb. reuterii</i> ve <i>Lb. acidophilus</i>	İsveç
Yoğurt	Fyos	<i>Lb. casei</i>	Hollanda
Yoğurt	Symbalance	<i>Lb. reuterii, Lb. casei</i> ve <i>Lb. acidophilus</i>	İsviçre
Yoğurt	Shape	<i>Lb. acidophilus</i>	İrlanda ve İngiltere

Laktoz intoleransı dünyanın değişik bölgelerinde bir çok insanı etkileyen önemli bir sağlık problemidir. Laktoz intoleransı, insanlarda genetik olarak intestinal  $\beta$ -galaktozidaz (laktaz) enziminin yokluğundan ya da daha sonradan laktaz aktivitesinin kaybolmasından kaynaklanmaktadır. Bu özelliği taşıyan insanlarda süt tüketimi sonucunda bir takım rahatsızlıklar ortaya çıkmaktadır. Laktozun kısmi fermantasyona uğradığı yoğurt gibi fermente süt ürünlerinin tüketilmesinde ise bu kişilerde laktoz intoleransı belirtileri görülmemektedir. Bu olayda en büyük etken fermente süt ürünlerinde yer alan bakterilerin sütteki laktozun yaklaşık % 20 - 50'sini fermente etmesinden kaynaklanmaktadır. Bunun yanı sıra starter bakteri hücrelerinin otolizi ile  $\beta$ -galaktozidaz enzimi açığa çıkmakta ve bu nedenle de laktoz yararlanımı artmaktadır (Özbaş, 1991).

Ouwehand and Salminen (1998), tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada fermente süt ürünlerinin sağlık üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada laktik asit bakterilerinin diyare üzerine önleyici yönde bir etkisinin olduğu bildirilmektedir. Laktobasillerin ve metabolitlerinin immün sistemini aktive edici özellik gösterdiği ve anti-tümör aktivitelerinin olduğu da bildirilmektedir. Fermente süt ürünlerinin serum kolesterolünü düşürerek kalp rahatsızlıkları riskini azaltıcı rol oynadığı da belirtilmektedir. Bağırsak ve vajina florasının normal bir üyesi olan *Candida albicans*'ın ortamda normalden fazla çoğalıp hakim hale geçtiğinde çeşitli enfeksiyonlara neden olduğu bilinmektedir. Laktik asit bakterilerinin *Candida albicans*'ın ortamda enfeksiyona yol açabilecek kadar çoğalmasını engelleyerek anti-candida etkisi oluşturduğu da saptanmıştır.

Probiyotik kültürler (*Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp.) düşük proteolitik aktivitelerinden dolayı yoğurt starterlerine (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*) oranla süt içerisinde daha yavaş bir gelişme göstermektedirler. Laktik asit bakterilerinin (yoğurt bakterileri ve probiyotik bakteriler dahil) proteolitik aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Shihata and Shah, (2000) tarafından yapılan bir araştırmada yoğurt starterleri ve probiyotik kültürlerin proteolitik aktiviteleri karşılaştırılmıştır. Bu amaçla altı *S.thermophilus*, beş *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, 13 *L.acidophilus* ve 12 *Bifidobacterium* spp. ticari kültürleri kullanılarak probiyotik yoğurt üretilmiştir. Çalışma sonucunda *Bifidobacterium* spp. suşlarının en düşük proteolitik aktivite gösterdiği buna karşılık *S. thermophilus* suşunun ise en yüksek aktiviteyi gösterdiği ortaya konmuştur. *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kültürlerinin *S. thermophilus*'a oranla daha düşük proteolitik aktivite göstermelerine karşın probiyotik kültürlere göre daha yüksek aktivitede oldukları da belirtilmiştir.

Sieber and Dietz (1998) tarafından yapılan bir çalışmada yoğurt ve probiyotik yoğurt tüketiminin kadınlardaki genital enfeksiyon sıklığı üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda günümüzde teşhis ve tedavisinde halen zorluklar bulunan vajinal enfeksiyonlara karşı fermente süt ürünlerinin ve *L.acidophilus* içeren probiyotik ürünlerin koruyucu ve tedavi edici etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Süt ürünlerinin toplam tüketimi içerisinde fermente süt ürünlerinin aldığı pay her geçen gün artmaktadır. Bu artışın etkisiyle fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanılan katkı yelpazesinde de değişiklikler ve artışlar olmaktadır. İtalyan piyasasında tüketime sunulan fermente ürünler ile Quark üretiminde kullanılan meyve, şeker, meyve ekstraktı gibi katkıların ürün kalitesine etkilerinin incelendiği bir araştırmada klasik yoğurt ve probiyotik yoğurtların karbonhidrat, mineral, A ve E vitaminleri ile kolesterol vb. içerikleri saptanmıştır. Fermente ürünlerin kolesterol içeriklerinin 10.3 – 12.3 mg/100g arasında bulunurken Quark örneklerinde 18.0 – 55.2 mg/100g olduğu belirlenmiştir (Gambelli et al. 1999).

Probiyotik amaçla kullanılan kültürlerin insanlar üzerindeki etkileri bir dizi klinik çalışma ile tam olarak belirlendikten sonra ticari ürünlerde kullanılmalarına izin verilmektedir. Bu amaçla gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda bazı probiyotik kültürlerle ait klinik bulguların sonuçları Çizelge 2. 3'de verilmiştir.

**Çizelge 2. 3.** Probiyotik amaçlı kullanılan ticari kültürlerle ait klinik bulgular (Gibson and Williams, 2001).

Probiyotik kültürler	İnsan üzerindeki etkilerine ait klinik bulgular
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG	İnsan bağırsak hücrelerine tutunabilme, düşük fekal enzim aktivitesi, diyare'ye karşı koruyucu etki ve immün sistemi aktive edici özellik
<i>Lactobacillus johnsonii</i> ( <i>acidophilus</i> )LA-1	Yolculuk diyaresine karşı koruyucu etki, bağırsak florasını düzenleme, kabızlığı önleyici etki ve immün sistemi aktive edici özellik
<i>Bifidobacterium lactis</i> Bb-12	Yolculuk diyaresine karşı koruyucu etki, bağırsak florasını düzenleyici etki, kabızlığı önleyici etki ve immün sistemi aktive edici özellik
<i>Lactobacillus reuteri</i> ATCC 55730	İntestinal bölgede kolonize olabilme yeteneği, akut ve virutik diyareye karşı koruyucu etki ve HIV – pozitif bileşenleri tolere edebilme
<i>Lactobacillus casei</i>	bağırsak florasını düzenleyici etki, düşük fekal enzim aktivitesi ve mesane kanserine karşı koruyucu etki
<i>Lactobacillus plantarum</i> DSM 9843	İnsan bağırsak hücrelerine tutunabilme ve bağırsak florasını düzenleyici etki
<i>Saccharomyces boulardii</i>	Diyareye karşı koruyucu etki ve <i>Cl. difficile</i> kaynaklı koliti tedavi edici özellik

Fermente süt ürünleri üretiminde kullanılan kültür kompozisyonunun ve süttozu, tatlı peynir suyu tozu, kazein hidrolizatı ve süt proteini katkılarının ürünlerin tekstürel ve mikrobiyal kalite kriterleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus* ve *Streptococcus thermophilus* saf ve karışık kültürleri kullanılmıştır. *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus* saf kültürleri kullanılarak üretilen yoğurtların pH 4.5 ulaşma süreleri sırasıyla tatlı peynir suyu tozu katkılı örneklerde 13,8 saat ve 25,6 saat, kazein hidrolizatı katkılı örneklerde 8,1 saat ve 12,6 saat, süt proteini katkılı örneklerde ise 11,2 saat ve 25,5 saat olarak bulunmuştur. Karışık kültürler ile kazein hidrolizatı kullanılan örneklerde ise bu sürenin 4,6 saat gibi önemli derecede düşüş gösterdiği bulunmuştur. Karışık kültürlerin kullanıldığı örneklerde probiyotik mikroorganizma stabilitelerinin de yüksek olduğu bildirilmektedir. Elde edilen sonuçlar ışıkında kullanılan katkıların ve kültür kompozisyonunun yoğurt örneklerinin asitlik, tekstür ve mikroorganizma stabiliteleri üzerinde önemli etkilerinin olduğu saptanmıştır (Oliveira et al., 2001).

Kristo et al. (2003), tarafından yapılan çalışmada probiyotik yoğurt retiminde *Lactobacillus casei* ve yoğurt starter mikroorganizmaları kullanılmıştır. *L. casei*'nin probiyotik yoğurdun reolojik özelliklerine, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesine etkisi araştırılmıştır. Probiyotik yoğurt retiminde 36,6-40,0°C arasında farklı inkübasyon sıcaklıklarında, % 12-13 toplam kurumadde değerlerinde ve % 2.50 – 4.00 (v/v) inoklum oranlarında çalışılmıştır. *L. casei*'nin yoğurt bakterileri ile uyum içerisinde geliştiği belirlenirken, toplam kurumadde miktarındaki artışın reolojik özellikleri olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Uygulanan inkübasyon sıcaklıklarından en uygun olanının 36,6 - 38°C olduğu belirlenmiş ve sıcaklık artışı ile *L. casei* sayılarında düşüş olduğu gözlenmiştir. İnoklum miktarının artması ile düşük asitlik ve yüksek jelasyon oranı gözlenmiştir. Örneklerdeki 21 günlük depolama periyodu sonunda *L. casei*, *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının sırasıyla  $10^6$ - $10^8$ ,  $10^7$ - $10^8$  ve  $10^6$ - $10^7$  cfu/mL arasında değiştiği saptanmıştır. Örneklerin duyusal analiz sonuçları da *L. casei*'nin yoğurt starterleri ile uyum içerisinde çalıştığını ürünün tüketebilir özelliklerinin yüksek olduğunu desteklemektedir.

Probiyotik yoğurt üretiminde nişasta katkısı eklenmesiyle aynı zamanda simbiyotik nitelikte ürün üretilmesi amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmada Hi-maize™ ticari nişasta, soya, galacto-oligosakkaritler, frukto-olisakkaritler probiyotik katkı olarak kullanılmıştır. Bu amaçla 40 farklı *Bifidobacterium* suşu probiyotik kültür olarak kullanılmıştır, *Bifidobacterium lactis* B94 yeni probiyotik yoğurt kültürü olarak incelenen kültürler arasındadır. Anılan kültürün ve ticari ismi DS 920 olan suşun oluşturulan invitro gastrik model içerisindeki sayısının  $10^8$  cfu/g gibi yüksek değerlerde bulunduğu ayrıca üretilen yoğurt örnekleri içerisinde de bu olumlu özelliklerini sürdürdüğü saptanmıştır. Kullanılan nişasta katkısını hidrolize edebilen tek suş da B94 olarak belirlenmiş olup, bu mikroorganizmanın diğer probiyotik katkıları da kullanabildiği saptanmıştır. Elde edilen veriler ışığında B94 suşunun probiyotik potansiyelinin yüksek olduğu ve teknolojik açıdan da gerekli çalışmaların gerçekleştirilerek ticari üretimlerde kullanılabileceği belirlenmiştir (Crittenden et al., 2001).

Probiyotik kültürlerin süt içerisindeki gelişimini iki farklı *L. acidophilus* suşu ve *L. rhamnusus*, *L. reuteri* ve *Bifidobacterium animalis* gibi probiyotik kültürleri kullanılarak yapılan bir çalışmada beş farklı suş üzerinde çalışılmıştır. UHT süt örneklerine % 0,5 (w/v) tripton ve % 0,75 (w/v) fruktoz eklenerek gelişme üzerine ne gibi etkilerinin olduğu da belirlenmiştir. *L. reuteri* ve *B. animalis* kültürlerinin süt içerisinde iyi bir gelişme göstermedikleri gözlenmiştir. 24 saatlik inkübasyon sonrasında *L. acidophilus* LA5 ve *L. acidophilus* 1748 suşlarının asetaldehit üretim miktarlarının sırasıyla 9,7 ve 12,6 mg/kg olduğu bu değer de yoğurt starter kültürlerine benzer olduğu ancak inkübasyon süresinin 72 saate uzatıldığı evrede ise asetaldehit miktarının 71 ve 116 mg/kg gibi organoleptik olarak kabul edilemeyen seviyelere yükseldiği saptanmıştır. Anılan probiyotik kültürler ile yoğurt üretiminde asetaldehit miktarının inkübasyon süresi ile sınırlandırılarak istenilen düzeylerde tutulması gerektiği de bildirilmiştir. Ayrıca inkübasyon süresinin kontrol edilmesinin, probiyotik kültürlerin kokuyu olumsuz şekilde etkileyen diğer metabolitleri üretme olasılığını ortadan kaldırmada önemli rol oynadığı bildirilmektedir. *L. rhamnusus*'un gelişimi için fruktoz katkısının olumlu olduğu diğer kültürler için ise tripton eklenmesi gerektiği bildirilmiştir (Qstille et al., 2003).

Schillinger (1999), tarafından probiyotik yoğurt üretiminde kullanılacak yeni kültürlerin özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada 26 *Lactobacillus* suşu piyasadan sağlanan probiyotik yoğurt örneklerinden ve probiyotik özellikli süt ürünlerinden izole edilerek incelenmiştir. Çalışmada yoğurt örneklerinin probiyotik kültür sayımları yapılarak son kullanma tarihine kadar ne ölçüde probiyotik özelliklerini korudukları da saptanmıştır. İncelenen yeni probiyotik ürünlerinin bir kısmı ve yoğurt örneklerinin çoğunluğunda mikroorganizma sayılarının terapötik etki yaratacak değerlerde bulunduğu, ancak ürünlerin üretiminde en önemli hususun kullanılan suşların karakterine bağlı olduğu bir kez daha doğrulanmıştır.

Yapılan bir araştırmada ticari kültürler kullanılarak üç değişik fermente süt ürünü elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan starter kültürler LA-Ch-5 (*L. acidophilus*), BB-12 (*B. Bifidum*), Yo-Flex YC-380 (*S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) dur. Üretilen fermente ürünlerin fiziksel ve kimyasal kaliteleri 21 günlük depolama sürecinde kontrol edilmiştir. *L. acidophilus* ve *B. bifidum* ile üretilen örneklerin uçucu yağ asitleri ile tirozin düzeylerinin en yüksek değerde olduğu ve *L. acidophilus*, *B. bifidum*, *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ile üretilen yoğurt örneklerinin de benzer özellikler gösterdiği bildirilmiştir. Duyusal açıdan da en fazla beğenilen yoğurt örneğinin ise; üç kültürün birlikte kullanılmasıyla üretilen yoğurt örnekleri olduğu belirtilmiştir (Sezgin vd., 1996).

Fermente süt ürünlerinin tüketiminde belirleyici kriterlerden olan aroma profili üzerine ürünün toplam kurumadde ve yağ içeriği ile probiyotik kültür inokülasyon oranının etkisinin birlikte incelendiği bir çalışmada; *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* IPVR 132, *S. thermophilus* IPVR 161 *L. acidophilus* IPVR 224 ticari kültürleri kullanılarak probiyotik yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda inokulum miktarının aroma miktarına etkisinin düşük olduğu ancak yağ miktarındaki azalmanın aroma miktarında özellikle asetaldehit değerlerinde bir düşmeye sebep olduğu belirlenmiştir. Aynı durum duyusal muayene verileri ile de desteklenmiştir (Gardini et al., 1999).

Fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanılan şeker, tatlılaştırıcı, nisin, lizozim, doğal renk maddeleri ve meyve suyu gibi katkıların, laktik asit bakterilerinin gelişimi üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla

*L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. paracasei* ve *Bifidobacterium* suşları kullanılmıştır. Araştırma sonucunda kullanılan katkıların mikroorganizmaların gelişimi üzerine etkili olduğu, probiyotik bakterilerin bu katkılara karşı daha dirençli olduğu bildirilmiş ve fermente ürünlerde kullanılacak olan katkıların kültürlerine göre belirlenmesi gerekliliği ortaya konmuştur (Vinderola et al., 2002).

Torre et al., (2003) tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise farklı kültür kombinasyonlarının probiyotik set yoğurdun reolojik, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla 8 farklı ticari laktik ve probiyotik kültür karışımları kullanılmıştır. Üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin organik asit içerikleri; 8846 - 15713 µg/g laktik asit, 59 - 3353 µg/g asetik asit, 637 - 912 µg/g sitrik asit olarak saptanmıştır. Depolama süresince örneklerin tamamında organik asit değerlerinde bir artış saptanmıştır. Tekstür analizi sonuçlarında ise egzopolisakkarit üreten kültürlerde en yüksek değerlerin bulunduğu bunun da ürünün kalitesini arttırdığı saptanmıştır. Yapılan duyusal değerlendirmelerde ise ürünlerde asetik asit miktarının yüksek olmasının örneklerin aromasını olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir.

Folik asit suda çözünen bir vitamin olup DNA replikasyonunda etkilidir. Ayrıca eksikliği yetişkinlerde ileri yaşlardaki kanser riskini artırıcı bir rol oynamaktadır. Süt zengin bir folik asit kaynağı değildir ancak fermente süt ürünleri üretiminde mikroorganizmalar tarafından üretilen folatlar sayesinde, yoğurt folik asit seviyesinde önemli artış olmaktadır. Yoğurt starterlerinden *S. thermophilus*'un bazı suşlarının folat üretiminde etkili olduğu ve *Bifidobacterium breve*'nin en yüksek seviyede folat ürettiği bildirilirken, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un folat üretimine herhangi bir etkisi gözlenmemiştir (Crittenden et al., 2003).

Elmadfa et al., (2001), tarafından yapılan bir çalışmada sağlıklı bireylerde probiyotik yoğurt tüketiminin, bireylerin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>6</sub> vitaminleri konsantrasyonu üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada altı sağlıklı erkek ve altı sağlıklı kadın deneklerin B vitaminince zengin olmayan normal diyetlerinin yanı sıra probiyotik yoğurt örnekleri tükettirilmiştir. Probiyotik yoğurt tüketiminin B vitamini seviyelerinde herhangi bir pozitif etkisi görülmemiş ancak *L. casei* içeren probiyotik

ürünlerin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>6</sub> vitamininin vücutta kullanılabilirliğini olumsuz yönde etkilediği saptanmış, ancak elde edilen sonuçların yapılacak farklı çalışmalar ile desteklenmesi gerektiği bildirilmiştir.

Birçok laktik asit bakterisi yoğurdun reolojik, tekstürel kalitesi üzerine olumlu etkileri bulunan egzopolisakkarit üretmektedir. Üretilen egzopolisakkaritlerin miktarı hammaddenin toplam kurumadde içeriği, starter kültür ve uygulanan inkübasyon süresine bağlı olarak değişmektedir. Yoğurt üretiminde uygulanan iki aşamalı fermantasyonun üretilen egzopolisakkarit miktarında önemli bir artışa neden olduğu bildirilmiştir ( Degeest et al., 2001).

Egzopolisakkaritler fermente süt ürünlerinin üretiminde önemli rol oynamaktadırlar. Yoğurt viskozitesi üzerine olumlu etkileri, sineresisi düşürücü yönde rol oynayarak stabiliteyi arttırmaları, egzopolisakkarit üreten suşların kullanımına ayrı bir önem katmaktadır. Ayrıca bağırsak sağlığına da olumlu yönde katkılarının olduğu bu konuda yapılan çalışmalarla belirlenmiştir ( Duboc and Mollet, 2001).

Vuyst et al., (2003) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada fermente süt üretiminde fonksiyonel starter kültür olarak kullanılan *S.thermophilus* suşlarının egzopolisakkarit üretimleri incelenmiştir. Beş farklı *S.thermophilus* suşundan en yüksek egzopolisakkarit üretimi olan LY03 suşu saf kültür ve karışım kültür olarak yoğurt üretiminde kullanılarak örneklerin tekstürel ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Gerçekleştirilen analizler sonucunda kontrol örnekleri ve LY03 karışık kültür ile üretilen yoğurtlar arasındaki farkın önemsiz olduğu bildirilmiştir.

Vinderola et al., (2000) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada Arjantin piyasasında ticari olarak üretilen probiyotik yoğurtların probiyotik özelliklerini buzdolabı koşullarında raf ömürleri süresince ne düzeyde sürdürebildikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda kullanılacak probiyotik kültürlerin seçiminin ve kombinasyonunun ürünün içeriğine uygun olarak belirlenmesi gerektiği aksi takdirde kültürlerin sayısının terapötik etki düzeylerinin altında kaldığı ve böylece probiyotik ürün olarak piyasada bulunan yoğurtların bir kısmının anılan özellikte ürünler olmadığı bildirilmektedir. Çalışmada *B.bifidum*'un yağsız süttten üretilen yoğurtlarda daha iyi gelişebildiği ve canlı kalabildiği saptanmıştır. Bunun sonucu

olarak da tam yağlı yoğurtların *B.bifidum* için yağsız yoğurtlara göre daha yüksek inhibitör etkisinin olduğu bildirilmiştir.

Soyanın anavatanı Çin, Mançurya, Vietnam ve Kore gibi Doğu Asya ülkeleridir. Soya fasulyesinin, en değerli bileşeni olan soya proteini, bileşim zenginliği ve % 65.3 ve 92.7 arasında değişen sindirilebilme özelliği ve değişik şekillerde işlenebilme yeteneğine de sahip olması nedeniyle gıda endüstrisinde önemli bir hammadde olarak yerini almaktadır. Soya kaliteli protein içeriği, düşük miktardaki doymuş yağ oranı ve kolesterol içermemesi nedeniyle gıda endüstrisinin iyi bir hammaddesidir. Ayrıca bileşimde bulunan oligosakkaritler, fitatlar, tiripsin inhibitörleri, izoflavonlar gibi bioaktif bileşenler sayesinde kanser, kalp rahatsızlıkları, böbrek hastalıkları ve osteoporoz gibi hastalıklara karşı koruyucu etkisi ile her geçen gün tüketimi artan bir hammaddedir (Liu,1997).

Soya sütü soya fasulyesinden su ekstraksiyonu yolu ile elde edilen kendine has aroması olan Uzakdoğu kökenli bir içecek türüdür. Konvansiyonel yöntemle üretilen soya sütlerindeki belirgin fasulyemsi tat ve koku günümüzde uygulanan modern teknikler sayesinde giderilmiştir. Soya sütü bileşimi % 3,6 protein, % 2,0 yağ, % 2,9 karbonhidrat, 15mg/100g Ca 49 mg/100g P, 1,2mg/100g Fe olarak belirtilmektedir. Ayrıca yapısında laktoz bulunmaması nedeniyle laktoz intolerans olan kişiler tarafından tüketilmesinde de bir sakınca bulunmamaktadır (Liu,1997).

Dünyadaki geleneksel gıda kaynaklarındaki azalmalar, alternatif protein kaynaklarının bulunarak verimli bir şekilde tüketime sunulması gereğini zorunlu hale getirmiştir. Soya zengin ve ucuz bir protein kaynağı olup farklı gıda formülasyonlarında kullanılabilme yeteneğine sahip bir hammaddedir. Soya sütü ve inek sütleri bileşim ve ideal standart protein içeriği açısından karşılaştırıldığında benzerlikleri görülmektedir (Çizelge 2. 4. ve 2. 5.)

**Çizelge 2. 4.** Soya sütü ve inek sütü bileşim özelliklerinin karşılaştırılması (Tamime and Robinson , 1989).

Bileşenler	Soya sütü	İnek sütü
Protein	3,58	3,48
Yağ	1,90	3,98
Karbonhidrat	2,84	4,77
Kül	0,43	0,75
Su	91,25	87,02

**Çizelge 2. 5.** Soya sütü ve inek sütü proteinlerinin ideal standart protein içeriği (g/100 g protein) ile karşılaştırılması (Kınık, 1992).

Esansiyel amino asitler	İdeal standart protein	Soya sütü proteini	İnek sütü proteini
İzolösin	4,0	5,3	6,3
Lösin	7,0	8,8	10,0
Lisin	5,5	3,5	8,1
Metionin + sistein	3,5	2,5	3,5
Fenilalenin + tirozin	6,0	8,0	10,3
Threonin	4,0	4,5	4,9
Valin	5,0	5,0	6,9
<b>TOPLAM</b>	<b>36,0</b>	<b>38,9</b>	<b>51,4</b>

Soya sütü üretiminin gelişmesi ve farklı ürünlerin üretiminde hammadde olarak kullanımının yaygınlaşması ile konuyla ilgili standartlar da oluşturulmaya başlanmış ve böylece yapılan araştırmalar ile soya sütü içeriğinin tanımlanması da gerçekleştirilmiştir. Soya sütünün standartlarına ilişkin bazı ülkelerdeki örnekler Çizelge 2. 6. 'da verilmiştir.

**Çizelge 2. 6.** Bazı ülkelerde geçerli olan soya sütü standartları (Anonymous,1996).

Ülke	Ürün	Protein (%)	Yağ(%)	KM(%)
ABD*	Soya sütü	> 3,0	> 1,0	> 7,0
	Soya sütü içeceği	1,5 – 2,9	> 0,5	> 3,9
	Soya sütü tozu	>38,0	> 13,0	>90,0
	Soya sütü konsantresi	>6,0	> 2,0	>14,0
Japonya**	Soya sütü	3,8	-	8,0
	Soya sütü karışımı	3,0	-	6,0 – 8,0
	Soya sütü içeceği	1,8	-	4,0 – 6,0
	Soya protein içeceği	1,8	-	-
Fransa**	Soya sütü	>3,6	1,5	7,3
	Soya sütü içeceği	>3,8	-	-
Singapur**	Soya sütü	2,0	-	-
	Soya sütü içeceği	>2,0	-	-

\*The Soyfood Association of America,1996.

\*\*SOJINAL, France; China; Taiwan National Standarts.

Soya, göğüs kanseri, prostat kanseri ve kardiovasküler rahatsızlıkların oluşma riskini azaltan izoflavonlardan olan genistein'i 1-3 mg/g gibi yüksek oranda içermektedir (Gibson and Williams, 2001). Yapılan epidemiyolojik çalışmalar soyadan üretilen ürünler olan tofu ve benzeri gıdaları tüketen Japon kadınlarında kanser riskinin azaldığını bildirmektedirler. İzoflavonların potansiyel sağlık etkilerinin de daha yüksek olduğu da bildirilmektedir. Bazı soya ürünlerine ait izoflavonoid miktarları Çizelge 2. 7'de verilmiştir (Chang and Mazza, 2002).

**Çizelge 2.7.** Bazı ticari soya ürünlerinin izoflavonoid içerikleri, µg/g (Chang and Mazza, 2002).

Soya ürünleri	Daidzeln	Genistein	Glycitein
Soya sütü	103	130	11
Soya unu	4	22	19
Tofu	46	52	12
Tempeh	137	193	24
Soy-yoğurt	143	223	23

Proteinlerin, insan vücudunda emilimini sağlamak için soya fasulyesinde bulunan tripsin inhibitörlerinin inaktive edilmesi gerekmektedir. Tripsin inhibitörlerinin

inaktivasyonunda kullanılan en verimli işlem 100°C'de 14-15 dakika süreli bir ısıtma işlemi uygulamasıdır (Liu,1997). Dünyada kullanılan başlıca soya sütü üretim teknikleri Şekil 2. 2'de verilmiştir.

Iwuoha and Umunnakwe (1997), soya sütü üretiminde kullanılan farklı yöntemler üzerine bir araştırma gerçekleştirmiştir. Çalışmada dört farklı üretim yöntemleri karşılaştırılmıştır. Bu yöntemler sırasıyla; soya fasulyelerinin sıcak suda haşlama sonrasında ıslak kabuklarının soyulması, haşlanmamış soya fasulyelerinin ıslak kabuk soyulması ve kuru fırında ısıtma işlemi görmüş soya fasulyelerinin kuru kabuk soyulması sonrasında iki farklı boyutta öğütülmüş unlarından soya sütü üretilmesi olarak bildirilmiştir. Kuru fırında ısıtma işlemi gören soyalardan üretilen sütün kimyasal bileşim açısından daha zengin bir kompozisyonda oldukları bildirilmiştir.



Şekil 2. 2. Dünyada en fazla kullanılan soya sütü üretim teknikleri (Kırık, 1992; Liu,1997).

Kwok et al., (1998) soya sütü üretiminde kullanılan ısı işlemlerin lizin, tiamin ve riboflavin üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada soya sütleri 90, 120 ve 140°C sıcaklıklarda 0 – 180 dakikalık ısı işleme tabi tutulmuştur. 95°C- 3 saat süreli ısı işlemin kullanılabilir lizin miktarında önemli bir değişikliğe yol amadığı belirlenmiştir. 120°C 20 dakika süreli uygulanan ısı işlem normunda ise 5,93 g/16N olarak en yüksek lizin değeri belirlenmiştir. Daha yüksek sıcaklıklarda uygulanan ısı işlem normlarında ise kayıpların arttığı saptanmıştır. Isıya karşı en hassas olarak bilinen tiaminin 90°C de 60 dakika, 120°C de 15 dakika ve 140°C de 30 saniye olarak uygulanan ısı işlemler sonrasında sırasıyla; %12, % 32 ve % 3 kayba uğradığı bildirilmiştir. Böylece UHT ısı işlem normunun en az tiamin kaybına neden olduğu saptanmıştır.

Bir yoğurt analoğu olan sogurt üretiminin incelendiği bir araştırmada soya sütünden ve % 15 kalsiyum asetat, % 5 jelatin ve %2 laktoz eklenmiş soya sütü *S.thermophilus* ve *L.casei* starter kültürleri kullanılarak yoğurt analoğu olan sogurt üretilmiştir. Yağsız standart yoğurt kontrol rneği olarak kullanılmıştır. Sogurt örneklerindeki fasulye aromasının en önemli dezavantaj olduğu, pH değerleri açısından laktoz eklenen sogurt örneğinin kontrole daha yakın değerler gösterdiği belirlenmiştir. Kullanılan stabilizör oranlarının sogurt örnekleri için kontrole göre daha sert yapı oluşturduğu bu oranların düşürülmesiyle sogurt örneklerinin standart yoğurt örneğine daha yakın bir ürün olabileceği belirtilmiştir (Cheng et al., 1990).

Yoğurdun soya sütünden üretimi sırasında, sütün mikrobiyal proteaz ve papain preparatları ile işlem görmesinin laktik asit bakterilerinden *L. acidophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 'un asit oluşturma yetenekleri ve elde edilen mamullerin kaliteleri üzerine olan etkisi, Kim et.al. (1989) ile Ko'nun (1989) yaptıkları çalışmalara konu olmuştur. Elde edilen bulgular proteaz enzimi ile işlem gören soya sütünde, laktik asit bakterilerinin asit oluşturma kapasitesini arttırdığı, pH ve canlı organizma sayısı üzerine hiçbir etkisinin olmadığı ve ayrıca yoğurt örneklerinin duysal niteliklerini de çok düşük düzeyde geliştirdiğini göstermiştir (Kınık ve Akbulut, 1996).

Wang, (1987), tarafından yapılan bir çalışmada soya fasulyesi bileşiminde bulunan oligosakkaritler incelenmiştir. Araştırma sonucunda sindirim sistemi rahatsızlıklarına yol açan oligosakkaritlerin eliminasyonunda soya fasulyesini ıslatmanın önemli rol oynadığı bildirilmiştir. ıslatma süresinin artırılması ile oligosakkarit düzeyinde önemli derecede azalmaların olduğu bildirilmiştir (Wang et al. 2002).

Soya sütünün *B.longum* ve *B.bifidum* kültürleri ile fermantasyonunun incelendiği bir çalışmada ise % 12 kurumadde içeren rekonstitüe yağsız süt ile % 20, 40, 60, 80 ve 100 oranlarında soya sütü karıştırılmış ve soyalı yoğurt üretilmiştir. Üretilen örnekler içerisinde % 20 soya sütü içeren yoğurtların kontrole en yakın değerlere sahip oldukları bildirilmiştir. Anılan örnekteki asetaldehit miktarı kontrolden 1.6 kat daha yüksek bulunmuş bu durumun da soya tadını maskelemede önemli rol oynadığı belirtilmiştir (Kamaly, 1997).

Yapılan bir başka çalışmada set yoğurt üretiminde soya sütü, mango pulpu ve stabilizör ajan kullanımının ürün kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada % 14 soya sütü % 78 bufalo sütü ve % 7 mango pulpu içeren hammadde karışımına farklı oranlarda jelatin, pektin ve sodyum alginat katkıları yapılarak set yoğurt üretilmiştir. Anılan stabilizör ajanların % 0,0, 0,2, 0,4 ve 0,6 oranlarında kullanıldığı belirtilmiştir. Örneklerin tamamında kullanılan stabilizör oranlarındaki artış asitlik ve toplam kurumaddeyi artırırken, sineresis değerlerini düşürmüştür. % 0,4 oranında stabilizör eklenerek üretilen yoğurtların kabul edilebilirlik değerlerinin en yüksek olduğu bildirilmiştir. Kullanılan stabilizör oranlarının starter kültür gelişimine belirgin bir etkisinin olmadığı da saptanmıştır (Kumar and Mishra, 2004).

Wang et al., (2002) tarafından gerçekleştirilen fermente soya sütü içeceği üretiminde *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *S.thermophilus*, *B.longum* ve *B.infantis* starter kültürleri kullanılmıştır. Fermantasyon süresince *S.thermophilus*'u saf kültür olarak içeren örneklerde titrasyon asitliği değeri % 0,06 dan % 0,43'e yükselerek örnekler içerisindeki en yüksek değere ulaşmıştır. Probiyotik kültürlerin soya sütü içerisinde gelişiminin ise saf kültürlerde düşük, karışık kültürlerde ise optimum değerlere ulaştığı bildirilmiştir.

Soya sütü ile yoğurt üretiminde fruktoz, yağsız süt tozu ve evapore süt katkılarının kullanılmasının yoğurdun kimyasal özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmada katkısız örneklerdeki stokiyoz miktarının 0,329 g/ 100 mL olduğu ve fermentasyon sonunda bu içerik 0,248 g / 100 mL düzeyine düşerken evapore süt katkılı örneklerde 0,153 g / 100 mL gibi daha düşük seviyelere inmiştir. Fortifikasyon amaçlı katılan katkıların soya sütü oligosakkarit düzeylerinde bir azalmaya neden olduğu ve bunun da laktik asit bakterilerinin oligosakkaritleri daha yüksek düzeyde parçalamasına yardımcı olduğu ayrıca eklenen katkıların laktik asit bakterileri için en iyi substrat olan laktoz içermesinin de önemli olduğu bildirilmiştir (Buono et al., 1990).

Sistein'in yoğurt üretiminde katkı olarak kullanılmasının yoğurt bakterileri ve probiyotik kültürlerin gelişimi üzerine etkisinin araştırıldığı bir alışma Dave and Shah, (1997) tarafından gerçekleştirilmiştir. Süt rnekleri içerisine 50, 250 ve 500 mg/L olacak şekilde sistein eklenmiştir. Süt rneklerinden *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *S. thermophilus*, *L. acidophilus* kültürleri kullanılarak yoğurt tmi gerçekleştirilmiştir. Sistein eklenmesinin inkübasyon sürelerini düşürücü etki yaptığı bildirilmiştir. Depolama periyodunda da mikrobiyal florada aktivasyon gözlenmiştir. 50 mg/L eklenen örneklerdeki *L. acidophilus* gelişiminde kontrole göre önemli düzeyde artış görülmezken, 250 ve 500 mg/L eklenen örneklerin kültür içeriğinde önemli bir artış söz konusu olmuştur.

Soya sütü esaslı yoğurt üretiminde kazeinat, kazein hidrolizatı ve serum protein hidrolizatı katkısının yoğurt kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmada soya sütü örneklerine ayrı ayrı % 0,1, %0,25 ve % 0,5 sodyum kazeinat, % 0,1 ve % 0,25 kazein hidrolizatı ve % 0,25 serum proteini hidrolizatı eklenerek yoğurt üretimleri standart yoğurt kültürleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. % 0,25 sodyum kazeinat içeren soya sütü örneğinin kontrol yoğurtlarına en yakın değerlere sahip olduğu bildirilmiştir. Örneklerin laktik asit içeriklerinin kontrol yoğurtlarında 7,2 ±0,8 mg/g, katkısız soya sütlü yoğurtlarda 4,4 ±0,9 mg/g ve katkılı örneklerde 5,6 – 7,8 mg/g arasında değiştiği bildirilmektedir (Granata and Morr, 1996).

Soya sütü içerisinde bulunan stokiyo ve rafinoz sindirilemeyen oligosakkaritlerden olup bağırsaklarda gaza neden olmaktadır. Oligosakkaritlerin *S. thermophilus*, *L. acidophilus*, *B. infantis*, *B. longum* ile fermantasyonu sonucundaki hidrolizasyon oranları incelenmiştir. Saf kültürler kullanılarak gerçekleştirilen fermantasyonlarda *S. thermophilus*'un *L. acidophilus*'a göre rafinoz ve stokiyo daha yüksek oranlarda parçaladığı belirlenmiştir. Soya sütü içerisinde başlangıçta 6,02 mmol/L stokiyo ve 1,42 mmol/L rafinoz bulunurken bu değerlerin fermantasyon sonunda 3,88 mmol/L stokiyo ve 1,15 mmol/L rafinoz düzeylerine düştüğü bildirilmiştir. Anılan oligosakkaritleri kullanamayan starter kültürlerin fermantasyon sürelerinin daha uzun olduğu saptanmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında soya sütünün karışık kültürler ile fermantasyonun ürünün besin kalitesinde ve probiyotik özelliğinde artışa neden olduğu belirlenmiştir (Wang et al., 2003).

Chumchuere and Robinson, (1999) tarafından laktik starter kültürlerin soya sütündeki oligosakkaritleri metabolize edebilme yeteneklerinin araştırıldığı bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda *S. thermophilus*'un soya sütü içerisindeki stokiyo ve rafinozun ortalama % 64,8 lk kısmını parçaladığı ayrıca *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un ise soya sütü oligosakkaritlerini kullanamadığı bildirilmiştir.

Soya sütü ve inek sütünde *L. acidophilus*'un gelişim farklılıklarının incelendiği bir alışma Valdez and Giori, (1993) tarafından gerçekleştirilmiştir. Süt rnekleri *S. thermophilus*, *L. acidophilus* ve *L. casei* kullanılarak fermantasyona tabi tutulmuştur. *L. casei*'nin varlığının *L. acidophilus* zerine bir etkisi görülmezken *S. thermophilus*'un gelişimini engelleyici bir etkisinin olduğu saptanmiştir. Ayrıca fermantasyon ve 21 günlük depolama periyodu sonunda *L. acidophilus*'un soya sütünde daha iyi gelişim gösterdiği belirlenmiştir. Bu nedenle probiyotik yoğurt üretiminde soya sütünden yararlanılabileceği bildirilmiştir.

Soya sütünden iki farklı sıvı kültür oranları kullanılarak % 10 ve % 20 soy-yoğurt üretimi gerçekleştirilmesi üzerine yapılan bir çalışmada *S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* içeren bir kültür karışımı kullanılmıştır. Üretilen yoğurtların duyu sal niteliklerinin belirlendiği analizler sonucunda % 20 kültür içeren örneklerin daha yüksek puanlar aldığı ve tercih edilebilirliğinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Ashaye et al., 2001).

Lee et al., (1990) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada soya sütü içeren yoğurt örneklerinin kimyasal özellikleri, standart set yoğurt örnekleriyle karşılaştırılmıştır. Çalışmada soya sütlerinin üretiminde klasik yöntem ve aktif karbon yöntemi uygulanmıştır. Böylece üretim tarzından kaynaklanabilecek farklılıkların belirlenmesi yoluna gidilmiştir. Soya sütlerine ayrıca % 5 serum proteini hidrolizati, % 5 yağsız süttozu eklenerek yoğurt üretimleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yoğurt için temel organik asitler olan laktik asit ve sitrik asit miktarları incelenmiştir. Kontrol örneklerinin laktoz ve glukoz + galaktoz içerikleri sırasıyla 56 mg/g ve 34,2 mg/g olarak saptanmış, soya sütlü örneklerinde ise laktoz içeriği 5.8 – 26 mg/g ve glukoz + galaktoz miktarının 12.9 – 23.9 mg/g olarak bulunduğu bildirilmiştir. Soyalı örneklerin rafinoz içeriği 0,37 - 0,64 mg/g ve stokiyoz içeriği de 3,3 – 5,9 mg/g olarak saptanmıştır. Anılan örneklere ait organik asit miktarlarının ise kontrol ve soyalı örneklerde sırasıyla; laktik asit 16,2 mg/g ve 8,9 – 10,2 mg/g ve sitrik asitin ise 1,40 mg/g ve 1,38 – 1,63 mg/g arasında olduğu belirtilmiştir.

Soya sütünün *B.infantis* ve *B.longum* ile fermantasyonunun incelendiği bir çalışma Chou and Hou (2000), tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmada 37°C de 24 – 48 saat inkübasyon sonrasında soya sütü içerisinde *B.infantis*'in *B.longum*'dan daha iyi bir gelişim gösterdiği belirtilmiştir. Aynı durumun soya sütüne eklenen galaktoz, glukoz, laktoz, maltoz, sukroz ve fruktoz katkıları için de söz konusu olduğu bildirilmiştir. Aynı probiyotik kültürler kullanılarak gerçekleştirilen bir başka çalışmada da fermantasyon sonrasında soya sütündeki bileşim değişimleri gözlemlenmiştir. Araştırmada titrasyon asitliği, toplam protein, lösin, niasin, riboflavin, tiamin, asetik asit, laktik asit, stokiyoz, rafinoz, fruktoz, sukroz ve glukoz oranlarındaki değişimler izlenmiştir. Fermantasyon sonrasında serbest amino asit ve riboflavin, tiamin miktarlarında belirgin bir artış gözlenmiş, stokiyoz ve rafinoz miktarlarında probiyotik kültürlerin kullanmasından dolayı azalma olduğu buna karşılık monosakkarit miktarlarında da artış olduğu bildirilmiştir (Kwok et al. 1998).

Yoğurt üretiminde fortifikasyon amaçlı olarak inek sütlerine eklenen soya proteini katkısının kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikler üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada % 1, 2,5 ve 5 (w/w) oranlarında soya protein konsantrati kullanılmıştır. Fermantasyon süresinin eklenen katkılardan etkilenmediği, ancak

yoğurtlarda fermantasyon sonrasında asitlik değerlerinde bir artış gözlenmiştir. Kontrol yoğurtlarına göre soya proteini katkılı olanların viskozitelerinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir. %1 ve 2,5 oranındaki katkılı örneklerin duyuşal açıdan kabul edilebilirlik oranları daha yüksek çıkarken % 5 katkılı yoğurtlarda tat-kokuda istenmeyen değişmeler olduğu ancak bu durum yoğurt üretiminde kullanılabilir olan tatlandırıcı veya meyve aromaları ile maskelenebileceği bildirilmiştir (Drake et al., 2000).



### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3. 1. MATERYAL

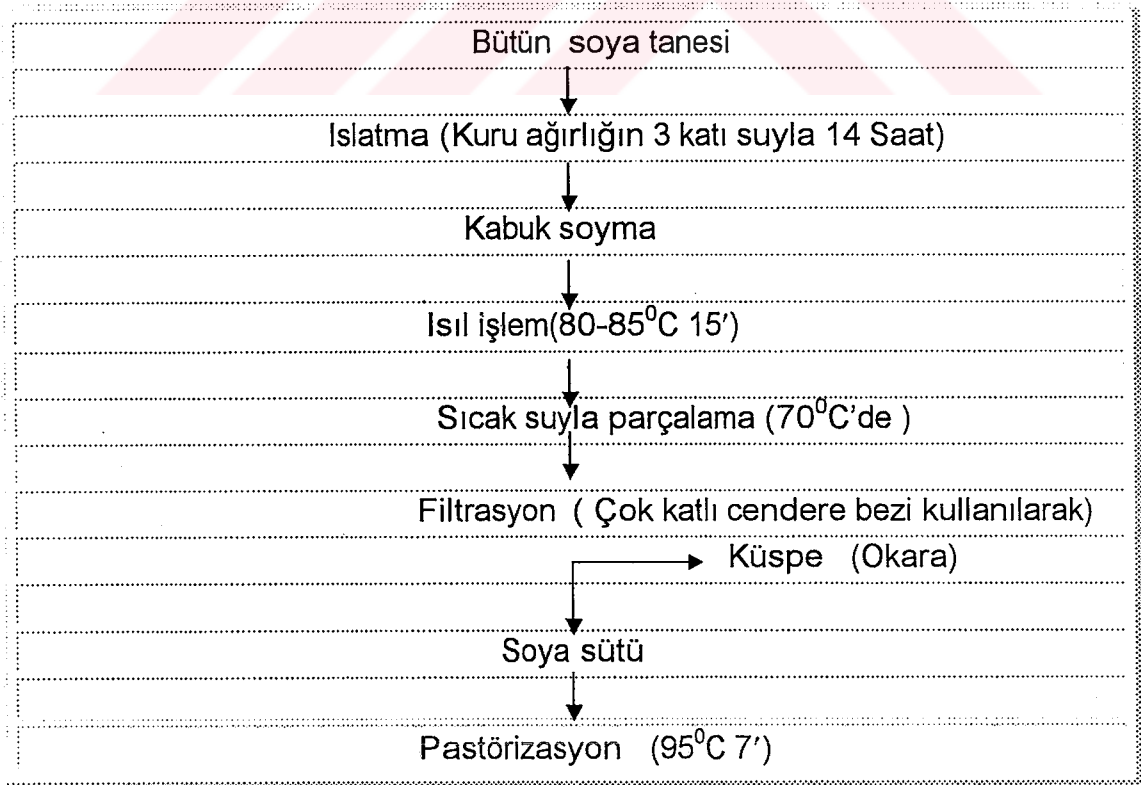
##### 3. 1. 1. Çiğ süt

Bu çalışmada materyal olarak kullanılan çiğ süt Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Atatürk Orman Çiftliği Süt ve Mamulleri Fabrikası'ndan sağlanmıştır.

Hammadde, fabrikadan hijyenik koşullara özen gösterilerek güğümlere alınıp, yoğurt üretiminde kullanılmak üzere en kısa sürede H.Ü. Gıda Mühendisliği Bölümü işletmesine getirilmiştir.

##### 3. 1. 2. Soya sütü

Araştırmada kullanılan soya sütü Ankara piyasasından satın alınan soya fasulyelerinden su ekstraksiyonu (Cornell) yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Yoğurt üretiminde kullanılan sterilize soya sütlerinden kaynaklanan renk esmerleşmesinin önlenmesi amacıyla, yöntemin sterilizasyon olan ısı işlemleri pastörizasyon olarak modifiye edilmiştir. Yapılan literatür taramaları ve ön denemeler ile soya sütü üretim aşamalarının standardizasyonu sağlanmıştır (Şekil 3. 1).



Şekil 3. 1. Soya sütü üretim akım şeması (Kınık, 1992; Liu, 1997).

### **3. 1. 3. Starter kültür**

Araştırmanın ön deneme sürecinde Wisby ve Chr-Hansen firmasından sağlanan kültürler kullanılarak standart yoğurt ve probiyotik yoğurt üretimleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan duyusal değerlendirme verilerine göre en iyi sonuçları veren YC-X11 (DVS) ve Joghurt V1 standart yoğurt kültürleri ile Lb.acid 145 probiyotik kültürünün uygun kombinasyonları saptanarak esas çalışmada kullanılmıştır. Yapılan bu ön çalışmalar ile de üretimde standardizasyon sağlanmıştır.

### **3. 1. 4. Süttozu**

Bahçivan Gıda Sanayi A.Ş. firmasından sağlanan A sınıfı yağsız süttozu kurumada standardizasyonu sağlamak amacıyla yoğurda işlenecek sütlere ilave edilmiştir.

### **3. 1. 5. Analizlerde kullanılan besiyerleri, dilüsyon sıvıları ve kimyasal çözeltilerin özellikleri**

Çalışmada kullanılan besiyerleri, dilüsyon sıvıları ve kimyasal çözeltilerin bazı özellikleri Ek-1'de verilmiştir.

## **3. 2. Metot**

### **3. 2. 1. Soya sütü ve inek sütü karışım oranlarının belirlenmesi**

Araştırmada kullanılacak olan soya sütü - inek sütü karışım oranının belirlenmesi için %5, %10, % 15, %20, %25, %30, %40 ve % 50 soya sütü içeren karışımlar hazırlanarak duyusal değerlendirmeye alınmıştır. Duyusal muayene sonucunda %25 soya sütünün üzerindeki oranlar panelistler tarafından reddedilmiştir. Bu sonuçlar üzerine yoğurt üretiminde kullanılması amacıyla %5, %10, % 15, %20 ve %25 soya sütü içeren yoğurt sütleri hazırlanarak üretime alınmıştır. Seçilen kültür karışımı kullanılarak standart set tipi yoğurt ve probiyotik yoğurt örnekleri hazırlanmıştır. Anılan örneklere yapılan duyusal muayenelerde soya sütü ilavesinin probiyotik kültürden kaynaklanan tat-kokuyu azalttığı ve yoğurdun kabul edilebilirlik düzeyini arttırdığı görüşü bütün panelistler tarafından kabul edilmiştir. Yapılan bu ön çalışmalardan elde edilen verilere dayanılarak örnekler içerisinde

%15 soya sütü + %85 inek sütü içeren yoğurtların tat-koku açısından en beğenilen grup olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

### 3. 2. 2. Starter kültür seçiminde izlenen aşamalar

Yapılan araştırmada yoğurt üretimi için tat, koku, görünüş ve kıvam açısından en uygun starter kültürü veya kültür kombinasyonu seçimi için bir n çalışma gerçekleştirilmiştir.

Bu n çalışma süresince üretilen yoğurt örnekleri 5 panelistin katıldığı panellerde değerlendirilerek çalışmada kullanılacak kültür ve oranları belirlenmiştir. Çalışmanın birinci aşamasında set tipi yoğurt üretim tekniklerinin standardizasyonu için YC-X11 (Chr-Hansen) ve Joghurt V1 (Wisby) standart yoğurt kültürleri kullanılarak set tipi klasik yoğurt üretimleri yapılmıştır (izelge 3. 1.). Anılan yoğurt örneklerinin duysal muayeneleri sonucunda panelistler YC-X11 ile üretilen yoğurtlar için; ipliksi yapı karakterinin baskın çıktığı, bunun yanı sıra zayıf tat-kokuya sahip oldukları ancak diğer kalite kriterleri açısından ise olumlu olduğu görüşünde birleşmişlerdir. Joghurt V1, kültürü ile üretilen yoğurtlar için ise ipliksi (ropy) karakterin gelişmediği ancak tat-koku özelliklerinin çok zayıf olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlardan hareketle her iki kültürün olumlu ve olumsuz nitelikleri düşünülerek %50 oranında YC-X11 ve %50 oranında Joghurt V1 kültürleri ile yeni bir starter karışımı ve yeni bir üretim planlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Elde edilen örnekler bütün panelistlerce olumlu karşılanarak yoğurt üretimi için bu oranlarda karışım içeren bir kültürün kullanılmasına karar verilmiştir.

**Çizelge 3. 1.** Standart set tipi yoğurt üretimi için kullanılan starter kültürler.

Kullanılan kültürler	Kültür bileşimi	Firma
Joghurt V1	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> ve <i>S. thermophilus</i>	Wisby
Yo-Flex YC-X11	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> ve <i>S. thermophilus</i>	Chr-Hansen

Çalışmanın ikinci aşamasında, set tipi yoğurt kültürlerine probiyotik kültürler de eklenerek tekrar set tipi probiyotik yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla kullanılan probiyotik kültürler Lb. Acid 145 ve LA-5 olup, ayrıca CHR-Hansen

tarafından önerilen ABY-1 ve ABT-5 isimli ticari probiyotik kültür karışımları ile probiyotik yoğurt üretimleri gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3. 2.). Panelistler tarafından duyusal değerlendirmesi gerçekleştirilen örneklerden ABY-1; hafif asidik tat, gevşek yapı gibi özellikler göstermesi gerekçesiyle olumsuz olarak değerlendirilmiş ve reddedilmiştir. ABT-5 içeren örnekte ise yoğurt tadının hiç gelişmediği ve tat-kokuca fakir olması nedeniyle reddedilmiştir. Probiyotik kültürlerden LA-5 içeren örnek panelistlerce belirgin olarak fark edilen acı tat nedeniyle reddedilmiştir. Lb.Acid 145 içeren yoğurdun ise yapı, tat-koku gibi özelliklerinin kabul edilebilir düzeyde olduğu gerekçesi ile bütün panelistlerin beğenisini kazanmış ve probiyotik kültür olarak kullanılmasına karar verilmiştir.

**Çizelge 3. 2.** Probiyotik yoğurt üretimi için kullanılan starter kültürler.

Kullanılan kültürler	Kültür bileşimi	Firma
Lb.acid 145	<i>L. acidophilus</i>	Wisby
LA-5	<i>L. acidophilus</i>	Chr-Hansen
ABY-1	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>S. thermophilus</i> <i>L. acidophilus</i> ve <i>Bifidobacterium</i> BB-12	Chr-Hansen
ABT-5	<i>S. thermophilus</i> <i>L. acidophilus</i> ve <i>Bifidobacterium</i> BB-12	Chr-Hansen

Araştırmanın üçüncü aşamasında probiyotik kültür ile set yoğurt kültürlerinin birlikte kullanılacak kültür karışım oranlarının belirlenmesi için yeni bir seri üretim daha gerçekleştirilmiştir. Her iki probiyotik kültürlerden (LA-5 ve Lb.Acid 145) %50 ve %75 oranında ayrı ayrı alınarak %50 ve %25 oranında set tipi kültür ile karıştırılarak üretim yapılmıştır. LA-5 içeren örnekler acı tat nedeniyle yine reddedilmiştir. %75 Lb.Acid 145 + %25 set tipi kültür içeren örnekler kıvam, tat-koku açısından beğenilerek, çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde kullanılacak olan temel kültür kombinasyonu olarak belirlenmiştir.

### 3. 2. 3. Yoğurt üretiminde kullanılan çiğ süt, kurumaddesi arttırılmış çiğ süt, soya sütü ve seçilen karışımın bileşim özelliklerinin saptanmasında kullanılan analiz yöntemleri

Araştırmanın ana materyalleri olan inek sütü ve soya sütü bileşim özellikleri açısından yoğurdun fiziksel niteliklerini etkileyeceğinden çiğ süt ve soya sütü ile

saptanan orandaki karışımları homojen hale getirildikten sonra bileşim özellikleri belirlenmiştir.

Bu amaçla çiğ süt, soya sütü ve seçilen karışımın titrasyon asitliği, pH değeri, % yağ, % protein ve % kurumadde içeriği iki paralel halinde ölçülmüştür.

### **3. 2. 3. 1. Kuru madde**

Örneklerin kuru madde analizleri TSE 1018'e göre yapılmıştır (Anonymous, 2002).

### **3. 2. 3. 2. pH**

Örneklerin pH analizi, dijital pH'metre (Hana Ins., 8522) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

### **3. 2. 3. 3. Titrasyon asitliği**

Örneklerin titrasyon asitliği değerleri, Soxhelet Henkel (SH) olarak TS 1018'e göre belirlenerek verilmiştir (Anonymous, 2002).

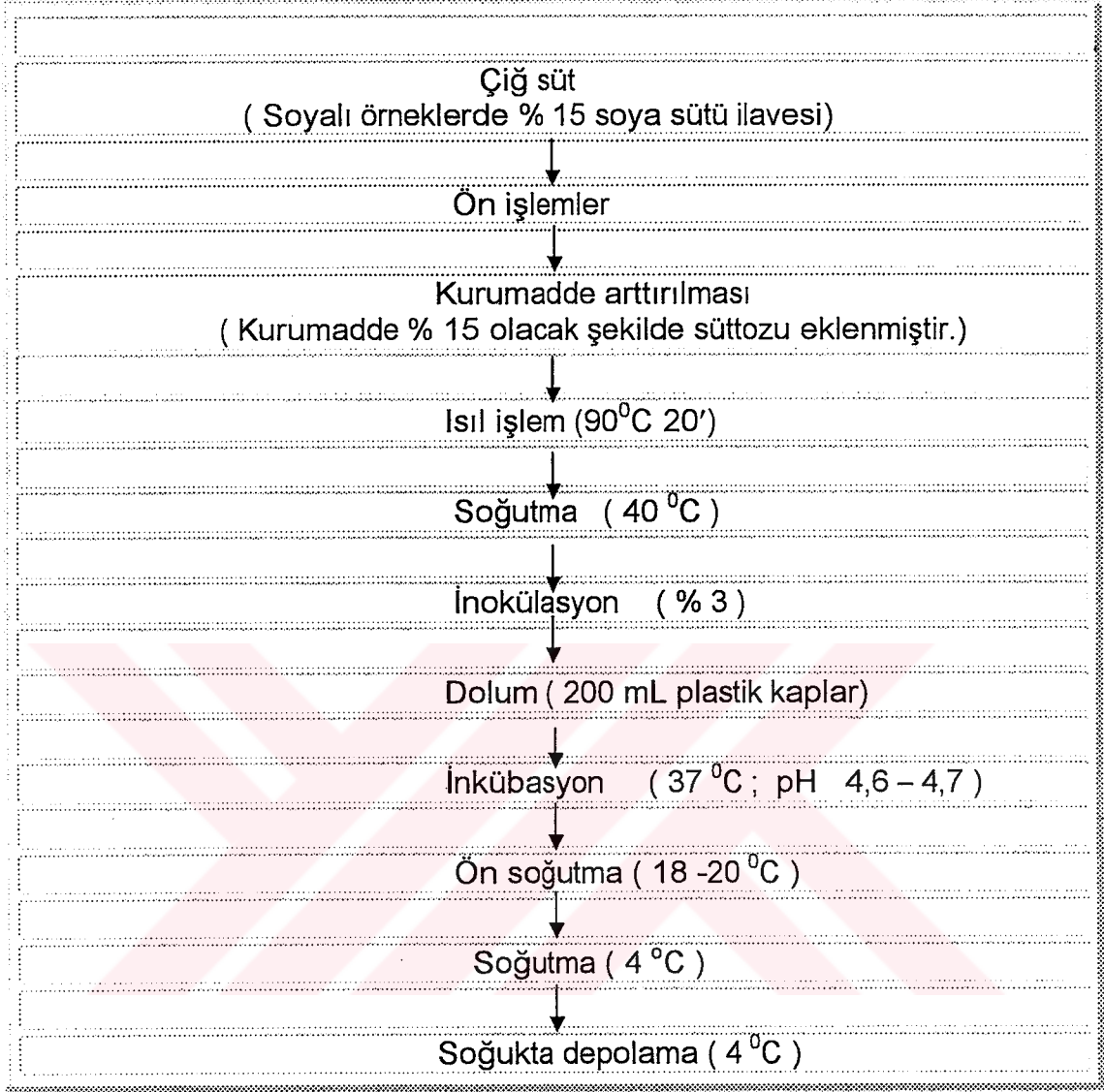
### **3. 2. 3. 4. Yağ**

Süt ve karışım örneklerindeki yağ miktarı tayini TS 8189'a göre Gerber metodu ile gerçekleştirilmiştir (Anonymous, 1990a). Soya sütü örneklerinin yağ miktarı ise Folch ekstraksiyon metodu ile gerçekleştirilmiştir (Kramer and Zhou, 2001).

### **3. 2. 3. 5. Toplam Protein**

Süt, soya sütü ve karışım örneklerinde toplam azotlu maddeler tayini AOAC (Association of Official Analytical Chemists)'e göre Mikro-Kjeldahl düzeneğinden yararlanılarak Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Analizde Buchi yakma ve destilasyon aygıtlarından yararlanılmıştır. Elde edilen % toplam azotlu madde değeri süt için 6,38 ve soya sütü için 6,25 değerleri ile çarpılarak % protein değeri hesaplanmıştır (Anonymous, 1990b).

### 3. 2. 4. Yoğurt üretimi



**Şekil 3. 2.** Yoğurt üretim akım şeması (Tamime and Robinson, 1989; Walstra and Geurts, 1999; Anonymous, 2000).

Araştırmada yoğurt üretiminde soya sütü ve probiyotik kültürlerin kullanımının yoğurtların duyuşal, mikrobiyolojik, kimyasal ve reolojik özellikleri üzerine etkisinin belirlenebilmesi amacıyla kontrol olarak standart ve probiyotik yoğurt üretilmiştir. Böylece soya sütlü probiyotik yoğurt örnekleri iki adet kontrol örneği ile karşılaştırılarak soya sütü ve probiyotik kültürlerin etkilerinin daha iyi anlaşılması amaçlanmıştır. Araştırmada üretilen yoğurtların kodları ve içerikleri Çizelge 3. 3.'de verilmiştir.

**Çizelge 3. 3.** Araştırmada üretilen yoğurt tipleri, üretimde kullanılan hammadde ve kültürler.

Yoğurt kodları	Üretimde kullanılan hammadde ve kültür tipleri
K1	% 100 İnek sütü % 100 Set tipi kültür
K2	% 100 İnek sütü % 75 Lb.Acid 145 + % 25 Set tipi kültür
P	% 85 İnek sütü + % 15 Soya sütü % 75 Lb.Acid 145 + % 25 Set tipi kültür

### 3. 2. 4. 1.Yoğurt örneklerine uygulanan analizler

#### 3. 2. 4. 2. Kuru madde

Örneklerde kuru madde analizi TSE 1330'a göre yapılmıştır (Anonymous, 1999).

#### 3. 2. 4. 3. pH

Yoğurt örneklerinde pH analizi, dijital pH'metre (Hana Ins., 8522) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

#### 3. 2. 4. 4. Titrasyon asitliği

Yoğurt örneklerinin titrasyon asitlikleri, Soxhelet Henkel (SH) olarak TS 1330'a göre belirlenmiş ve sonuçlar % süt asidi cinsinden verilmiştir (Anonymous, 1999).

#### 3. 2. 4. 5. Yağ

Yoğurt örneklerinde yağ miktarı tayini TS 1330'a göre Gerber metodu ile gerçekleştirilmiştir (Anonymous, 1999).

#### 3. 2. 4. 5.Toplam protein

Yoğurt örneklerinde toplam azotlu maddeler tayini AOAC'e göre Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Analizde Buchi yakma ve destilasyon aygıtlarından yararlanılmıştır. Elde edilen % toplam azotlu madde değeri 6,38 ile çarpılarak % protein değeri hesaplanmıştır (Anonymous, 1990b).

### 3. 2. 4. 6. Tirozin

Spektrofotometrik olarak Hull (1947)'a göre belirlenmiştir. Homojen hale getirilmiş yoğurt örneklerinden 1g alınıp üzerine 4mL saf su ve 0,72N TCA çözeltisinden 10 mL eklenmiş ve tüp karıştırıcıda karıştırılmıştır. Karışım 10 dakika karanlıkta bekletildikten sonra Whatman 42 filtre kağıdından süzölmüştür. Süzöntüden 5 mL alınıp üzerine 10 mL  $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  çözeltisinden eklenmiştir. Karışım üzerine 3 mL fenol çözeltisi eklenerek 3500 devir/dakika santrifüj edilmiş ve 650nm dalga boyunda spektrofotometrik ölçüm alınmıştır. Hesaplamalar oluşturulan standart kurveye göre gerçekleştirilmiştir (Güzel, 1994).

Tirozin kalibrasyon grafiği ve çözeltilerin konsantrasyonları Ek-2'de verilmiştir.

### 3. 2. 4. 7. Reolojik Analizler

Yoğurt örneklerinin kıvam ölçümleri için Tekstür Analizör (Amatec Lloyd Ins.Ltd. UK) aygıtı kullanılmıştır. Bu amaçla analiz 25 mm çapında ve 35 mm uzunluğunda silindirik prob kullanılarak ve 15 mm derinlikte  $0.5 \text{ mm.s}^{-1}$  hız altında gerçekleştirilmiştir. Örneklerin sıcaklıkları ise  $5^\circ\text{C}$  olacak şekilde sabit tutulmuştur.

### 3. 2. 4. 8. Mikrobiyolojik analizler

#### 3. 2. 4. 8. 1. *S. thermophilus* sayımı

Yoğurt örneklerindeki *S. thermophilus* sayılarının saptanabilmesi için M17 agar besiyeri ve dilüsyon sıvısı olarak da tamponlanmış peptonlu su kullanılmıştır. Sayımda dökme plak yöntemi kullanılmıştır (Özbaş,1991, Dave and Shah, 1997). Kültürler  $37^\circ\text{C}$ 'de 48 saat inkübasyona bırakılmışlardır. İnkübasyon sonunda anılan selektif besiyerinde üreyen koloniler sayıma alınmış ve sonuçlar dilüsyon faktörü ile çarpıldıktan sonra log (Cfu/g) olarak ifade edilmiştir.

#### **3. 2. 4. 8. 2. *L. del. subsp.bulgaricus* sayımı**

Yoğurt örneklerindeki *L. del. subsp.bulgaricus* sayılarının saptanabilmesi için MRS agar besiyeri ve dilüsyon sıvısı olarak da tamponlanmış peptonlu su kullanılmıştır. Dökme plak yöntemi, çift katlı ekim tekniği ile uygulanmış, kültürler 37°C'de 72 saat inkübasyona bırakılmışlardır(Özbaş, 1991, Dave and Shah, 1997). Süre sonunda tipik koloniler sayıma alınmış ve sonuçlar dilüsyon faktörü ile çarpıldıktan sonra log (Cfu/g) olarak belirlenmiştir.

#### **3. 2. 4. 8. 3. *L.acidophilus* sayımı**

Yoğurt örneklerindeki *L.acidophilus* sayılarının saptanabilmesi için MMRS agar besiyeri ve dilüsyon sıvısı olarak da tamponlanmış peptonlu su kullanılmıştır. Dökme plak yöntemi, çift katlı ekim tekniği ile uygulanmıştır. Kültürler 37°C'de 72 saat inkübasyona bırakılmışlardır (Özbaş, 1991, Rbyka and Kailasapathy , 1996). Süre sonunda tipik koloniler sayıma alınmış ve sonuçlar dilüsyon faktörü ile çarpıldıktan sonra log (Cfu/g) olarak verilmiştir.

#### **3. 2. 4. 8. 4. Küf ve maya sayımı**

Yoğurt örneklerinde küf ve maya sayımı TS 1330'a göre (Anonymous,1989) Potato Dekstroz Agar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Petri kutularına ekim yapıldıktan sonra 25°C'da 5 gün inkübasyona bırakılmış ve bu süre sonunda sayımlar yapılarak sonuçlar cfu/g olarak verilmiştir.

#### **3. 2. 4. 9. Organik asit ve şeker analizleri için örneklerin hazırlanması ve HPLC sistemi çalışma koşulları**

Yoğurt ve soya sütü örneklerinin HPLC analizleri için 10 mL örnek, 10 mL deiyonize su ile karıştırılmış, daha sonra 10.000 rpm santrifüj edildikten sonra 0.45 µm selüloz asetat filtresinden süzülmüştür. Örnekler böylece HPLC analizi için hazır hale getirilmiştir.

Analizlerde P4000 quaternary pompalı AS3000 autosampler ve spectra sistem SCM1000 degasser bulunan Thermofinnigan HPLC sistemi kullanılmıştır. Şeker analizleri 150 model refraktif indeks dedektör kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Phenomenex Luna NH<sub>2</sub> kolonda ( 4,6 mm ID x 250 mm, 5 µm ), taşıyıcı faz olarak % 75 asetonitril ve % 25 su kullanılmış ve degaze işlemi uygulanmıştır. Kolon sıcaklığı 40 °C'ye, dedektör duyarlılığı 8x ve enjeksiyon miktarı da 20µL ve akış hızı da 1 mL/dak. olarak ayarlanmıştır (Hou et al., 2000).

Organik asit analizleri için ise Phenomenex Luna C-18 kolon ( 4,6 mm x 250mm, 5µm), 0.5 mL/dak. akış hızında kolon sıcaklığı 30°C organik asitlerin en iyi cevap verdiği dalga boyu olan 214 nm'de UV-VIS dedektörde ölçüm yapılmıştır. Taşıyıcı faz olarak sulu 0.1M KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> ( pH 2.4) tamponu kullanılmıştır (Hou et al., 2000).

### **3. 2. 4. 10. Duyusal Muayeneler**

Rasic and Kurman, (1978) tarafından geliştirilen puantaj sistemine göre H.Ü.Gıda Mühendisliği Öğretim Üyelerinden oluşturulan 6 kişilik panelist grubu ile yapılmıştır. Buna ilaveten örneklerin duyusal değerlendirilmesinde Hedonik Değerlendirme yöntemi ile direkt tüketici beğenisini yansıtan bir değerlendirme yapılmıştır. Bu amaçla oluşturulan 10 kişilik farklı bir panelist grubu tarafından da yoğurt örnekleri, "Sevilerek tüketilebilir", "Tüketilebilir" ve "Tüketilemez" şeklinde değerlendirilmiştir.

Duyusal muayenelerde kullanılan panel formları Ek 3'de verilmiştir.

### **3. 2. 4. 11. İstatistiksel Değerlendirmeler**

Yoğurt örneklerinin istatistiksel değerlendirmesinde iki faktörlü tesadüfi bloklar deneme deseni kullanılmıştır. Varyans analizinde önemli çıkan faktörlerin ortalamaları LSD (En küçük önemli fark - Least significant difference) testi ile karşılaştırılmıştır. Bu amaçla SPSS sürüm 9,0 istatistik paket programı kullanılmıştır (Efe vd., 2000).

## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Hammaddenin Bileşim Özellikleri

Çalışmamızda hammadde olarak kullanılan çiğ sütün kalitesinin, üretilen yoğurtların duysal ve reolojik kalitesini etkileyen en önemli faktör olduğu bilinmektedir. Bu amaçla yoğurt üretiminde kullanılan çiğ sütün teknolojik açıdan üretime uygunluğunun saptanması ve bileşim özelliklerinin belirlenmesi önemli bir aşamadır. Bu nedenle iki tekerrür halinde düzenlenen araştırmada kullanılan çiğ sütün, soya sütünün ve karışımının bileşim özellikleri saptanmış ve ortalama değerler standart hataları ile birlikte Çizelge 4. 1. ve 4. 2.'de verilmiştir.

**Çizelge 4. 1.** Araştırmada kullanılan çiğ sütün bileşim özellikleri

Özellik	Değer*
Kurumadde (%)	10,55 ± 0,047
pH	6,62 ± 0,020
Titrasyon Asitliği (SH)	7,55 ± 0,058
Yağ (%)	3,11 ± 0,070
Toplam Protein (%)	3,36 ± 0,010

\*Sonuçlar iki tekerrür ve paralel çalışmaların ortalamalarıdır.

**Çizelge 4. 2.** Araştırmada kullanılan soya sütü bileşim özellikleri

Özellik	Değer*
Kurumadde (%)	8,20 ± 0,052
pH	6,40 ± 0,023
Titrasyon Asitliği (SH)	6,10 ± 0,045
Yağ (%)	1,10 ± 0,014
Toplam Protein (%)	3,15 ± 0,012

\*Sonuçlar iki tekerrür ve paralel çalışmaların ortalamalarıdır.

Araştırmada kullanılan inek sütünün gerek kurumadde gerekse yađ iğeriği bakımından standartlarda bildirilen inek sütün ortalama bileşiminden dűřuk fakat yaz ayları bileşimine yakın değerlerde oldukları anlaşılmaktadır. TS 1018 ęiđ sütün standardında inek sütünün yađ oranının en az % 3,5, titrasyon asitliğinin 6,2 - 8,9 SH (% 0,135 - 0,200 L.A.) ve kurumadde iğeriğinin en az % 12 olması gerektiği ağıklanmaktadır. (Anonymous, 2002). ęiđ sütün analiz sonuğlarının bu değerlerle uyumlu olduğu saptanmıştır. ęalıřmada kullanılmak üzere laboratuvar koşullarında ¼retilen soya sütün bileşim ¼zelliklerinin de yine bu konuda literat¼rdeki değerlere ve bazı ¼lkelerde bulunan standartlarla uyum iğerisinde olduğu g¼r¼lm¼řt¼r. Soya sütünün kurumadde iğeriği Japonya % 8,0, Fransa'da % 7.3 ve ABD'de > % 7.0 olarak verilmiştir. Anılan ¼lkelerde soya sütünün yađ miktarları sırasıyla; % 0.0, > % 1.0 ve % 1.5 olarak verilmektedir (Anonymous, 1996; Garcia et al., 1998).

Yoğurda işlenecek olan sütün kurumaddeyi yağsız s¼ttozu kullanılarak % 15 olarak ayarlandığından ęizelge 4. 3.'de kurumaddeyi arttırılmış olan ęiđ sütün ayrıca bu koşullardaki ¼zellikleri de verilmiştir.

**ęizelge 4. 3.** Araştırmada kullanılan kurumaddeyi arttırılmış ęiđ sütün bileşim ¼zellikleri

¼zellik	Değer*
Kurumadde (%)	15,12 ± 0,120
pH	6,71 ± 0,035
Titrasyon Asitliği (SH)	8,25 ± 0,145
Yağ (%)	3,15 ± 0,020
Toplam Protein (%)	4,78 ± 0,019

\*Sonuçlar iki tekerr¼r ve paralel ęalıřmaların ortalamalarıdır.

Soyalı probiyotik yoğurt ¼retmek amacıyla hazırlanan soya sütün ve inek sütün karışımının bileşim ¼zellikleri ęizelge 4. 4.'de verilmiştir.

**Çizelge 4. 4.** Araştırmada kullanılan çiğ süt ve soya sütü karışımının bileşim özellikleri

Özellik	Değer*
Kurumadde (%)	14,62 ± 0,102
pH	6,65 ± 0,027
Titrasyon Asitliği (SH)	8,14 ± 0,021
Yağ (%)	2,94 ± 0,010
Toplam Protein (%)	4,66 ± 0,013

\*Sonuçlar iki tekerrür ve paralel çalışmaların ortalamalarıdır.

## 4.2. Standart, Probiyotik ve Soya Sütlü Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Analiz Sonuçları

### 4.2.1. Kurumadde sonuçları

Yoğurdun en önemli kalite kriterlerinden olan reolojik özelliklerin üretimde kullanılan sütün kurumadde içeriği, yağ ve protein miktarlarıyla doğrusal bir ilişkisi bulunmaktadır. Kurumadde arttırıldıkça viskozite artmakta ve serum ayrılması da azalmaktadır. Kurumadde içeriğinin arttırılmasının yoğurtlarda pıhtı yapısına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada kurumadde ile viskozite arasında doğrusal, serum ayrılması ile ters bir ilişkisinin, olduğu bildirilmiştir (Atamer ve Sezgin,1986).

Lee et al., (1990) süt ile belli oranlarda peynir suyu protein konsantratu ve yağsız süt tozu ile zenginleştirilen soya sütlerinden yapılan yoğurtlarda % 14,45 – 10,62 arasında kurumadde belirlediklerini bildirmişlerdir. Kurumaddesi yağsız süttözu kullanılarak arttırılan sütler ile yapılan yoğurtlara ait ortalama kurumadde değerleri standart hataları ile birlikte Çizelge 4. 5.'de verilmiştir.

**Çizelge 4. 5.** Yoğurt örneklerinin kurumadde içerikleri

Yoğurt örnekleri	Kurumadde (%)*		
	1.Gün	7.Gün	14.Gün
K1	15,13 ± 0,020 a	15,24 ± 0,012 a	15,32 ± 0,020 a
K2	15,10 ± 0,015 a	15,20 ± 0,010 a	15,26 ± 0,040 a
P	15,04 ± 0,020 a	15,11 ± 0,013 a	15,19 ± 0,022 a

\*Sonuçlar iki tekerrür ve paralel çalışmaların ortalamalarıdır.

\*\* Aynı harfle belirtilen ortalamalar arasında istatistiksel fark yoktur(p<0,05) LSD.

Kontrol yoğurt örneklerinde ve soya sütlü probiyotik yoğurtlarda kurumadde içeriğinin başlangıç ile depolama süreci sonundaki değerleri arasında sayısal olarak düşük düzeylerde farklılaşma görülmüştür. Bu farklılığın istatistiksel olarak da önemli olmadığı yapılan değerlendirmeler sonucunda saptanmıştır ( p>0.05 ). Yoğurt örneklerinin kurumadde değerleri depolama süresince % 15,04 – 15,32 arasında değişmiştir.

Barrantes et al., (1996) üretim öncesinde yoğurt sütü kurumadde % 15,0 olarak standardize edilen yoğurtların 20 günlük depolama sonrasında kurumadde içeriklerinde sistematik bir değişim gözlenmediğini ve sonuçların % 15,0 -15,5 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kınık ve Akbulut, (2001) farklı oranlarda soya sütü eklenerek üretilen soyalı yoğurtların başlangıçta % 15,79 - 15,95 arasında olan kurumadde değerlerinin 21 günlük depolama sonucunda sınırlı bir artış ile 15,93 – 16,07 olarak belirlendiğini bildirmişlerdir. Elde edilen sonuçların literatür ve TS 1330 yoğurt standardı ile uyum içinde olduğu söylenilebilir. Bilindiği gibi kurumadde ve yağ standardizasyonu yapılmadan üretilen yoğurtların duyu, kimyasal ve besleyici kalitesinin olumsuz etkileneceği ve bu iki parametrenin yoğurtta kaliteyi belirleyen önemli bir etkiye sahip olduğu unutulmamalıdır.

#### **4.2.2. Yağ içerikleri**

Araştırmada yoğurt üretimlerinde standardize edilmiş süt kullanıldığı için örneklerin kurumadde de yağ içerikleri arasında önemli bir farklılık beklenmemektedir. Sonuçlar incelendiğinde örneklerin yağ içerikleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (p>0.05). Yoğurt örneklerinin yağ içerikleri

3,01 – 3,13 deęerleri arasında deęiřmiřtir, farklılıęın bu dūřuk dūzeyde kalmasının nedeni olarak ũrũnlere iřlenecek sũtlerin standardize edildikten sonra yoęurda iřlenmesidir. Yoęurt ũrneklerin yaę ięerikleri standart hataları ile birlikte izelge 4. 6. 'da verilmiřtir.

**Çizelge 4. 6.** Yoğurt ũrneklerinin yağ içerikleri

Yoğurt ũrnekleri	Yağ (%)*		
	1.Gũn	7.Gũn	14.Gũn
K1	3,08 ± 0,03 a	3,10 ± 0,05 a	3,13 ± 0,01 a
K2	3,05 ± 0,02 a	3,08 ± 0,02 a	3,12 ± 0,01 a
P	3,01 ± 0,03 a	3,06 ± 0,03 a	3,09 ± 0,02 a

\*Sonuçlar iki tekerrũr ve paralel çalışmaların ortalamalarıdır.

\*\* Aynı harfle belirtilen ortalamalar arasında istatistiksel fark yoktur( $p < 0,05$ ) LSD.

Shelef et al., (1988) tarafından yapılan çalışmalarda sadece soya sũtũ kullanılarak ũretilen yoğurtların yağ miktarlarının %1,8 – 1,2 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmada elde edilen sonuçlar dikkate alındığında ũretilen soyalı probiyotik yoğurtların TS 1330 nolu zorunlu yoğurt standardına gũre yağlı yoğurt sınıfına girdiği belirlenmiştir.

#### 4.2.3. Titrasyon asitliği değerleri

Kaliteli bir yoğurdun tat-koku profilini oluşturan etmenler arasında titrasyon asitliği de yer almakta ve bu değerlerin belirli sınırlar içerisinde kalması gerekmektedir. Bu alt ve ũst sınır değerler aşıldığında yoğurtlarda tat-koku kusurları; yavanlık, aroma noksanlığı veya aşırı asitli tat gibi kusurlar ortaya çıkmaktadır. TS 1330 Yoğurt Standardında alt sınır laktik asit cinsinden % 0.8 ve ũst sınır ise % 1.6 olarak belirtilmiştir. Laktik asit, fermente sũt ũrũnlerinde karakteristik olarak bulunan bir organik asit olup, ũrũnũn kendine ũzgũ tat-koku, aroma ve yapısının oluşmasında ũnemli bir rol oynamaktadır. Öncelikle protein koagũlasyonundan sorumlu olan laktik asit damak zevkine bağlı olarak tũketicisi tercihini belirlemede ve ũrũnũn raf ũmrũ ũzerinde de etkili olmaktadır (Özbaş, 1991 ; Granata and Morr, 1996). Çalışmada ũretilen kontrol ve soyalı probiyotik yoğurt ũrneklerinde TS 1330'da

verilen bu sınır değerlerin içinde kalındığı gözlenmektedir. rnekle rin titrasyon asitliklerine ait veriler standart hataları ile birlikte izelge 4.7.'de verilmiştir.

**Çizelge 4. 7.** Yoğurt örnekle rinin titrasyon asitlikleri

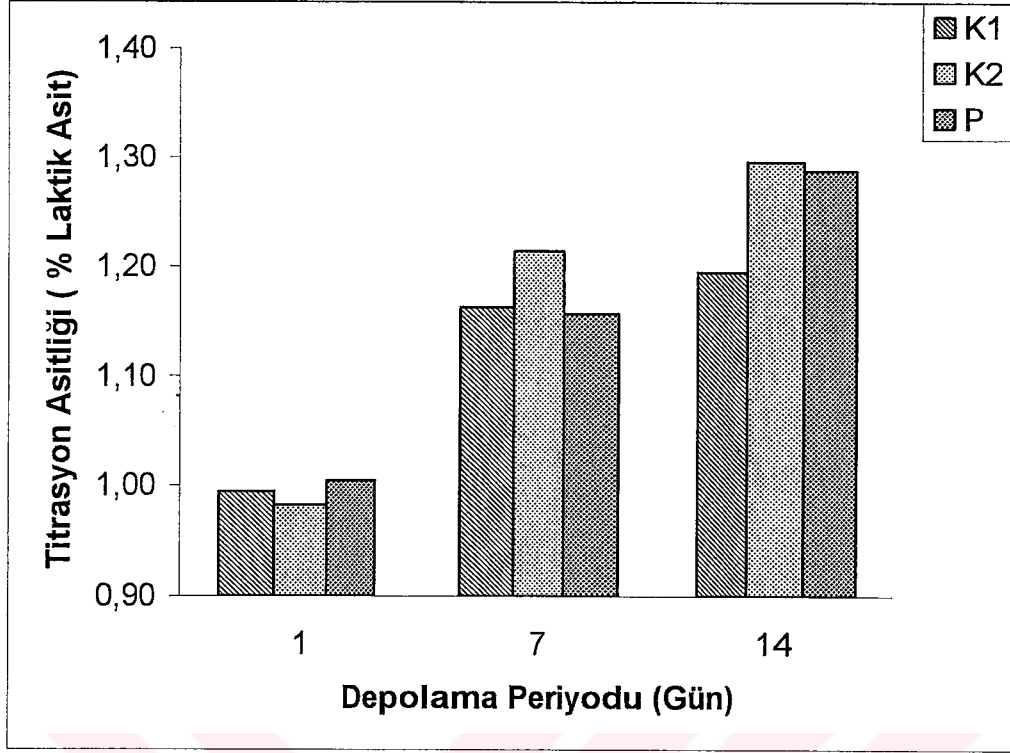
Yoğurt örnekle ri	Titrasyon asitliği (%L.A.)*		
	1.Gün	7.Gün	14.Gün
K1	0,995 ± 0,12 a	1,163 ± 0,32 b	1,195 ± 1,02 d
K2	0,982 ± 0,51 a	1,214 ± 0,30 c	1,296 ± 0,85 e
P	1,005 ± 0,15 a	1,157 ± 0,24 b	1,288 ± 0,55 e

\*Sonuçlar iki tekerrür ve paralel çalışmaların ortalamalarıdır.

\*\* Aynı harfle belirtilen ortalamalar arasında istatistiksel fark yoktur( $p < 0,05$ ) LSD.

Shelef et al., (1988) tarafından yapılan çalışmada soya sütünün *S. thermophilus*, *L. del. subsp. bulgaricus* ve *L. acidophilus* starter kültürleri ile fermantasyonu gerçekleştirilmiş ve 24 saat sonra 0,49 % LA değerlerine ulaştığı gözlenmiştir. Sadece soya sütü kullanılarak üretilen yoğurtların asitlik gelişiminin yeterli düzeyde olmadığının belirtildiği çalışmada % 3 oranında sakkaroz ilavesinin asitlik gelişimini olumlu yönde etkilediği ve asitlik değerini 0,64 % LA seviyelerine çıkardığı belirtilmiştir. Bu alanda yapılan çalışmalarda soya sütüne inek sütü katkılarının eklenmesinin asitlik gelişimi açısından bir zorunluluk olduğu da belirtilmektedir.

Araştırma sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesinde örnekle rin titrasyon asitliği değerlerinin başlangıç ve depolama periyodu boyunca normal bir artış eğiliminde olduğu gözlenmiştir. Depolama periyodunun ve örnek değişkeninin titrasyon asitliği üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). rnekle rin arasındaki fark incelendiğinde; 1. günde örnekle r arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p > 0,05$ ). 7. günde K2, K1 ve P örnekle ri arasındaki fark ile 14. günde K1, K2 ve P örnekle ri arasındaki farkın önemli olduğu ( $p < 0,05$ ) saptanmıştır. rnekle rin depolama süresi boyunca titrasyon asitliği değişimini gösteren Şekil 4.1. incelendiğinde, tüm örnekle rde depolama süresince bir artışın söz konusu olduğu görülmektedir.



**Şekil 4. 1.** Yoğurt örneklerinde depolama süresince titrasyon asitliği değişimi

Son dönem için örnekler birbirleriyle karşılaştırıldığında en yüksek titrasyon asitliğine sahip olan yoğurtların *L.acidophilus* içeren örnekler olduğu belirlenmiştir. Anılan örneklerde titrasyon asitliğinin yüksek olmasının nedeninin laktoz hidrolizasyonunu gerçekleştiren  $\beta$ -galaktozidaz aktivitesinin *L. acidophilus*'da fazla olması gösterilebilir. İnkübasyon sonrası asitlik değişiminin, ürünün dayanımı yani, tüketilebilme özelliğini kaybetmeksizin saklanabileceği sürenin belirlenmesi açısından da önemli olduğu vurgulanmaktadır ( Sezgin vd., 1988).

#### 4.2.4. pH değerleri

Yoğurda işlenen sütün inkübasyon sırasında koagülasyonu genellikle pH 5.3'de başlamakta, pH 5.0'da ise gözle fark edilebilir düzeye gelmektedir. pH 4.7'de ise pıhtılaşma tamamlanmaktadır. Genel olarak yoğurt üretiminde inkübasyon işleminin tamamlanmasına pH kontrolü yapılarak karar verilmektedir. Depolama koşullarındaki asitlik gelişimi hızına, başlangıç pH değerinin önemli ölçüde etki ettiği bildirilmektedir (Atamer ve Sezgin, 1987). Yoğurt örneklerinin pH değerleri standart hataları ile birlikte Çizelge 4. 8.'de verilmiştir.

**Çizelge 4. 8. Yoğurt örneklerinin pH değerleri**

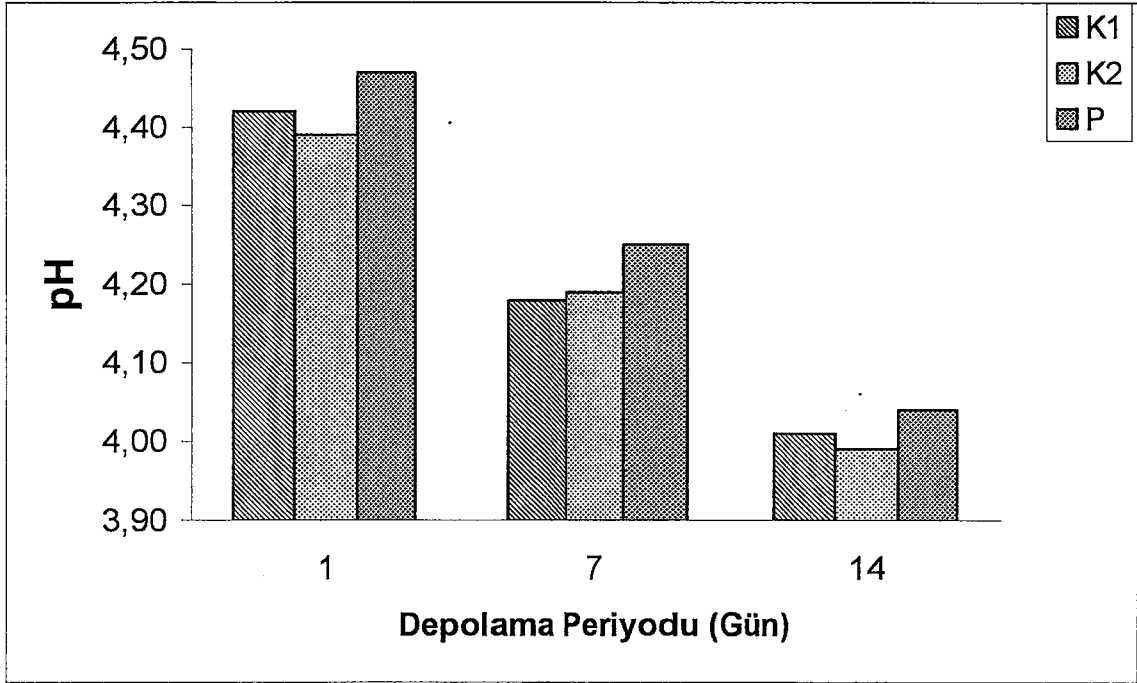
Yoğurt örnekleri	pH değerleri*		
	1.Gün	7.Gün	14.Gün
K1	4,42 ± 0,04 a	4,18 ± 0,01 b	4,01 ± 0,04 c
K2	4,39 ± 0,02 a	4,19 ± 0,05 b	3,99 ± 0,02 c
P	4,47 ± 0,01 a	4,25 ± 0,01 b	4,04 ± 0,06 c

\*Sonuçlar iki tekerrür ve paralel çalışmaların ortalamalarıdır.

\*\* Aynı harfle belirtilen ortalamalar arasında istatistiksel fark yoktur( $p < 0,05$ ) LSD.

Örneklerin 1.günde gösterdiği pH değerleri 4,39 - 4,47 arasında değişmektedir. Depolama süresince bütün örneklerde pH'daki düşüşler birbirlerine yakın sınırlarda devam etmiş ve 14. günde 3,99 - 4,01 değerleri arasında değişmiştir.

Yoğurt örneklerinin pH değerleri üzerine depolamanın etkisinin önemli olduğu ( $p < 0,05$ ) belirlenmiştir. Depolamanın 1., 7. ve 14. günler arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). 1., 7. ve 14. günlerde örnekler arasındaki farklılığın ise önemsiz olduğu belirlenmiştir ( $p > 0,05$ ). Örneklerin depolama süresi boyunca pH değişimini gösteren Şekil 4. 2. incelendiğinde, tüm örneklerde depolama süresince pH'da bir düşme görülmektedir.



**Şekil 4. 2.** Yoğurt örneklerinde depolama süresince pH değişimi

#### 4.2.5. Protein değerleri

Hammadde olarak kullanılan ve kurumaddesi artırılarak standardize edilmiş çiğ sütün protein içeriği % 4,78 ve soya sütünün protein içeriği de % 3,15 olarak saptanmıştır (Çizelge 4. 2.). Hammadde protein içeriklerindeki bu farklılıktan dolayı % 15 soya sütü içeren yoğurt örnekleri protein içeriklerinin % 100 inek sütü içeren örneklere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin protein değerleri Çizelge 4.9.'da verilmektedir.

Shelef et al., (1988) çalışmalarında soya sütü protein içeriğinin % 1,9 – 3,3 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca piyasada satılan ticari soya sütlerindeki protein değerinin, laboratuvarında hazırlanan soya sütlerine kıyasla daha düşük olduğu saptanmıştır. Yoğurt örneklerinin protein içerikleri standart hataları ile birlikte Çizelge 4. 9.'da sunulmuştur.

**Çizelge 4. 9.** Yoğurt örneklerinin protein değerleri

Yoğurt örnekleri	Protein değerleri (%)*		
	1.Gün	7.Gün	14.Gün
K1	5,30 ± 0,017 a	5,33 ± 0,036 a	5,37 ± 0,015 a
K2	5,30 ± 0,012 a	5,33 ± 0,035 a	5,35 ± 0,044 a
P	5,20 ± 0,021 a	5,25 ± 0,019 a	5,29 ± 0,059 a

\*Sonuçlar iki tekerrür ve paralel çalışmaların ortalamalarıdır.

\*\* Aynı harfle belirtilen ortalamalar arasında istatistiksel fark yoktur( $p < 0,05$ ) LSD.

Yoğurt örneklerinin protein değerleri üzerine depolamanın ve örnek değişkeninin etkisinin önemsiz olduğu ( $p > 0,05$ ) görülmüştür. 1., 7. ve 14. günlerde örnekler arasındaki farklılıkların da önemsiz olduğu saptanmıştır ( $p > 0,05$ ).

Yazıcı ve Akgün, (2003) gerçekleştirdikleri çalışmada inek sütü, inek sütü + soya sütü kullanılarak üretilen yoğurtların protein içeriklerindeki depolama süresince değişim aralığını % 10,92 -13,91 olarak bildirmişlerdir. Örneklerin protein içeriklerindeki bu farklılığın üretimde kullanılan katkı maddelerinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Depolama süresince ise örneklerin protein içerikleri 7.gün % 12,18 ve 14. gün % 12,40 olarak saptanmış ve bu farklılığın istatistiksel açıdan önemsiz seviyede olduğu bildirilmiştir, ulaşılan değerlerin 1.gün protein değerlerinden yüksek olduğunu belirtmiştir.

#### 4.2.6. Tirozin Değerleri

Sütteki kazeinin parçalanma ürünlerinden olan aminoasitler laktik starterlerin gelişmelerinde etkin rol oynamaktadırlar. Rasic ve Kurman, (1978) tarafından soğukta depolama sırasında üründeki serbest aminoasit içeriğinin arttığı bildirilmiştir. Proteoliz sonucu oluşan parçalanma ürünlerinin yoğurt aroması üzerine olumsuz etki yaratabildiği belirtilmiş ve parçalanma düzeyinin belirlenmesinde yararlanılan tirozin değerinin 0.5 mg / 5mL'den fazla olduğunda üründe bozuk tat-kokunun ortaya çıktığı açıklanmıştır (Özbaş, 1991). Örneklerin tirozin içerikleri standart hataları ile birlikte Çizelge 4. 10'da verilmiştir.

**Çizelge 4. 10.** Yoğurt örneklerinin tirozin içerikleri

Yoğurt örnekleri	Tirozin (mg/g)*		
	1.Gün	7.Gün	14.Gün
K1	0,0731 ± 0,0025 a	0,0925 ± 0,0016 b	0,0985 ± 0,0009 b
K2	0,0658 ± 0,0032 a	0,0842 ± 0,0019 b	0,1222 ± 0,0020 c
P	0,0808 ± 0,0017 ab	0,0891 ± 0,0033 b	0,1461 ± 0,0034 d

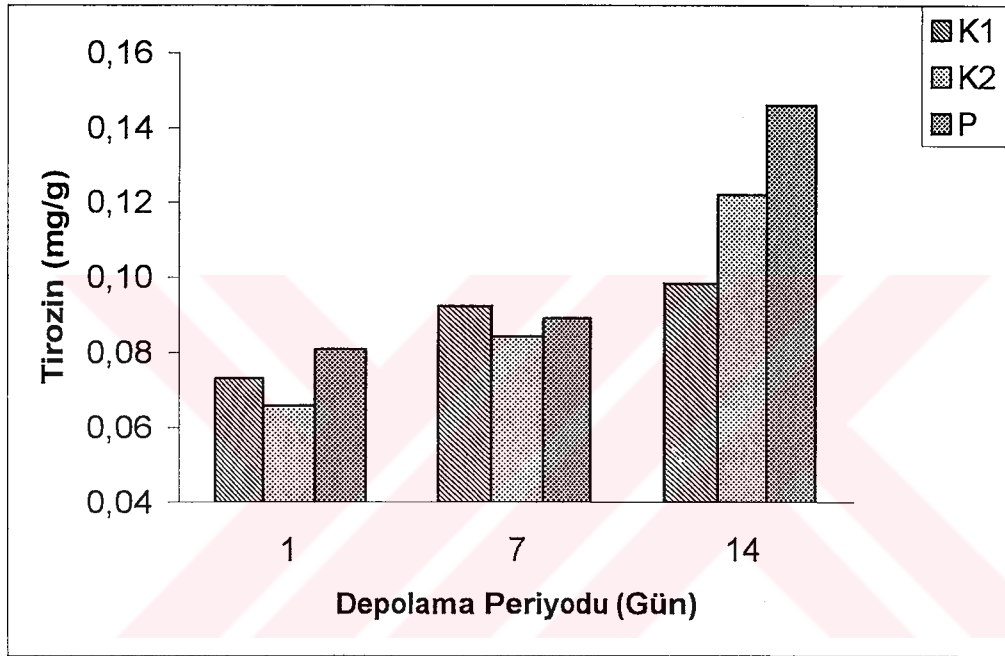
\*Sonuçlar iki tekerrür ve paralel çalışmaların ortalamalarıdır.

\*\* Aynı harfle belirtilen ortalamalar arasında istatistiksel fark yoktur(p<0,05) LSD.

Yapılan araştırmalarda *L. acidophilus* kullanılarak üretilen yoğurtların proteoliz düzeylerinin standart yoğurt starterleri kullanılarak üretilen yoğurtlara göre daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Tirozin değerlerinin bütün depolama süreci göz önüne alındığında da soyalı ürünlerde en yüksek değerde olduğu saptanmıştır. Lee et al., (1990) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada inek sütü kullanılarak üretilen yoğurtların tirozin değeri 1,31 g/100g olarak saptanırken soya sütü içeren örneklerindeki miktarın 1,88 – 1,98 g/100g aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Jimenez and Sanchez, (2003) tarafından gerçekleştirilen diğer bir araştırmada da soya sütü ile üretilen yoğurtların proteoliz düzeylerinin yüksek olduğu ancak bu durumun fasulye tat-kokusunu maskeleyemeye yardım edecek düzeylerin üzerine çıkmadığını bildirmişlerdir.

Sezgin vd., (1996) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada *L.acidophilus* ve *B.bifidum* içeren örneklerin en yüksek tirozin içeriğine sahip olduğu bu değerlerin 1. gün 0,136 mg/g 7. günde 0,144 mg/g ve 14. günde 0,166 mg/g olarak saptandığı bildirilmiştir. Özbaş (1991), gerçekleştirdiği çalışmasında kontrol örneğinde başlangıç ve 14 günlük depolama sonunda tirozin içeriğini 0,0375 – 0,0613 mg/mL olarak bildirmiş ve *L.acidophilus* içeren örneklerde ise bu aralığı 0,0517 – 0,0934 mg/mL olarak saptamıştır. Acidophilus'lu yoğurt örneklerinde en yüksek tirozin içeriğine sahip örneklerin Yoğurt kültürü : *L.acidophilus* oranı 1:3 olan yoğurtlarda saptandığını bildirmiştir. Shiata and Shah, (2000) yoğurt starterleri ve probiyotik kültürlerin proteolitik aktivitelerini karşılaştırdıkları çalışmalarında *L.acidophilus*'un *Bifidobacterium* spp. göre daha yüksek proteolitik aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir.

Elde edilen analiz sonuçlarına göre depolama süreci boyunca K1, K2 ve P örneklerinde farklı düzeylerde artışlar gözlemlenmektedir. Fermente süt ürünlerinin üretimi ve depolanması sırasında proteolizin arttığı birçok araştırmacı tarafından da belirtilmektedir. Araştırmada örneklerin tirozin değerlerinin de bu konuda yapılan çalışmalara uyumlu bir şekilde değiştiği gözlenmiştir. Çalışmada saptanan örneklere ait tirozin değerleri Şekil 4. 3'de görüleceği gibi depolama süresince artış göstermiştir.



**Şekil 4. 3.** Yoğurt örneklerinde depolama süresince tirozin değerlerindeki değişim.

Araştırma sonucunda ortaya çıkan tirozin değerlerinin ürünün duyu muayeneleri sırasında da panelistlerce verilen tat-koku puanları ile de kabul edilebilirlik açısından uyduğu belirlenmiştir. Depolamanın 7. gününde tat açısından en fazla beğenilen P kodlu örneğin 14. günde proteolizdeki artışın sonucu olarak puanları düşmüştür. İstatistiksel değerlendirme sonucunda tirozin içerikleri üzerine depolamanın ve örnek bileşenlerinin etkisi önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Depolamanın tamamında örnekler arasındaki farklılık önemli olarak saptanmıştır.

( $p < 0,05$ ). 14. günde bütün örneklerin arasındaki farklılık önemli bulunurken ( $p < 0,05$ ), 1. ve 7. günde örnekler arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ( $p > 0,05$ ).

#### 4.2.7. Reolojik analiz sonuçları

Araştırmamızda yoğurt örneklerinin sertlik (Hardness) değerlerinde başlangıçtan depolama periyodu sonuna kadar farklı artışlar gözlenmiştir. Kontrol K1 örneğinin başlangıç sertlik değeri 1,0825 N olup, 14.günde bu değer 1,6324'e yükselirken, soyalı probiyotik yoğurdun (P) sertlik değeri 0,6473 den 14. günde 0,6925 değerine yükselmiştir. Yoğurt örneklerinin tekstür değerleri standart hataları ile birlikte Çizelge 4. 11'de verilmektedir.

**Çizelge 4. 11.** Yoğurt örneklerinin sertlik verilerine ilişkin değerler

Yoğurt örnekleri	Sertlik (N)*		
	1.Gün	7.Gün	14.Gün
K1	1,0825 ± 0,061 a	1,3401 ± 0,087 d	1,6324 ± 0,013 e
K2	0,8196 ± 0,037 b	0,9120 ± 0,032 b	1,0057 ± 0,021 a
P	0,6473 ± 0,028 c	0,6885 ± 0,046 c	0,6925 ± 0,018 c

\*Sonuçlar iki tekerrür ve paralel çalışmaların ortalamalarıdır.

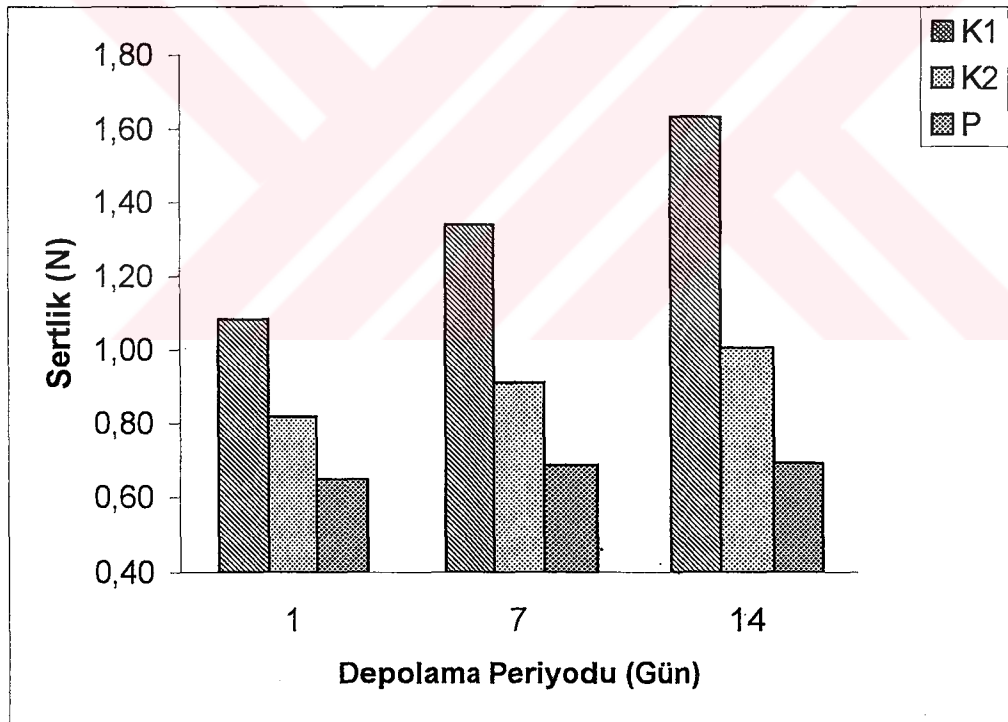
\*\* Aynı harfle belirtilen ortalamalar arasında istatistiksel fark yoktur( $p < 0,05$ ) LSD.

Sertlik analiz sonuçlarının, duyu analizler sırasında da panelistler tarafından saptanan soyalı örneklerdeki gevşek yapı değerlendirmeleri ile de uyumlu olduğu belirlenmiştir. Soyalı örneklerde saptanan kısmen gevşek yapı depolamanın 7. ve 14. günlerinde olumlu yönde bir gelişme göstermiştir.

Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda depolamanın ve örnek değişkeninin yoğurtların tekstür değerlerine etkisi önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Anılan örnekler arasındaki farklılıklar da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). K1 ve K2 örneklerinin 1., 7. ve 14 günleri arasındaki farklılığı önemli olduğu ( $p < 0,05$ ) bulunurken, P örneğinin depolama süresince ortalamaları arasındaki farklılığının önemsiz olduğu saptanmıştır ( $p > 0,05$ ).

Torre et al., (2003) yoğurtların sertlik değerlerinin kurumadde ve protein içeriği ile bağlantılı olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmalarında kullandıkları ticari kültürlerden *L.acidophilus* içeren ve egzopolisakkarit üretebilen probiyotik kültürlerden üretilen yoğurtların sertlik değerlerinin 1,8 – 2,4 N arasında değişirken egzopolisakkarit üretmeyen kültürlerden üretilen yoğurtların sertlik değerlerinin 1,6 – 1,9 N arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Oliveira et al., (2001) yaptıkları bir çalışmada, protein içeriği düşük olan probiyotik yoğurtların sertlik değerlerinin bir haftalık depolama sonunda 0,115 – 0,251 N arasında değiştiğini protein içeriği yüksek olan ürünlerde ise bu değerlerin 0,482 – 0,685 N arasında farklılık gösterdiğinin bildirilmektedirler. Ayrıca karışık kültür kullanımının da sertlik değerini olumlu yönde etkilediği ifade edilmektedir. Çalışmada saptanan örneklerle ait sertlik değerleri Şekil 4. 4'de görülmektedir.



Şekil 4. 4. Yoğurt örneklerinde depolama süresince sertlik değerlerindeki değişim

#### 4.2.8. Şeker ve organik asit sonuçları

Örneklerdeki laktoz içeriğinin fermantasyon süresince beklenen bir şekilde azaldığı ve buna paralel olarak da glukoz + galaktoz miktarında da sayısal olarak bazı artışlar olduğu saptanmıştır. Soya sütü probiyotik yoğurt örneklerindeki laktoz miktarının ise kontrol örneklerine göre daha düşük düzeylerde seyrettiği Çizelge 4.12'den izlenmektedir. Soya sütü içeriğinde bulunan sakarozda da depolama süresince bir azalma söz konusudur.

Soya sütünün temel oligosakkarit bileşenleri olan rafinoz ve stokiyoz'un miktarı ise soya sütü üretim koşullarına bağlı olarak farklı seviyelerde olabilmektedir. Anılan oligosakkaritlerin de fermantasyonun ilk gününde tamamının üründeki starter kültürler tarafından kullanıldığı saptanmıştır. Örneklerin oligosakkaritleri içermemesi bu oligosakkaritlerin oluşturduğu rahatsızlıkların ortadan kalkması açısından ayrı bir önem taşımaktadır. Yoğurt örneklerinin şeker içerikleri Çizelge 4. 12.'de verilmiştir.

**Çizelge 4. 12.** Yoğurt örneklerinin şeker içerikleri

		Örneklerdeki miktarlar(mg/g)				
		Oligosak.	Laktoz	Sakaroz	Fruktoz	Glukoz + Galaktoz
1.Gün	K1	-	47,03 a	-	-	7,0478 a
	K2	-	47,31 a	-	-	6,6968 b
	P	-	37,47 b	0,8438 a	-	6,7677 b
7.Gün	K1	-	45,22 c	-	-	7,9378 c
	K2	-	44,33 c	-	-	7,6058 d
	P	-	36,95 d	0,8211 a	-	6,8028 b
14.Gün	K1	-	42,12 e	-	-	8,7857 e
	K2	-	41,96 e	-	-	8,6296 e
	P	-	34,40 f	0,8032 a	-	6,9436 b
Soya Sütü		0,95	-	6,030	0,425	0,070

\*\* Aynı harfle belirtilen ortalamalar arasında istatistiksel fark yoktur(p<0,05) LSD.

Sonuçların istatistiksel değerlendirmesinde ise depolama ve örnek değişkeninin örneklerin şeker içeriğine etkisi önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Depolama süresinin tamamında P örneği ile K1 ve K2 arasındaki istatistiksel farklılık önemli bulunurken ( $p < 0,05$ ), Depolama süresince K1 ve K2 arasındaki farklılığın önemsiz olduğu saptanmıştır ( $p > 0,05$ ).

Araştırmada elde edilen sonuçların bu konuda yapılan farklı çalışmalarla paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Lee et al., (1990) süt ve soya sütü esaslı yoğurt örneklerinin kimyasal ve duyuşal niteliklerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, %5 serum proteini + soya sütü esaslı yoğurt örneklerinde şeker konsantrasyonlarını (mg/g) glukoz + galaktoz 16,3, laktoz 5,8, rafinoz 0,64 ve stokiyoş 3,33 olarak belirlemişlerdir. Aynı çalışmada süt esaslı yoğurda ait şeker değerleri de; glukoz +galaktoz 34,2 ve laktoz 56 olarak saptanırken rafinoz ve stokiyoş'a ise rastlanmamıştır. Soya sütü fermantasyonun incelendiği bir diğere çalışmada *S.thermophilus* ile fermantasyona tabi tutulan soya sütlerinde 32 saatlik fermantasyon sonrasında oligosakkaritlerin ve fruktozun tamamen parçalandığı belirtilmiştir. Aynı çalışmada soya sütlerinin sakkaroz içeriğinin de 11,53 mmol/L olduğu bildirilmiştir (Wang et al., 2003).

P örneklerinin depolama süresince laktoz içeriklerinde görülen ve istatistiksel açıdan önemli bulunan düşüşlerin bu örneklerde yer alan starter bakterileri tarafından daha çok kullanıldığını ve ortaya çıkan monosakkaritlerden organik asit üretildiği anlaşılmaktadır (Çizelge 4.13.).

Son yıllarda yoğurt ve diğere fermente süt ürünleri tüketiminde görülen büyük artışların anılan ürünlerin fonksiyonellik imajlarının benimsenmesinden kaynaklanmaktadır. Bazı organik asitlerin belirli hastalıkları tedavi edici rol oynadığı, bu arada laktik asitin yoğurda bulaşu yolu ile geçen birtakım patojen bakterileri inhibe edici rol oynadığı bildirilmektedir (Garcia and Mc Gregor, 1994; Akın, 1997).

Örneklerin asetik asit değerleri kullanılan kültüre bağılı olarak çok düşük düzeylerde olduğundan saptanamamıştır. Lee et al., (1990) süt ve soya sütü esaslı yoğurt örneklerinin kimyasal ve duyuşal niteliklerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, süt esaslı yoğurda ait organik asit konsantrasyonlarını(mg/g) sitrik asit

1,40, laktik asit 16,22 ve asetik asit 0,11 olarak saptanmıştır. %5 serum proteini + soya sütü esaslı yoğurt örneklerindeki organik asit değerleri ise; sitrik asit 1,63 ve laktik asit 10,24 olarak bulunurken asetik asit'e ise rastlanmamıştır. Wang et al., (2003) ve Granata and Morr, (1996) da soya sütü ile üretilen yoğurtlar üzerine gerçekleştirdikleri çalışmalarında da benzer şekilde asetik asit saptanamamıştır. Araştırmada elde edilen organik asit sonuçları Çizelge 4. 13'de verilmiştir.

**Çizelge 4. 13.** Yoğurt örneklerinin organik asit içerikleri

Depolama	Örnekler	Örneklerdeki miktarlar(mg/g)		
		Laktik asit	Sitrik asit	Asetik asit
1.Gün	K1	16,51 a	0,95 a	Saptanmamıştır
	K2	17,05 b	0,74 b	Saptanmamıştır
	P	17,84 c	0,36 c	Saptanmamıştır
7.Gün	K1	18,89 d	0,98 a	Saptanmamıştır
	K2	18,34 e	0,66 b	Saptanmamıştır
	P	18,02 c	0,34 c	Saptanmamıştır
14.Gün	K1	19,62 f	0,97 a	Saptanmamıştır
	K2	19,93 g	0,68 b	Saptanmamıştır
	P	18,03 c	0,30 c	Saptanmamıştır
<b>Soya Sütü</b>		-	0,14	Saptanmamıştır

\*\* Aynı harfle belirtilen ortalamalar arasında istatistiksel fark yoktur( $p < 0,05$ ) LSD.

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre laktik asit değerleri kontrol K1 ve K2 yoğurtlarında 16,51 – 19,93 mg/g arasında değişirken bu durum soya sütlü örneklerde 17,84 – 18,03 mg/g değerleri arasında bulunmuştur. Örneklerin 14. gün laktik asit içeriklerindeki yükselmeler duyusal analizler sırasında panelistler tarafından belirtilen değerlendirmelerle de uyum içindedir. Benzer konuda yapılan bir çalışmada laktik asit değerlerinin 15,83 – 19,55 mg/g arasında değiştiği bildirilmektedir. Aynı çalışmada asetik değerlerinin de 0,063 - 0,07 mg/g arasında değiştiği belirtilmiştir (Akalin vd., 1998). Süt ürünlerinin organik asit düzeylerinin araştırıldığı bir diğer çalışmada yoğurt örneklerinin laktik asit düzeyleri 19,60 mg/g ve sitrik asit miktarları ise 0,60 mg/g olarak bulunmuştur (Bevilacqua and Califano, 1989).

Araştırmada elde edilen sonuçların istatistiksel değerlendirmesinde ise depolama ve örnek değişkeninin laktik asit düzeyi üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Sitrik asit miktarı üzerine örnek değişkeninin etkisi önemli bulunurken depolamanın etkisinin önemsiz olduğu saptanmıştır ( $p > 0,05$ ). Laktik asit miktarlarının örnekler arası farklılıklarının incelenmesinde ise 1., 7. ve 14. günler arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Ayrıca örnekler arasındaki farkın bütün gruplar için önemli olduğu saptanmıştır ( $p < 0,05$ ).

Soğukta depolama sırasında yoğurtların laktik asit içeriklerinin arttığı Atamer ve Sezgin, (1987) tarafından açıklanmıştır. Diğer bazı araştırma sonuçları da bu yönde bir eğilim göstermektedir. Soya sütlü probiyotik yoğurtlarda laktik asit düzeyinde görölen artışın ise kontrol gruplarına göre daha düşük düzeyde olduğu saptanmıştır. Bu durum soyalı probiyotik yoğurtların tüketilebilirliğini de olumlu yönde etkilemiştir.

Soya sütü ile üretilen yoğurtların incelendiği bir diğer çalışmada laktik asit miktarlarının soya sütlü örneklerde daha düşük düzeylerde bulunduğu bildirilmektedir (Lee et al., 1990). Granata and Morr, (1996) tarafından yapılan bir çalışmada yoğurtlardaki laktik asit konsantrasyonunun ve tüketilebilirliğinin, depolama süresince düşük düzeylerdeki sineresisten önemli ölçüde etkilendiğini bildirmişlerdir. Yalnızca soya sütü ile üretilen yoğurtların laktik asit düzeylerinin inek sütü ile üretilen yoğurtlara göre çok düşük değerlerde olduğunu buna karşılık soya sütüne süt tozu gibi katkıların katılması ile laktik asit düzeyinin standart yoğurt düzeylerine çıktığı bildirilmiştir.

Gerçekleştirilen şeker ve organik asitlerin HPLC analiz standartları ile örneklere ait kromotogramlar EK 6'da sunulmuştur.

#### **4. 2. 9. Mikrobiyolojik analiz sonuçları**

Soya sütünden laktik asit bakterileri fermentasyonu ile yoğurt üretimi araştırmaları her geçen gün önem kazanmaktadır. Soya sütünün inek sütüne benzer özellikleri, yoğurdun fonksiyonel özelliklerini geliştirmesi ve maliyetlere olan düşürücü etkisi bu konunun önemini arttırmıştır. Ancak soya sütü içerisinde bulunan oligosakkaritler ticari kültürlerin tamamının bu amaçla kullanılmasını

sınırlandırmaktadır. Bu nedenle yapılan ön denemeler sonucunda soyalı probiyotik yoğurt üretimi için, soya sütü oligosakkaritlerini ve sakarozu kullanabilen ticari kültürlerden olan ve probiyotik özellikteki *L.acidophilus* ile klasik set yoğurt kültürlerinin bir arada kullanılmasına karar verilmiştir.

#### 4. 2. 9. 1. *S.thermophilus* sayımı sonuçları

Yoğurtta kullanılan starter kültür içerisinde yer alan *S. thermophilus*'un sayısı tüm örneklerde depolama süresince bir artış göstermiştir. P kodlu örnekteki *S. thermophilus* değeri başlangıçta kontrol gruplarına göre en düşük değer olan 8,55 log(Cfu/g) iken 14. gün sonunda 9,04 log(Cfu/g) değerine yükseldiği saptanmıştır. En yüksek *S. thermophilus* sayısının K2 örneğinde ve 14. günde elde edildiği Çizelge 4. 14'de görülmektedir.

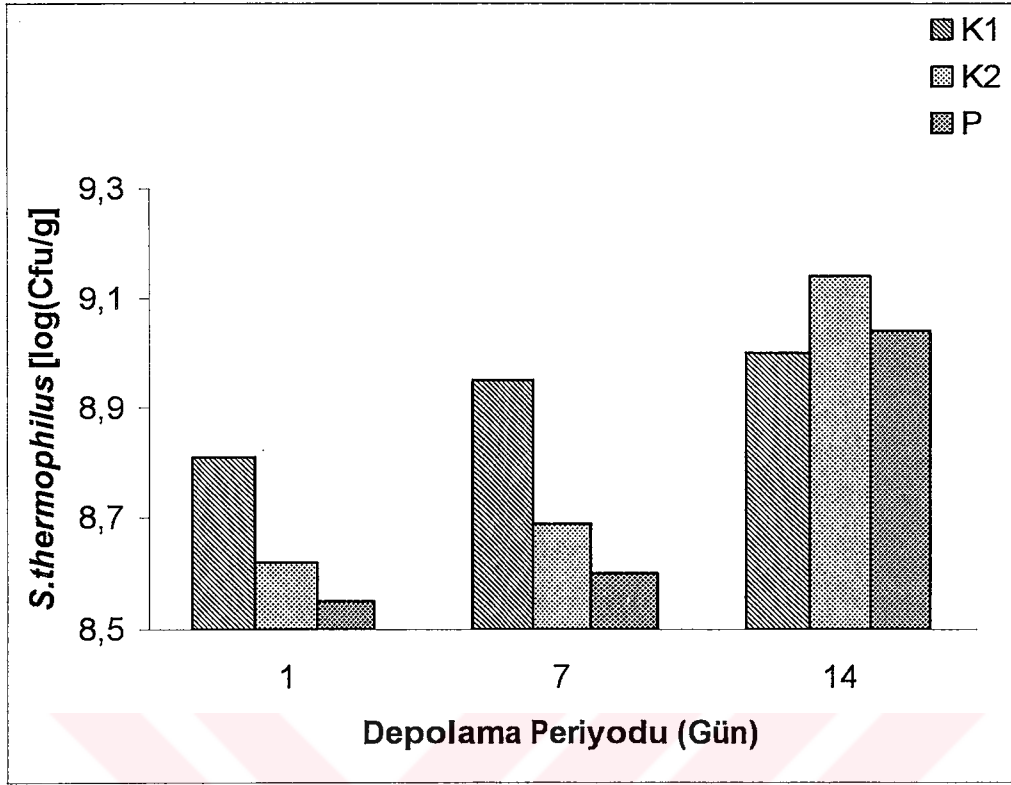
**Çizelge 4. 14.** Deneme üretiminde yoğurt örneklerinde *S. thermophilus* sayım sonuçları

Gün	<i>S.thermophilus</i> [log(Cfu/g)]*		
	K1	K2	P
1	8,81 ± 0,04 a	8,62 ± 0,05 b	8,55 ± 0,03 b
7	8,95 ± 0,05 a	8,69 ± 0,07 b	8,60 ± 0,06 b
14	9,00 ± 0,07 a	9,14 ± 0,06 a	9,04 ± 0,04 a

\*Sonuçlar iki paralel çalışmanın ortalaması alınarak hesaplanmıştır

\*\* Aynı harfle belirtilen ortalamalar arasında istatistiksel fark yoktur(p<0,05) LSD.

Sonuçların istatistiksel değerlendirmesinde depolama periyodunda günler arasındaki farkın önemli olduğu saptanmıştır (p<0,05). Örnekler arasındaki farklılıkların değerlendirmesinde ise 1. ve 7. günlerde K1 ile K2 ve P örnekleri arasındaki farklılık önemli bulunurken (p<0,05), K2 ile P örnekleri arasındaki farklılığın önemsiz olduğu bulunmuştur (p>0,05). 14. günde ise K1, K2 ve P örnekleri arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur (p>0,05). Örneklerin *S. thermophilus* sayılarında görülen depolama periyodundaki değişim Şekil 4.5'de verilmiştir.



**Şekil 4. 5.** Yoğurt örneklerinin *S. thermophilus* sayım sonuçları

Özbaş (1991), tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada farklı oranlarda *L. acidophilus* içeren acidophilus'lu yoğurtların *S. thermophilus* sayısında 7,51 – 8,39 log(Cfu/g) arasında değişim gerçekleştiği ve depolama süresince de bir artış gözlemlendiği bildirilmiştir. Chumchuere and Robinson, (1999) tarafından laktik starter kültürlerin soya sütündeki oligosakkaritleri metabolize edebilme yeteneklerinin araştırıldığı bir çalışmada soya sütü fermantasyonu için en uygun kültür kombinasyonunun *S. thermophilus* ve *L. del. subsp. bulgaricus* olduğu bildirilmiştir. Fermantasyonun ilk 10 saatlik süresi sonunda *S. thermophilus* ve *L. del. subsp. bulgaricus* değerlerinin en yüksek düzey olan sırasıyla 10,24 log(Cfu/g) ve 10,60 log(Cfu/g) seviyelerine geldiğini ve 24 saat sonunda ise 9,50 log(Cfu/g) ve 10,50 log(Cfu/g) sayılarına gerilediğini bildirmişlerdir.

#### 4. 2. 9. 2. *L. del. subsp. bulgaricus* sayımı sonuçları

Yoğurtta kullanılan starter kültür içerisinde yer alan *L. del. subsp. bulgaricus*'un sayısı kontrol grubu K1 örneklerinde depolamanın 7. gününde artmış daha sonra kısmen stabil kalmıştır. K2 kontrol grubunda ise depolama süresince bir azalma görülmüştür. P kodlu soyalı örnekteki *L. del. subsp. bulgaricus* değeri başlangıçta kontrol gruplarına göre yüksek bir değer olan 8,36 log(Cfu/g) iken 14. gün sonunda 8,11 log(Cfu/g) değerine düştüğü saptanmıştır. Ancak bu değer örnekler içerisindeki en yüksek saptama olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlar standart hataları ile birlikte Çizelge 4. 15'de verilmiştir.

**Çizelge 4. 15.** Deneme üretiminde yoğurt örneklerinde *L. del. subsp. bulgaricus* sayım sonuçları

Gün	<i>L. del. subsp. bulgaricus</i> [log(Cfu/g)]*		
	K1	K2	P
1	7,84 ± 0,03 a	8,23 ± 0,07 b	8,36 ± 0,06 b
7	8,07 ± 0,05 c	7,95 ± 0,08 a	8,32 ± 0,05 b
14	8,00 ± 0,06 c	7,77 ± 0,04 a	8,11 ± 0,07 c

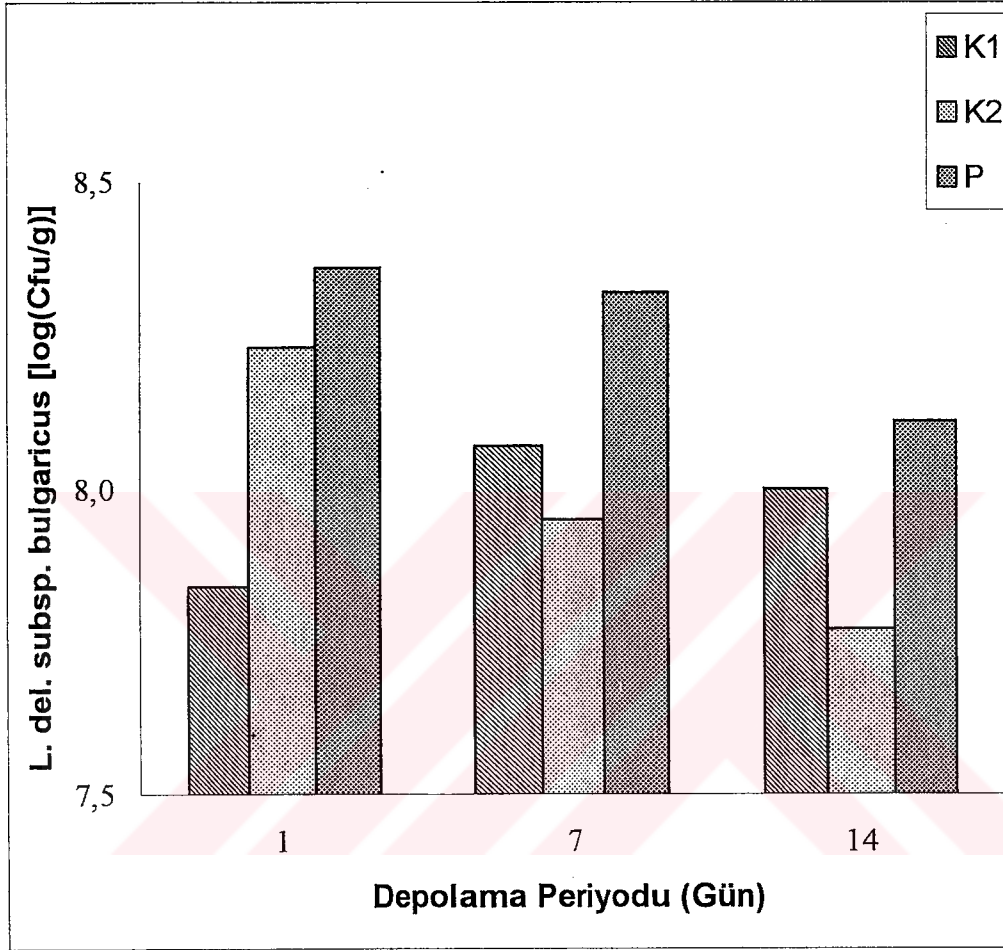
\*Sonuçlar iki paralel çalışmanın ortalaması alınarak hesaplanmıştır

\*\* Aynı harfle belirtilen ortalamalar arasında istatistiksel fark yoktur(p<0,05) LSD.

K2 ve P örneklerinin *L. del. subsp. bulgaricus* sayılarında depolama periyodunda bir düşüş gözlenmiş olup Soyalı probiyotik yoğurt örneklerinde *L. del. subsp. bulgaricus* sayılarının K1 ve K2 örnekleri değerlerinden daha yüksek seviyede olduğu saptanmıştır. Depolama sürecinde örneklerin *L. del. subsp. bulgaricus* sayılarında görülen değişimin önemli olduğu belirlenmiştir (p<0,05). K1 ile K2 ve P örnekleri arasındaki farkın 1 ve 14. günlerde önemsiz olduğu (p>0,05), 7. günde ise örnekler arasındaki farkın önemli olduğu saptanmıştır (p<0,05).

Birollo et al., (2000) yoğurt içerisinde bulunan laktik kültürlerin canlılıklarını incelediği bir çalışmada *S. thermophilus* ve *L. del. subsp. bulgaricus* sayılarını sırasıyla 8,0 log(Cfu/g) ve 7,29 log(Cfu/g) olarak belirlemiştir. Sonuçların çalışmamız K1 örneği değerleri ile uyum içinde olduğu görülmektedir. Murti et al., (1992) tarafından soya sütü kullanılarak üretilen "soy-yogurt" 'un içerisindeki bakteriyel gelişimi ve uçucu bileşenlerinin incelendiği bir çalışmada, *L. del. subsp. bulgaricus*'un soya sütü bileşimde bulunan sakkaroz'u kullanmadığı için

gelişiminin *S. thermophilus*'a göre daha düşük seviyelerde olduğu saptanmıştır. Çalışmamız örneklerinin *L. del. subsp. bulgaricus* sayılarında depolama periyodundaki değişim Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4. 6. Yoğurt örneklerinin *L. del. subsp. bulgaricus* sayım sonuçları

#### 4. 2. 9. 3. *L.acidophilus* sayım sonuçları

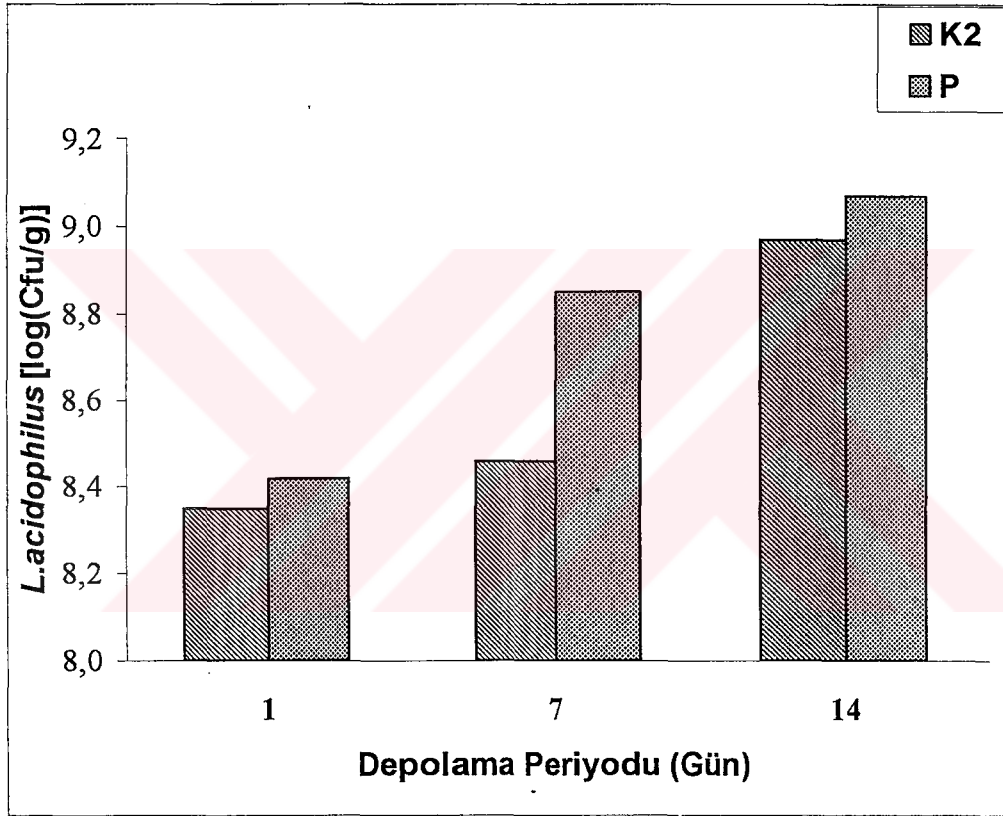
Soyalı yoğurttaki probiyotik kültür olarak kullanılan *L.acidophilus* sayısının K<sub>2</sub> kontrol grubu ve P soyalı örneklerde depolama sürecinde arttığı gözlenmiştir. P kodlu örnekteki *L.acidophilus* değeri depolama sürecinin tamamında K<sub>2</sub> kontrol grubuna göre yüksek olarak saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar standart hataları ile birlikte Çizelge 4. 16 ve Şekil 4.7'de verilmiştir.

**Çizelge 4. 16.** Deneme üretiminde yoğurt örneklerinde *L.acidophilus* sayım sonuçları

Gün	<i>L.acidophilus</i> [log(Cfu/g)]*	
	K2	P
1	8,35 ± 0,07 a	8,42 ± 0,08 a
7	8,46 ± 0,06 a	8,85 ± 0,09 b
14	8,97 ± 0,08 b	9,07 ± 0,09 b

\*Sonuçlar iki paralel çalışmanın ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

\*\* Aynı harfle belirtilen ortalamalar arasında istatistiksel fark yoktur(p<0,05) LSD.



**Şekil 4. 7.** Yoğurt örneklerinin *L.acidophilus* sayım sonuçları

P kodlu soyalı probiyotik örneklerin *L.acidophilus* sayıları 8,42 – 9,07 log(Cfu/g) arasında değişirken kontrol grubu K2 örneğinde bu değerler 8,35 – 8,97 log(Cfu/g) olarak saptanmıştır. Bu veriler soya sütü bileşiminde bulunan oligosakkaritler sayesinde probiyotik kültürler için daha iyi bir ortam oluşturduğu ve bu gelişimin depolama periyodu boyunca da olumlu yönde korunduğu görüşünü kuvvetlendirmektedir. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda depolama periyodunda ve örnekler arasındaki farkın 7. gün önemli olduğu (p<0,05)

saptanırken, 1. ve 14. günlerde ise örnekler arasındaki farklılığın önemsiz olduğu saptanmıştır ( $p>0,05$ ).

Valdez and Giori, (1993) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada *L.acidophilus*'un gıda aracılığıyla taşınması ve depolama stabilitesi incelenmiştir. Çalışmada inek sütü ve soya sütü örnekleri *L.acidophilus* ve *S. thermophilus* inokülasyonu sonrasında 4 saat süre ile 37<sup>0</sup>C'de inkübasyon gerçekleştirilmiştir. Inkübasyon sonrasında ve depolama periyodunda *L.acidophilus* sayısının soya sütü örneklerinde, inek sütü örneklerine göre daha yüksek düzeylerde olduğu saptanmıştır.

*L.acidophilus*'un terapötik etki gösterebilmesi için ürünlerdeki canlı hücre sayısının minimum 5,0 – 6,0 log(Cfu/g) olması gerektiği vurgulanmaktadır (Shimakawa et al., 2003). Bütün örneklerde ve depolama süresince anılan bu sınırın korunduğu görülmektedir.

#### **4. 2. 9. 4. Küf ve maya sayısı**

Çalışmamızda üretilen deneme örneklerinin tamamında 14 günlük depolama süresi içerisinde 1., 7. ve 14. günlerde gerçekleştirilen mikrobiyolojik analizler sonucunda küf – maya grubu mikroorganizma saptanmamıştır.

#### 4. 2. 10. Duyusal muayene sonuçları

Süt ve süt ürünlerinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizlerin yanı sıra tüketici beğenisini ortaya koyması açısından duyusal muayenelerin de önemi büyüktür. Bu amaçla görünüş, yapı, tat-koku özelliklerinin subjektif olarak belirlendiği organoleptik analizler uygulanmaktadır. Araştırmada üretilen yoğurt örneklerinin duyusal nitelikleri puanlama, kontrol ile karşılaştırma ve hedonik sistem olmak üzere üç farklı değerlendirme yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir. Örneklerin duyusal nitelikler açısından almış oldukları puanlar Çizelge 4.17’de verilmiştir. Sonuçlar her bir değerlendirme kriteri için altı panelistin verdiği puanların ortalamaları alınarak bulunmuş ve toplam puanlar da ayrıca hesaplanmıştır.

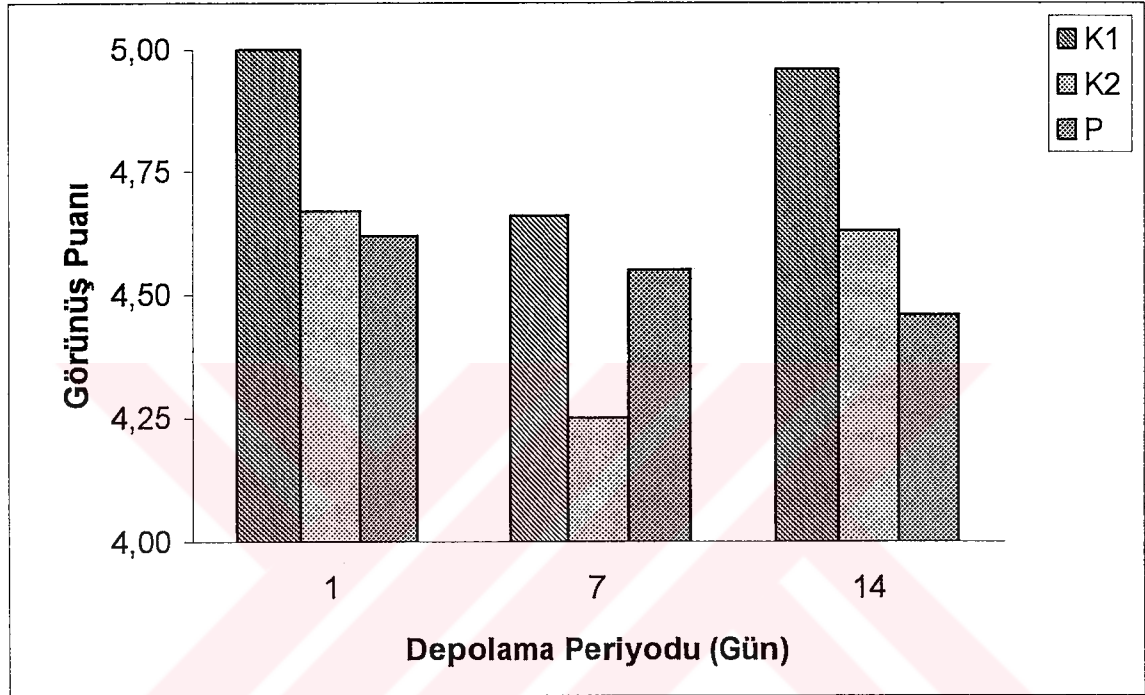
Çizelge 4.17 . Yoğurt örneklerinin duyusal nitelikleri

		Görünüş	Kıvam	Koku	Tat	Toplam
Tam Puan		5,00	5,00	5,00	5,00	20,00
Örnek	Gün					
K1	1	5,00 a	4,75 a	4,95 a	4,33 a	19,03 a
	7	4,66 b	4,75 a	4,92 a	3,75 b	18,08 b
	14	4,96 a	4,63 b	4,71 b	4,13 a	18,43 c
K2	1	4,67 b	4,34 c	4,63 b	4,58 c	18,22 b
	7	4,25 c	3,83 d	4,75 b	3,75 b	16,58 d
	14	4,63 b	4,38 c	4,67 b	3,75 b	17,43 e
P	1	4,62 b	4,55 bc	4,74 b	4,21 a	18,12 b
	7	4,55 b	4,45 c	4,44 c	4,58 c	18,02 b
	14	4,46 b	4,25 c	4,24 c	4,20 a	17,15 f

\*\* Aynı harfle belirtilen ortalamalar arasında istatistiksel fark yoktur( $p < 0,05$ ) LSD.

#### 4. 2. 10. 1. Görünüş

Bir ürünün tüketici tarafından beğenilmesinde en önemli kriterlerin başında görünüş gelmektedir. Görünüş ürünün gerek üretim gerekse kalitenin muhafazası hakkında tüketiciye fikir vermesi açısından önemlidir. Şekil 4. 8’de örneklerin görünüş açısından aldıkları puanların depolama süresince değişimi görülmektedir.



**Şekil 4. 8 .** Yoğurt örneklerinin görünüş puanlarında görülen değişimler

Örneklerin görünüş açısından incelenmesi sonucunda soyalı probiyotik (P) yoğurt örneğinin soyadan kaynaklanan renkte hafif bir krem ve donukluk olduğu belirtilirken bunun dışında herhangi bir farklılık ifade edilmemiştir. Kontrole göre farklılıkların belirlendiği değerlendirmede ise soyalı örneğin beğeni ile tüketilebileceği sonucu ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçların bu konuda daha önce yapılan çalışmalarla da paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Shelef et al., (1988); Lee et al., (1990); Nsofor and Chukwu, (1992) Granata and Morr, (1996) soya sütü kullanılarak üretilen yoğurtların görünüş değerlerinin standart yoğurtlara göre düşük düzeyde farklılık gösterdiğini ve renkte hafif bir kremleşme olduğunu bildirmişlerdir. Kınık ve Akbulut, (1996) farklı soya sütü oranlarının kullanılmasının yoğurtların renklerinde görülen kremleşmeye etkisini, % 50 soya sütü oranına

kadar yoğurtların renklerinde belirgin bir farklılığın olmadığını ve oluşan farklılıkların da kabul edilebilir düzeylerde olduğunu bildirmiştir.

Görünüş puanlarının incelendiği çözümlerde varyasyon kaynakları olan depolama ve örnek değişkenlerinin önemli olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Bu değişkenlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre ise; K1 ve K2 örneklerinin 1. ve 7. günleri arasındaki farklılıkları önemli ( $p<0,05$ ) bulunurken 1.gün ile 14. gün arasındaki farklılıklar önemsiz ( $p>0,05$ ) bulunmuştur. P örneğinin 1. gün ile 7. gün arasındaki farklılıkları önemsiz ( $p>0,05$ ) bulunmuştur. Örnekler arasındaki incelemede ise; K1 ve P örneği arasındaki farklılık önemli ( $p<0,05$ ) bulunurken K2 ve P örneği arasındaki farklılık önemsiz ( $p>0,05$ ) bulunmuştur.

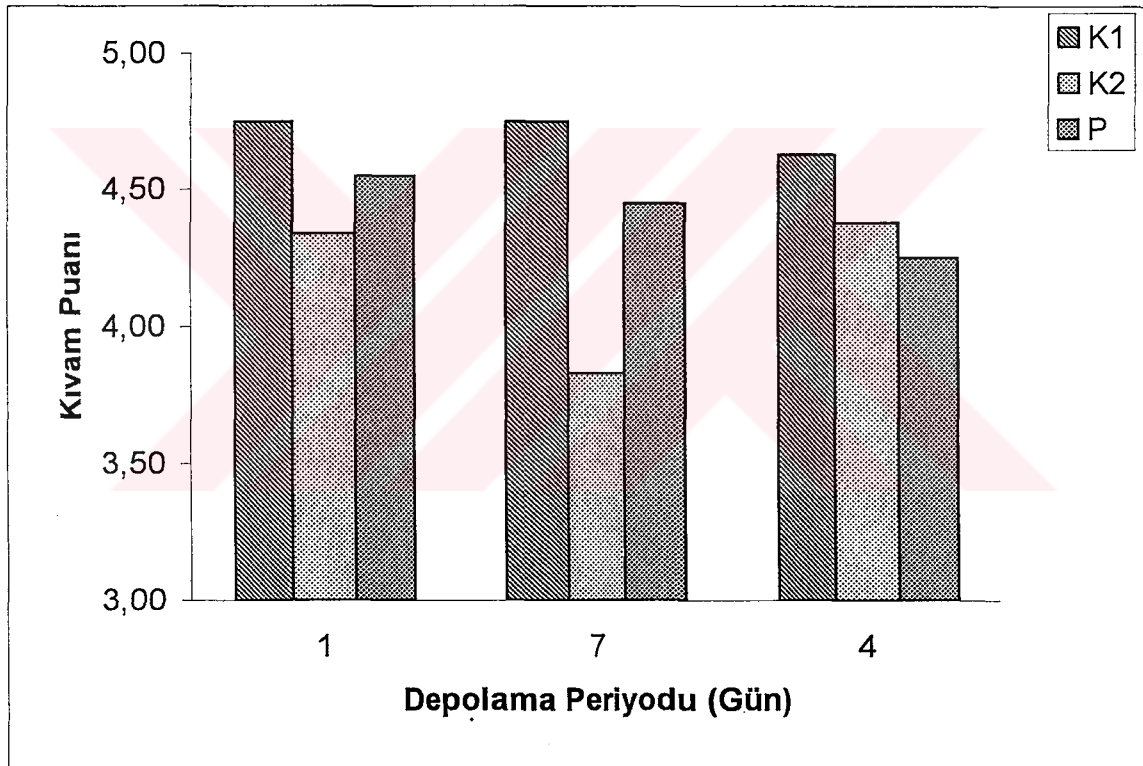
Değerlendirme sonucunda P kodlu yoğurt örneği 1. gün 5 toplam puan üzerinden en yüksek olarak 4,62 puan alarak panelistlerin % 84'ü tarafından olumlu değerlendirmeler almıştır. Ayrıca K2 kodlu probiyotik kontrol yoğurt örneği bütün panelistler tarafından en fazla tercih edilen ürün olarak saptanmıştır.

#### **4. 2. 10. 2. Kıvam**

Örneklerin kıvam puanlarının K1 kontrol grubunda depolama sürecinde 4,63 – 4,75 arasında değiştiği ve bu değerlerin panelde alınan en yüksek puanlar olduğu görülmektedir. P kodlu örneklerin kıvam puanlarının K2 kontrol grubundan daha yüksek olarak 4,25 - 4,55 arasında olduğu belirlenmiştir. Bu kıvam puanları ile K1 kontrol grubuna yakın değerler arasında kaldığı da saptanmıştır.

Örneklerin tamamında kullanılan kültürden kaynaklanan sünme (ropy) karakterinin K1'den P'ye doğru bir artış eğiliminde olduğu panelistler tarafından bildirilmiştir. Lee et al., (1990) tarafından gerçekleştirilen çalışmada % 0,5 oranında stabilizör kullanılarak üretilen soyalı yoğurtların kıvamlarının standart yoğurtlardan daha iyi olduğunu belirtmiştir. Kınık ve Akbulut, (1996) % 10 ile % 40 arasında soya sütü içeren örneklerin yapı ve kıvam açısından 10 tam puan üzerinden 8,5 - 9,7 arasında puan aldıklarını ancak soya sütü oranında % 40'ın üzerindeki kullanım oranlarında kıvamın belirgin bir şekilde azalma gösterdiğini bildirmiştir.

Kıvam puanlarının incelendiği çözümlerde varyasyon kaynakları olan depolama ve örnek değişkenlerinin önemli olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Anılan değişkenlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre ise; K2 örneğinin 1. ve 7. günündeki farklılıklarının önemli ( $p<0,05$ ) olduğu, 1. ve 14. gün arasındaki farklılıkların ise önemsiz ( $p>0,05$ ) olduğu bulunmuştur. K1 ve P örneklerinin depolama süresindeki farklılıkları ise 1. ve 14. gün arasındaki farklılık önemli ( $p<0,05$ ) bulunurken 1. ve 7. gün arasındaki farklılık önemsiz ( $p>0,05$ ) bulunmuştur. Örnekler arasındaki farklılıkların incelenmesinde ise; K1, K2 ve P örnekleri arasındaki farklılık önemli ( $p<0,05$ ) bulunmuştur. Yoğurt örneklerinin kıvam puanlarının depolama süresince gösterdiği değişim Şekil 4. 9'da verilmiştir.



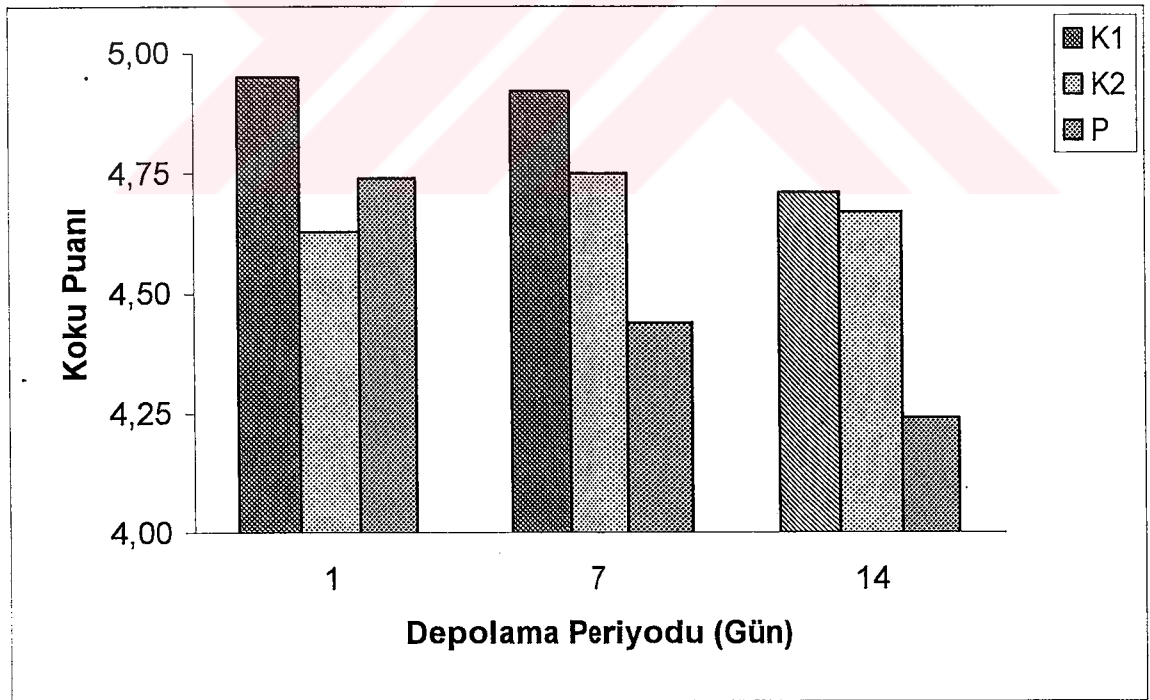
**Şekil 4. 9.** Yoğurt örneklerinin kıvam puanlarında görülen değişimler

Raf ömrünün birinci gününde P kodlu yoğurt örneğinin 5 toplam puan üzerinden en yüksek 4,55 puan alarak panelistlerin % 67'sinden olumlu değerlendirme almıştır. Ayrıca örneklerde görülen ipliksi (ropy) karakterin depolama süresi içerisinde olumlu yönde değiştiği panelistler tarafından belirtilmiştir.

#### 4. 2. 10. 3. Koku

Örneklerin koku puanlarının K1 kontrol grubunda depolama sürecinde 4,71 – 4,95 arasında değiştiği ve K1 örneklerinin panelde en yüksek puanlar aldığı görülmektedir. K2 ve P kodlu örneklerin koku puanları ise 4,24 – 4,75 arasında değişmiştir. P kodlu örneklerin 1. gün K2 kontrol grubuna göre daha yüksek puan aldığı ve soya kokusunun kabul edilebilir düzeyde olduğu saptanmıştır.

Yoğurt örneklerinin koku puanlarının incelendiği çözümlemede varyasyon kaynakları olan depolama ve örnek değişkenlerinin önemli olduğu bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). K1, ile K2 ve P örnekleri arasındaki farklılıklar 1. ve 7. günlerde önemli ( $p < 0,05$ ) bulunurken, 14. günde K1 ve K2 örnekleri arasındaki farklılıkların önemsiz ( $p > 0,05$ ) olduğu bulunmuştur. K2 ve P örneklerinin depolama süresindeki farklılıkları 1. ve 7. günlerde önemli ( $p < 0,05$ ) bulunurken K2 örneğinde 1., 7. ve 14. günler arasındaki farklılık önemsiz ( $p > 0,05$ ) bulunmuştur. Yoğurt örneklerinin koku puanlarının depolama süresince gösterdiği değişim Şekil 4. 10'da verilmiştir.

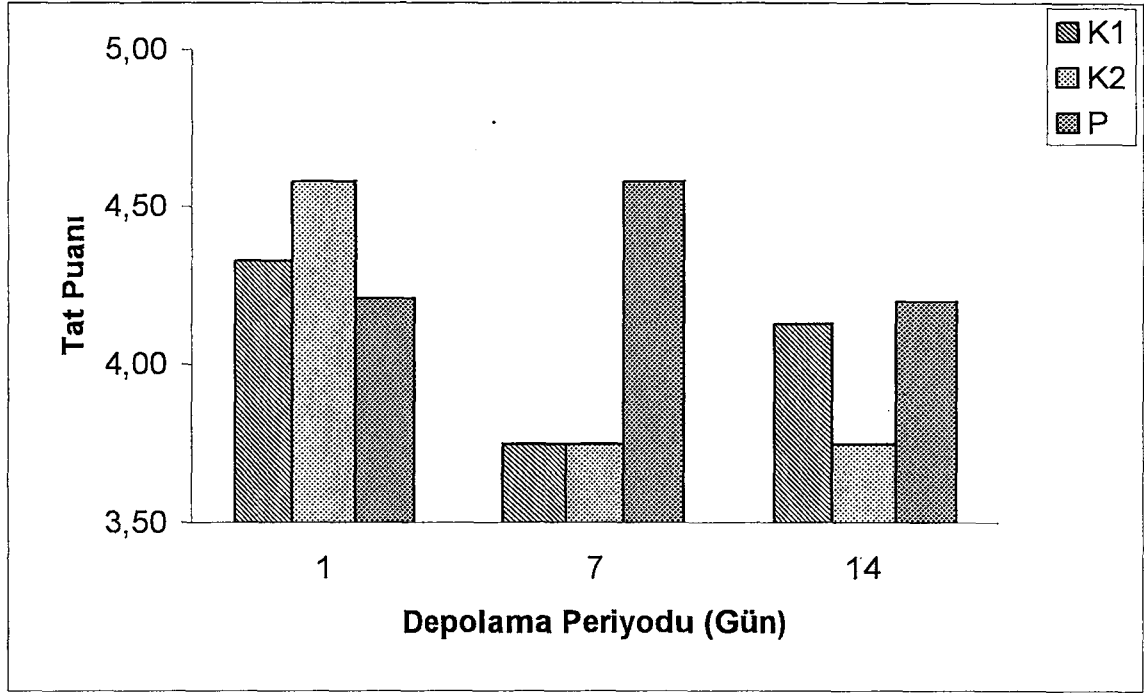


Şekil 4. 10. Yoğurt örneklerinin koku puanlarında görülen değişimler

Yapılan duyusal değerlendirmeler sonucunda P kodlu yoğurt örneği 5 toplam puan üzerinden en yüksek 4,74 puan alarak panelistlerin % 67'si olumlu bir değerlendirme yapmışlardır. P örneğindeki soya kokusunun kabul edilebilirlik oranında depolamanın 7. ve 14. gününde önemli düzeyde bir artış olduğu da yine panelistler tarafından bildirilmiştir. Granata and Morr, (1996) soya sütü kullanılarak üretilen ve asitliği istenilen düzeyde gelişen yoğurtlar için fasulyemsi koku ve tadın problem olmaktan çıktığını bildirmiştir. Drake et al., (2000) soya proteini katkılı yoğurtlarda protein katkısının miktarındaki artışa paralel olarak tat-kokuda bir fasulyemsi yönde değişim gözleendiğini bildirmiştir. Bu durumun % 2.5 oranında soya proteini katkılı yoğurtlarda panelistler tarafından tolere edilebilir düzeyde kaldığı bildirilirken % 5 oranında katkılı yoğurtlarda tolere edilmeyen düzeye geldiği iletilmiştir. Ayrıca yoğurtların depolamanın ilerleyen günlerinde de bu özelliklerinin olumlu yönde değişim içinde olması da önemli bulgularımız arasındadır.

#### **4. 2. 10. 4. Tat**

Yoğurt örneklerinin tat puanları 3,75 – 4,58 arasında değişmiştir. Depolamanın 1. gününde K2 örneği 4,58 puan alarak tat açısından en beğenilen örnek olmuştur. Ancak depolamanın ilerleyen periyodunda anılan örneğin bu değerini koruyamadığı görülmüştür. P kodlu örneğin tat puanlarının ise 7. günde 4,58 değerine yükseldiği ve panelistler tarafından en beğenilen örnek olduğu saptanmıştır. Yoğurt örneklerinin tat puanlarının depolama süresince gösterdiği değişim Şekil 4 11'de verilmiştir.



**Şekil 4. 11 .** Yoğurt örneklerinin tat puanlarında görülen değişimler

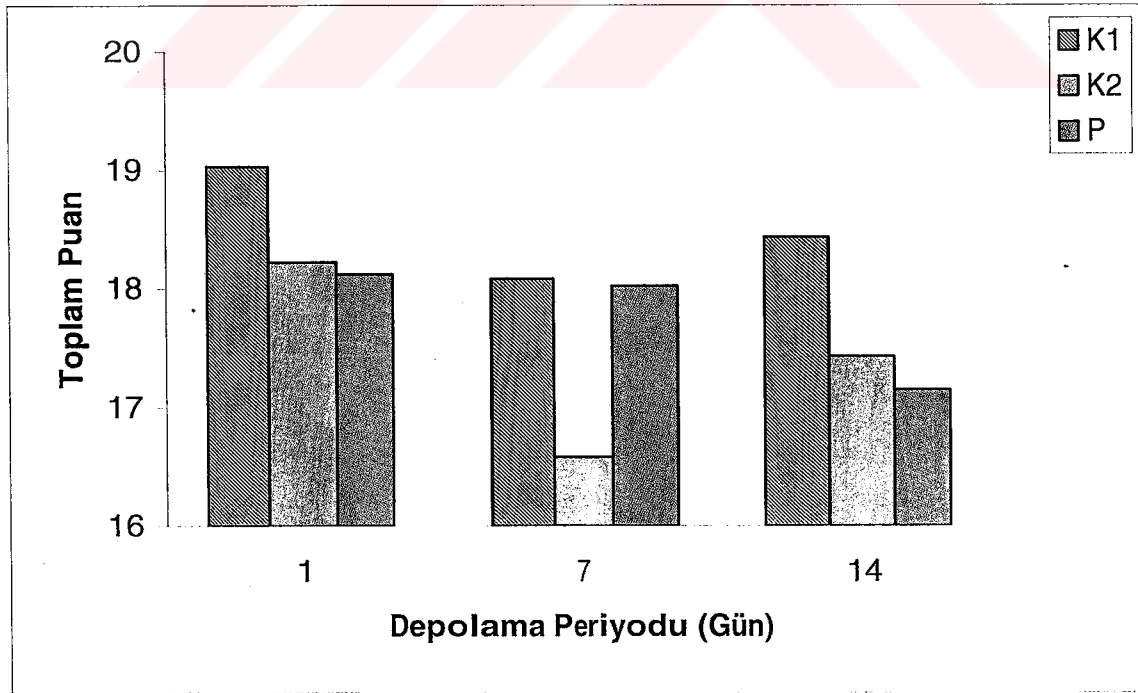
Yoğurt örneklerinin tat puanlarının incelendiği istatistiksel çözümlemede varyasyon kaynakları olan depolama ve örnek değişkenlerinin önemli olduğu bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Anılan değişkenlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre ise; K1 ve P örnekleri arasındaki farklılıkların 1. ve 7. günlerde önemli ( $p < 0,05$ ) olduğu saptanırken, 14. günde K1 ile K2 ve K2 ile P arasındaki farklılıkların önemli ( $p < 0,05$ ) olduğu ve K1 ile P arasındaki farklılığın ise önemsiz ( $p > 0,05$ ) olduğu bulunmuştur. Örneklerin tamamında depolama süresindeki farklılıkların 1. ve 7. günlerde önemli ( $p < 0,05$ ) bulunurken K2 örneğinin 7. ve 14. gün arasındaki farklılıkları da önemli ( $p < 0,05$ ) bulunmuştur.

Değerlendirme sonucunda P kodlu yoğurt örneği 5 toplam puan üzerinden en yüksek 4,58 puan alarak panelistlerin % 67'sinden olumlu değerlendirme almıştır. P örneğindeki soya tadının kabul edilebilirlik oranında depolamanın 7. ve 14. gününde önemli düzeyde bir artış olduğu da panelistler tarafından bildirilmiştir. Örneklerin koku özelliklerinde elde edilen sonuçlar aynı ölçüde tat puanlarına da yansımıştır.

#### 4.2.10.5. Toplam Puan

Örneklerin toplam puanları incelendiğinde K1 kontrol grubunun depolamanın 1. gününde 19,03 puan ile en fazla beğenilen örnek olduğu saptanmıştır. P kodlu örneğin ise 18,12 puan ile bu gruba en yakın örnek olduğu ve bu durumunu depolamanın 7. gününde de koruduğu saptanmıştır. K2 grubu örneklerin başlangıçta 18,22 olan değerini depolamanın 7. ve 14. günlerinde koruyamadığı panelistler tarafından bildirilmiştir.

Toplam puanların incelendiği çözümlerde varyasyon kaynakları olan depolama ve örnek değişkenlerinin önemli olduğu bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Bu değişkenlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre ise; K1 ve P örnekleri ile K2 örneği arasındaki farklılıklar 1., 7. ve 14. günlerde önemli ( $p < 0,05$ ) bulunurken, K1 ve P örneğinin depolamanın 1. ve 14. günleri arasındaki farklılıkları da önemli ( $p < 0,05$ ) bulunmuştur. Buna karşın 7. günde K1 ve P örneği arasındaki farklılık ise önemsiz ( $p > 0,05$ ) bulunmuştur. Depolama periyodunda ise; örneklerin tamamında farklılıklar önemli ( $p < 0,05$ ) bulunmuştur. Yoğurt örneklerinin toplam puanlarının depolama süresince gösterdiği değişim Şekil 4.12'de verilmiştir.



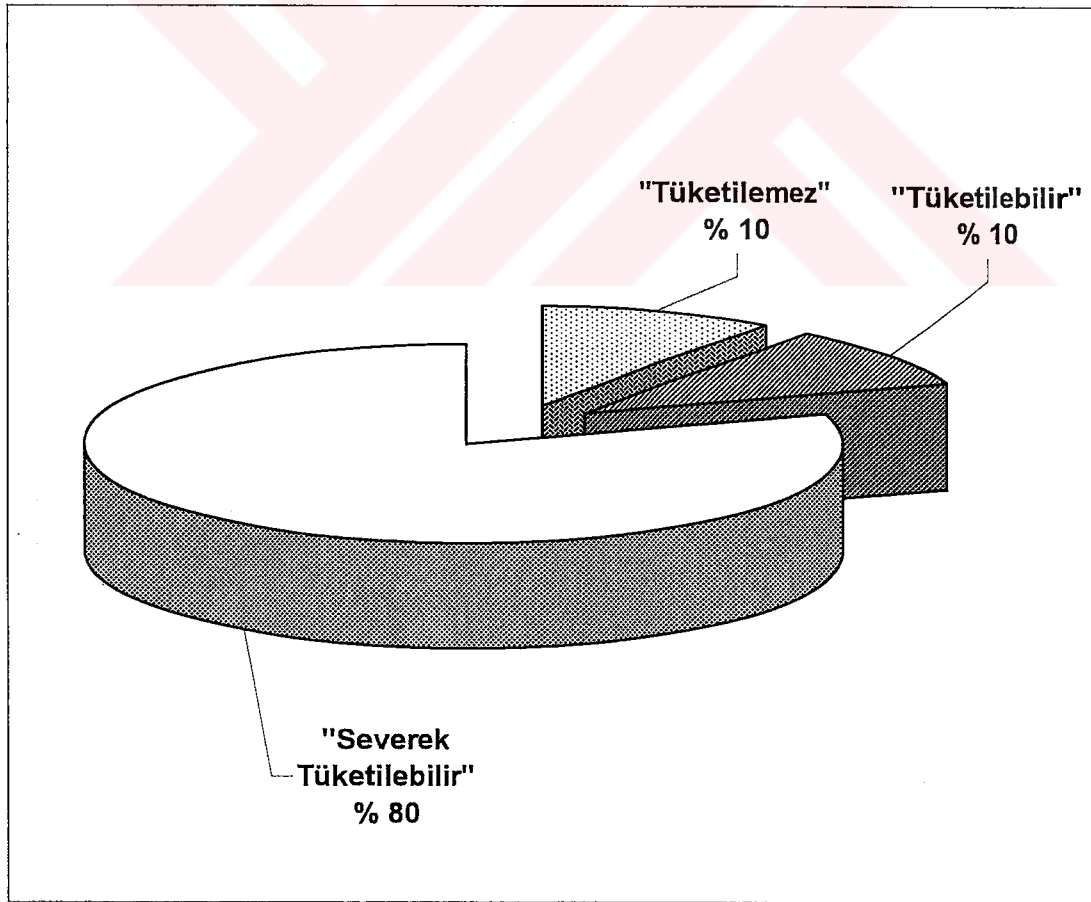
Şekil 4.12 . Yoğurt örneklerinin toplam puanlarında görülen değişimler

Duyusal analizlerde elde edilen sonuçlar bu konuda daha önce yapılan çalışmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir. Kumar and Mishra, (2004) tarafından gerçekleştirilen % 14 soya sütü % 78 manda sütü ve % 7 mango pulpu içeren hammaddeden üretilen yoğurtların kabul edilebilirlik değerlerinin yüksek olduğu bildirilmektedir. Granata and Morr, (1996) tarafından gerçekleştirilen ve soya sütü esaslı yoğurt üretiminde kazeinat, kazein hidrolizatı ve serum protein hidrolizatı katkısının yoğurt kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada % 0,25 sodyum kazeinat içeren soya sütü örneğinden üretilen yoğurtların duyuşal açıdan kontrol yoğurtlarına en yakın değerlere sahip olduğu bildirilmiştir. Lee et al., (1990) tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada da soya sütüne % 5 serum proteini hidrolizatı, % 5 yağsız süttozu eklenerek üretilen yoğurtların renk ve fiziksel özellikler açısından kabul edilebilirliklerinin yüksek oldukları ancak tat-koku açısından geliştirilebilmesi için yeni çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulduğu bildirilmiştir.

#### 4. 2. 10. 6. Hedonik değerlendirme

Örneklerin duysal değerlendirilmesinde, farklı bir panelist grubuna hedonik değerlendirme cetveli kullanılarak bir test daha uygulanmıştır. Bu amaçla panelistlerin eğilimlerinin belirlenmesi için düzenlenen bu test ile panelistlere soyalı probiyotik yoğurt örneklerinin "severek tüketilebilir", "tüketilebilir" ve "tüketilemez" olduğunun belirlenmesi için 3 soru sorulmuştur.

Anılan değerlendirme sonucunda panelistlerin büyük çoğunluğunun örneklerin severek tüketilebileceği yönünde cevap verdiği Şekil 4. 13.'de görülmektedir. Panelistler soyalı probiyotik yoğurtların duysal açıdan kabul edilebilirliklerinin yüksek olduğunu ve soya tadının da maskelenmiş olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca tüketilen yoğurtların fonksiyonel özelliklerinin bulunduğu tüketici tarafından bilinmesinin de önemli bir faktör olarak öne çıktığı bildirilmiştir.



Şekil 4. 13. Soyalı probiyotik yoğurt örneklerinin hedonik değerlendirme sonuçları

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu araştırmada inek sütü ve soya sütü karışımı kullanılarak soya sütlü probiyotik yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla laboratuvar koşullarında üretilen soya sütü (% 15) + inek sütü (% 85) oranlarında karıştırılmıştır. *Acidophilus*'lu yoğurt üretim tekniği kullanılarak klasik yoğurt kültürleri *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* birlikte probiyotik kültür olarak da *L.acidophilus* kullanılarak soyalı probiyotik set yoğurt (P) üretimi gerçekleştirilmiştir. Kontrol amacıyla inek sütünden klasik yoğurt kültürleri kullanılarak üretilen yoğurtlar (K1) ile klasik yoğurt kültürlerinin yanı sıra *L.acidophilus* kullanılarak üretilen probiyotik yoğurtların (K2), üretimleri yapılmıştır. Üretilen bu üç tip yoğurt örneklerine depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde duyuusal, reolojik, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler uygulanmış, elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak da karşılaştırılmıştır.

Yoğurt örnekleri duyuusal özellikleri açısından değerlendirildiğinde soyalı probiyotik yoğurtların toplam puanlarının inek sütünden üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin puanlarına yakın olduğu bulunmuştur ve P ve K2 örnekleri arasındaki farklılığın önemsiz olduğu saptanmıştır ( $p>0,05$ ). Ayrıca P kodlu örneklerin kabul edilebilirlik oranlarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen panelde de bu örneklerin % 80 gibi yüksek bir oranda sevilerek tüketilebilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Tirozin değerleri açısından en yüksek proteoliz değeri soyalı probiyotik yoğurt örneklerinde görülmüştür. Bu durum ürünün duyuusal muayeneleri sırasında da panelistlerce verilen tat-koku puanları ile de desteklendiği görülmüştür. Depolamanın 7. gününde tat açısından en fazla beğenilen P kodlu örnek aynı konumunu 14. günde koruyamamış ve bunda tirozin değerindeki artışın etkisinin olduğu saptanmıştır.

Yoğurtların reolojik özellikleri açısından değerlendirilmesi sonucunda da örnek değişkeninin yoğurtların tekstür değerlerine etkisi önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Tüm örnekler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Soyalı örneklerde saptanan kısmen gevşek yapının depolamanın 7. ve 14. günlerinde olumlu yönde bir gelişme gösterdiği belirlenmiştir.

Örneklerin şeker içeriklerinin istatistiksel değerlendirmesinde depolama ve örnek değişkeninin örneklerin şeker içeriğine etkisi önemli bulunmuştur(  $p<0,05$ ). Depolama sürecinin tamamında örnekler arasındaki farklılık da önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Aynı şekilde örnekler arası farklılığında önemli olduğu saptanmıştır. Çalışmada elde edilen organik asit sonuçlarına göre laktik asit değerleri kontrol yoğurtlarında 16,51 – 19,93 mg/g arasında değişirken bu durum soya sütlü örneklerde 17,84 – 18,03 mg/g değerleri arasında olduğu saptanmıştır. Örneklerin 14. günde gösterdiği yüksek değerler duyusal analizler sırasında panelistler tarafından belirtilen değerlendirmelerle de uyum içindedir.

Mikrobiyolojik sayım sonuçları incelendiğinde üretilen soyalı probiyotik yoğurtlardaki *L.acidophilus* sayılarının anılan mikroorganizmanın terapötik etki yarattığı sınır olan  $1,0 \times 10^5 - 10^6$  /g minimum sayının içinde kaldığı ve bu durumunu depolama süresince korunduğu saptanmıştır.

Terapötik özellikli ürünlerin önemi her geçen gün artmaktadır. Gıda biliminde ortaya çıkan son gelişmeler gıdaların içerdikleri biyolojik aktif bileşenler sayesinde besleyici niteliklerinin yanı sıra sağlığı koruyucu, tedavi edici ve olası hastalık risklerini düşürücü potansiyellerinin de olduğunu göstermiştir. Fonksiyonel gıdalar, “doğal olarak içerdikleri fonksiyonel bileşenler sayesinde besleyici oldukları kadar fizyolojik aktif bileşenleri ile hastalık riskini azaltan ve yaşam kalitesini yükselten gıdalar olarak” tanımlanmaktadır. Bu yönde yapılan çalışmaların yoğunluk kazanması ve geliştirilen ürünlerin bilinçli tüketiciler tarafından da tercih edilir hale gelmesi ile günümüzde probiyotik ve prebiyotik ürünler raflarda yerlerini almaya başlamıştır. Ancak ülkemizde bu alanda yapılan çalışmaların ve endüstriye aktarılabilecek verilerin az olması raflardaki bu ürünlere yönelik bilgilerimizi sınırlamaktadır. Bunun bir sonucu olarak da tüketiciler bu alandaki seçimlerinde bilinçsiz hareket etmektedirler. Üreticiler de haksız kazançlar sağlamakta ve reklam aracılığı ile de konuyu abartmaktadırlar. Bu yüzden ülkemizde fonksiyonel gıdalar konusunda ciddi ve bilimsel düzeyde araştırmalar yapılmasında sonsuz yararlar vardır.

Dünyanın bir çok bölgesinde tarımı gerçekleştirilen ve başta geleneksel Uzakdoğu gıdalarının üretilmesi olmak üzere farklı yeni ürünlere hammaddelik yapan soya fasulyesinin ülkemiz açısından da çeşitli gıda formülasyonlarında değerlendirilmesi gerektiği ortadadır. Bu nedenle ülkemiz tarım sektörünün geliştirilmesi ve bu tip fonksiyonel ürünlerin üretilmesi açısından soya fasulyesinin daha fazla desteklenmesi gerekmektedir. Yapılacak teşvikler sayesinde endüstriyel bir hammadde olan soya fasulyesi ülkemiz gıda sektörüne kazandırılabilir. Ekonomik yönü de yüksek olan soya fasulyesi, ucuz, besleyici ve fonksiyonel özelliklere sahip bir hammadde olarak yeni formüllerin oluşturulmasında önemli bir kaynaktır.

Süt ve süt ürünleri toplumun çok büyük bir kesimi tarafından her yaşta tüketilebilen prebiyotik ve probiyotik katkıları ile birlikte rahatça kullanılabilen nitelikteki bir gıda grubu olarak görülmektedir. Bu nedenle süt ve süt ürünleri yeni fonksiyonel gıdaların üretilmesinde kaynak olarak tüketilebilme şansına sahiptir.

Ülkemiz tüketicilerinin yeni yeni bilinçlenmeye başladığı günümüzde fonksiyonel ürünlerin tanıtılması ve tüketicilere kabul ettirilmesinde süt ve süt ürünlerinden faydalanılmasının önemli olduğunu düşünmekteyiz. Ayrıca ülkemiz gıda sektörünün fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesi yönünde çalışmalarının desteklenmeye ihtiyacı bulunmaktadır. Aksi halde bu üretimler kayıt dışı ilkel üretim yerlerinde yapılır hale gelecektir. Bu amaçla desteklenecek en temel grubun süt sektörü olduğunu ve soya sütünün de potansiyel ikinci bir kaynak olarak geleneksel bir ürün olan yoğurt üretiminde değerlendirilebileceğini vurgulamak isteriz. Elde edilen sonuçların ışığında bu çalışmada terapötik etkiye sahip ve tüketici tarafından kabul edilebilirliği yüksek olan soyalı probiyotik yoğurt üretimi esasları ve ürünün temel özellikleri ortaya konmuştur. Bu sonuçlar anılan ürünün 10 günlük bir raf ömrü içinde teknolojik ve mikrobiyolojik kalitesini kaybetmeksizin beğeni ile tüketilebileceğini ortaya koymaktadır. Dileğimiz bu alanda çalışacak sanayicilere verilerimizin ışık tutmasıdır.

## 6. KAYNAKLAR

- Anonymous, 1989, T.S.E., Yoğurt Standardı (TS 1330), Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1990a, T.S.E., Süt Yağ Tayini-Gerber Metodu Standardı (TS 8189), Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1990b, AOAC, Official Methods of Analysis, Nitrogen (total) in milk Kjeldahl method, IDF-ISO AOAC method, 15. edition, 920.105, 807 p.
- Anonymous, 1996, Voluntary Standards for the Composition and Labeling of Soy Milk in the United States, The Soyfoods Association of America, 16p.
- Anonymous, 1999, T.S.E., Yoğurt Standardı (TS 1330), Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 2000, Wisby, Starter Culture and Media Guide, Türker Endüstri Teknik. İstanbul.
- Anonymous, 2002, T.S.E., İnek Sütü (Çiğ Süt) Standardı (TS 1018), Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- Akalın, A.S., Kınık, Ö., Gönç, S., 1998, Yoğurt Üretimi ve Depolama Sırasında Organik Asitlerin Belirlenmesi, Gıda Dergisi, 23, 1, 59-65.
- Akın, N., 1997, Bioyoğurt, Bifiduslu Fermente Süt ve Yoğurt ile Bunların Konsantre Ürünlerindeki Laktoz, Glikoz, Galaktoz, L(+) ve D(-) Laktik Asit Miktarları, Gıda Dergisi, 22, 5, 365-371.
- Ashaye, A.O., Taiwo, B.L., Fasoyiro, B.S., Akinnagbe, A.C., 2001, Compositional and Shelf-Life Properties of Soy-Yogurt Using Two Starter Cultures, Nutrition and Food Science, 31, (5), 247-250.
- Atamer, M., Sezgin, E., 1986, Yoğurtlarda Kurumadde Artırımının Pıhtının Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi, Gıda Dergisi, 11, (6), 327-331.
- Atamer, M., Sezgin, E., 1987, İnkübasyon Sonu Asitliğinin Yoğurt Kalitesi Üzerine Etkisi, Gıda Dergisi, 4, 213-220.

- Barrantes, E., Tamime, Y.A., Sword, M.A., Muir, D.D., Kalab, M., 1996, The Manufacture of Set-Type Natural Yoghurt Containing Different Oils-1. Compositional Quality, Microbiological Evaluation and Sensory Properties, *International Dairy Journal*, 6, 811-826.
- Bevilacqua, E.A., Califano, N.A., 1989, Determination of Organic Acids in Dairy Products by High Performance Liquid Chromatography, *Journal of Food Science*, 54, 4, 1076-1079.
- Birollo, G.A., Reinheimer, J.A., Vinderola, G.C., 2000, Viability of Lactic Acid Microflora in Different Types of Yoghurt, *Food Research International*, 33, 799-805.
- Buono, A.M., Setser, C., Erickson, E.L., Fung, C.Y.D., 1990, Soymilk Yogurt: Sensory Evaluation and Chemical Measurement, *Journal of Food Science*, 55, (2), 528-531.
- Chang, C.K., Mazza, G., 2002, *Functional Foods Biochemical and Processing Aspect II*, CRC Press. USA.
- Cheng, J.Y., Thompson, D.L., Brittin, C.H., 1990, Sogurt, a Yogurt-Like Soybean Product: Development and Properties, *Journal of Food Science*, 55, (4), 1178-1179.
- Chou, C.C., Hou, J.W., 2000, Growth of *Bifidobacteria* in Soymilk and Their Survival in the Fermented Soymilk Drink During Storage, *International Journal of Food Microbiology*, 56, 113-121.
- Chumchuere, S., Robinson, K.R., 1999, Selection of Starter Cultures for The Fermentation of Soya Milk, *Food Microbiology*, 16, 129-137.
- Crittenden, G.R., Morris, F.L., Harvey, L.M., 2001, Selection of a *Bifidobacterium* Strain to Complement Resistant Starch in a Symbiotic Yoghurt, *Journal of Applied Microbiology*, 90, 268-278.
- Crittenden, G.R., Martinez, R.N., Playne, J.M., 2003, Synthesis and Utilization of Folate by Yoghurt Starter Cultures and Probiotic Bacteria, *International Journal of Food Microbiology*, 80, 217-222.
- Dave, I. R., Shah, N.P., 1997, Effect of Cysteine on the Viability of Yoghurt and Probiotic Bacteria in Yoghurts Made with Commercial Starter Cultures, *International Dairy Journal*, 7, 537-545.
- Degeest, B., Vaningelgem, F., Vuyst, De L., 2001, Microbial Physiology Fermentation Kinetics and Process Engineering of Heteropolysaccharide Production by Lactic Acid Bacteria, *International Dairy Journal*, 11, 747-757.

- Drake, A.M., Chen, Q.X., Tamarapu, S., Leenanon, B., 2000, Soy Protein Fortification Affects Sensory, Chemical and Microbiological Properties of Dairy Yogurts, *Journal of Food Science*, 65, (7), 1244-1247.
- Duboc, P., Mollet, B., 2001, Application of Exopolysaccharides in the Dairy Industry, *International Dairy Journal*, 11, 759-768.
- Efe, E., Bek, Y., Şahin, M., 2000, SPSS'te Çözümleri ile İstatistik Yöntemler II, T.C.Kahramanmaraş Sütçüimam Üniversitesi Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Yayınları Merkezi, Yayın No 10, Kahramanmaraş.
- Elmadfa, İ., Heinzle, C., Majchrzak, D., Foissy, H., 2001, Influence of a Probiotic Yoghurt on the Status of Vitamins B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>6</sub> in the Healthy Adult Human, *Nutrition and Metabolism*, 45, 13-18.
- Fox, F.P., McSweeney, P.L.H., 1999, *Dairy Chemistry and Biochemistry*, Blackie Academic and Professional Chapman And Hall, UK, 478p.
- Fuente, A.M., Montes, F., Guerrero, G., Juarez, M., 2003, Total and Soluble Contents of Calcium, Magnesium, Phosphorus and Zinc in Yoghurts, *Food Chemistry*, 80, 573-578.
- Gambelli, L., Manzi, P., Panfili, G., Vivanti, V., Pizzoferrato, L., 1999, Constituents of Nutritional Relevance in Fermented Milk Products Commercialised in Italy, *Food Chemistry*, 66, 353-358.
- Garcia, F.E., McGregor, U.J., 1994, Determination of Organic Acids During the Fermentation and Cold Storage of Yogurt, *Journal of Dairy Science*, 77, 2934-2939.
- Garcia, C.M., Marina, L.M., Lborda, F., Torre, M., 1998, Chemical Characterization of Commercial Soybean Products, *Food Chemistry*, 62, (3), 325-331.
- Gardini, F., Lanciotti, R., Elisabetta, M., 1999, Evaluation of Aroma Production and Survival of *S.thermophilus*, *L.delbrueckii* subs.*bulgaricus* and *L.acidophilus* in Fermented Milks, *International Dairy Journal*, 9, 125-134.
- Gibson, R.G., Williams, M.C., 2001, *Functional Foods Concept to Product*, Woodhead Publishing Limited and CRC Press, USA, 825p.
- Granata, A.L., Morr, C.V., 1996, Improved Acid, Flavor and Volatile Compound Production in a High Protein and Fiber Soymilk Yoghurt-like Product, *Journal of Food Science*, 61, 2, 331-336.

- Güzel,B.Z.,1994, Farklı İnkübasyon Sıcaklıkları Uygulanarak Elde Edilen Yoğurtların Kalite Kriterleri Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 77p.
- Hou, W.J., Yu, C.R., Chou, C.C., 2000, Changes in Some Components of Soymilk During Fermentation with Bifidobacteria, Food Research International, 33, 393-397.
- Iwuoha, I.C., Umunnakwe, E.K., 1997, Chemical, Physical and Sensory Characteristics of Soymilk as Affected by Processing Method, Temperature and Duration of Storage, Food Chemistry, 59, (3), 373-379.
- Jimenez,M.C., Sanchez,H.H., 2003, Production of a Yoghurt-like Product From Lupinus Campestris Seeds, Journal of the Science of Food and Agriculture, 83, 515-522.
- Kamaly, M.K., 1997, Bifidobacteria Fermentation of Soybean Milk, Food Research International, 30, (9), 675-682.
- Kalantzopoulos,G., 1997, Fermented Products with Probiotic Qualities, Anaerobe, 3, 185-190.
- Kaytanlı,M., 1989, Farklı Isıl İşlem Uygulanmış Sütlerden Elde Edilen Yoğurtların Duyusal ve Reolojik Özellikleri, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 92s.
- Kınık,Ö.,1992, Bazı Süt Mamullerinin Üretiminde Soya Sütünden Yararlanma Olanakları Üzerinde Araştırmalar, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kınık, Ö., Akbulut, N., 1996, Soya Sütünden Yararlanılarak Elde Edilen Yoğurtların Aroma Maddeleri ve Duyusal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, Gıda Dergisi, 21, (1), 59-63.
- Kınık, Ö., Akbulut, N., 2001, Soya Sütünden Yararlanılarak Elde Edilen Yoğurtların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, Gıda Dergisi, 26, (2), 129-133.
- Kramer, G.K.J., Zhou, J., 2001, Conjugated Linoleic Acid and Octadecenoic Acid: Extraction and Isolation of Lipids, European Journal Lipid Science and Technology, 103, 594-632.

- Kristo,E., Biliaderis,G.C., Tzanetakis,N., 2003, Modelling of Rheological, Microbiological and Acidification Properties of a Fermented Milk Product Containing a Probiotic Strain of *Lactobacillus Paracasei*, International Dairy Journal, 13, 517-528.
- Kumar,P., Mishra,N.,H., 2004, Mango Soy Fortified Set Yoghurt: Effect of Stabilizer Addition on Physicochemical, Sensory, and Textural Properties, Food Chemistry, 87, 4, 501-507.
- Kwok,C.K., Shiu,W.Y., Yeung,H.C., 1998, Effect of Thermal Processing on Available Lysine, Thiamine and Riboflavin Content in Soymilk, Journal of Science Food Agriculture, 77, 473-478.
- Liu,K., 1997, Soybeans Chemistry, Technology and Utilization, International Thomson Publishing Capman and Hall, USA, 532p.
- Lee, Y.S., Morr, V.C., Seo, A., 1990, Comparison of Milk-Based and Soymilk-Based Yogurt, Journal of Food Science, 55, (2), 532-536.
- Miller, D.G., Jarvis,K.J., McBean,D.L., 2000, Handbook of Dairy Foods and Nutrition, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 755p.
- Murti, W.T., Bouillanne, C., Landon, M., Desmazeaud, J.M., 1992, Bacterial Growth and Volatile Compounds in Yoghurt-Type Products from Soymilk Containing *Bifidobacterium* spp., Journal of Food Science, 0,153-157.
- Nsofor, M.L., Chukwu, U.E., 1992, Sensory Evaluation of Soy Milk-Based Yoghurt, Journal of Food Science and Technology, 29, (5), 301-303.
- Oliveira,N.M., Sodini,I., Remeuf,F., Corieu,G., 2001, Effect of Milk Supplementation and Culture Composition on Acidification, Textural Properties and Microbiological Stability of Fermented Milks Containing Probiotic Bacteria, International Dairy Journal, 11, 935-942.
- Ouwehand, C.A., Salminen,J.S., 1998, The Health Effects of Cultured Milk Products with Viable and Non-viable Bacteria, International Dairy Journal, 8, 749-758,
- Özbaş,Y.Z., 1991, Acidophilus'lu Yoğurt Üretim Teknikleri, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 207s.
- Qstile,M.H.,Helland,H.M.,Narvhus,A.J., 2003, Growth and Metabolism of Selected Strains of Probiotic Bacteria in Milk, International Journals of Food Microbiology, 2695, 1-11.

- Rasic, J.L., Kurmann, J.A., 1978, Yoghurt Volume I, Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, 466p.
- Robinson, K.R., 1991, Therapeutic Properties of Fermented Milks, Elsevier Science Publishing Co. Inc., USA, 185p.
- Rybka, S., Kailasapathy, K., 1996, Media for the Enumeration of Yoghurt Bacteria, International Dairy Journal, 6, 839-850.
- Saldamlı, İ., 1998, Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 527p.
- Sanders, E.M., 1998, Overview of Functional Foods: Emphasis on Probiotic Bacteria, International Dairy Journal, 8, 341-347.
- Sandholm, M., T., Myllarinen, P., Crittenden, R., Mogensen, G., Fonden, R., Saarela, M., 2002, Technological Challenges for Future Probiotic Foods, International Dairy Journal, 12, 173-182.
- Scalabrini, P., Rossi, M., Spettoli, P., Matteuzzi, D., 1998, Characterization of *Bifidobacterium* strains for Use in Soymilk Fermentation, International Journal of Food Microbiology, 39, 213-219.
- Schillinger, U., 1999, Isolation and Identification of *Lactobacilli* from Novel-Type Probiotic and Mild Yoghurts and Their Stability During Refrigerated Storage, International Journal of Food Microbiology, 47, 79-87.
- Sezgin, E., 1979, Ankara'da Tüketilen Yoğurtların Yapımında Kullanılan Mayaların Bazı Teknik ve Biyolojik Nitelikleri Üzerinde Araştırmalar, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 722 Ankara 98s.
- Sezgin, E., Atamer, M., Gürsel, A., 1988, Yerli ve Yabancı Starter Kullanılarak Yapılan Yoğurtların Kaliteleri Üzerine bir Araştırma, Gıda Dergisi, 1, 5 -11
- Sezgin, E., Yıldırım, Z., Karagül, Y., 1996, *L. acidophilus* ve *B. bifidum* Kullanılarak Hazırlanan Fermente Süt Ürünlerinin İncelenmesi, Tr. Journal of Biology, 20, 281-291.
- Shah, N.P., Lankaputhra, W.E.V., Britz, L.M., Kyle, A.S.W., 1995, Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in Commercial Yoghurt During Refrigerated Storage, International Dairy Journal, 5, 515-521.
- Shah, N.P., Lankaputhra, W.E.V., 1997, Improving Viability of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium* spp. in Yogurt, International Dairy Journal, 7, 349-356.

- Shelef, A.L., Bahnmler, R.K., Zemel, B.M., Monte, M.L., 1988, Fermentation of Soymilk with Commercial Freeze-Dried Starter Lactic Cultures, *Journal of Food Processing and Preservation*, 12, 187-195.
- Shihata,A., Shah,P.N., 2000, Proteolytic Profiles of Yogurt and Probiotic Bacteria, *International Dairy Journal*, 10, 401-408.
- Shimakawa,Y., Matsubara,S., Yuki,N., 2003, Evaluation of *Bifidobacterium breve* strain Yakult-fermented Soymilk as a Probiotic Food, *International Journal of Food Microbiology*, 81,131-136.
- Sieber, R., Dietz, T.U., 1998, *Lactobacillus acidophilus* and Yogurt in the Prevention and Therapy of Bacterial Vaginosis, *International Dairy Journal*, 8, 599-607.
- Tamime,Y.A., Robinson,K.R., 1989, *Yoghurt Science and Technology*, Pergamon Press plc., UK, 431p.
- Tormo,M.,Izco,M.J., 2004, Alternative Reversed-Phase High Performance Liquid Chromatography Method to Analyse Organic Acid in Dairy Products, *Journal of Chromatography A*, 1033, 305-310.
- Torre,L., Tamime,Y.A., Muir,D.D., 2003, Rheology and Sensory Profiling of Set-Type Fermented Milks Made with Different Commercial Probiotic and Yoghurt Starter Cultures, *International Journal of Dairy Technology*, 56 (3), 163-170.
- Turantaş, F., 1999, Fermantasyonda Rol Oynayan Mikroorganizmalar,Gıda Mikrobiyolojisi, Ünlütürk, A., Turantaş, F. ,(Ed.), Mengi-Tan Basımevi, 2. Baskı, Çınarlı, İzmir.
- Valdez, de F.G., Giori, de S.G., 1993, Effectiveness of Soy Milk as Food Carrier for *Lactobacillus acidophilus*, *Journal of Food Protection*, 56, (4), 320-322.
- Van der Meer,R., Oudenhoven,B.J.M.I., Sesink,A.L.A., Kleibeuker, H.J., 1998, Milk Products and Intestinal Health, *International Dairy Journal*, 8, 163-170.
- Vinderola,G.C.,Bailo,N.,Reinheimer,A.J., 2000, Survival of Probiotic Microflora in Argentinian Yoghurts During Refrigerated Storage, *Food Research International* 33, 97-102.
- Vinderola,G.C., Reinheimer,A.J., 2000, Enumeration of *Lactobacillus casei* in the Presence of *L.acidophilus*, *Bifidobacteria* and Lactic Starter Bacteria in Fermented Dairy Product, *International Dairy Journal*, 10, 271-275.

- Vinderola,G.C., Costa,A.G., Regenhardt,S., Reinheimer,A.J., 2002, Influence of Compounds Associated with Fermented Dairy Products on the Growth of Lactic Acid Starter and Probiotic Bacteria, *International Dairy Journal*, 12, 579-589.
- Vuyst De,L., Zamfir,M., Mozzi,F., Adriany,T., Marshall,V., Degeest,B., Vaningelgem,F., 2003, Exopolysaccharide-producing *Streptococcus thermophilus* strains as functional starter cultures in the production of fermented milks, *International Dairy Journal*, 13, 707-717.
- Yazıcı,F., Akgün,A., 2003, Effect of Some Protein Based Fat Replacers on Physical, Chemical, Textural, and Sensory Properties of Strained Yoghurt, *Journal of Food Engineering*. Baskıda,
- Walstra,P., Geurts,J.T., 1999, *Dairy Technology*, Marcel Decker Inc.USA,726p.
- Wang,C.Y., Yu,C.R., Yang,Y.H., Chou,C.C., 2002, Growth and Survival of *Bifidobacteria* and Lactic Acid Bacteria During the Fermentation and Storage of Cultured Soymilk Drinks, *Food Microbiology*, 19, 501-508.
- Wang,C.Y., Yu,C.R., Yang,Y.H., Chou,C.C., 2003, Sugar and Acid Contents in Soymilk Fermented with Lactic Acid Bacteria Alone or Simultaneously with *Bifidobacteria*, *Food Microbiology*, 20, 333-338.

## EKLER

### EK 1. Araştırmada kullanılan besiyerleri, dilüsyon sıvıları ve çözeltiler

<b>1.1. M17 agar Besiyeri (Lab M, Q21851)</b>	<b>g/L</b>
Balanced pepton	5,00
Soya pepton	5,00
Beef extract	5,00
Yeast extract	2,50
Lactose	5,00
Askorbik asit	0,50
Magnezyum sülfat	0,25
Disodyum-gliserofosfat	19,00
Agar no : 2	15,00
<hr/>	
pH 7,1 ± 0,2	

Hazır besiyerinden 57,2 gram tartılarak uygun bir erlene aktarılmıştır. Erlene 1 Litre damıtık su eklenerek kaynar su banyosunda bir süre tutulmuş ve besiyerinin çözünmesi sağlanmıştır. Besiyeri otoklavda 121<sup>0</sup>C'de 15 dakika sterilize edilmiştir.

<b>1.2. MRS agar besiyeri (Merck, 1.10660)</b>	<b>g/L</b>
Pepton	10,00
Meat extract	8,00
Yeast extract	4,00
Glucose	20,00
Tween-80	1,00 mL
Dipotasyum hidrojen fosfat.	2,00
Sodyum asetat	5,00
Triamonyum sitrat	2,00
Magnezyum sülfat	0,20
Mangan sülfat	0,04
Agar -agar	14,00
<hr/>	
pH 5,7 ± 0,2	

Hazır besiyerinden 66,2 gram tartılarak uygun bir erlene aktarılmıştır. Erlene 1L damıtık su eklenerek, kaynar su banyosunda bir süre tutulmuş ve besiyerinin çözünmesi sağlanmıştır. Besiyeri otoklavda 121<sup>0</sup>C'de 15 dakika sterilize edilmiştir.

<b>1.3. Modifiye MRS agar besiyeri</b>	<b>g/L</b>
Pepton	10,00
Beef extract	10,00
Yeast extract	5,00
Tween-80	1,00 mL
Dipotasyum hidrojen fosfat. 3 H <sub>2</sub> O	5,00
Sodyum asetat . 3 H <sub>2</sub> O	2,00
Triamonyum sitrat	2,00
Magnezyum sülfat . 7 H <sub>2</sub> O	0,20
Mangan sülfat . 4 H <sub>2</sub> O	0,05
Agar No. 1	12,00
<hr/>	
pH 6,2 ± 0,2	

Besiyerinin bileşenleri ayrı ayrı tartılıp uygun bir erlene aktarılmıştır. Erlene 900 mL damıtık su eklenerek kaynar su banyosunda bir süre tutulmuş ve besiyerinin çözünmesi sağlanmıştır. Besiyeri otoklavda 121<sup>0</sup>C'de 15 dakika sterilize edilmiş ve yaklaşık 50<sup>0</sup>C'ye soğuması sağlanarak içerisine litreye 20 gram olacak şekilde ayrı olarak sterilize edilen maltoz çözeltisi eklenmiştir.

<b>1.4. Potato dextrose agar besiyeri (Difco, 127719JD)</b>	<b>g/L</b>
Potato infusion form	200
Bacto dextrose	20
Bacto agar	15
<hr/>	
pH 5,6± 0,2	

Hazır besiyerinden 39 gram tartılarak uygun bir erlene aktarılmıştır. Erlene 1L damıtık su eklenerek, kaynar su banyosunda bir süre tutulmuş ve besiyerinin çözünmesi sağlanmıştır. Besiyeri otoklavda 121<sup>0</sup>C'de 15 dakika sterilize edilmiştir. %10'luk tartarik asit çözeltisi ile pH 3,5'e düşürülmüştür.

**1.5. Tamponlanmış peptonlu su****g/L**

Pepton	10,0
Sodyum klorür	5,0
Sodyum fosfat, dibazik	3,5
Potasyum fosfat, monobazik	1,5

pH 7,2 ± 0,2

Besiyerinin bileşenleri tartılarak uygun bir erlene aktarılmıştır. Erlene 1L damıtık su eklenerek sıcak su banyosunda bir süre tutulmuş ve besiyerinin çözünmesi sağlanmıştır. Besiyeri uygun erlen ve tüplere dağıtılarak otoklavda 121°C'de 15 dakika sterilize edilmiştir.

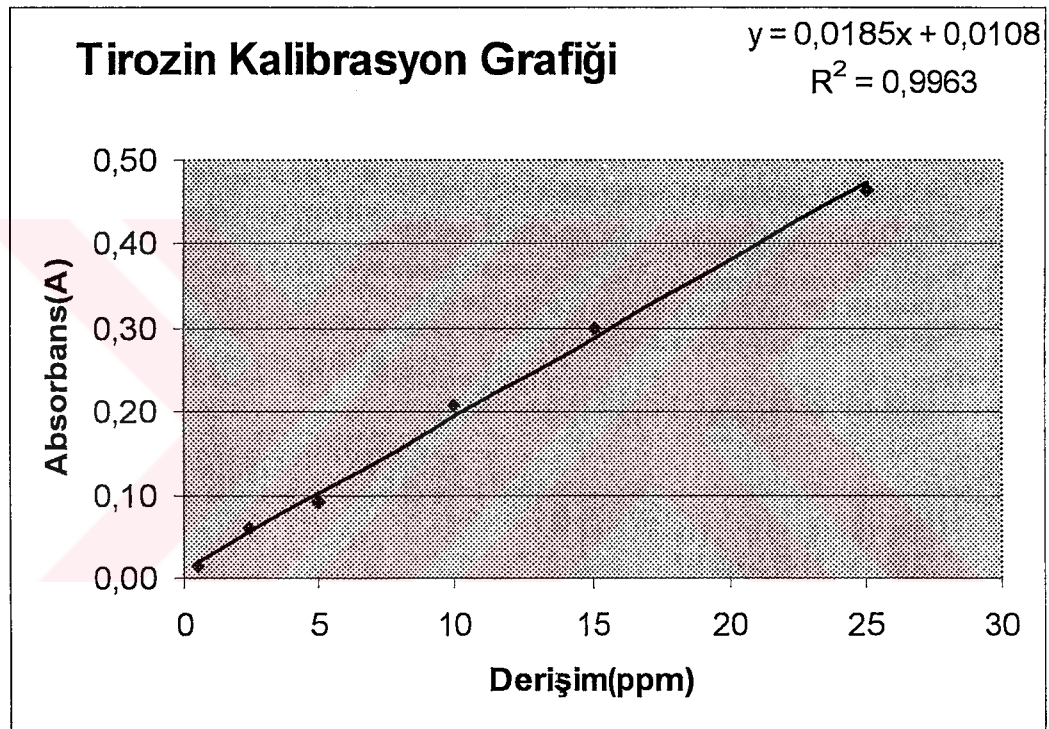
**1.6. Ringer çözeltisi****g/L**

Sodyum klorür	2,250
Potasyum klorür	0,105
Kalsiyum klorür	0,060
Sodyum bikarbonat	0,050

pH 7,0 ± 0,2

Çözeltinin bileşenleri tartılarak uygun bir erlene aktarılmıştır. Erlene 1L damıtık su eklenerek sıcak su banyosunda bir süre tutulmuş ve bileşenlerin tam olarak çözünmesi sağlanmıştır. Çözelti uygun erlen ve tüplere dağıtılarak otoklavda 121°C'de 15 dakika sterilize edilmiştir.

**EK 2.** Tirozin kalibrasyon grafiği ve analizde kullanılan çözeltiler



**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> Çözeltilisi :** 150g Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + 20g Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> hacmi saf su ile 1000 mL'ye tamamlanarak hazırlanmıştır.

**Fenol Çözeltilisi:** 1 kısım fenol + 2 kısım saf su karışımı şeklinde hazırlanmıştır.

**EK 3. Duyusal muayenelerde kullanılan panel formları****EK 3. 1. Duyusal muayenelerde kullanılan panel formu (1)**

Adı Soyadı

Tarih

**Yoğurtların Duyusal Muayene Değerlendirme Puanları**

	Puan
<b>Görünüş</b>	
- Temiz, parlak, süt renginde, serum ayrılması olmamış, çatlak ve gaz kabarcığı bulunmayan, homojen	5
- Temiz, süt renginde , serum ayrılması olmamış, çatlak ve gaz kabarcığı bulunmayan,	4
- Temiz, mat, az sayıda çatlakve az miktarda serum ayrılmış	3
- Süt renginden farklı değişik renk meydana gelmesi, ço sayıda çatlak, gaz kabarcığı bulunan, serumu ayrılmış, gözle görülebilen her türlü yabancı madde bulunan	1-2
<b>Kıvam</b>	
- Kaşıkla alınan kesitte dolgun kıvamda, düzgün yapıda, homojen karıştırıldıktan sonra koyu bir akıcılık, serumu hemen ayrılmayan, dille damak arasında kolay dağılmayan	5
- 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, ağıza alındığında dağılan, hafif pütürlü.	3
- Alınan kesitte çok akıcı, homojen olmayan ve pütürlü, karıştırıldıktan sonra çok akıcı hemen fazla miktarda serumu ayrılan, dipte tortu bulunduran, dille damak arasında tutulamayan, akıcı, homojen olmayan.	1-2
<b>Koku</b>	
- Kendine has hoş kokuda	4-5
- Kendine has olmayan ve yabancı koku ihtiva eden	3
- Kendine has olmayan, alkoksi, yanık veya yabancı koku ihtiva eden	1-2
<b>Tat</b>	
- Kendine has hafif ekşimsi tatta olan	5
- Hafif ekşimsiveya hafif tatlımsı	4
- Ekşimsi, hafif acımsı, hafif küfümsü, hafif sabunumsu yada hafif yanık tatta olan ve benzeri yabancı tat içeren	3
- Aşırı derecede ekşimsi, acımsı, küfümsü, sabunumsu yanık tatta olan ve benzeri yabancı tat içeren	1-2

	K1(Standart)	K2(Probiyotik)	P(Soyalı Probiyotik)
Görünüş			
Kıvam			
Koku			
Tat			

### EK 3. 2. Duyusal muayene farklılık panel formu (2)

**Adı Soyadı:**

**Tarih:**

#### FARKLILIK PANELİ

1. Size duysal nitelikleri kontrol ile karşılaştırılmak üzere yoğurt örnekleri sunulmuştur. Örneklerin kontrol örneklerinden iyi, kontrol ile aynı ya da kontrolden kötü olup olmadıklarını işaretleyiniz.

	P
Kontrolden İYİ	
Kontrol ile AYNI	
Kontrolden KÖTÜ	

2. Farklılığın düzeyini belirleyiniz (Kontrol ile aynı değilse işaretleyiniz).

	P
Fark edilmeyecek kadar az farklı	
Çok az farklı	
Farklı	
Oldukça farklı	
Çok Farklı	

Size sunulan bu yoğurt örneklerinden hangisini tercih edersiniz?

### EK 3.3. Duyusal muayene hedonik değerlendirme panel formu (3)

**Adı Soyadı:**

**Tarih:**

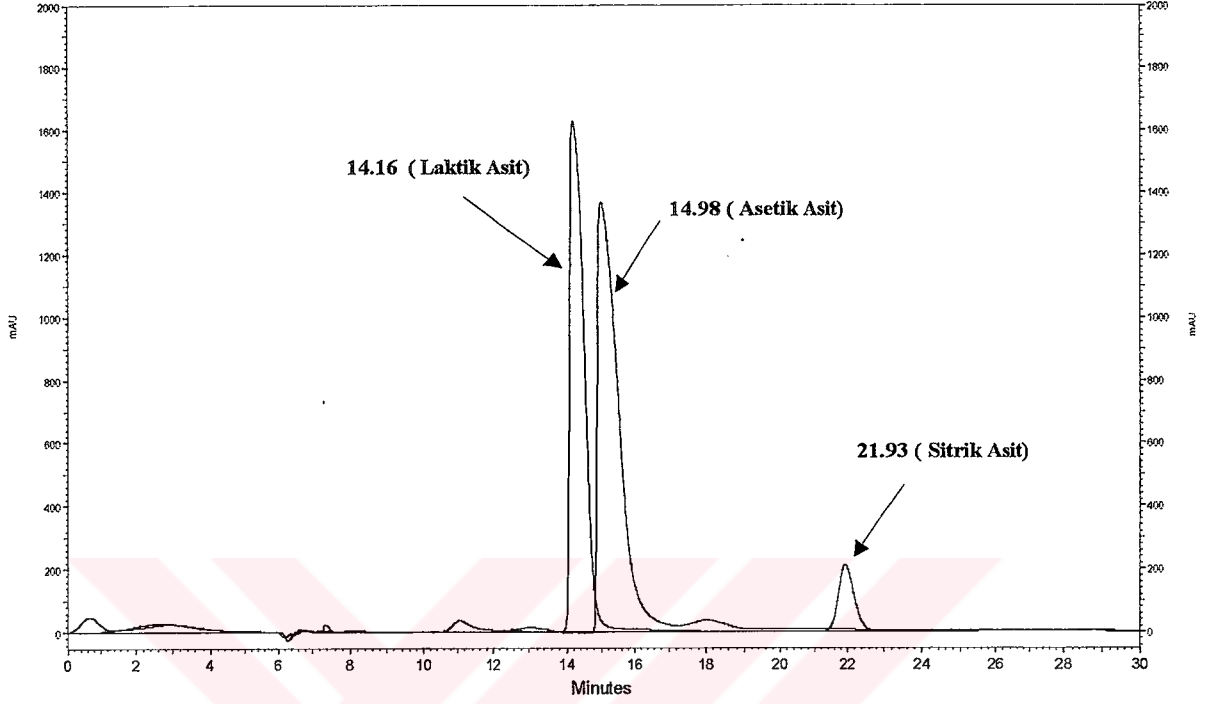
#### HEDONİK DEğERLENDİRME PANELİ

Size sunulan soyalı probiyotik yoğurt örneği hakkındaki tercihinizi belirtiniz.

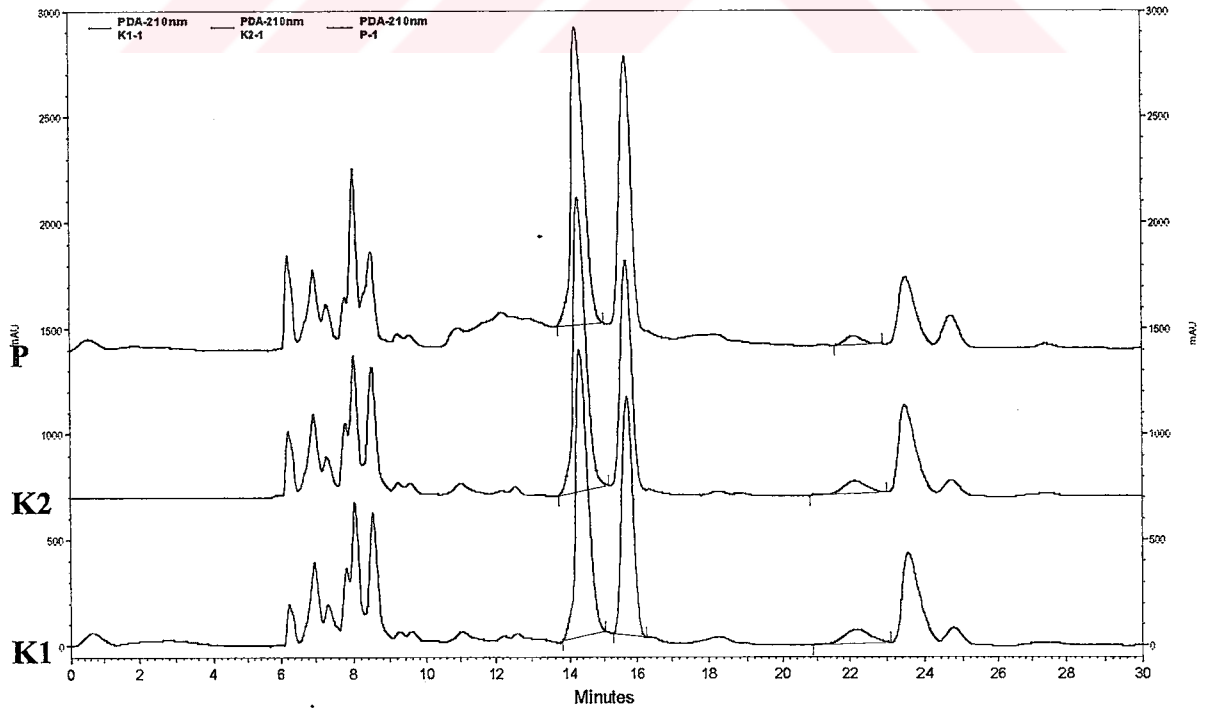
- Severek Tüketilebilir
- Tüketilebilir
- Tüketilemez

## EK 4. Yoğurt örneklerine ait HPLC kromatogramları

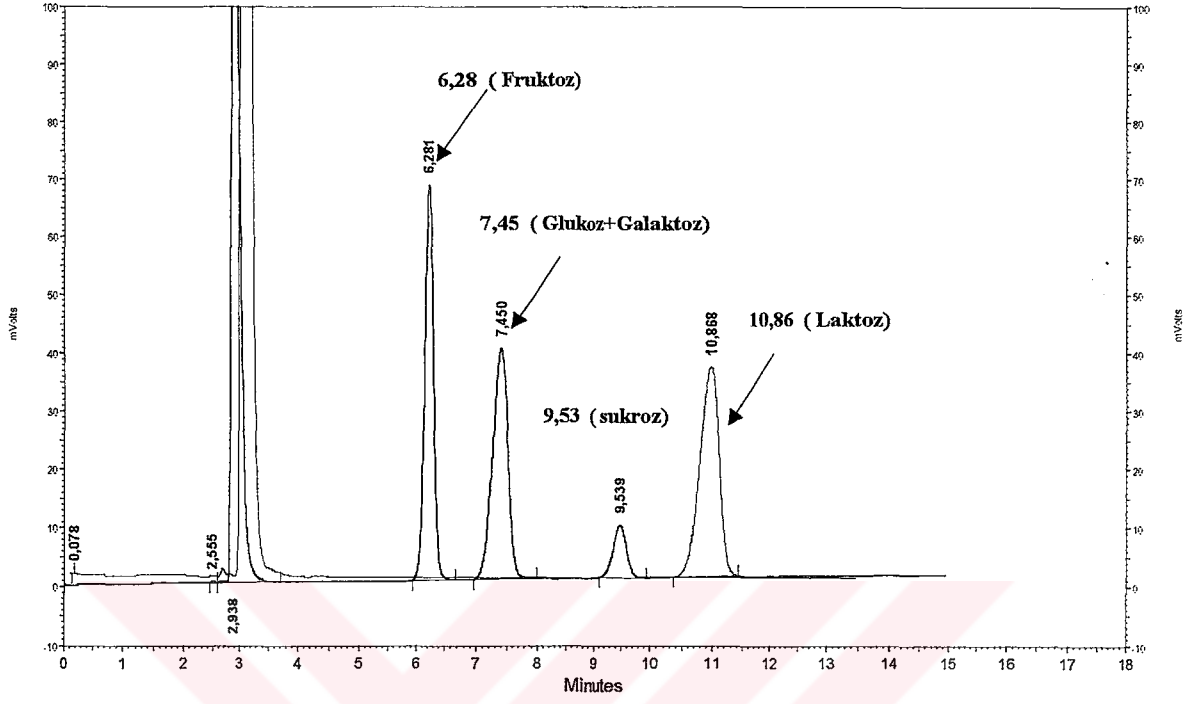
### EK 4. 1. Yoğurt örneklerine ait HPLC kromatogramları



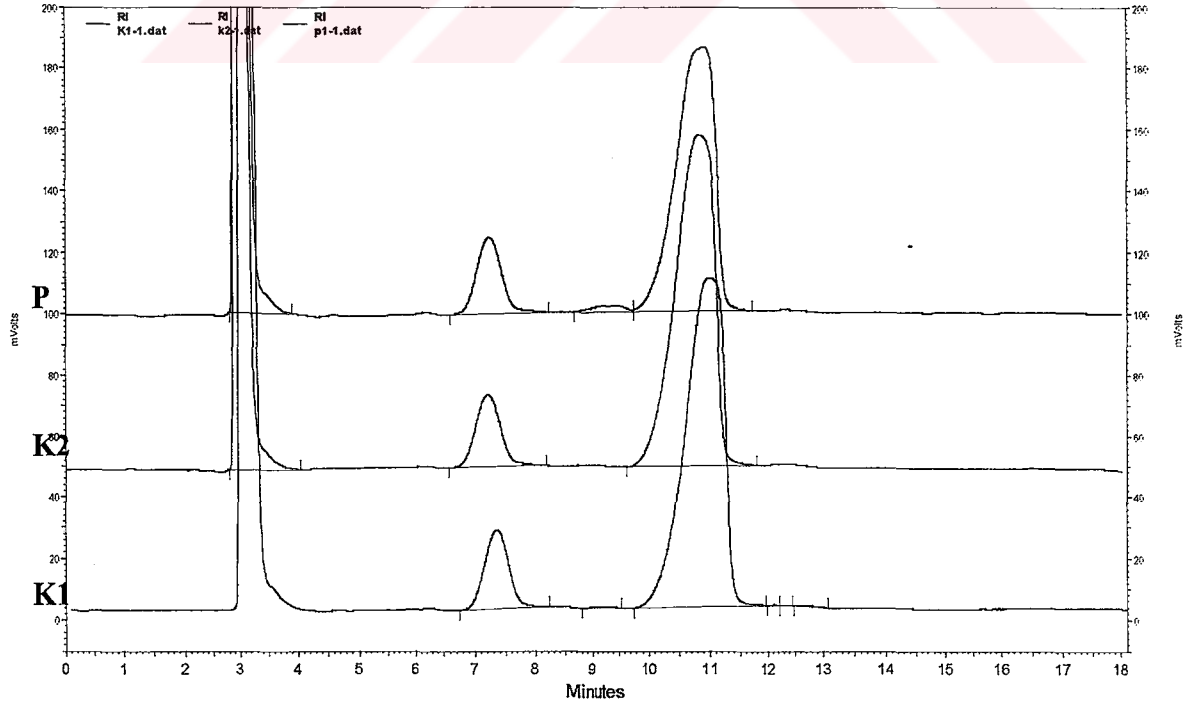
### Ek 4.1. Organik asit standartları



### Ek 4.2. K1, K2 ve P kodlu örneklerin organik asit fraksiyonuna ait kromatogramları



Ek 4.3. Şeker standartları



Ek 4.4. K1, K2 ve P kodlu örneklerin şeker fraksiyonuna ait kromatogramlar

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı :** Fatih Özbey  
**Doğum Yeri :** İzmir  
**Doğum Yılı :** 1969  
**Medeni Hali :** Evli, 1 çocuk

### Eğitim ve Akademik Durumu:

**Lise :** 1984-1987 Ankara Kurtuluş Lisesi  
**Lisans :** 1988-1994 E.Ü.Gıda Mühendisliği Bölümü  
**Y.Lisans :** 1994-1997 H.Ü.Gıda Mühendisliği Bölümü

**Yabancı Dil :** İngilizce, KPDS 67

**İş Tecrübesi:** 1996 - 1999 H.Ü.Gıda Mühendisliği Bölümü Araş.Gör.  
1999 - 2003 H.Ü Kaman Meslek Yüksekokulu Öğr. Gör.  
2004 - G.Ü. Kaman Meslek Yüksekokulu Öğr.Gör.