

**PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİNDE β -GLUKAN
KULLANIMI**

Okan KURTULDU

**PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİNDE β -GLUKAN
KULLANIMI**

Okan KURTULDU



**T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİNDE β -GLUKAN KULLANIMI

Okan KURTULDU

**Doç. Dr. Tülay ÖZCAN
(Danışman)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

BURSA - 2012

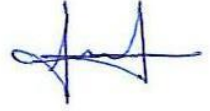
TEZ ONAYI

Okan Kurtuldu tarafından hazırlanan “*Probiyotik Yoğurt Üretiminde β -glukan Kullanımı*” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Tülay ÖZCAN

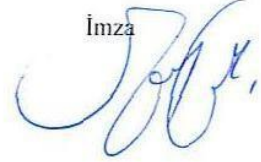
Başkan : Doç. Dr. Tülay ÖZCAN
U.Ü. Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

İmza



Üye : Prof. Dr. Recep ÇIBIK
U.Ü. Veterinerlik Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü

İmza



Üye : Yrd. Doç. Dr. Lütüye YILMAZ-ERSAN
U.Ü. Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. Kadri ARSLAN

Enstitü Müdürü

.../.../2012

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - başkalarının eserlerinden yararlanması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
 - atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
 - kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
 - ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı
- beyan ederim.**

26.04.2022

İmza

Ad ve Soyadı



OKAN KURBANLIOĞLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİNDE β -GLUKAN KULLANIMI

Okan KURTULDU

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Tülay ÖZCAN

Bu çalışmada, yulaf ve arpa kaynaklı β -glukan kullanımının *Bifidobacterium bifidum*'un probiyotik yoğurtlardaki canlılığı ve aktivitesi ile yoğurdun depolama süresi boyunca yapısal ve duyuşsal özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Rekonstitue edilen yağsız sütlere (%10,7 KM) %0,1 oranında β -glukan ilave edilmiş ve aşılama öncesinde 90°C'de 10 dakika ısıl işleme tabi tutulmuştur. Yoğurt üretiminde kullanılacak sütlere %3 oranında yoğurt kültürü (kontrol) ve probiyotik amaçlı *Bifidobacterium bifidum* katılarak, sırasıyla 42°C ve 37°C'de inkübe edilmiştir. Depolama süresinin 1., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde mikrobiyolojik olarak *B. bifidum* sayısı; fiziko-kimyasal olarak pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, viskozite, renk (*L,a,b*), laktik asit ve asetik asit oranları ile duyuşsal olarak görünüş, yapı ve tekstür, koku, renk, aroma yoğunluğu, tat ve genel kabul edilebilirlik değerleri belirlenmiştir.

Yulaf ve arpa kaynaklı β -glukan'ın prebiyotik etki göstermesi sonucunda yoğurtlardaki *B. bifidum* sayısının biyoterapötik seviyede ($> 7 \log \text{ kob/g}$) kalabildiği saptanmıştır. Yulaf kaynaklı β -glukan ilavesinin, yoğurtlarda viskoziteyi arttırdığı ancak duyuşsal özelliklerde önemli bir değişiklik meydana getirmediği belirlenmiştir. Diğer yandan arpa kaynaklı β -glukan'ın yeşil renge sahip olması sonucu yoğurtların renk değerlerinde önemli farklılıklar meydana gelmiş ve duyuşsal değerlerinde de belirgin bir azalma tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, β -glukan'ın *B. bifidum* gelişimi üzerinde prebiyotik etki göstererek canlılığını ve metabolik aktivitesini arttırdığı ve tahıl bazlı fonksiyonel süt ürünlerinin geliştirilmesinde kullanılabileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: β -glukan, Probiyotik yoğurt, *Bifidobacterium bifidum*

2012, x + 101 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

THE USE OF β -GLUCAN IN PROBIOTIC YOGHURT PRODUCTION

Okan KURTULDU

Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Tlay ÖZCAN

In this study, the effects of using oat and barley β -glucan on the viability of *Bifidobacterium bifidum* in probiotic yoghurt as well as on the changes in structural and sensory properties during storage were investigated.

Oat and barley β -glucan at a level of 0,1% were added to the reconstituted skim milk (10,7% DM) of which is heat treated for 10 minutes at 90°C prior to inoculation. Milks, used in production of yoghurt, were inoculated with 3% yogurt starter culture (control) and *Bifidobacterium bifidum*, as probiotic culture, and were incubated in 42°C and 37°C, respectively. In yoghurt samples microbiological analysis as the viability of *B. bifidum*, physicochemical parameters as pH, titratable acidity, whey separation, viscosity, color values (*L,a,b*), lactic acid and acetic acid contents, and sensory parameters as appearance, structure and texture, odor, color, aroma intensity, flavor and total acceptability values were recorded during the 1st, 7th, 14th, 21st and 28th days of the storage.

The viable cell count of *B. bifidum* was detected within biotherapeutic level ($> 7 \log$ cfu/g) as a result of the prebiotic effect of oat and barley based β -glucan. Viscosity values of the yoghurts increased by addition of oat based β -glucan, while no significant differences were found in sensory properties. On the other hand, barley β -glucan, as having greenish color, resulted in significant differences within color values and distinct decreases on sensory values were detected.

In conclusion, β -glucan improved the viability and metabolic activity of *B. bifidum* by displaying a prebiotic effect and can be used to develop cereal-based functional dairy products.

Key Words: β -glucan, Probiotic yoghurt, *Bifidobacterium bifidum*

2012, x + 101 pages

TEŞEKKÜR

Uludağ Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümündeki yüksek lisans eğitimim süresince her zaman tüm desteğiyle yanımda olan, tez araştırmalarımın ilk adımından, çalışmanın ortaya çıkmasına kadar katedilen tüm aşamalarda değerli bilgi ve görüşlerini esirgemeyen sevgili danışman hocam Doç. Dr. Tülay ÖZCAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım hocalarım Yrd. Doç. Dr. Arzu AKPINAR-BAYİZİT, Yrd. Doç. Dr. Lütfiye YILMAZ - ERSAN ve Yrd. Doç. Dr. Mehmet ÖZGÜR'e teşekkür ederim.

Çalışmam sırasında β -glukan'ın temin edilmesinde yardımcı olan; G.E. INGLETT'e (Functional Foods Research Unit, National Center for Agricultural Utilization Research, IL/ USA), Naturex SA (Ultimate Botanical Benefits) Fransa Bölge Satış Müdürü Sn Yonathan ELBAZ'a, ayrıca Süttaş Karacabey Tesisleri (Karacabey, Bursa) müdürü Sn Ünal TÜRKAY'a, Chr Hansen İstanbul Temsilciliği Süt ve Ürünleri Yöneticisi Sn Alp LEON'a ve ayrıca çalışmalarım esnasında yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen Berrak DELİKANLI ve Elif YILDIZ'a teşekkür ederim.

Son olarak, başta eğitim hayatım olmak üzere yaşamım boyunca maddi ve manevi desteğini ve karşılıksız sevgisini bir an olsun eksik etmeyen sevgili aileme de teşekkürü bir borç bilirim.

Okan KURTULDU
Gıda Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
2.1. Probiyotikler ve Prebiyotikler.....	6
2.2. Tahıl Bazlı Probiyotik Süt Ürünleri	22
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	35
3.1. Materyal.....	35
3.1.1. Yağsız süttozu	35
3.1.2. Bakteri kültürleri	35
3.1.3. Prebiyotikler	35
3.2. Yöntem	36
3.2.1. Deneme deseni	36
3.2.2. Yoğurt kültürünün aktive edilmesi	36
3.2.3. <i>Bifidobacterium bifidum</i> BB-12 kültürünün aktive edilmesi	37
3.2.4. Yoğurt üretimi	37
3.3. Yoğurtlara Uygulanan Analizler.....	38
3.3.1. Mikrobiyolojik analizler.....	38
3.3.1.1. Örneklerin analize hazırlanması.....	38
3.3.1.2. <i>Bifidobacterium bifidum</i> sayısı.....	38
3.3.2. Fiziko-kimyasal analizler.....	39
3.3.2.1. pH.....	39
3.3.2.2. Titrasyon asitliği.....	39
3.3.2.3. Serum ayrılması.....	39
3.3.2.4. Viskozite analizi.....	39
3.3.2.5. Renk tayini.....	40
3.3.2.6. Laktik asit tayini.....	40
3.3.2.7. Asetik asit tayini.....	41
3.3.3. Duyusal analizler.....	41
3.3.4. İstatistiksel analizler.....	42
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	43
4.1. Mikrobiyolojik Analizler.....	43
4.1.1. <i>Bifidobacterium bifidum</i> sayısı	43
4.2. Fiziko-kimyasal Özellikler	46
4.2.1. pH	46
4.2.2. Titrasyon asitliği	50
4.2.3. Serum ayrılması	53
4.2.4. Viskozite	56
4.2.5. Renk	60
4.2.6. Laktik asit ve asetik asit	66

4.3. Duyusal Özellikler	68
4.3.1. Görünüş	68
4.3.2. Yapı ve tekstür	71
4.3.3. Koku özellikleri	74
4.3.4. Renk özellikleri.....	77
4.3.5. Aroma yoğunluğu.....	79
4.3.6. Tat özellikleri	82
4.3.7. Genel kabul edilebilirlik	85
5. SONUÇ	88
KAYNAKLAR.....	90
EK 1.....	100
ÖZGEÇMİŞ.....	101

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde Değer
°C	Santigrat Derece
µm	Mikrometre
µL	Mikrolitre
atm	Atmosfer Basıncı
cm	Santimetre
cP	Centipoise
g	Gram
kg	Kilogram
L	Litre
mg	Miligram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
mM	Milimolar
NaCl	Sodyum Klorür
NaOH	Sodyum Hidroksit
nm	Nanometre
ppm	Milyonda Bir Kısım
rpm	Dakikadaki Devir Sayısı

Kısaltmalar	Açıklama
β-glukan	Beta-glukan
dk	Dakika
DVS	Direct Vat Set
HPLC	Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografi
KM	Kuru Madde
Kob	Koloni Oluşturan Birim
LA	Laktik Asit
Max	Maksimum
Min	Minimum

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. İnsan kolon florası tarafından fermentasyon.....	16
Şekil 2.2. Oligosakkaritlerin probiyotik bakteriler tarafından fermentasyonu ile oluşan kısa zincirli yağ asitleri	17
Şekil 2.3. Tahıl bazlı β -glukanın moleküler yapısı.....	26
Şekil 2.4. Arpa tahıl endospermine ait, β -glukan içeriğinin yoğun olduğu hücre duvarının elektron mikroskobundaki görünümü	27
Şekil 2.5. Yulaf ve arpa kaynaklı β -glukanın ekstraksiyon ve saflaştırma işlemlerinin şematik diyagramı.....	29
Şekil 3.1. Hunter sistemindeki L, a ve b parametrelerinin renk skalası	40
Şekil 4.1. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin <i>B. bifidum</i> sayılarının değişimi.....	46
Şekil 4.2. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin pH değeri değişimi.....	49
Şekil 4.3. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değeri değişimi	52
Şekil 4.4. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması (mL/25g) değeri değişimi	56
Şekil 4.5. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite (cP) değeri değişimi.....	59
Şekil 4.6. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin L değeri değişimi.....	65
Şekil 4.7. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin a değeri değişimi.....	65
Şekil 4.8. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin b değeri değişimi.....	66
Şekil 4.9. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin görünüş değerleri değişimi.....	71
Şekil 4.10. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin yapı ve tekstür değerleri değişimi.....	73
Şekil 4.11. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin koku değerleri değişimi.....	76
Şekil 4.12. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin renk değerleri değişimi.....	79
Şekil 4.13. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin aroma yoğunluğu değerleri değişimi.....	82
Şekil 4.14. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin tat değerleri değişimi.....	84
Şekil 4.15. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerleri değişimi.....	87

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Probiyotiklerin kullanıldığı hastalıklar	10
Çizelge 2.2. Ticari olarak kullanılan probiyotik suşlar	12
Çizelge 2.3. Gıdalarda bulunan bazı prebiyotikler	15
Çizelge 2.4. Tahıl tanelerinin, içerdikleri toplam diyet lif oranlarının kurumadde de % cinsinden değerleri	25
Çizelge 3.1. Yoğurt örneklerine ait deneme deseni	36
Çizelge 3.2. Probiyotik yoğurt örneklerine ait duyuşal değerlendirme skalası.....	42
Çizelge 4.1. Probiyotik yoğurt örneklerinin <i>B. bifidum</i> sayısındaki değişim (log kob/g).....	43
Çizelge 4.2. Probiyotik yoğurt örneklerinin <i>B. bifidum</i> sayısındaki değişime ilişkin varyans analizi sonuçları (log kob/g).....	44
Çizelge 4.3. Probiyotik yoğurt örneklerinin <i>B. bifidum</i> sayısına ait LSD testi sonuçları (log kob/g) (p<0.01)*.....	44
Çizelge 4.4. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca <i>B. bifidum</i> sayısına ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*.....	45
Çizelge 4.5. Probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerlerindeki değişim.....	47
Çizelge 4.6. Probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	47
Çizelge 4.7. Probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*.....	48
Çizelge 4.8. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca pH değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*.....	49
Çizelge 4.9. Probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerindeki değişim	50
Çizelge 4.10. Probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	51
Çizelge 4.11. Probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*.....	51
Çizelge 4.12. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca titrasyon asitliği (%) değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*.....	52
Çizelge 4.13. Probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması (mL/25g) değerlerindeki değişim	53
Çizelge 4.14. Probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması (mL/25g) değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	54
Çizelge 4.15. Probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması (mL/25g) değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*.....	54
Çizelge 4.16. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca serum ayrılması (mL/25g) değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*.....	55
Çizelge 4.17. Probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite (cP) değerlerindeki değişim.....	57
Çizelge 4.18. Probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite (cP) değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	57
Çizelge 4.19. Probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite (cP) değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*.....	58

Çizelge 4.20. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca viskozite (cP) değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*	58
Çizelge 4.21. Probiyotik yoğurt örneklerinin L değerlerindeki değişim	60
Çizelge 4.22. Probiyotik yoğurt örneklerinin a değerlerindeki değişim	61
Çizelge 4.23. Probiyotik yoğurt örneklerinin b değerlerindeki değişim	61
Çizelge 4.24. Probiyotik yoğurt örneklerinin L değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	62
Çizelge 4.25. Probiyotik yoğurt örneklerinin a değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	62
Çizelge 4.26. Probiyotik yoğurt örneklerinin b değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	62
Çizelge 4.27. Probiyotik yoğurt örneklerinin L, a, b değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*	63
Çizelge 4.28. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca L, a, b değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*	64
Çizelge 4.29. Probiyotik yoğurt örneklerinin laktik asit (mg/L) ve asetik asit (mg/kg) değerlerindeki değişim.....	67
Çizelge 4.30. Probiyotik yoğurt örneklerinin görünüş değerlerindeki değişim.....	68
Çizelge 4.31. Probiyotik yoğurt örneklerinin görünüş değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	69
Çizelge 4.32. Probiyotik yoğurt örneklerinin görünüş değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*	69
Çizelge 4.33. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca görünüş değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*	70
Çizelge 4.34. Probiyotik yoğurt örneklerinin yapı ve tekstür değerlerindeki değişim.....	71
Çizelge 4.35. Probiyotik yoğurt örneklerinin yapı ve tekstür değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	72
Çizelge 4.36. Probiyotik yoğurt örneklerinin yapı ve tekstür değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*	72
Çizelge 4.37. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca yapı ve tekstür değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*	73
Çizelge 4.38. Probiyotik yoğurt örneklerinin koku değerlerindeki değişim.....	74
Çizelge 4.39. Probiyotik yoğurt örneklerinin koku değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	75
Çizelge 4.40. Probiyotik yoğurt örneklerinin koku değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*	75
Çizelge 4.41. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca koku değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*	76
Çizelge 4.42. Probiyotik yoğurt örneklerinin renk değerlerindeki değişim	77
Çizelge 4.43. Probiyotik yoğurt örneklerinin renk değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	77
Çizelge 4.44. Probiyotik yoğurt örneklerinin renk değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*	78
Çizelge 4.45. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca renk değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*	78

Çizelge 4.46. Probiyotik yoğurt örneklerinin aroma yoğunluğu değerlerindeki değişim	80
Çizelge 4.47. Probiyotik yoğurt örneklerinin aroma yoğunluğu değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	80
Çizelge 4.48. Probiyotik yoğurt örneklerinin aroma yoğunluğu değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p<0.01$)*	81
Çizelge 4.49. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca aroma yoğunluğu değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p<0.01$)*	81
Çizelge 4.50. Probiyotik yoğurt örneklerinin tat değerlerindeki değişim.....	82
Çizelge 4.51. Probiyotik yoğurt örneklerinin tat değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	83
Çizelge 4.52. Probiyotik yoğurt örneklerinin tat değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p<0.01$)*.....	83
Çizelge 4.53. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca tat değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p<0.01$)*.....	84
Çizelge 4.54. Probiyotik yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerlerindeki değişim.....	85
Çizelge 4.55. Probiyotik yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	86
Çizelge 4.56. Probiyotik yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p<0.01$)*.....	86
Çizelge 4.57. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca genel kabul edilebilirlik değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p<0.01$)*.....	87

1.GİRİŞ

Beslenme, insanların büyümesi, bedensel ve düşünsel işlevlerini yerine getirebilmesi ve sağlığını koruyabilmesi gibi temel fonksiyonların gerçekleştirilebilmesi için besinlerin tüketim biçimini içine alan, gıda ile sağlık arasında bir köprü niteliğine sahip önemli bir kavramdır. Bireyin, ailenin ve toplumun temel amacı, sağlıklı ve üretken bir yaşam biçimi oluşturmaktır. Beden, akıl ve sosyal yönden iyi gelişmiş bir vücut yapısının yaşam boyu devamlılığının sağlanması, sağlıklı olmanın en önemli göstergesi olarak kabul edilmektedir. Beslenme, insan vücudundaki dokuların yenilenmesini ve bağışıklık sisteminin de sağlıklı olarak işleyebilmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte yetersiz ve dengesiz beslenme ise vücut direncini azaltarak, vücudun hastalıklara yakalanma olasılığının artmasına ve geçirilen hastalığın daha ağır seyretmesine neden olmaktadır.

Gıdaların sağlık amaçlı olarak çeşitli hastalıkların tedavisinde ya da önlenmesinde kullanımı çok eskilere dayanmaktadır. Son yıllarda, tüm dünyada görülen sağlık problemleri nedeniyle tüketicilerin beslenme alışkanlıklarında değişme eğilimleri dikkat çekmektedir. Bireylerin hayat beklentilerinin artması, sağlık ile beslenme arasındaki ilişkinin farkındalığı gibi nedenlerle tüketiciler gıdalardan beslenmenin ötesinde, birtakım faydalar sağlamayı düşünmektedirler. Tüketicilerin tüm bu isteklerine cevap verebilmek için üreticiler çeşitli gıda üretimlerine yönelmişlerdir. Bunlar arasında enerjisi azaltılmış gıdalar (yağ oranı düşürülmüş gıdalar), modifiye gıdalar (örneğin katkı içermeyen/organik gıdalar) ve fonksiyonel gıdalar (örneğin probiyotik ve prebiyotik içeren gıdalar) sayılabilmektedir (Sanders 1998, Roberfroid 2000, Gürsoy ve ark. 2005, Tonguç 2006). Bu nedenle, fonksiyonel gıdaların gıda sanayinin en hızlı gelişen ve yakın bir gelecekte de gıda piyasasına yön vereceği tahmin edilen sektörlerinden birisi olacağı belirtilmektedir (Lee ve ark. 1999, Başyigit 2004).

Fonksiyonel gıdalar; vücudun temel besin öğeleri gereksinimini karşılamanın dışında insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde ilave faydalar sağlayan, iyi olma halinin güçlendirilmesi ve/veya hastalık riskinin azaltılması gibi olumlu etkileri gerçekleştiren, böylelikle hastalıklardan korunma ve daha sağlıklı bir yaşama ulaşmada etkinlik gösteren gıdalar ya da gıda bileşenleri olarak tanımlanmaktadır (Bekers ve ark. 2001, Sezen ve Koçak 2006). Fonksiyonel ürünlerin sağlığa yararları etkileri arasında

antimutajenik, antikanserojenik özellikleri, laktoz metabolizmasının düzenlenmesi, serum kolesterol seviyesinin düzenlenmesi ve bağışıklık sistemine etkileri sayılabilmektedir (Gibson ve Roberfroid 1995, Bennett ve Cerda 1996).

20. yüzyıldan itibaren, insan sağlığının artırılması ve sürdürülmesi amacıyla, beslenmenin önemine dikkat çekilmesi, fonksiyonel nitelik taşıyan diyet liflerinin sağlık üzerine etkilerinin popülaritesini arttırmıştır. Tahılların, diyet liflerinin önemli bir kaynağını oluşturduğu ve %50 oranında lif içerdikleri belirtilmektedir (Skendi ve ark. 2003, Lambo ve ark. 2005, Lyly 2006).

β -glukan; hidrokolloid özellik gösteren bir bileşik olarak diyet lifi özelliği taşımakta ve sağlık üzerine olumlu etkiler göstermektedir. Yulaf ve arpa içeren gıdalar β -glukan açısından doğal ve zengin kaynaklar olup, yulafta %3-7, arpada %3-11 arasında bulunmaktadır (Wood 1993, 1997).

Çözünabilir diyet lifi açısından zengin yulaf ve arpadaki β -glukanın kan kolesterol seviyesi ve kalp ile ilgili hastalık riskini azalttığı belirtilmektedir (Tudorica ve ark. 2004). Yulaf ve arpada bulunan β -glukanın insanlar ve hayvanlar üzerinde toplam serum kolesterol ve LDL-kolesterolü düşürücü etkisi olduğu pek çok araştırma tarafından da desteklenmektedir (Lyly ve ark. 2003, Skendi ve ark. 2003, Vasanthan ve Temelli 2008).

Tahıl bazlı ürünler, probiyotik ve prebiyotik içeren fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde kullanılan temel besin maddeleridir. Çalışmalar göstermektedir ki, yulaf ve arpa bazlı temel bileşikler fermente süt ürünlerinin fonksiyonel gıda içeriğinin geliştirilmesinde önemli bir bileşen olarak kullanılabilir. Son yıllarda geliştirilmekte olan ve yaklaşık %32 düzeyinde yulaf bazlı β -glukan içeren ekstraktlara C-trim 30 adı verilmektedir (Lee ve Inglett 2007). Bu ekstraktlar, ürünün tekstürel ve reolojik özelliklerinin geliştirilmesi amacı ile viskoz yapıyı arttırıcı olarak ilave edilmektedirler (Burkus ve Temelli 1999). Ayrıca, kurabiye, ekmek gibi fırıncılık ürünlerinde ve kızarmış gıdaların üretiminde, düşük kalorili içerik elde edilmesi amacıyla da β -glukan kullanılabilir (Tudorica ve ark. 2004, Lyly 2006).

Probiyotik süt ürünleri fonksiyonel besin maddeleri olarak bilinmektedir. Probiyotikler, doğal bağırsak mikroflorasını olumlu yönde değiştirerek insan ya da hayvan sağlığı üzerinde yararlı etkiler yaratan canlı mikrobiyel gıda kaynaklarıdır. Yapılan alışmalar sonunda, probiyotik mikroorganizmaların, üründe bakteriyosin ve diğer bazı antimikrobiyel maddelerin üretimi, laktoz intoleransı, kanser, yüksek kolesterol ve antibiyotik kullanımının yol açtığı bağırsak rahatsızlıklarının tedavisindeki olumlu etkileri kanıtlanmıştır (Lee ve ark. 1999, Grsy ve Kınık 2002). Probiyotiklerin yararlı etkilerinden yararlanma amaçlı üretilen en çok bilinen ürün yoğurttur. Son yıllarda yoğurdun bileşimine klasik yoğurt starterlerinin yanı sıra, probiyotik kültürlerde katılarak ürüne ekstra fizyolojik etki ve besin değeri kazandırılmaktadır (Folkenberg ve Martens 2003, Sahan ve ark. 2008).

Yoğurdun tekstürel ve fonksiyonel özelliklerinin arttırılması amaı ile; jelatin, pektin, k-karragenan, inülin ve diyet lifleri gibi alternatif maddelerin yoğurt üretiminde kullanımı son araştırmaların temelini oluşturmaktadır. Diyet lifleri içeren yağsız yoğurtların, yetişkin bireyler tarafından günde 0,025-0,030 kg aralığında tüketilmesinin sağlık açısından olumlu etkilerinin olduğu belirtilmektedir. Günlük besin alımında, lif içeren besinlerin tüketimi neticesinde; hipertansiyon, diyabet, hiperkolesterolami, gastrointestinal ve koroner hastalıkların azaltılması hatta engellenmesi sağlanabilmektedir (Charalampopoulos ve ark. 2002, Staffolo ve ark. 2004, Sahan ve ark. 2008).

Probiyotik mikroorganizmaların gelişmesini teşvik etmek amaçıyla ise prebiyotikler kullanılmaktadır. Prebiyotikler, bağırsaklardaki belirli bakterilerin gelişim ve aktivitelerini teşvik eden, fermente olabilen ancak sindirilemeyen gıda irediyentleri olarak da tanımlanmaktadır (Klaenhammer 2000, Holzapfel ve Schillinger 2002, Palframan ve ark. 2002). β -glukan, stabilize edici etkisinin yanı sıra prebiyotik etki de göstermektedir (Vasiljevic ve ark. 2007, Stack ve ark. 2010).

Günümüzde en yaygın olarak kullanılan probiyotik mikroorganizmalar *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleridir (Bengmark 2001, Guarner ve ark. 2005). Bu nedenle, planlanan çalışmada, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*'dan oluşan yoğurt kültürünün ilave edilmesi ile geleneksel olarak üretilen

yoğurt ile probiyotik yoğurdun özelliklerinin karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Ayrıca çalışmada probiyotik bakterilerin gelişmesini teşvik etmek amacıyla prebiyotik amaçlı yulaf bazlı (%30) ve arpa bazlı (%40) β -glukan'ın kullanımı planlanmıştır. Bu şekilde bakterinin β -glukan ilavesi ile gelişme yeteneğinin ve aynı katkı maddesinin yoğurdun yapısal özelliklerinin geliştirilmesindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Yoğurt örneklerinin depolamanın 1, 7, 14, 21 ve 28. günlerinde probiyotik bakterilerin depolama boyunca canlılık oranı saptanırken, ayrıca yoğurdun fiziko-kimyasal ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Fonksiyonel süt ürünleri, besleyici ve fizyolojik değerleri yüksek ürünlerdir son yıllarda yapılan çalışmaların odak noktalarını oluşturmaktadır. Probiyotik ve prebiyotik içeren süt ürünleri ise fonksiyonel süt ürünlerinin en önemli kısmını oluşturmaktadır (Lee ve ark 1999, Gürsoy ve Kınık 2002).

Günümüzde halen tüketicilerin en fazla tercih ettiği fermente süt ürününün, diğer süt ürünlerine göre daha kısa raf ömrüne sahip olması ve böylece taze olarak tüketime daha elverişli olması nedeniyle yoğurt olduğu belirtilmektedir (Sezen ve Koçak 2006, Tonguç 2006).

Yoğurt, besin değeri yüksek ve başta laktoz intoleransına sahip bireylerce kolay sindirilebilen, içerdiği starter kültürlerin ürettiği antimikrobiyel maddelerin etkisi ile patojen mikroorganizmaların gelişimini engelleyici ve gastrointestinal bölgenin florasını koruyucu etki gösteren, antikanserojenik ve antikolesterolemik özelliklere sahip olan önemli bir fermente süt ürünü olarak tanımlanmaktadır (Tamime ve Deeth 1980, Kayaardı ve Gürsoy 1997, Tamime ve Robinson 1999). Fermente süt ürünleri tebliğine göre ise yoğurt; *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* fermentasyonu ile meydana gelen koagüle ürün olarak ifade edilmektedir (Anonim 2001).

Yoğurt, içeriğindeki starter kültürlerin meydana getirdiği n fermentasyon ile protein ve yağın kısmen parçalanması sonucunda besleyici değeri daha yüksek ve sindirimi süte göre daha kolay bir süt ürünüdür (Varnam ve Sutherland 1994, zcan-Yılsay ve Kurdal 2000).

Günümüzde, normal yoğurt bakterilerinin yanı sıra, kardiyovasküler rahatsızlıklar, obezite, kanser ve diyabet gibi birtakım hastalıkların tedavisi ve beslenme amacıyla, yoğurt benzeri ürünlerin üretilmesi üzerine çalışılmaya başlanmıştır. Probiyotik kültür içeren yoğurt tüketiminde, intestinal mikrofloranın korunması ve bağırsak immunitesinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır (Kayaardı ve Gürsoy 1997, Folkenberg ve Martens 2003, Sezen ve Koçak 2006).

2. 1.Probiyotikler ve Prebiyotikler

İnsan vücudu başta deri, ağız boşluğu, gastrointestinal ve ürogenital sistemler olmak üzere tahminen 10^{14} mikroorganizma popülasyonuna sahip dinamik bir ekosistemdir (Yücecan 2002). Vücudun çeşitli bölümleri, yüzeyleri ve organları bir organizma tabakası ile örtülü durumdadır. Sindirim sisteminde yer alan mide, ince bağırsak, kalın bağırsak ve pankreas gastrointestinal sistemin temel organlarını oluşturmaktadırlar (Altınışik 2005). Sağlıklı olan bireylerin, gastrointestinal sistemleri doğum sırasında steril iken saatler içerisinde mikroorganizmalar ile kolonize olmaktadır. İntestinal flora yaklaşık 400-500 tür bakteriden meydana gelmektedir. Vücut hücrelerinin toplamının yaklaşık olarak %95'ini intestinal floranın oluşturduğu ve kalın bağırsakların oldukça özelleşmiş ve aktif bir organ olduğu belirtilmektedir (Mountzouris ve Gibson 2003, Coşkun 2006).

İntestinal sistemin fizyolojik dengesi; hastalık, stres, antibiyotik kullanımı, diyet uygulamada değişikliğe gidilmesi, çevresel etmenlerle vücuttaki toksin oranının artış göstermesi ve iklim koşullarında meydana gelen değişiklikler sonucunda etkilenmektedir (Çakır ve Çakmakçı 2004).

Sağlıklı ve fonksiyonel bir gastrointestinal sistemin oluşturulması ve immün sisteminin geliştirilmesi, insan hayatının sağlıklı bir şekilde devamının temel şartlarından biri durumundadır. Bu ise intestinal flora ile mümkün olmaktadır. Bu nedenle; mikrofloranın önemli bileşenlerinden sayılan *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* türlerinin ve bunların çoğalmasını sağlayacak besin unsurlarının birlikte verilmesi, son yılların ilgi çeken tedavi yöntemlerinden biri haline gelmektedir (Klaenhammer ve Kullen 1999, Bengmark 2001, Sezen ve Koçak 2006).

Bifidobacterium ve *Lactobacillus* türleri; kanseri önleyici, kolesterol seviyesini düşürücü ve laktoz kullanımını geliştirici etkilere sahip bakteriler olarak tanımlanmaktadır (Bekers ve ark. 2001).

İnsan sağlığı üzerinde, sindirim sistemi flora yapısının büyük bir önemi bulunmaktadır. Bağırsak florasındaki bakterilerin gerçekleştirdiği anaerobik fermentasyon sonucunda, konakçının günlük gereksinim duyduğu bileşenler ortaya çıkarken, diğer yandan da

konakçıda kronik bağırsak rahatsızlıklarına neden olabilen birtakım zararlı maddeler de oluşmaktadır. Bağırsak florasına ulaşan patojen bakterilerin de floradaki dengeyi bozduğunun belirlenmesi üzerine, bağırsak florasının mikrobiyel dengesinin stabil kalmasını sağlamak için probiyotiklerden yararlanılmaya başlanmıştır (Gülmez ve Güven 2002, Vasiljevic ve Shah 2007).

Probiyotik sözcüğü, Türkçede “yaşam için” anlamına karşılık gelmekte olan “for life” ve antibiyotik teriminin anlamını karşılamaktadır (Lee ve ark. 1999). Tarih boyunca probiyotik terimi, insan sağlığı üzerine oluşturduğu etki mekanizmaları göz önünde bulundurularak çeşitli anlamlarda tanımlanmıştır. İlk defa 1960’lı yıllarda Lilley ve Stillwell tarafından, bir protozoa tarafından salgılanıp diğer bir protozoanın gelişimine katkıda bulunan metaboliti tanımlamak amacıyla kullanılmıştır (Shortt 1999, Holzapfel ve Schillinger 2002).

1970’li yıllarda, mikrobiyel gelişmeyi destekleyen ekstraktlar ve intestinal sistemin mikrobiyel dengesi üzerine etki eden madde ve organizmalar olarak probiyotiğin tanımı genişletilmiştir (Çakır ve Çakmakçı 2004). Daha sonra 1998 yılında Guarner ve Schaafsman probiyotikleri, “sağlıklı yaşamın elde edilmesinin yanında, sağlığa belirgin bir oranda katkıda bulunan canlı haldeki mikroorganizmalar” olarak tanımlamışlardır (Klaenhammer 2000). Bunun yanı sıra probiyotikler için, patojen olmayan mikroorganizmaların kullanımı ile patojen mikroorganizmaların kontrolü anlamına gelmekte olan “biyoterapötik ajanlar” adlandırması da kullanılmaya başlanmıştır (Lee ve ark. 1999, Reid ve ark. 2003, Hill ve Guaner 2004).

Günümüzde ise probiyotikler; başlıca fermente süt ürünleri gibi gıdalarla veya izole durumda vücuda alınan, mukozal ve sistematik immüniteyi düzenleyen, bağırsaklardaki besin ve mikrobiyel dengeyi sağlayan ve bu şekilde konakçının sağlığına olumlu etki gösteren, patojen olmayan bakteriler olarak kabul edilmektedir (Godward ve ark. 2000, Mattila-Sandholm ve ark. 2002, Hill ve Guaner 2004, Phillips ve ark. 2006).

Probiyotiklerin başlıca kaynakları arasında; anne sütü, kefir, tereyağı, ayran, yoğurt, peynir gibi fermente süt ürünleri yer almaktadır (Yağcı 2002).

Probiyotikler, ağız yolu ile parçalanmaya uğramadan kolona ulaşmaları durumunda, intestinal mikrobiyel dengeyi geliştirip zenginleştirerek floraya katkıda bulunmaktadır. Probiyotik mikroorganizmalar, kompetisyon yöntemi ile reseptörlere bağlanıp patojen mikroorganizmaların yaşam alanını azaltarak floraya katkıda bulunmakta, patojen ajanların dışkı yolu ile organizmadan uzaklaştırılmalarını sağlamaktadırlar (German ve ark. 1999, İnanç ve ark. 2005, Yağcı 2005).

Probiyotik bakterilerin biyoterapötik etkiyi gösterebilmesi için, genel bir kanıya varılmamış olsa da, konakçının vücuduna alması gereken canlı hücre konsantrasyonunun 10^6 - 10^8 kob/g arasında olması gerektiği bildirilmektedir (Lourens-Hattingh ve Viljeon 2001, Østlie ve ark. 2003, Thamaraj ve Shah 2003, Helland ve ark. 2004).

Probiyotik ürün denildiğinde ise, içeriğinde konakçının sağlığı üzerinde olumlu etkiler meydana getiren mikroorganizmaları bulunduran, aroma bileşenleri, vitamin ve enzimlerle zenginleştirilmiş diyet destekleyicileri anlaşılmaktadır (Başyigit 2004, Çakır ve Çakmakçı 2004).

Probiyotik içerikli yoğurt benzeri ürünlerde, probiyotik olan mikroorganizmaların canlılığını etkileyen bazı fizikokimyasal faktörlerden söz edilmektedir. Bunlar arasında; ürün içerisinde bulunan çözünmüş haldeki oksijen miktarı, ürün içerisindeki koruyucu maddelerin varlığı, yoğurt bakterileri tarafından sentezlenmiş olan laktik asit ve hidrojen peroksit, türler arasındaki interaksiyon, ürünün depolama şartları ve kullanılan ambalaj materyalinin özellikleri önem arz etmektedir (Dave ve Shah 1997a, Mattila-Sandholm ve ark. 2002, Ross ve ark. 2005, Donkor ve ark. 2006).

Laboratuvar koşullarındaki (vitro) probiyotik bakterilerin yaşam sürelerinin; hidrojen peroksit, bakteriyosin ve starter kültürlerin metabolitleri olan asetik asit ve laktik asitlerin varlığından etkilenebildiği belirtilmektedir (Charalampopoulos ve ark. 2002).

Yoğurt üretiminde, sütün starter kültürler (*L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus*) tarafından fermente edilmesi ile ürünün tat ve kokusunu oluşturan laktik asit ve asetik asit gibi bazı organik asitler oluşmaktadır. Böylece yoğurdun yapı

özellikleri iyileşmekte olup, istenilen duyuşsal özellikler de elde edilmektedir (Boylston ve ark. 2004).

Yoğurt üretimi sırasında ve yoğurt bakterilerinin kullanımı sonucu laktik asit miktarındaki artışın %60 düzeyinde olduğu belirtilmektedir. *Bifidobacterium* türleri de yoğurt ortamında bulunan 2 mol glukozdan, 2 mol laktik asit ve 3 mol asetik asit üretebilme özelliğine sahiptir (Scalabrini ve ark. 1998).

Süt ve fermente süt ürünlerinde organik asit oluşumu çeşitli yollarla gerçekleşmektedir. Bunlar; süt yağının hidrolize olması sonucunda, yoğurda asitliğı arttırıcı maddelerin ilave edilmesi, sütün elde edildiğı hayvanın biyo-kimyasal metabolik faaliyetleri sonucunda ve sütte doğal olarak bulunan bakteri faaliyetleri sonucu olarak sayılabilmektedir (Akın 1997).

Canlı *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* türlerini içeren fermente süt ürünlerinin tüketimi, intestinal floranın yeniden dengelenmesinin sağlanması açısından en önemli yol olarak görülmektedir. Ancak bu ürünlerin, %2-4 yağ içeren ve bu şekilde enerji içeriğı yüksek olmayan ancak kolesterol artışına katkıda bulunabilen sütlerden üretildikleri de belirtilmektedir (Bekers ve ark. 2001).

Probiyotik bakteriler ürünlere ilave edildiklerinde, düşük pH, depolama esnasındaki düşük sıcaklık, besin bileşenlerinin azalması, oksidatif stres etkisi ile kültürlerin canlılığında azalma gözlenmektedir. Bu nedenle eklenecek olan probiyotik bakteri miktarının belirlenmesi, oldukça önemli olmaktadır. Bunun yanı sıra ürüne eklenecek olan prebiyotik maddelerin, probiyotiklerin canlılığını düşürücü etki gösteren faktörlerin etkisini azalttığı ve probiyotiklerin canlılığını arttırdığı belirtilmektedir (Rosburg ve ark. 2010).

Probiyotik ürünlerin depolama süresinin yaklaşık 3-6 hafta arasında değıştiğı belirtilmektedir. Yapılan çalışmalarda, probiyotik ürünlerin raf ömrü süresince, probiyotik mikroorganizmaların canlılıklarını önemli ölçüde kaybettikleri belirtilmiştir (Hughes ve Hoover 1995, Dave ve Shah 1997b).

Probiyotik mikroorganizmalar, bağırsak duvarına tutunmak suretiyle lümeninde bulunan besin maddelerinin tüketimini sağlamakta ve böylece yararlı etkilerini gösterebilmektedirler (Coşkun 2006).

Günümüzde probiyotik mikroorganizmalar, birçok hastalıkta ve patolojik durumlarda kullanılmaktadır. Klinik uygulamalarda gastrointestinal enfeksiyonların önlenmesi ve tedavisi gibi insanın normal ekolojisinin tekrar oluşturulması amacı doğrultusunda, başta laktik asit bakterileri ve *Bifidobacterium* türlerinin kullanımı her geçen gün gelişme göstermektedir (Isolauri 2003, Young ve Huffman 2003).

Çizelge 2.1. Probiyotiklerin kullanıldığı hastalıklar (Kuipers ve ark. 2000, Isolauri 2003, Coşkun 2006, Gürsoy ve Kınık 2006, Stack ve ark. 2010).

Probiyotiklerin kullanıldığı hastalık ve durumlar
Beslenme: daha iyi sindirebilme, bazı vitamin ve minerallerin emilimini artırma
Kabızlık: bağırsak motilitesini düzenleme
Enfeksiyonları önleme ve tedavi etme
- Rotavirüs ishali
- Akut ishal
- Seyahat ilişkili ishal
- Antibiyotikle ilişkili ishal
- <i>Clostridium difficile</i> ilişkili ishal
- <i>Helicobacter pylori</i> enfeksiyonu
- Hastane enfeksiyonları
Nekrotizan Enterokolit
Atopik dermatitis
Kandidiyazis
“İrritabl” bağırsak sendromu
Akut pankreatit
Kolorektal kanser
Mesane kanseri
Ürogenital sistem sağlığı
Laktoz intoleransının önlenmesi
Ağız ve diş sağlığının kontrolü
Hipertansiyonun kontrolü
Serum kolesterol düzeyinin düşürülmesi
Karaciğer ve böbreğin katabolik yükünü azaltma
Karsinojenlerin parçalanarak kanser etkilerinin giderilmesi
Enflamatuvar bağırsak hastalıklarının tedavisi ve ataklarının önlenmesi
Alerjik hastalıkların engellenmesi
İmmün sistemini güçlendirerek hastalıklara karşı direnç kazandırması

Probiyotiklerin; *Helicobacter pylori*' yi inhibisyona uğratmak suretiyle, neden oldukları gastriti yok edici etkisi, rotavirüs ve seyahat sonucu oluşan ishal gibi hastalıkları

önleyici etkileri ve anti-mutajen mekanizma ile anti-kanserojen etkileri, hayvanlar üzerinde yapılan klinik çalışmalar sonucunda elde edilen bulgularla desteklenmektedir (Charalampopoulos 2002, Matsumoto ve Benno 2004, Macfarland 2007, Vasiljevic ve Shah 2007). Çizelge 2.1’de probiyotiklerin kullanıldığı hastalıklar gösterilmiştir.

Probiyotikler üzerine yapılan çalışmalar, en etkin sonuçların akut ishalin tedavisinde elde edildiğini göstermektedir (Young ve Huffman 2003). Diğer yandan; *Crohn hastalığı* ve spastik kolon gibi hastalıklarda probiyotiklerin kullanımı, hastalığın belirtilerini azaltıcı şekilde etkili olmuştur (Vanderhoof ve Young 2002).

Probiyotiklerin beyin fonksiyonlarında klinik olarak bozukluk olmayan fakat, kronik karaciğer rahatsızlığına sahip hastaları tanımlayan “minimal ensefalopati” nin tedavisinde de çok yönlü yararlı etkileri ortaya konulmuştur (Solga 2003).

Probiyotikler, insan bağırsağındaki patojen mikroorganizmaların inhibe edilmesi ve kolonizasyonunun önlenmesi etkisini birçok mekanizma veya yolla gerçekleştirmektedir. Bunlar;

1. Antimikrobiyel mikrosin, bakteriyosin, organik asit, hidrojen peroksit ve serbest radikaller gibi inhibitör maddeler üreterek Gram negatif ve Gram pozitif bakterilerin bağırsağa tutunmalarını engellemektedirler.
2. Patojen bakterilerin tutunabileceği reseptörlere tutunarak patojen mikroorganizmalar ile rekabet etmek (yarışmacı dışlama) suretiyle rekabetçi (competitive) inhibisyonunu sağlamaktadırlar.
3. Probiyotik bakteriler, patojenlerin de kullandığı besin maddelerini tüketerek, sistemde tutunmalarının önüne geçmektedirler. Toksin reseptörlerinin yıkımını gerçekleştirmekte ve immün sisteminin güçlendirilmesini sağlamaktadırlar.
4. Probiyotik bakteriler laktaz, maltaz ve sükröz aktivitelerini arttırarak bağırsak enzim sisteminin işleyişine etki etmektedirler.
5. Probiyotikler, spesifik ve spesifik olmayan bağışıklık sistemini güçlendirerek, intestinal sistemin korunmasını sağlamaktadırlar (Rolfe 2000, Forestier ve ark. 2001, Gültekin 2004, Coşkun 2006).

Probiyotiklerin, patojenlere etki etmek için kullandıkları en yaygın yöntem inhibitör madde sentezlemektir. Patojenlerin inhibisyonunda kullanılan önemli bir bakteriyosin olan nisin de bunların başında gelmektedir. Nisin, patojen bakterilerin hücre duvarlarında por oluşumuna neden olarak etkisiz hale gelmelerini sağlamaktadır. Diğer bir bilinen bakteriyosin olan laktokoksin ise, patojen bakterilerin hücre duvarı oluşturmalarını engelleyerek etki göstermektedir (Kuipers ve ark. 2000).

Fermente süt ürünlerinden yoğurt için tercih edilmekte olan probiyotik mikroorganizmalar, laktik asit bakterileri olan *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleri olarak göze çarpmaktadır (Guarner ve ark. 2005, Sezen ve Koçak 2006). Ticari olarak sıklıkla kullanılan probiyotik suşları Çizelge 2.2’de gösterilmektedir.

Çizelge 2.2. Ticari olarak kullanılan probiyotik suşlar (Collins ve Gibson 1999, Shortt 1999, Kopp-Hoolihan 2001, Holzapfel ve Schillinger 2002).

Ticari olarak kullanılan probiyotik suşları	
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Bifidobacterium bifidum</i>
<i>Lactobacillus reuteri</i>	<i>Bifidobacterium breve</i>
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	<i>Bifidobacterium lactis</i>
<i>Lactobacillus fermentum</i>	<i>Bifidobacterium longum</i>
<i>Lactobacillus lactis</i>	<i>Bifidobacterium adolescentis</i>
<i>Lactobacillus gasseri</i>	<i>Bifidobacterium animalis</i>
<i>Lactobacillus paracasei</i>	<i>Bifidobacterium infantis</i>
<i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>Bifidobacterium thermophilum</i>
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	<i>Saccharomyces boulardii</i>
<i>Lactobacillus casei</i>	<i>Streptococcus diacetylactis</i>
<i>Lactobacillus johnsonii</i>	<i>Streptococcus intermedius</i>
<i>Lactobacillus salivarius</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>
<i>Lactobacillus cristapus</i>	<i>Escherichia coli</i> Nissle 1917
<i>Lactobacillus brevis</i>	<i>Bacillus cereus</i>
<i>Lactobacillus cellobiosus</i>	<i>Bacillus subtilis</i>
<i>Lactobacillus curvatus</i>	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>
	<i>Enterococcus faecium</i>

Çizelge 2.2’de görülen suşlar içerisinde insanların tüketimi için üretilen probiyotik ürünlerde en çok kullanılan suşları; *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. johnsonii*, *L. reuteri*, *L. rhamnosus*, *B. bifidum*, *B. breve*, *B. longum*, *B. infantis*, *S. thermophilus* ve *S. boulardii* şeklinde sıralamak mümkündür (Çakır ve Çakmakçı 2004).

Bifidobacterium türleri, probiyotik mikroorganizma olarak kullanımı açısından üzerinde durulan önemli bakterilerdir. Karbonhidratları, konakçı canlının doğrudan kullanabileceği forma indirgeyen ve suda eriyen vitaminlerin sentezini gerçekleştiren bu bakteriler, bebeklerin bağırsak florasının %95'ini oluşturarak, hastalıklardan korunmalarında etkili olmaktadır (Macfarlane ve Cummings 1999).

Konakçının sağlığı açısından istenen faydalı etkilere ve fonksiyonel özelliklere sahip olan probiyotik ürünler elde edilebilmek için, seçilen probiyotik suşların istenen kriterlere sahip olması önemli olmaktadır (Ouweland ve ark. 2002, Ötleş ve ark. 2003, Çakır ve Çakmakçı 2004).

Probiyotikler; konak için patojenik ve karsinojenik etkiye sahip olmamalı, insan orijinli olmalı, normal florayı bozmadan geçici süre kolonizasyon sağlayarak patojen bakterilere etki etmemelidir. Bağırsak epiteline tutunabilmeli, antimikrobiyel maddeler veya bakteriyosin gibi inhibitör maddeler sentezleyebilmeli ve besinlere ilave edildiğinde canlılığını sürdürebilmeli, çoğalabilmeli ve aynı zamanda da ürünün duyuşal özelliklerini etkilememeli ve duyuşal kalitesini düşürmemelidir. Ağız yoluyla alındığında etkili olabilmeli ve adezyon (yapışma) yeteneğinin güçlü olması ile birlikte mide asiditesine, safra tuzlarına ve antibiyotiklere karşı direnci yüksek olmalı, gastrointestinal mikrobiyel ortamda yaşayabilmelidir (Özcan Yılsay ve Kural 2000, Kaur ve ark. 2002, Ötleş ve ark. 2003, Haddadin ve ark. 2004).

Ayrıca probiyotikler, konakçı ile aynı orijine sahip olmalı ve bu şekilde de doğal floraya adaptasyonunu kolayca sağlayabilmeli, diğer mikroorganizmaların yerine geçmemelidir. Konakçı bağırsaklarında kanamaya neden olmamalı ve bağırsak doğal geçirgenliğine etki etmemelidir. Aynı zamanda etkinliği tespit edilmiş, konakçı sağlığı üzerinde olumlu etkilere sahip, güvenilir suşlar olmaları da önem arz etmektedir (Bekers ve ark. 2001, Young ve Huffman 2003, Salminen ve ark. 2005).

Probiyotik ürün üretiminde kullanılacak olan probiyotik suşların, metabolik ve teknolojik özellikleri, ürün işleme tekniğine uygun olmalıdır. Son üründe, probiyotik mikroorganizmaların adaptasyon probleminin ortadan kalkmış olması ve istenen sayıda

kalacak şekilde canlılığını devam ettirebilmesi gerekmektedir (Oberman ve Libudzisz 1998, Reid 2000).

L. acidophilus ve *Bifidobacterium* bakterilerinin probiyotik olarak kullanımının; kanseri önleyici, bağırsak mikrobiyel florasını düzenleyici, serum kolesterol seviyesini düşürücü, kalsiyum absorpsiyonunu ve laktoz sindirimini arttırıcı etkiler gösterdiği belirtilmektedir (Varnam ve Sutherland 1994, Chralampopoulos ve ark. 2002, Holzapfel ve Schillinger 2002, Palframan ve ark. 2002, Laine ve ark. 2003).

Bifidobacterium türleri, anaerobik bakteriler olup, çubuk şeklinde, Gram-(+), katalaz (-), hareketsiz, gaz üretmeyen, spor oluşturmeyen, ortamda bulunan serbest radikallerden ve oksijenden etkilenen mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadır (Ventura ve ark. 2004, Leahy ve ark. 2005, Özden 2007). *L. acidophilus* ince bağırsakta gelişim gösterirken, *Bifidobacterium* türleri de kalın bağırsakta dominanttır (Kayaardı ve Gürsoy 1997). *Bifidobacterium* türleri, insan bağırsak florasında doğal olarak bulunan, bebeklerin bağırsağında *E. coli*, *Lactobacillus* ve *Clostridium* gibi bakteri türlerine üstünlük kurabilen bakterilerdir (Gomes ve Malcata 1999, Candy ve ark. 2008).

Bifidobacterium türleri, anne sütü ile beslenen bebeklerin bağırsaklarında bol miktarda bulunmakla birlikte, yetişkin bireylerin kalın bağırsak florasının da temelini oluşturmaktadırlar. Sindirim sistemindeki yararlı etkileri nedeniyle probiyotik suşlar olarak tercih edilmekte ve *Bifidobacterium bifidum* türü de bunların başında gelmektedir (Rasic 1987). *Bifidobacterium* türlerinin, insan sağlığına olan faydaları yıllardır araştırma konusu olmuş ve başta antibiyotik bağlantılı ishal gibi hastalıklara karşı bağışıklığı güçlendirici etkileri tespit edilmiştir. *Bifidobacterium* türlerinin insan bağırsaklarındaki kolonizasyonu sonucunda, mineral emiliminin arttığı, hiperkolesterolu engelleyici etkinin sağlandığı, bağışıklığın güçlendiği ve antikarsinogenik etkinin oluştuğu belirtilmektedir (Schrezenmeir ve de Vrese 2001, Itsaranuwat ve ark. 2003, Rosburg ve ark. 2010).

Fonksiyonel süt ürünlerinde prebiyotik bileşenlerin bulunması, probiyotik mikroorganizmaların fonksiyonel aktivitelerini arttırması ve gelişimini desteklemesi açısından önem arz etmektedir (Fenderya ve Akalın 2003).

Prebiyotikler, intestinal florada bulunan bir tür veya sınırlı sayıdaki birkaç tür mikroorganizmaların çoğalmasını ve/veya aktivitesini seçici olarak aktive ederek konağın sağlığını olumlu yönde etkileyebilen, fermente edilebilen ve sindirilmeyen, başta karbonhidrat olmak üzere, besin lifleri, bileşenleri ve preparatları olarak tanımlanmaktadır (Hanson ve ark. 1999, Klaenhammer 2000, Palframan ve ark. 2002, Yağcı 2005).

Mide ve ince bağırsaktan sindirilmeden kalın bağırsağa geçen prebiyotik bileşenler, *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleri gibi probiyotik mikroorganizmaların beslenmesinin sağlanması amacı ile kullanılmaktadır. Bu şekilde, bağırsaklardaki doğal floranın desteklenmesi, probiyotik alınarak ve prebiyotik maddelerin tüketimi gerçekleştirilerek, florada mevcut olan yararlı mikroorganizmaların gelişimi ve çoğalması ile sağlanmaktadır (Gibson ve Roberfroid 1995, Şener ve ark. 2008).

Çizelge 2.3. Gıdalarda bulunan bazı prebiyotikler (Hanson ve ark 1999, Şener 2008).

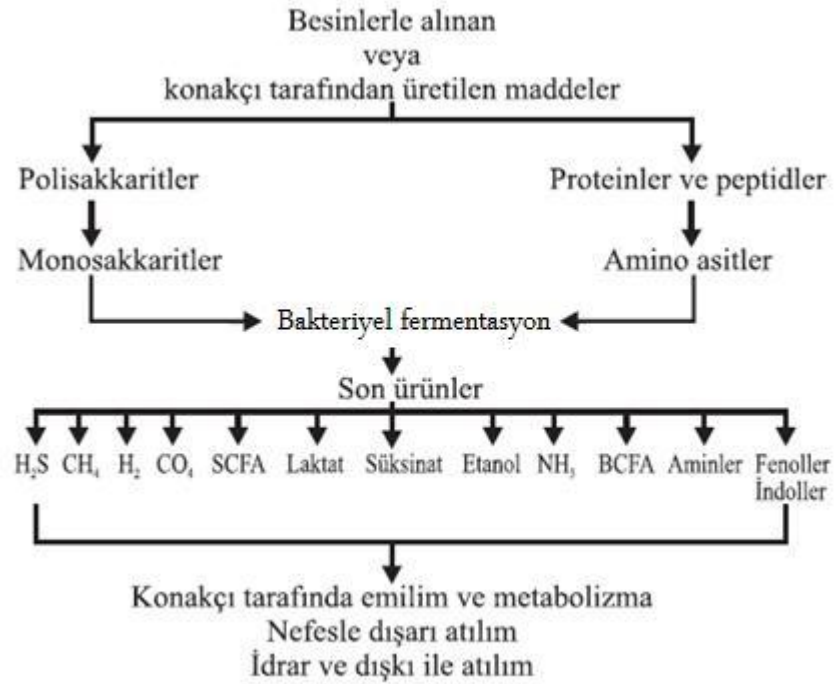
Gıdalarda bulunan prebiyotikler
İnülin
Laktuloz
Laktosukroz
Frukto-oligosakkaritler
Soya fasülyesi oligosakkaritleri
Galakto-oligosakkaritler
İzomalto-oligosakkaritler
Gluko-oligosakkaritler
Ksilo-oligosakkaritler
Asidik-oligosakkaritler
Gentio-oligosakkaritler
Polidekstroz
Pirodekstrin
Raffinoz
Dirençli nişasta
Palatinoz

Prebiyotik kavramının ortaya çıkışında, yaşam süresinin uzun olduğu görülen toplumların diyetle aldıkları kısa zincirli frukto-oligosakkaritlerin tüketiminin yüksek olduğunun tespit edilmesi etkili olmuştur (Manning ve Gibson 2004). İçerdikleri monosakkaritlere göre farklı prebiyotik maddeler bulunmakla birlikte, oligofruktoz ve inülin en çok kullanılanlarıdır (Collins ve Gibson 1999, Kabak ve Var 2005). Önemli

prebiyotik kaynakları arasında; arpa, buğday, soğan, çavdar, sarımsak, muz, kuşkonmaz ve pırasa gösterilmektedir (Coşkun 2006). Çeşitli gıdalarda bulunan başlıca prebiyotik maddeler Çizelge 2.3’de görülmektedir.

Lactobacillus ve *Bifidobacterium* türleri gibi yararlı mikroorganizmalar tarafından selektif olarak kullanılan prebiyotikler; proteolitik *Bacteriodes* türleri, toksijenik *E. coli* gibi potansiyel patojen mikroorganizmaların çoğalmasını engellemektedirler (Bengmark 2001).

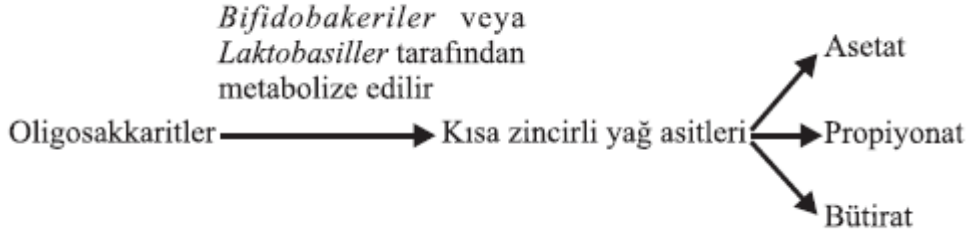
Prebiyotikler, sindirime uğramadan kolona ulaştıktan sonra beta-fruktofuranozidaz enziminin varlığında, *Bifidobacterium* türleri tarafından hidrolize edilmektedirler. Fermentasyon sonucunda, kısa zincirli yağ asitleri, organik asitler ve kısa zincirli karboksil asitler meydana gelmektedir. Şekil 2.1’de insan kolon florası tarafından gerçekleştirilen fermentasyon görülmektedir.



Şekil 2.1. İnsan kolon florası tarafından fermentasyon. H₂S: hidrojen sülfür, CH₄: karbon tetraklorür, H₂: hidrojen, CO₂: karbon dioksit, SCFA: kısa zincirli yağ asitleri, NH₃: amonyak, BCFA: dallı-zincirli yağ asitleri (Coşkun 2006).

Anne sütünde bulunan oligosakkaritler, çözünür reseptör şeklinde hareket ederek, bağışıklık sistemini güçlendirici etki göstermekte ve yeni doğan bebeği, kolera ve ürener sistem enfeksiyonlarına karşı korumaktadırlar (Hanson ve ark. 1999). Serum glikoz ve kolesterol düzeyini azaltıcı, kalsiyum ve magnezyum gibi minerallerin emiliminin arttırıcı etki gösteren fruktooligosakkaritlerin fermentasyonları sonucunda elde edilen kısa zincirli yağ asitlerinin; sodyum ve kalsiyum gibi minerallerin ve suyun emilimini arttırması, ileum (ince bağırsağın son bölümü) ve kolonik epitelyal hücrelerinin gelişimini sağlaması ve böylece bağırsak pH'sını düşürmesi gibi konakçının sağlığı açısından yararlı etkileri bulunmaktadır (Gibson ve Roberfroid 1995, Hanson ve ark. 1999).

Kısa zincirli yağ asitleri, ortam pH'sını düşürerek patojen mikroorganizmaların gelişimini engellemekle birlikte, bağırsak epitelyum hücreleri için de enerji kaynağı sağlamaktadırlar (Tokunaga 2004). Şekil 2.2'de oligosakkaritlerden elde edilen kısa zincirli yağ asitlerinin hidroliz şeması görülmektedir.



Şekil 2.2. Oligosakkaritlerin probiyotik bakteriler tarafından fermentasyonu ile oluşan kısa zincirli yağ asitleri (Coşkun 2006).

Kısa zincirli yağ asitlerinin hidrolizi sonucu elde edilen asetate, propiyonat ve bütiratın ayrı işlevleri bulunmaktadır. Propiyonik asit, serum LDL oluşumunu engellerken, asetate bağırsak pH'sını düşürmekte ve bütirat ise kanserli hücrelerin çoğalmasını baskılayarak kolon karsinogenezini etkilemektedir (Tokunaga 2004, Coşkun 2006).

Prebiyotiklerin yararlı etkileri şu şekilde kısaca özetlenebilir (Kabak ve Var 2005, Coşkun 2006):

- Bağırsak mikroflorasının kompozisyonunu ve aktivitesini olumlu yönde etkilemektedirler,

- Bağırsak hareketlerini düzenlemekte, kabızlığın giderilmesi açısından rahatlatıcı etki göstermektedirler,
- Ca ve Mg gibi minerallerin emilimini ve biyoyararlılığını arttırmaktadırlar,
- Kan kolesterol ve trigliserid düzeylerini azaltıcı yönde etki göstermektedirler,
- Kolon mikroflorasını düzenlemekte ve kolon karsinogenezini önlemekte etkili olmaktadır,
- İshal gelişme riskini azaltmaktadırlar,
- Serum lipid düzeyini düşürerek dengelemektedirler,
- Laksatif etki göstermektedirler,
- Patojen mikroorganizmaların çoğalmasını önleyerek intestinal ve ekstraintestinal enfeksiyonlarına karşı direnç oluşturmaktadırlar,
- Özellikle atopik bünyeli bireylerde, konağın immün sisteminin şekillendirilmesini sağlamaktadırlar,
- K vitaminin sentezini sağlamaktadırlar,
- Peptidlere karşı duyarlılığı azaltarak, atopiyi önlemektedirler,
- Bağırsak pH'sını düşürmektedirler,
- Bebeklerde daha iyi bir bağırsak mikroflorası sağlamaktadırlar,
- Antitümör özellik göstermektedirler,
- Kalsiyum absorpsiyonunu geliştirici etkiye sahiptirler.

Prebiyotik olarak kabul edilmesi için besin öğeleri; mide ve ince bağırsakta hidrolize veya adsorbe olmamalı, kolon mikroflorasındaki yararlı mikroorganizmalar için seçici olmalı ve çoğalmalarını stimüle etmeli (Gibson ve Roberfroid 1995), florayı sağlıklı bir kompozisyon olacak şekilde değiştirmeli ve konak yararlı lokal ve sistematik etkiler meydana getirmelidirler (Gibson 2004, Schrezenmeir ve de Vrese 2001).

Prebiyotikler, stabilize edici, tekstür özelliklerini iyileştirici ve lezzet verici olarak fermente süt ürünlerine, dondurma benzeri yiyeceklere, fırıncılık ürünlerine, jellere ve bebek mamalarına katılmaktadırlar (Macfarlane ve Cummings 1999).

Sinbiyotikler ise probiyotik ve prebiyotiklerin kombinasyonunu içeren besin kaynakları olarak tanımlanmaktadır (Gibson ve Roberfroid 1995, Ziemer ve Gibson 1998). Sinbiyotikler, hem ince bağırsak hem de kalın bağırsak için faydalı bir ajan içeren ürün

olup, probiyotiklerin ve prebiyotiklerin sinerjik etkisine sahip olduğu için “sine-biyotik” olarak adlandırılmıştır (Yağcı 2005).

Sinbiyotiklerin kullanımından elde edilen etkinin, prebiyotik ve probiyotiklerin tek başlarına kullanımı ile sağlanan etkiden daha fazla olduğu belirtilmektedir. Dolayısıyla, özellikle fonksiyonel gıdaların üretiminde sinbiyotiklerin yer almasının önemine de dikkat çekilmektedir (Reddy ve ark. 1997, Ziemer ve Gibson 1998, Holzapfel ve Schillinger 2002, Rastall ve Maitin 2002).

En iyi bilinen sinbiyotiklerin, *Bifidobacterium* türleri + FOS, *Lactobacillus* türleri + laktitol ve *Bifidobacterium* türleri + GOS kombinasyonlarının olduğu belirtilmektedir (Gülmez ve Güven 2002).

Agerholm-Larsen ve ark. (2000) yaptıkları bir çalışmada, 4-8 hafta süre ile fermente yoğurt tüketimi gerçekleştiren kişilerde toplam kolesterol ve LDL düzeyinde düşüş gerçekleştiği görülmüş ve çocukluk döneminden itibaren probiyotik ve prebiyotik içerikli besinlerin tüketiminin, kardiyovasküler hastalıklara karşı etkili olduğu belirtilmiştir.

Akalın (1993) yaptığı bir çalışmada normal yoğurt, bifiyogurt, biyoğurt ve biogarde olarak 4 tip yoğurt üretmiş ve 28 gün boyunca depolanma sonucunda duyusal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelemiştir. Çalışma sonucunda, 3 probiyotik yoğurdun tat ve koku özelliklerinin, normal tip yoğurda göre daha iyi bulunduğunu, asitliğin de daha yavaş geliştiğini belirtmiştir. Ayrıca bu yoğurtlarda acı tadın oluşmadığını, bu nedenle de bu yoğurtların depolama süresinin, normal tip yoğurdunkinden daha uzun olabileceğini saptamıştır. *L. acidophilus* ve *L. bifidus* yoğurttaki asitliği yavaş yükselttiklerinden, bu yoğurtların depolama esnasındaki asitlik artışları sınırlı kalmıştır. Ayrıca yoğurtların içerdikleri L(+) laktik asidin daha yüksek seviyede bulunmasından dolayı, bu yoğurtların tüketiminin sağlık açısından daha faydalı olacağı belirtilmiştir.

Shin ve ark. (2000) rekonstitue süt üreterek yaptıkları bir çalışmada, *B. bifidum*'a ait farklı iki suşunun (Bf-1 ve Bf-6) gelişimi ve canlılığı üzerine, %0, %0,5, %1, %3 ve %5 fruktooligosakkaritler (FOS), galaktooligosakkaritler (GOS) ve inülinin etkilerini

incelemişlerdir. Örnekler 37°C'de 48 saat inkübasyona bırakıldıktan sonra gelişim ve aktiviteleri tespit edilmiştir. %0,5 FOS varlığında Bf-1 suşunun canlılık oranı %16,4 iken, Bf-6 suşunun oranı da %10,1 olarak bulunurken, %5 FOS varlığındaki Bf-1 suşunun canlılık oranı %67,3 ve Bf-6 suşunun canlılık oranı %44,6 olarak saptanmıştır. Ayrıca Bf-1'in %5 FOS varlığında 15,5 mM laktik asit ve 28,7 mM asetik asit ürettiği, Bf-6'nın da FOS varlığında 11,6 mM laktik asit ve 15,8 mM asetik asit ürettiği belirtilmiştir.

Dave ve Shah (1997a) ticari yoğurt kültürüne, *L. acidophilus* ve *B. bifidum* ilave ederek probiyotik yoğurt üretmişler ve 35 gün depolama süresince, standart yoğurt kültürü bakterilerinin ve probiyotik bakterilerin canlılığını incelemişlerdir. Yapılan incelemede, depolamanın 1. gününde *L. acidophilus* ve *B. bifidum* sayısı sırasıyla $2,22 \times 10^7$ kob/g ve $7,4 \times 10^7$ kob/g, 35. gününde ise sırasıyla $2,7 \times 10^4$ ve 3×10^7 kob/g olarak belirlenmiştir. *L. acidophilus* türünün canlılığı *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* varlığından etkilenirken, *Bifidobacterium* türlerinin *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* içeren kültürlerden hazırlanmış yoğurtlarda daha yüksek stabilite gösterdiği görülmüştür. Düşük konsantrasyonda çözünmüş oksijen içeren yoğurtlarda, her iki probiyotik bakterinin de gelişim gösterdiği belirtilmiştir. Ayrıca, *B. bifidum* türünün gelişimi, yoğurdun depolama sıcaklığından etkilenirken, *L. acidophilus* türün ise bu parametreden etkilenmediği görülmüştür.

Gueimonde ve ark. (2004) ürettikleri fermente süt içeceğinde *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türlerinin canlılıklarını ve canlılıklarını sürdürülebile özelliklerini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmada, *Lactobacillus* türlerinin sayısının her zaman 10^5 kob/mL seviyesinin üzerinde kaldığı ancak *Bifidobacterium* türlerinin bu seviyenin altında seyrettiği görülmüştür.

Cueva ve Aryana (2008) yoğurtta fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikler üzerine etkili bazı fonksiyonel besinlerin etkilerini araştırmışlardır. %0, %30, %60 ve %90 oranında tiamin (B₁ vit.), riboflavin (B₂ vit.), niasin (B₃ vit.), folik asit (B₉ vit.), mangan ve magnezyum içeren diyet liflerini, ürettikleri her yoğurt örneğine 176 g/7,570 kg oranında ilave etmişlerdir. Bu lifleri %30, %60 ve %90 oranında içeren yoğurtlarda; pH ve jelleşme, renk değerlerinden L* ve a* değerlerinde önemli ölçüde azalma

gözleendiği, b* değerinde ise artış meydana geldiği belirtilmiştir. %60 oranında lif içeren örnekte viskozitenin oldukça yükseldiği, bunun yanında liflerin her oranının bulunduğu tüm örneklerin tat, görünüş, tekstürel yapısında ve mikrobiyel sayımında önemli bir değişim gözlenmediği ifade edilmiştir.

La Torre ve ark. (2003) rekombine süt ile probiyotik fermente süt ürünleri ve yoğurt üretmek ve her iki ürünün de duyu ve reolojik özelliklerinin, kullanılan starter kültür ile değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Ürünlerin 20 günlük depolama süresi boyunca jelleşme ve sıklığın değiştiği görülmüş, pıhtı sıklığının zamanla arttığı ve artış oranının doğrusal olup kullanılan starter kültürden bağımsız olduğu, starter kültürlerin ekzopolisakkarit üretiminin jelleşmeye ve sıklığa etki edeceği belirtilmiştir. Serum ayrılmasının, jelleşme eğilimi yüksek olan yoğurtlarda, bu eğilimin düşük olduğu yoğurtlarda göre daha yavaş gerçekleştiği ve kullanılan kültüre bağlı olarak depolama süresince doğrusal bir azalma gösterdiği ifade edilmiştir.

Martinez-Villaluenga ve ark. (2006) acı bakla tohumundan ekstrakte edilmiş rafinoz türü oligosakkaridlerin (raffinose family oligosaccharides (RFOs)), fermente sütteki *B. lactis* ve *L. acidophilus* türlerinin 4°C'de 21 gün boyunca depolama süresince canlılığı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada, probiyotik bakterilerin canlılığı ve metabolik aktiviteleri (pH değişimi, laktik asit ve asetik asit üretimi ve çözünebilir karbonhidrat kullanımı) ölçülmüştür. Analiz sonuçları, *B. lactis* ve *L. acidophilus* türlerinin RFOs içeren fermente sütlerdeki canlılıklarının daha yüksek olduğunu göstermiştir. 4°C'deki depolama koşullarında, RFOs içermeyen sütteki probiyotik bakterilerin, RFOs içeren sütteki probiyotiklere göre daha yüksek miktarda laktik asit ve asetik asit ürettiği, her iki grupta da çözünebilir karbonhidratların probiyotik bakteriler tarafından kullanıldığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, süt ürünlerinde RFOs'un kullanımının *B. lactis* ve *L. acidophilus* türlerinin canlılığı üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu, probiyotik ve prebiyotiklerin ortak kullanımının tüketici sağlığı açısından faydalı ürünler meydana getirdiği belirlenmiştir.

Krasaekoopt ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada, yoğurt üretiminde kullanılan *L. acidophilus*, *B. bifidum* ve *L. casei* probiyotik kültürlerinin canlılığı üzerine mikroenkapsülasyon yönteminin etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda enkapsüle

edilmiş probiyotik kültürlerin canlılığı, edilmeyen kültürlerden yaklaşık 1 log daha yüksek olduğu bulunmuş olup, *B. bifidum* haricindeki kültürlerin sayısının biyoterapötik seviyenin (7 log kob/g) üzerinde kalabildiği belirlenmiştir. *B. bifidum* sayısı ise 2. haftadan sonra biyoterapötik seviyesinin altında kalmıştır.

Østlie ve ark. (2005) yaptıkları bir çalışmada, %0,5 (w/v) tripton ya da %0,75 (w/v) fruktoz içeren UHT süt örneklerinde, *L. acidophilus*, *L. johnsonii*, *L. rhamnosus*, *L. reuteri* ve *B. animalis* türlerinin gelişimini ve metabolitik aktivitelerini araştırmışlardır. Fermentasyon işlemi 20°C, 30°C, 37°C ve 45°C'de 48 saat süreyle gerçekleştirilmiş ve örneklerin pH değerleri, uçucu bileşikler, organik asit, CO₂ ve probiyotik bakteri içerikleri değerlendirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, fermentasyon esnasında her bakterinin, sıcaklık ve süreye bağlı olarak farklı metabolitler ürettiği görülmüştür.

2. 2.Tahıl Bazlı Probiyotik Süt Ürünleri

Günümüzün bir gerçeği olan hızlı yaşam, işlenmiş ürünlerin tüketimini arttırırken, doğal ve taze gıdalara olan eğilimin azalmasına neden olmuş, ancak bu da yeni yaklaşımları gündeme getirmiştir (Blades 2000, Lee ve ark. 2008a). Tahıllar; sebze, meyve, bitkisel yağlar ve yağsız süt gibi geleneksel doğal gıdaların fonksiyonel yönlerinin gelişmesinde temeli oluşturmuşlardır. Son yıllarda, fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi amacıyla, çeşitli gıda formülasyonlarında tahılların kullanımı ile tahıl bazlı fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi, pek çok araştırmanın konusu olmuştur (Charalampopoulos ve ark. 2002, Malkki 2004, Trepel 2004).

Tahıl bazlı fonksiyonel gıdaların insan sağlığını geliştirici özelliklerinin olması ve bu yönüyle de tüketicinin yaşam kalitesini olumlu yönde etkilemesi, tahıl bileşenlerinin süt ürünlerinde kullanılmasını sağlayarak, besleyici değeri yüksek yeni gıda ürünlerinin geliştirilmesini gündeme getirmiştir (Cho ve Prosky 1999, Helland ve ark. 2004, Angelov ve ark. 2006).

Fonksiyonel gıdaların sağlıkla ilişkilendirilmesi, tüketicileri “fonksiyonel gıdalar” ve “diyet lifleri” gibi kavramlara yakınlaştırmıştır. Fonksiyonel gıdaların içerdikleri probiyotik ve prebiyotiklerin bağırsak mikrobiyel kompozisyonunun dengesine olan

etkisi nedeniyle insan sağlığı açısından çeşitli hastalıklar için alternatif tedavi yöntemi olarak algılanmasına neden olmuştur. Bu durum, söz konusu ürünlerin elde edilmesi için, arzu edilen fonksiyonel karakterlere sahip doğal kaynaklara yönelimin ve tüketici açısından kabul edilebilir niteliklere sahip fonksiyonel gıdaların üretiminin önünü açmıştır (Charalampopoulos ve ark. 2002, Tudorica ve ark. 2004).

İnsanların sindirim sistemindeki mikrobiyel dengenin düzenlenmesinde, çözünebilir lifler, oligosakkaritler, çoklu doymamış yağ asitleri ve probiyotik bakterilerin, etkin rol oynadıkları belirtilmektedir (Gibson ve Roberfroid 1995, Wood 1997).

Klinik çalışmalar sonucunda diyet liflerinin; bağırsak sendromu, divertikülozis, kolorektal kanser, diyabet, hiperkolesterol, osteoporoz, kalp krizi ve obezite gibi hastalıklara karşı koruyucu ve hatta tedavi edici etkiye sahip olduğu belirtilmektedir (Gibson ve Roberfroid 1995, Bennett ve Cerda 1996). Bunun yanında liflerin, insan vücudundaki kan şekerini olduğu kadar kan kolesterolünü de düşürücü etkileri gibi yararları olduğu da vurgulanmaktadır (Mårtensson ve ark. 2002, Charalampopoulos ve ark. 2002). Dolayısıyla diyet liflerinin; koroner hastalıklar, hipertansiyon, diyabet, hiperkolesterol ve gastrointestinal rahatsızlıkların etkisini düşürücü ve engelleyici etkileri bakımından tüketiminin önemine son yıllarda dikkat çekilmektedir (Staffolo ve ark. 2004).

Lifler, bitki hücre duvarından elde edilen farklı tip karbonhidratlar olup, insan sindirim enzimleri tarafında hidrolize edilememektedir. *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* gibi özel kolon bakterileri, diyet liflerinin bazı özel formlarını kolayca fermente ederek, bütirat, asetat, propionat gibi konakçı canlının metabolik enerji ihtiyacına cevap veren kısa zincirli yağ asitleri sentezleyip, canlılıklarını ve aktivitelerini geliştirebilmektedirler (Jaskari ve ark. 1998, Sghir ve ark. 1998, Vasiljevic ve ark. 2007).

Diyet lifleri, suda çözünebilirlikleri bakımından iki kategoride incelenmekte ve her iki şekilde de farklı tedavi edici etkiler sağlamaktadırlar. Suda çözünebilir lifler, başlıca β-glukan ve arabinoksilan gibi nişasta olmayan polisakkaritlerden oluşmaktadır. Bu lifler, içinde bulunduğu yapının viskozitesini arttırarak, bağırsaktan geçişin yavaşlamasını, gastrit boşluklarının oluşumunun gecikmesini ve bağırsaklar tarafından glukoz ve sterol emiliminin azalmasını sağlamaktadırlar. Çözünebilir lifler aynı

zamanda serum kolesterolünü, kan şekerini ve vücuttaki insülin hormonunun miktarını düşürücü etkiye de sahip bulunmaktadırlar (Malkki ve Virtanen 2001, Tudorica ve ark. 2004, Xu ve ark. 2007).

Suda çözünemeyen lifler ise lignin, selüloz, hemiselüloz ve su esanslı olmayan arabinoksilan gibi nişasta olmayan polisakkaritler içermektedir. Çözünmeyen lifler, gıdalara takviye amacıyla kullanılmaktadır (Charalampopoulos ve ark. 2002, Staffolo ve ark. 2004).

Diyet liflerinin en önemli kaynağını tahıllar oluşturmaktadır. Özellikle batılı ülkelerde, tahılların içeriğinin % 50'den fazlasını diyet lifleri meydana getirmektedir. Yulaf ve arpa, tahıl bazlı fonksiyonel gıdalar için doğal ve ideal kaynaklar olarak gösterilmektedir. Buğday ve çavdardaki hemiselülozik polisakkaritler pentozanların, yulaf ve arpanın ise esasen β -glukanların kaynağını oluşturduğu kabul edilmektedir (Wood 1993, 1997, Brennan ve Cleary 2005).

Yulaf, arpa, çavdar ve buğdayın β -glukan içeriklerinin sırası ile %3-7, %3-11, %1-2 ve %1 olduğu belirtilmektedir (Lambo ve ark. 2005, Angelov ve ark. 2006, Lyly 2006).

Tahıl tanelerinin içerdiği bileşenler, Çizelge 2.4'de görülmektedir. Tahıl gibi bitkisel bileşenlerdeki diyet lifleri çoğunlukla, dışarıdaki perikard (tohum zarı) miktarının azalması ve endosperm içeriğinin artması ile meydana gelmektedir. Endosperm hücre duvarı ana bileşenlerinden biri olan arabinoksilan ise bu oluşumun dışında yer almaktadır (Bekers ve ark. 2001, Izydorczyk ve ark. 2003).

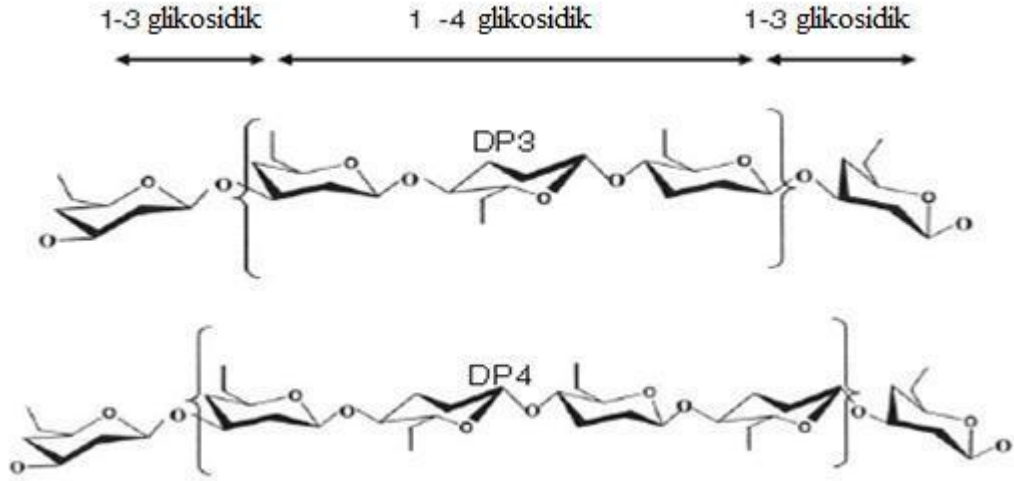
Yoğurdun tekstürel özelliklerini geliştirmek ve fonksiyonel özelliklerini arttırmak amacıyla yoğurt üretiminde, jelatin, pektin, k-karragenan, inülin ve diyet lifleri kullanılmaktadır. Üretiminde diyet lifleri kullanılan yağsız yoğurtların, sağlık açısından olumlu etkiler meydana getirebilmesi için önerilen günlük tüketim miktarı yetişkin bireyler için 0,025-0,030 kg olarak ifade edilmektedir (Staffolo ve ark. 2004, Brennan and Cleary 2005, Sahan ve ark. 2008).

Çizelge 2.4. Tahıl tanelerinin, içerdikleri toplam diyet lif oranlarının kurumadde de % cinsinden değerleri (Herrera ve ark. 1998, Nelson 2001).

TAHİL	TOPLAM DİYET LİFLERİ (% KM)
Bakla	13,6 – 28,9
Çavdar	15,5
Mısır	15,0
Tritikale	14,5
Yulaf	14,0
Buğday	12,0
Süpürge darısı	10,7
Arpa	10,0
Parmak darı	6,2 – 7,2
Pirinç	3,9

β -glukan, en önemli diyet liflerinden biri olarak nitelendirilmektedir. Özellikle yulaf ve arpa gibi tahıl tanelerinde bulunan, nişasta olmayan polisakkaritlerin sınıflandırılmamış bir kolunu oluşturan β -glukan, sırası ile yaklaşık %30 oranında β -(1 \rightarrow 3) ve %70 oranında β -(1 \rightarrow 4) bağlarını içeren β -D-glukopirasinolden meydana gelmektedir (Johansson ve ark. 2000, Brennan ve Cleary 2005).

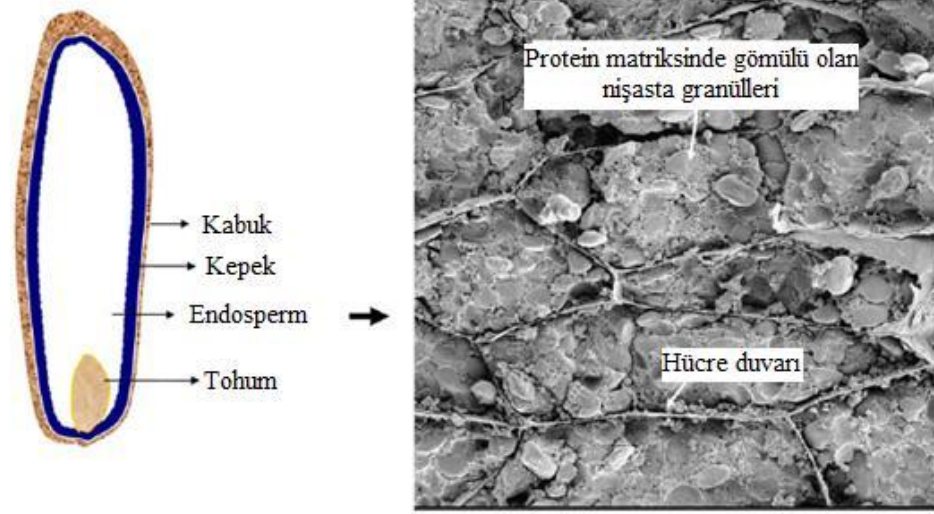
β -glukanın moleküler yapısı Şekil 2.3’de görülmektedir. Yapıdaki sellotriosil (%58-72) ve sellotetraosil (%20-34) birimleri, β -(1 \rightarrow 3) bağlarına bağlanmaktadır. Ardışık bir seri şeklinde bulunan β -(1 \rightarrow 4) bağları da 14 glukozil birimi kadar, tetraoz tipten daha uzun bir yapı meydana getirmektedir (Cui ve Wood 2000, Skendi ve ark. 2003, Lazaridou ve Biliaderis 2004). β -(1 \rightarrow 3) bağlarının yapısı, düz zincir polimerinin dolaştırılmasını ve böylece su moleküllerinin zincir arasında girebilmesini sağlayarak β -glukanın yapısını suda çözünabilir hale getirmektedir (Johansson ve ark. 2000). β bağı, gastrointestinal sistemde enzimler tarafından sindirilememektedir (Burkus ve Temelli 2005).



Şekil 2.3. Tahıl bazlı β-glukanın moleküler yapısı (Vasanthan ve Temelli 2008).

Önemli bir diyet lifi olarak kabul edilen, sindirilemeyen, nişasta olmayan polisakkaritler, β-D-glukan olarak adlandırılmaktadır. Tahıl (1→3) (1→4)-β-D-glukan, tahıl granüllerinin endosperm hücre duvarında ve (sub-aleurone) kısımlarında (Şekil 2.4) doğal olarak bulunduğu belirtilmektedir (Wood 1993, Buckeridge ve ark. 2004). Tahıl granüllerinin β-glukan içeriği, arpa (%15'e (w/w) kadar) ve yulafın (%7'e (w/w) kadar) genotipine bağlı olarak değişim göstermektedir. Yulaf ve arpa, β-glukanı en fazla içeren tahıl kaynakları olarak nitelendirilmektedir. Yulaf granüllerinin endosperminin dış tabakalarında β-glukana daha yoğun miktarda rastlanırken, arpa granüllerinin endospermelerinde β-glukan dağılımının daha düzenli olduğu göze çarpmaktadır (Wood 1993, 1997, Buckeridge ve ark. 2004).

İzole edilmiş, karışık bağlar içeren β-glukan fraksiyonlarının moleküler ağırlıklarının $2,0 \times 10^4 - 40,0 \times 10^6$ değerleri arasında olduğu belirtilmiştir (Fincher ve Stone 1986, Irakli ve ark. 2004). Molekül ağırlığı değeri, farklı tahıllarda değişiklik göstermekle birlikte, yulaf β-glukanının molekül ağırlığı (3×10^6 g/mol), arpa β-glukanının molekül ağırlığından ($2,5 \times 10^6$ g/mol) daha yüksek değere sahiptir (Lazaridou ve ark. 2003, Irakli ve ark. 2004).



Şekil 2.4. Arpa tahıl endospermine ait, β -glukan içeriğinin yoğun olduğu hücre duvarının elektron mikroskobundaki görünümü (Vasanthan ve Temelli 2008).

Molekül ağırlığı, β -glukanın jelleşme yeteneğini etkileyen en önemli faktör olarak gösterilmektedir (Böhm ve Kulicke 1999, Cui ve Wood 2000, Brennan ve Cleary 2005). 3 milyon Da değerindeki yüksek molekül ağırlıklı β -glukanlar viskoz yapıya sahip iken, 9000 Da molekül ağırlığındaki β -glukanlar da zincir yapısını maksimum düzeyde bağ oluşturacak şekilde ayarlayabilme ve bu şekilde yumuşak jel meydana getirebilme özelliğine sahip bulunmaktadır (Wood ve ark. 1991, Gómez ve ark. 1997).

β -glukanın jelleşebilme yeteneği, yapısında bulunan sellotriosil ve sellotetraosil miktarlarının oranına bağlı olmak üzere; buğday kaynaklılarda en fazla olup, yulaf ve arpa kaynaklılarda biraz daha düşük seviyededir. Sellotriosil/sellotetraosil oranı yükseldikçe, β -glukanın çözülebilirliği azalma göstermektedir (Skendi ve ark. 2003).

Yulaf ve arpa kaynaklı β -glukan içeren çözeltilerin reolojik özelliklerinin, β -glukanın konsantrasyonu ve molekül ağırlığı değişimi ile ilişkisi ve β -glukanın jelleşme özelliğine sıcaklık ve pH değişiminin etkileri, yapılan çalışmalar ile aydınlatılmaya çalışılmıştır (Johansson ve ark. 2000, Tudorica ve ark. 2004).

Gerçekleştirilen birçok klinik denemeler ışığında, ABD Gıda ve İlaç Dairesi tarafından, düzenli şekilde günlük tüketilmesi gereken β -glukan miktarı 3 g olarak belirlenmiştir. Yulaf ya da arpa kaynaklı β -glukan içeren yoğurt ile alımında ise bu oranın ağırlıkça %0,44 olması gerektiği, bu durumda söz konusu ürünlerin düzenli tüketimi sonucunda,

kalp krizi başta olmak üzere birçok hastalık riskinin azaltılabileceği ifade edilmiştir (FDA 2005, Xu ve ark. 2007, Sadiq Butt ve ark. 2008).

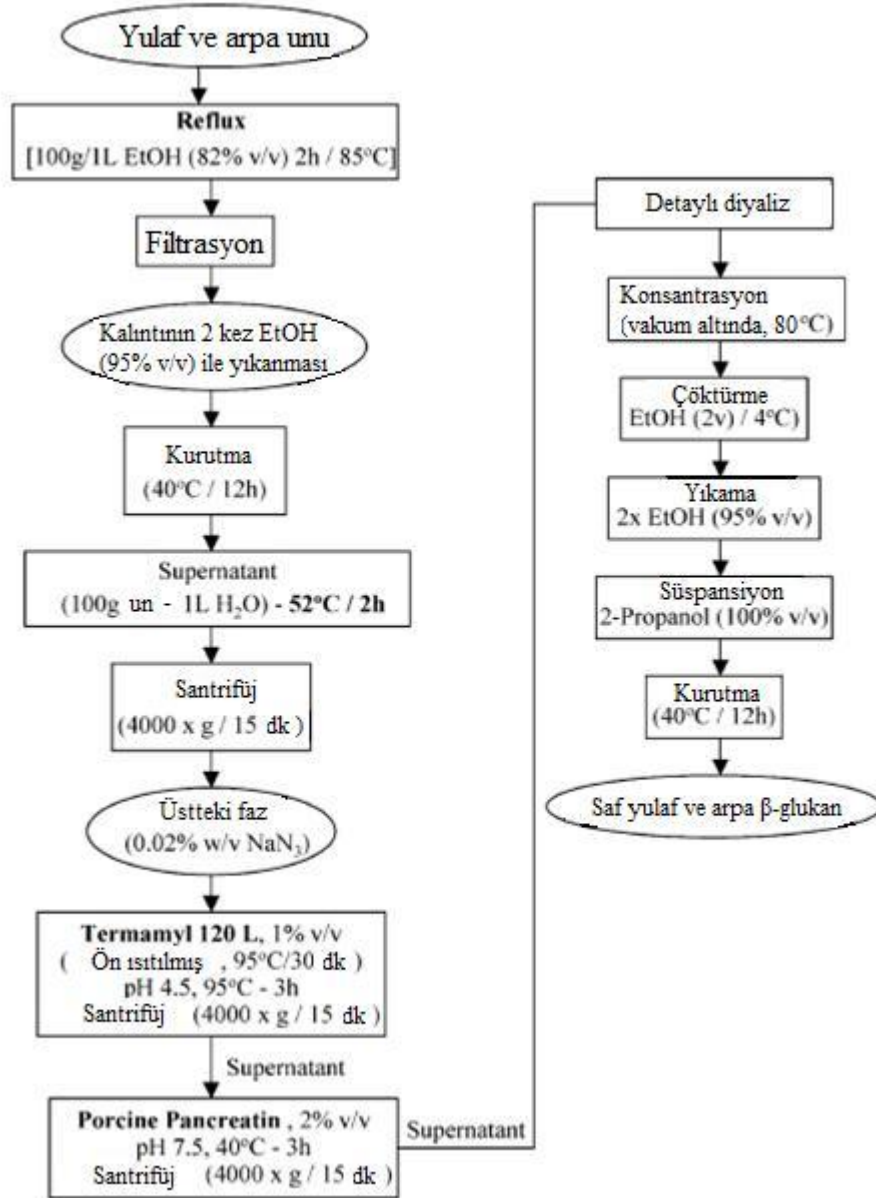
β -glukanın hidrokolloid olarak potansiyel kullanım alanı, reolojik özellikleri göz önünde bulundurularak belirlenmektedir. Bu nedenle β -glukanın; dondurma formulasyonlarında, yemek ve salata soslarında kalınlaştırıcı ajan olarak kullanılabilmesi belirtilmektedir (Skendi ve ark. 2003, Lazaridou ve Biliaderis 2004). Bunun yanı sıra, tahıl kaynaklı olan makarna ve çeşitli fırıncılık ürünlerinde de β -glukan kullanıldığı görülmektedir (Lyly 2006, Lee ve ark. 2008a).

Yulaf kaynaklı β -glukan, çeşitli kahvaltılık tahıl ve aperatiflerinde bulunabilmektedir. Yulaf ve arpa kaynaklı β -glukan ve “Oatrim” ve “Barleytrim” dekstrinlerini içeren hidrokolloidler birçok üründe, yağ ikamesi şeklinde kalori miktarını düşürme amacı ile kullanılmaktadır (Bekers ve ark. 2001, Lee ve Inglett 2006, Xu ve ark. 2007). Son yıllarda, fonksiyonel bileşenler olan yeni yulaf hidrokolloidleri geliştirilmektedir. C-trim 30 olarak nitelendirilen bu yeni formun β -glukan içeriği %32 (32 g β -glukan/100g) düzeyinde olmakla birlikte daha düşük kalori içeriğine (2,6 cal/g) sahiptir (Lee ve Inglett 2007, Lee ve ark. 2008a). C-trim 30; yoğurt, çikolata ve fırıncılık ürünlerinde yağ ikame maddesi olarak kullanılabilir (Lee ve ark. 2008b). Gıdaların tekstür yapısının ve reolojik özelliklerinin değişiminde C-trim 30 önemli bir etkiye sahip olmaktadır (Lee ve ark. 2005).

Tahıl kaynaklı β -glukan içeren gıdaların düzenli olarak tüketimi ile kronik sağlık problemlerinin meydana gelme olasılığındaki düşüşün birbirine bağlı olduğunu yapılan çalışmalar kanıtlamaktadır. β -glukanın tahıllarda düşük oranlarda bulunması, β -glukan ilavesinin gıdanın duyu özelliklerinde herhangi bir değişiklik oluşturmadan gerçekleştirilmesini mümkün kılmamaktadır. Bu nedenle gıda endüstrisinde β -glukan konsantratlarının elde edilmesi üzerinde durulmaktadır (Vasanthan ve Temelli 2008).

Şekil 2.5’de β -glukanın yulaf ve arpa unundan ekstrakte edilişi ve saflaştırma işlemlerinin şematik diyagramı görülmektedir. Yulaf ve arpa unları, filtre edildikten sonra kurutma işlemi uygulanmaktadır. β -glukan, yulaf ve arpa unundan, 52°C su kullanılarak ekstrakte edilmekte ve su yüzeyinin üstünde kalan fazın (supernatant) ayrımı sağlanmaktadır. Elde edilen Termamyl 120 L, 95°C’de 30 dakika boyunca ısı

işlemine tabi tutularak endojen β -glukanizisin (endogenous b-glucanases) inaktivasyonu sağlanmakta ve tekrar fazın (supernatant) ayrımı yapıldıktan sonra vakumlu ortamda 80°C 'de konsantre edilmektedir. Elde edilen β -glukan çözeltisine, %95'lik etanol çözeltisi ile yıkama ve ardından 2-propanol kullanılarak süspansiyon işlemleri uygulanmaktadır. Son aşama olarak, elde edilen süspansiyon 40°C 'de 30 dakika süresince kurutmaya bırakılarak saf halde yulaf ve arpa kaynaklı β -glukan elde edilmektedir (Skendi ve ark. 2003, Lazaridou ve ark. 2004, Rosburg ve ark. 2010).



Şekil 2.5. Yulaf ve arpa kaynaklı β -glukanın ekstraksiyon ve saflaştırma işlemlerinin şematik diyagramı (Skendi ve ark. 2003, Lazaridou ve ark. 2004).

Diyet liflerinin insan sağlığı ve beslenmesindeki yararlı etkileri, başta β -glukan olmak üzere diyet liflerinin gıdalarda kullanımını yaygınlaştırmıştır (Sahan ve ark. 2008, Lee ve ark. 2008a). Son yıllarda β -glukanın araştırma odağı haline gelmiş olması, insan fizyolojisinde oluşturduğu hipokolesterolemik ve hipoglisemik etkilerinin geniş çaplı olarak incelenmesini sağlamaktadır (Wood 1997, Charalampopoulos ve ark. 2002, Wood 2004, Brennan ve Cleary 2005).

Yapılan klinik çalışmalar β -glukanın, özellikle yemek sonrasında kandaki glikoz ve insülin seviyesini düzenlediğini, bunun yanında serum kolesterol seviyesini düşürücü, beyaz kan hücrelerinin aktivasyonunu arttırarak bağışıklık sistemini güçlendirici etkileri sayesinde de tümör oluşumunu ve böylece kalp krizi gibi ciddi rahatsızlıkları engelleyici etkilere sahip olduğunu kanıtlamaktadır (DeVries 2001, Lyly ve ark. 2003, Behall ve ark. 2004, Vasanthan ve Temelli 2008).

Yulaf ve arpanın, yapılarındaki β -glukan oranına bağlı olarak insan ve hayvanlarda toplam serum ve düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL)-kolesterol seviyesinde ve buna bağlı olarak hipertansiyon riskinde azalma meydana getirdiği kaydedilmektedir (Wood 1997). Yapılan alışmalar; yulafın bulunduğu ortamda mikrobiyel dengenin gelişimi sayesinde gastrointestinal sistem açısından daha uygun koşulların sağlandığını, özellikle de laktik asit bakterilerinin ve *Bifidobacterium* ile *Lactobacillus* türlerinin gelişiminin desteklendiğini ortaya çıkarmaktadır (Ryhnen ve ark. 1996, Jaskari ve ark. 1998, Angelov ve ark. 2006).

ABD Gıda ve İlaç Dairesi; yulaf ezmesi, açılmış yulaf (rolled oats) ve yulaf kepeği tüketiminin koroner kalp hastalıkları riskini azalttığını belirtmesi üzerine, yulaf bazlı β -glukan maddesinin, fonksiyonel ve biyoaktif bir bileşen olduğunu kabul etmiştir (Cui ve Wood 2000, Gee ve ark. 2007, Sadiq Butt ve ark 2008).

Yulaf kaynaklı β -glukanın prebiyotik madde olarak kullanım potansiyelinin, önemli bir prebiyotik olan inlinden daha yüksek olduğu ve daha uzun süre tokluk hissi oluşturduğu belirtilmektedir (Kurmman and Rasic 1991, DeVries 2001).

Ayrıca, β -glukanın yapısal anlamda koyulaştırıcı, stabilizatör ve jelleştirici gibi fonksiyonel özelliklerinden de faydalanılması amaçlanmaktadır (Vasiljevic ve ark.

2007). β -glukanın viskoziteyi yükseltme özelliğine sahip olması, en çok bilinen etkilerinden biri olarak görülmektedir. β -glukan, özellikle yoğurt matriksini etkileyerek ve yapıdaki oksijen penetrasyonunu düşürerek yoğurt üretiminde stabilize edici etki göstermektedir (Cerning 1995, Rosburg ve ark. 2010).

Yulaf kaynaklı β -glukanın, hiperkolesterolemik etkisi üzerine yapılan bir çalışmada, 3,8 g/d yulaf bazlı β -glukan içeren süt benzeri yulaf ürünlerinin 5 haftalık düzenli tüketimi sonucunda, toplam serum düzeyi ve LDL-kolesterol seviyesini %6'ya kadar düşürebildiği gözlenmiştir (Onning ve ark. 1999). McIntosh ve ark. (1991) tarafından yapılan benzer bir çalışmada da 8 g/d yulaf kaynaklı β -glukanın 4 haftalık tüketiminin, plazma LDL-kolesterol düzeyini %7'ye düşürülebildiği tespit edilmiştir.

Lambo ve ark. (2005), farklı laktik asit bakteri türlerinin, β -glukan içeriği zengin olan yulaf ve arpa bazlı diyet lif konsantrelerinin fiziko-kimyasal karakteristiğine olan etkilerini incelemiştir. Çalışmada yoğurt kültürü olarak, *L. acidophilus* ve ekzopolisakkarit üreten tür olan *Pediococcus damnosus* 2.6, 1:1 oranında *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* içeren standart yoğurt kültürü ile birlikte kullanılmıştır. Çalışma sonucunda; yulaf lifi konsantresindeki çözünebilir lif miktarı ve viskozitesi fermentasyon sonucunda düşüş gösterirken, arpa lifi konsantresindeki çözünebilir lifin, fermentasyondan görünürde etkilenmediği belirlenmiş, molekül ağırlığında da önemli bir değişiklik gerçekleşmediği saptanmıştır.

Vasiljevic ve ark. (2007), probiyotik yoğurda yulaf ve arpa kaynaklı β -glukan ilavesinin, 4 haftalık soğuk depolama boyunca *B. animalis* ssp. *lactis* (Bb-12TM) türünün gelişim ve metabolik aktivitesi üzerine oluşturduğu etkileri incelemiştir. Çalışmada yoğurt örnekleri, inülin ilaveli kontrol grupları ile karşılaştırılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, yulaf kaynaklı β -glukan ilaveli yoğurt örneklerindeki probiyotik bakterinin, inülin ilaveli yoğurt örneğine göre daha yüksek canlılık gösterdiği, laktik asit ve propiyonik asit üretiminin geliştiği, butirik asit oluşumunun ise gerçekleşmediği gözlenmiştir. Ayrıca arpa kaynaklı β -glukan ilavesinin, yulaf kaynaklı β -glukana göre proteolitik aktiviteyi, fermentasyon ve depolama boyunca daha iyi baskıladığı belirlenmiştir. Ağırlıkça %0,24 oranının üzerindeki β -glukan varlığının, kazein gibi süt proteinleri ile β -glukanın termodinamik etkileşimleri sonucunda daha sağlam pıhtılaşma

meydana getirdiği ifade edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, soğuk depolama esnasında yoğurttaki *Bifidobacterium* gibi probiyotik bakterilerin canlılığının korunmasında, β -glukanın olumlu katkıları olduğunu ve prebiyotik özellikler gösterdiğini ortaya koymuştur.

Rosburg ve ark. (2010) yoğurdun depolama süresi boyunca, β -glukanın *Bifidobacterium* türlerinin yaşam süresi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Yoğurt retiminde, %1,33 modifiyeli mısır nişastasından ve yulaftan ekstrakte edilmiş β -glukandan %0,44 oranında kullanılmıştır. Probiyotik kültür olarak da 10^9 kob/mL konsantrasyonunda *B. breve* ya da *B. longum* türlerini içeren yoğurt rnekleri 4°C'de muhafaza edilmiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda *S. thermophilus* ve *L. delbureckii* subsp. *bulgaricus*, β -glukan içerip nişasta içermeyen gruplarda ve kontrol gruplarında (β -glukan ve nişasta içermeyen) 10^8 kob/mL oranında tespit edilmiştir. *B. breve*, tüm örnek gruplarında tedavi edici özelliğini koruyacak lde canlılığını koruyabilmiştir. Ayrıca, β -glukan ve nişasta içermeyen örnek gruplarında *B. longum* un 10^7 kob/mL konsantrasyonundaki yaşam süresi 7 günde kalırken bu değer, β -glukan eklenmiş olan örnek gruplarında 14 güne kadar uzatılabilmiştir. Sonuçlar, düşük sıcaklıktaki depolama koşularında yoğurttaki β -glukan varlığının, *Bifidobacterium* türleri üzerinde koruyucu etkilere sahip olduğunu göstermiştir.

Bekers ve ark. (2001) yaptıkları bir çalışmada, yağsız süt ve β -glukan içeren yulaf püresi kullanarak fonksiyonel süt ürünü geliştirmeyi amaçlamışlardır. Yulaf nişastasında bulunan α -amilaz ile enzimatik hidrolize uğratılmış olan yulaf püresine, laktik asit bakterileri olan *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* türleri ve standart yoğurt kültürü inoküle edilmiştir. Yağsız süt, yulaf püresinin tekstürel yapısının stabilizasyonunun sağlanması ve son üründeki protein içeriğinin arttırılması amacıyla kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, *L. acidophilus*, laktik asidin aktif üreticisi rolünü üstlenirken, *Bifidobacterium* türlerinin de ürünün duyusal özelliklerini geliştirdiği tespit edilmiştir. Son rndeki aktif laktik asit bakteri oranının, β -glukanın koruyucu etkisi sayesinde 10^9 kob/mL seviyesinde korunabildiği de belirtilmiştir. Elde edilen yoğurt benzeri, yulaf kaynaklı β -glukan ihtiva eden bu ürünün, aktif probiyotik bakterileri içermesi nedeniyle fonksiyonel gıda olarak da değerlendirilebileceği ifade edilmiştir.

Tudorica ve ark. (2004) arpa kaynaklı β -glukanın sütün koagülasyon özelliklerine ve Labnenin reolojik, tekstürel ve mikrobiyal yapısında oluşturduğu etkilerle ilişkisini incelemişlerdir. Reolojik ölçümler ile koagülasyon oranını ve optimum pıhtı kesim süresini hesaplamışlardır. Elde edilen sonuçlar, β -glukan içeren sütün koagülasyon süresinde önemli ölçüde azalma sağlandığını, β -glukan ilavesi ile Labne üretim veriminin arttırılabildiğini ve viskoelastik ve reolojik özelliklerinin değişime uğradığını belirtmişlerdir. Bu sonuçlar, arpa kaynaklı β -glukan gibi hidrokolloidlerin, düşük yağlı süt ürünleri üretiminde yağ ikamesi olarak kullanımının mümkün olduğunu ortaya koymuştur.

Sahan ve ark. (2008) yağsız yoğurt üretiminde β -glukanın, hidrokolloid bir yağ ikame maddesi olarak kullanım olanağını araştırmışlar, depolamanın 1., 7. ve 15. günlerinde fiziksel, kimyasal ve duyu analizler gerçekleştirmişlerdir. β -glukan içeren ve içermeyen yağsız yoğurt örnekleri karşılaştırıldığında yoğurt örneklerindeki protein ve yağ içeriği aynı bulunurken, kül miktarları farklılık göstermiştir. Depolama boyunca β -glukan içeren yoğurtlardaki pH değişimi, titre edilebilir asitlik ve uçucu yağ asit içerikleri önemli bir değişim göstermemiştir. Jel sıklığı ve su tutma kapasitesi β -glukan ilavesinden etkilenmezken, depolama süresi ile birlikte düşüş göstermiştir. Depolama süresince yoğurdun viskozitesi ise β -glukan ilavesi ile artış meydana gelmiştir. Duyusal analizler sonucunda, β -glukan içermeyen kontrol gruplarının ve %0,25-0,50 β -glukan içeren yağsız yoğurtların tercih edildiği gözlenmiştir. Yağsız yoğurt üretiminde β -glukanın, gerek içerdiği diyet lif miktarı, gerekse yağsız yoğurtların fiziksel ve duyu özelliklerine sağladığı katkıları göz önünde bulundurularak, kullanımının uygun olduğu görülmüş ve üretimdeki en olumlu sonuçların %0,25-0,50 oranlarında β -glukan ilavesi ile elde edildiği tespit edilmiştir.

Angelov ve ark. (2006) tam tahıl yulaf substratlarını laktik asit bakterileri ile fermente ederek, prebiyotik madde olarak yulaf kaynaklı β -glukan içeren, sağlık açısından olumlu etkileri olabilecek probiyotik bir içecek üretmişlerdir. Fermentasyon işlemi sonucunda canlılığını koruyabilen probiyotik bakteri sayısının yaklaşık $7,5 \times 10^{10}$ kob/mL oranında olduğu belirlenmiştir. İçeceğin fermentasyon ve depolama boyunca β -glukan içeriğinin, %0,31-0,36 düzeyinde kaldığı, raf ömrünün ise buzdolabında saklama koşullarında 21 gün olduğu tespit edilmiştir.

Lee ve ark. (2008b) yaptıkları çalışmada, çikolatada bulunan kakao yağı yerine, 32g/kg oranında yulaf kaynaklı β -glukan içeren C-trim 30 kullanarak ürünün reolojik ve tekstürel özelliklerini incelemişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda, erimiş çikolataların viskozitelerinin C-trim 30 oranı ile artış gösterdiği, ayrıca kakao yağı yerine C-trim 30 kullanımının daha yumuşak tekstür yapısı meydana getirdiğini açıklamışlardır.

Domagala ve ark. (2006) yağ ikame maddesi olarak kullandıkları 5 kg β -glukan/100kg içeren yulaf-maltodekstrinin, yoğurdun reolojik ve duyuşal özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada; 1, 2 ve 3 kg süt yağı ve 1, 2 ve 3 kg yulaf-maltodekstrini içeren yoğurt üretmişlerdir. Elde edilen sonuçlarda, 2kg/100kg maltodekstrinli yoğurtların viskozitesinde artış meydana geldiği görülmüştür. Yoğurtlara yulaf-maltodekstrin ilavesinin, konsistens katsayı değerinde düşüşe, Newtonian akış tipinden de sapmalara neden olduğu belirtilirken; duyuşal, tekstürel ve reolojik değerleri arasında önemli bir farkın gözlenmediği ifade edilmiştir.

Elsanhoty ve ark. (2009) arpa kaynaklı β -glukanın, düşük yağ içerikli Labne peynirinde kullanımının, 5°C'de 30 günlük depolama aşamasındaki peynirin kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. İnek sütünden elde edilen Labne peynirine, yağ ikamesi olarak %5 oranında β -glukan eklenmiş, kontrol örnekleri olarak da biri tam yağlı Labne, diğeri β -glukan içermeyen Labne peyniri seçilmiştir. Starter kültür olarak da *L. acidophilus* La-5 ve *B. lactis* Bb-12 kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlarda, arpa kaynaklı β -glukan ilaveli Labne peynirlerinin içerdiği probiyotik bakterilerin, kontrol örneklerine göre daha fazla canlılık gösterdiği belirtilmiştir. Yapılan duyuşal analizler sonucunda, en fazla kabul gören Labne peynir örneklerinin %5 β -glukan içerenlerin olduğu, en az kabul görenin ise β -glukan içermeyen kontrol grubunun olduğu saptanmıştır. Yağ içeriği azalan Labne peynirlerinin, toplam protein ve kül miktarlarında artış gözlendiği, β -glukan içerenlerin, kontrol gruplarına göre daha yüksek verim sağladığı ve depolama esnasında daha düşük pH değerine sahip olduğu da ifade edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3. 1. Materyal

3. 1. 1. Yağsız süttozu

Yoğurt üretiminde kullanılacak rekonstitue sütün elde edilmesi amacıyla kullanılan yağsız süttozu Sütaş A.Ş. 'den temin edilmiştir. Yağsız süt tozunun bileşimi aşağıdaki gibidir:

- **% Nem:** max %5
- **% Yağ:** max %1,5
- **pH:** 6,60
- **Asitlik:** max. %0,17
- **Yoğunluk:** 0,60 g/cm³

3. 1. 2. Bakteri kültürleri

Çalışmada, kontrol grubu yoğurt kültürü olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* içeren YC-350 (DVS) Thermophilic Yoghurt Culture – Yo-Flex®, probiyotik yoğurt kültürü olarak da *Bifidobacterium bifidum* içeren BB-12® Probiotic Culture (DVS) – Probio-Tec® kullanılmış ve her iki kültür de Chr Hansen (İstanbul) firmasından temin edilmiştir.

3. 1. 3. Prebiyotikler

Bu çalışmada prebiyotik olarak, tahıl kaynaklı olan farklı 2 tip β -glukan kullanılmıştır. Bunlardan birincisi olan arpa kaynaklı β -glukan (**Barley PE %40 Beta Glukan**), Naturex (Ultimate Botanical Benefits - Fransa) firmasından temin edilmiştir. Firmanın göndermiş olduğu ürün spesifikasyon bilgileri aşağıdaki gibidir:

- **β -glukan içeriği:** > %40
- **Partikül boyutu:** 40 mesh ile %100
- **Kuru ekstrakt:** > %92
- **Toplam canlı sayısı:** 10 000 kob/g
- **Küf ve maya:** 300 kob/g

Çalışmada 2. tip olarak da, Functional Foods Research Unit, National Center for Agricultural Utilization Research, IL/ USA 'dan temin edilen yulaf kaynaklı β -glukan

(C-trim 30 Oat Beta Glukan) kullanılmıştır. C-trim 30 yulaf kaynaklı β -glukan'ın bazı özellikleri aşağıdaki gibidir:

- **β -glukan içeriği:** %32
- **Kurumaddedeki nişasta oranı:** %45,3
- **Protein oranı:** %14,4
- **Toplam yağ oranı:** %2,3
- **Kül oranı:** %4,8

3. 2.Yöntem

3. 2. 1.Deneme deseni

Çalışmada Tesadüf Parselleri deneme deseni kullanılarak 4 farklı tip yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Depolama süresinin 1., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde mikrobiyolojik, fiziko-kimyasal ve duyu analizler yapılmıştır. Çizelge 3.1'de çalışmada kullanılan yoğurt örneklerine ait deneme deseni görülmektedir.

Çizelge 3.1. Yoğurt örneklerine ait deneme deseni

Yoğurt Çeşidi	Uygulama	Depolama Süresi (gün)				
		1	7	14	21	28
A	Kontrol (yoğurt kültürü- <i>S. thermophilus</i> ve <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>)					
B	<i>B. bifidum</i> Bb-12 (10^9 kob/g oranını sağlayacak şekilde)					
B- β	<i>B. bifidum</i> Bb-12 (10^9 kob/g oranını sağlayacak şekilde) + Arpa kaynaklı β -glukan (% 0,1)					
O- β	<i>B. bifidum</i> Bb-12 (10^9 kob/g oranını sağlayacak şekilde) + Yulaf kaynaklı β -glukan (% 0,1)					

3. 2. 2.Yoğurt kültürünün aktive edilmesi

Yağsız süttozu 120 g/L oranında saf su ile hazırlanarak iyice çözünmesi için 2 saat oda sıcaklığında karıştırılmıştır. Elde edilen rekonstitue süt (%10,7 KM), özel kapaklı şişelere aktarılmış ve otoklavda 121°C'de 15 dakika sterilize edilmiştir. Daha sonra

42°C'ye soğutulan sütün içerisinde aseptik koşullarda DVS yoğurt kültürü (*Streptococcus thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) aşılansmış ve pH 4.8'e gelene kadar inkübasyona bırakılmıştır (Ozcan ve ark. 2010).

3. 2. 3. *Bifidobacterium bifidum* Bb-12 kültürünün aktive edilmesi

Yoğurt kültürünün aktivasyonundaki gibi rekonstitue edilmiş süt, otoklavda 121°C'de 15 dakika sterilize edilmiştir. Otoklavdan alınan süt, 37°C'ye soğutulduktan sonra ortamın oksidasyon-redüksiyon potansiyelini azaltmak amacıyla aseptik koşullarda bekletilmiş olan %0,05 L-cystein-HCl çözeltisi ilave edilmiş, ardından steril koşullarda DVS probiyotik kültürü (*B. bifidum* Bb-12) aşılansmış ve pH 4.8'e gelene kadar inkübasyona bırakılmıştır (Ozcan ve ark. 2010).

3. 2. 4. Yoğurt üretimi

A (Kontrol) grubu yoğurtların üretimi: %10,7 KM içeriğine sahip olacak şekilde hazırlanan rekonstitue sütlere 90°C'de 10 dk süre ile ısıtma işlemi uygulandıktan sonra 42°C'ye soğutulmuştur. Uygun aseptik koşullar sağlandıktan sonra *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* içeren yoğurt kültürünün %3 oranında inokulasyonu gerçekleştirilmiş ve 42°C'de pH 4,6'ya ulaşana kadar (~3 saat) inkübasyona bırakılmıştır. Bu inkübasyonu tamamlayan yoğurtlar oda sıcaklığında (20°C) 30 dk süre ile bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda polistiren ambalajlardaki yoğurtların kapakları kapatılmış ve depolama süreleri boyunca 4°C'de muhafaza edilmişlerdir.

B grubu yoğurtların üretimi: Rekonstitue süt (%10,7 KM), 90°C'de 10 dk süre ile ısıtma işlemine tabi tutulmuş ve 37°C'ye soğutulmuştur. İnokulasyon için uygun koşullar sağlandıktan sonra, probiyotik kültür olan *B. bifidum* Bb-12, %3 oranında süte ilave edilmiş ve 37°C'de pH 4,8'e ulaşana kadar (~23 saat) inkübasyona bırakılmıştır. Oda sıcaklığında 30 dk süre ile soğutulan yoğurtlar, kapakları kapatıldıktan sonra 4°C'de muhafaza edilmişlerdir.

B-β ve O-β grubu yoğurtların üretimi: Rekonstitue süt (%10,7 KM) hazırlandıktan sonra, B-β grubuna %0,1 oranında arpa kaynaklı β-glukan, O-β grubuna da %0,1

oranında yulaf kaynaklı β -glukan ilave edilmiş ve iyice karışması sağlanmıştır. Daha sonra sütlerle, 90°C'de 10 dk süre ile ısıtma işlemi uygulanmış ve 37°C'ye soğutulmuştur. Her iki gruba da, probiyotik kültür olan *B. bifidum* Bb-12 %3 oranında ilave edilmiş ve 37°C'de pH 4,8'e ulaşana kadar inkübasyona bırakılmıştır. B- β grubunun 13 saat, O- β grubunun ise 28,5 saat sonunda pH değerleri 4,8'e ulaşmış ve bu süreler sonunda inkübasyonları sonlandırılmıştır. Yoğurtlar oda sıcaklığında 30 dk süre ile soğutulduktan sonra 4°C'de muhafaza edilmişlerdir.

3. 3. Yoğurtlara Uygulanan Analizler

3. 3. 1. Mikrobiyolojik analizler

3. 3. 1. 1. Örneklerin analize hazırlanması

Fizyolojik tuzlu su, 8,5 g NaCl 1 L saf su içerisinde çözündürülerek elde edilmiş, özel kapaklı cam şişelere 90 mL, tüplere de 9 mL aktararak şişe ve tüplerin ağızları hermetik olarak kapatılmıştır. Daha sonra 121°C'de 1.2 atm basınç altında 15 dakika süreyle sterilize edilmiştir. Homojen hale getirilen 10 g yoğurt örneği, içerisinde 90 mL fizyolojik tuzlu su bulunan steril şişelere aktarılmış ve içerisinde 9 mL fizyolojik tuzlu su bulunan tüplerde 10^{-10} 'a kadar dilüsyonları yapılmıştır. Mikrobiyolojik ekimler dökme plak yöntemi uygulanarak, 2 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

3. 3. 1. 2. *Bifidobacterium bifidum* sayısı

Bifidobacterium bifidum sayımı için Lityum Klorit (Merck, Germany) - Sodyum Propiyonat (Fluka, Germany) katkılı MRS-Agar kullanılmıştır. 1 litre besiyeri hazırlamak için 2 g Lityum Klorit, 3 g Sodyum Propiyonat ve hazırlanışı için önerilen miktarda MRS-agar tartılıp saf suda çözündürülmesi sağlanmıştır. Elde edilen besiyeri, otoklavda 121°C'de 15 dakika süreyle sterilize edilmiş, 40-45°C'ye soğutulmuştur. Mikrobiyolojik ekim öncesinde hazırlanarak homojen hale getirilmiş dilüsyonlar 1'er mL halinde 2 paralelli olarak steril petri kaplarına inoküle edilmiştir. Daha sonra üzerine steril besiyerinden yaklaşık 15-20 mL dökülmüştür. Petriler 37°C'de 2.5 L'lik plastik kavanozlar içerisinde (Anaerobtopf) (Merck, Germany) ve oksijeni tutucu özelliğe sahip AnaeroGen (Oxoid, England) sistem kullanılarak anaerobik ortam

sağlanarak anaerobik ortamda 3 gün süre ile inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonun sonunda oluşan küçük kremi renkteki kolonilerin sayımı (30-300) yapılmıştır. Sonuçlar logaritmik olarak hesaplandıktan sonra istatistik değerlendirmeye alınmıştır (Lapierre ve ark. 1992, Vinderola ve Reinheimer 1999).

3. 3. 2.Fiziko-kimyasal analizler

3. 3. 2. 1.pH

Yoğurtların pH değerleri, pH 315i / SET (WTW, Germany) marka pH metre kullanılarak ölçülmüştür. Cihazın kalibrasyonu, standart tampon çözeltiler kullanılarak 20°C’de pH 4 ve 7 olarak yapıldıktan sonra, cihazın elektrodu örnek içerisine daldırılarak pH değerleri kaydedilmiştir (Anonim 2006).

3. 3. 2. 2.Titrasyon asitliği

10 g örnek alınarak üzerine 10 mL saf su ilave edilmiş, %1-2’lik fenolftalein indikatöründen 2-3 damla damlatılıp 0.1 N NaOH ile kalıcı açık pembe renk alıncaya dek titre edilmiş ve asitlik (%) miktarı laktik asit cinsinden aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Oysun 1991).

$$\% \text{ Titrasyon Asitliği (\%LA)} = \frac{S \times 0.009}{\text{Ö}} \times 100$$

S = Titrasyonda kullanılan 0.1 N NaOH çözeltisi (mL)

Ö = Titrasyonda kullanılan probiyotik yoğurt miktarı

3. 3. 2. 3.Serum ayrılması

Tartılan 25 g yoğurt örneğinin +4°C’de 2 saat’lik süre sonunda, filtre kağıdından süzülerek ayrılan serumunun mL cinsinden miktarı belirlenmiş ve sonuç mL/25 g olarak verilmiştir (Sezgin ve ark. 1994).

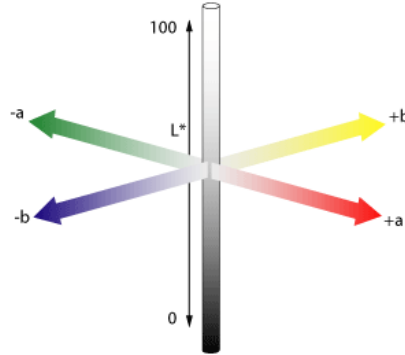
3. 3. 2. 4.Viskozite analizi

Homojen hale getirilen yoğurt örneklerinin viskoziteleri dijital Rotary Viskozimetre (Model NDJ-1, Shangping Co., UK) kullanılarak ölçülmüştür. Örneklerin viskozite

değerleri 12°C ve 100 rpm'de 3 numaralı uç ile ölçülmüştür. Ölçümler sırasında 5. rotasyondaki değerler kaydedilmiştir. Her örnek için 3 kez okuma yapıldıktan sonra ortalaması alınıp, cihazın kullanım talimatlarında belirtilen uygun kat sayı (200) ile çarpılarak cP cinsinden viskozite değerleri hesaplanmıştır. Cihaz sınır değerleri nedeniyle gerçek kopma ve kopma stresleri tam olarak elde edilemediğinden sonuçlar hıza karşı viskozite olarak saptanmıştır (Özcan-Yılsay ve ark. 2006).

3. 3. 2. 5. Renk tayini

Yoğurt örneklerinin renk tayininde Hunter-Lab D25 A Optical Sensor cihazı kullanılmıştır. Beyaz ve siyah tablalar kullanılarak cihazın renk değerleri standartlaştırılmıştır. Yoğurtların L (parlaklık), a (+ kırmızı, - yeşil) ve b (+ sarı, - mavi) değerleri belirlenmiştir. Şekil 3.1'de Hunter sistemindeki renk parametrelerinin (L, a ve b) skalası görülmektedir (Cueva ve Aryana 2008).



Şekil 3.1. Hunter sistemindeki L, a ve b parametrelerinin renk skalası

3. 3. 2. 6. Laktik asit tayini

Örneklerde bulunan organik asitlerin ekstraksiyonu için, homojenize edilmiş yoğurt örneği sülfirik asit solüsyonu ile seyreltilmiş ve 10 dk ultrasonik su banyosunda bekletilmiştir. C 18 seppak kartuş, sırayla 10 mL asetonitril ve 10 mL ultra saf su ile muamele edilerek aktif hale getirilmiştir. Kartuştan ilk olarak 10 mL hava geçirilerek enjektör boş pompalanmış, daha sonra da örneği içeren çözeltiden 10 mL alınarak damla damla geçirilmiştir. İlk geçirilen 4-5 mL örnek uzaklaştırıldıktan sonra kalan kısım 0,45 µm lik membran filtreden geçirilerek HPLC aletine enjekte edilecek saflığa

getirilmiştir. Laktik asit standartları, laktik asit stok çözeltisinden 300, 150, 75 ve 37,5 ppm lik konsantrasyonlarda hazırlanmıştır. Laktik asit miktarı belirleme dış standart metoduna göre yapılmış, lineer regresyon ile standart eğriler belirlenmiştir. Önce kromatografide alıkonma süreleri tespit edilen laktik asitlerin standart çözeltileri örneklere ilave edilerek piklerin tanımlanması sağlanmıştır. Cihaz şartları aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

HPLC çalışma koşulları:

Mobil Faz: %98 Sülfürik asit solüsyonu, %2 metanol
Akış Hızı: 0,40 mL/dk.
Sıcaklık: 20°C
Dalga Boyu: 215 nm
Dedektör: UV-DAD
Enjeksiyon Hacmi: 20 µl
Kolon: C 18 (Thermo ODS Hypersil 150x4.6 3u)

3. 3. 2. 7.Asetik asit tayini

Örneklere bulunan asetik asitlerin ekstraksiyonu için, homojenize edilmiş ve seyreltilme işlemi tamamlanmış olan yoğurt örneği 0,45 µm lik membran filtreden geçirilerek HPLC aletine enjekte edilecek saflığa getirilmiştir. Kromatografide alıkonma süreleri tespit edilen asetik asitlerin, hazırlanan standart eğriler baz alınarak standart çözeltileri örneklere ilave edilerek piklerin tanımlanması sağlanmıştır. Cihaz şartları aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

HPLC çalışma koşulları:

Mobil Faz: %98 Sülfürik asit solüsyonu, %2 metanol
Akış Hızı: 1 mL/dk.
Sıcaklık: 20°C
Dalga Boyu: 220 nm
Dedektör: UV-DAD
Enjeksiyon Hacmi: 20 µl
Kolon: C 18 (25x4.6 mm 4.6 mikron partikül büyüklüğünde süperco kolon)

3. 3. 3.Duyusal analizler

Yoğurt örneklerine ait duyusal analizlerde Martín-Diana ve ark. (2003) ve Staffolo ve ark. (2004) skalası modifiye edilerek değerlendirmeye alınmıştır. Örneklerinin duyusal

olarak değerlendirme öncesinde kendilerine ön bilgi verilen panel grubu tarafından “Görünüş”, “Yapı ve Tekstür”, “Koku”, “Renk”, “Aroma Yoğunluğu”, “Tat” ve “Genel Kabul Edilebilirlik” özellikleri incelenmiş ve her bir özellik için 1-5 puan sistemi kullanılmıştır. Duyusal değerlendirme cetveli Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Probiyotik yoğurt örneklerine ait duyusal değerlendirme skalası

ÖRNEK	GÖRÜNÜŞ (1-5)	YAPI ve TEKSTÜR (1-5)	KOKU (1-5)	RENK (1-5)	AROMA YOĞUNLUĞU (1-5)	TAT (1-5)	GENEL KABUL EDİLEBİLİRLİK (1-5)
A							
B							
B-β							
O-β							

1: kabul edilen en düşük değer; **5:** Kabul edilen en yüksek değer

3. 3. 4. İstatistiksel analizler

Çalışmada, tesadüf parselleri deneme deseni uygulanarak yoğurt örneklerindeki ürün çeşitleri ve depolama süreleri arasındaki farklılıklar belirlenmiş ve buna bağlı olarak da varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Alınan ortalamalar arasındaki önemli düzeyde görülen farklılıkların karşılaştırılması ise LSD testi ile gerçekleştirilmiştir ($p < 0.05$, $p < 0.01$).

4.BULGULAR VE TARTIŞMA

4. 1.Mikrobiyolojik Özellikler

4. 1. 1.*Bifidobacterium bifidum* sayısı

B. bifidum, probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan en yaygın probiyotik kültürlerden biri olarak bilinmektedir. Probiyotik yoğurtlardaki *B. bifidum* sayısı, yoğurdun tat ve aroma özelliklerinin belirlenmesinde etkili olmakla birlikte, yoğurdun depolanması boyunca biyoterapötik seviyenin ($> 7 \log \text{ kob/g}$) korunması açısından da önemli olmaktadır. *B. bifidum* gelişimini pH, asitlik, hidrojen peroksit ve çözülmemiş oksijen varlığı ve depolama sıcaklığı gibi faktörler etkilemektedir. Yoğurdun pH değerinin düşmesi ve ortamdaki laktik asit ve asetik asit gibi metabolitlerin konsantrasyonunun artması, *B. bifidum* gelişimini olumsuz yönde etkileyen faktörler olarak gösterilmektedir (Dave ve Shah 1997a, Donkor ve ark. 2006).

Probiyotik yoğurt örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda elde edilen ortalama *B. bifidum* sayısı Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Probiyotik yoğurt örneklerinin *B. bifidum* sayısındaki değişim (log kob/g)

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)				
	1	7	14	21	28
B	8,18	7,90	7,53	7,51	7,53
B-β	8,41	8,14	7,89	7,60	7,76
O-β	8,09	7,77	7,48	7,32	7,47
Minimum	8,09	7,77	7,48	7,32	7,47
Maksimum	8,41	8,14	7,89	7,60	7,76
Ortalama	8,23	7,94	7,63	7,48	7,59

Örneklerde *B. bifidum* sayısı 7,32 ile 8,41 log kob/g arasında değişmiştir. Yoğurtlardaki ortalama *B. bifidum* sayısı incelendiğinde en düşük değer 7,48 log kob/g ile depolama süresinin 21. gününde, en yüksek değer 8,23 log kob/g ile depolama süresinin 1. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Probiyotik yoğurt örneklerindeki *B. bifidum* sayılarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin *B. bifidum* sayıları arasındaki farklılık yoğurt çeşidine ve depolama süresine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p<0,01$ düzeyinde önemli, yoğurt çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Probiyotik yoğurt örneklerinin *B. bifidum* sayısındaki değişime ilişkin varyans analizi sonuçları (log kob/g)

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	2	0,27729	6,28**
Süre	4	0,55830	12,64**
Yoğurt Çeşidi x Süre	8	0,00566	0,13
Hata	15	0,04416	-

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

Probiyotik yoğurt örneklerinin *B. bifidum* sayılarına ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Probiyotik yoğurt örneklerinin *B. bifidum* sayısına ait LSD testi sonuçları (log kob/g) ($p<0.01$)*

Yoğurt Çeşidi	n	<i>B. bifidum</i> Sayısı
B	10	7,74 ^{ab}
B-β	10	7,95 ^a
O-β	10	7,63 ^b

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

Yoğurt örneklerinde en yüksek *B. bifidum* sayısı 7,95 log kob/g ile B-β örneğinde, en düşük ise 7,63 log kob/g ile O-β örneğinde saptanmıştır (Çizelge 4.3). Yapılan sayım sonuçları, arpa kaynaklı β-glukan'ın yulaf kaynaklı β-glukan'a göre daha kuvvetli prebiyotik etki göstermiş olabileceğini ve *B. bifidum* gelişimini desteklediğini ortaya çıkarmaktadır.

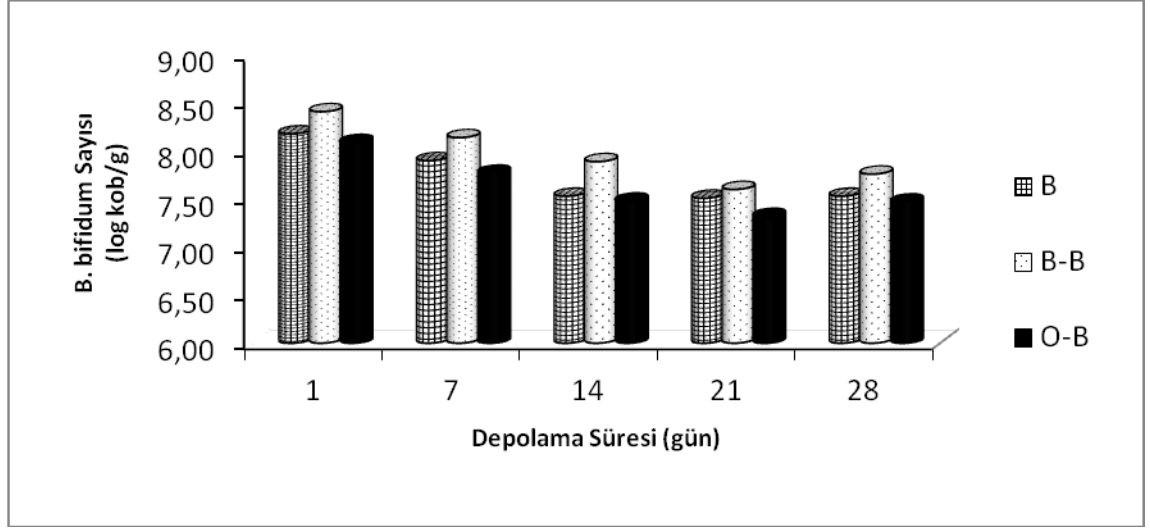
Probiyotik yoğurt örneklerinin *B. bifidum* sayılarının depolama süresine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde depolama süresince en yüksek *B. bifidum* sayısı 8,23 log kob/g ile 1. günde, en düşük *B. bifidum* sayısı ise 7,48 log kob/g ile 21. günde saptanmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca *B. bifidum* sayısına ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*

Depolama Süresi (Gün)	n	<i>B. bifidum</i> Sayısı
1	6	8,23 ^a
7	6	7,94 ^{ab}
14	6	7,63 ^{bc}
21	6	7,48 ^c
28	6	7,59 ^{bc}

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

Şekil 4.1'de 28 günlük depolama sürecinde probiyotik yoğurt örneklerinin *B. bifidum* sayısındaki değişim görülmektedir. Bu sonuçlara göre arpa kaynaklı β-glukan kullanılan probiyotik yoğurttaki *B. bifidum* gelişimi, yulaf kaynaklı β-glukan kullanılan ve β-glukan kullanılmayan yoğurtlara göre daha fazla gerçekleşmiştir. Tüm yoğurt örneklerindeki *B. bifidum* sayıları, depolama süresince 21. güne kadar azalma gösterirken, son periyotta bu sayının bir miktar arttığı görülmüştür. Yoğurtların pH değerlerinin depolama süresine göre değişiminin, *B. bifidum* sayılarının değişimi ile paralellik gösterdiği görülmektedir. Bu nedenle son dönemdeki pH artışının, *B. bifidum* gelişimini depolamanın 21. ve 28. günleri arasında olumlu etkilediği düşünülmektedir. Elde edilen bulgular Bekers ve ark. (2001), Vasiljevic ve ark. (2007) ve Rosburg ve ark. (2010) ile uyumlu bulunmuştur.



Şekil 4.1. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin *B. bifidum* sayılarının değişimi

Krasaekoopt ve ark. (2006), probiyotik yoğurtlarda *B. bifidum* sayısının, depolamanın 2. haftasından sonra biyoterapötik seviyenin (7 log kob/g) altına düştüğünü saptamışlardır.

Rosburg ve ark. (2010), yoğurtların 4°C’de depolanması esnasında β-glukan varlığının *Bifidobacterium* türleri üzerinde koruyucu etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Elsanhoty ve ark. (2009), Labne peynirinde %5 oranında arpa kaynaklı β-glukan kullanımının, *L. acidophilus* La-5 ve *B. lactis* Bb-12 probiyotik bakterilerinin sayısını arttırdığını ve β-glukan içermeyen örneklere göre bakterilerin daha fazla canlılık gösterdiğini belirtmişlerdir.

4. 2.Fiziko-kimyasal Özellikler

4. 2. 1.pH

Yoğurt üretiminde kullanılmakta olan starter kültür bakterileri, fermentasyon boyunca ortamda bulunan laktozu hidrolize ederek laktik asit meydana getirmektedir. Bunun sonucunda sürekli azalmakta olan pH değeri, belirli bir seviyeye ulaştıktan sonra kazeini pıhtılaştırarak yoğurttaki jel yapısını oluşturmaktadır. Fermentasyonu tamamlayan yoğurtlarda, depolama süresi boyunca kullanılan kültür çeşidine bağlı olarak pH değeri değişim göstermektedir (Donkor ve ark. 2006).

Probiyotik yoğurt örneklerinde yapılan analiz sonucunda elde edilen ortalama pH değerleri Çizelge 4.5’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde pH değerleri 3,91 ile 4,80 arasında değişmiştir. Ortalama pH değerleri incelendiğinde en düşük değer 4,50 ile depolama süresinin 21. gününde, en yüksek değer 4,65 ile depolama süresinin 1. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerlerindeki değişim

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)				
	1	7	14	21	28
A	4,22	4,15	4,06	3,92	3,91
B	4,79	4,78	4,72	4,71	4,73
B-β	4,77	4,75	4,68	4,66	4,77
O-β	4,80	4,74	4,69	4,70	4,76
Minimum	4,22	4,15	4,06	3,92	3,91
Maksimum	4,80	4,78	4,72	4,71	4,77
Ortalama	4,65	4,61	4,54	4,50	4,54

Probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	3	1,17260	2494,89**
Süre	4	0,02763	58,80**
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	0,00742	15,79**
Hata	20	0,00047	-

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

Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin pH değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidi, depolama süresi, yoğurt çeşidi ve depolama süresi etkisiyle istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. *B. bifidum* içeren probiyotik yoğurtlardaki pH değeri kontrol (A) grubu yoğurtlardan yüksek bulunmuştur. *B. bifidum* içeren yoğurtlar arasındaki pH değeri açısından farklılık ise istatistiksel açıdan önemsizdir (Çizelge 4.7). Kontrol (A) grubu yoğurtların pH değerlerinin, diğer yoğurt gruplarından (B, O- β ve B- β) belirgin bir şekilde daha düşük değerde olmasının, içermekte olduğu *L. bulgaricus* kültürünün yoğurttaki asitlik gelişiminde etkili olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Krasaekoopt ve ark. 2006).

Çizelge 4.7. Probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p < 0,01$)*

Yoğurt Çeşidi	n	pH
A	10	4,05 ^b
B	10	4,75 ^a
B- β	10	4,73 ^a
O- β	10	4,74 ^a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0,01$).

Probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde depolama süresince en yüksek pH değeri 4,65 ile 1. günde, en düşük pH değeri ise 4,50 ile 21. günde saptanmıştır (Çizelge 4.8). Yoğurt örneklerinin pH değerleri depolama süresi boyunca önce azalmış daha sonra belirli bir artış göstermiştir. Depolama süresinin sonunda pH değerlerinde meydana gelen az miktardaki artışın; yoğurtta bulunan laktik asidin bakteriler tarafından asimilasyonundan, aminoasitlerin deaminasyonundan ve proteoliz ürünlerinin amfoter özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

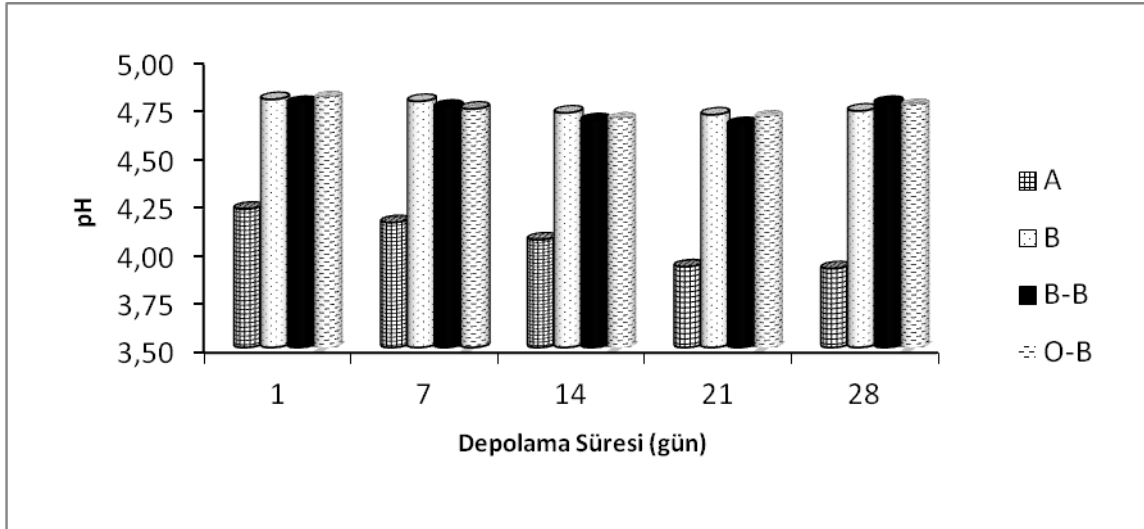
Çizelge 4.8. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca pH değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p<0.01$)*

Depolama Süresi (Gün)	n	pH
1	8	4,65 ^a
7	8	4,61 ^b
14	8	4,54 ^c
21	8	4,50 ^d
28	8	4,54 ^c

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

Sahan ve ark. (2008), %0,25 oranında β -glukan içermekte olan yağsız yoğurtlarda depolama süresince pH değerlerinde düzenli bir azalma gözlemlemişlerdir. Ayrıca, yoğurtlarda asit artışına neden olan *L. bulgaricus* kültürünü içermeyen B, O- β ve B- β örnek gruplarında daha yüksek pH değerleri ölçülmüştür.

Şekil 4.2’de 28 günlük depolama sürecinde probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerlerindeki değişim görülmektedir.



Şekil 4.2. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin pH değeri değişimi

4. 2. 2.Titrasyon asitliği

Fermente süt ürünlerinde titrasyon asitliğini belirleyen önemli parametrelerden birisi laktozun fermentasyon derecesidir (Krasaekoopt ve ark. 2006).

Probiyotik yoğurt örneklerinde yapılan analiz sonucunda elde edilen ortalama titrasyon asitliği değerleri izelge 4.9’da verilmiştir. Yoğurt örneklerinde titrasyon asitliği değerleri %0,76 ile %1,21 arasında değişmiştir. Ortalama titrasyon asitliği değerleri incelendiğinde en düşük değer %0,87 ile depolama süresinin 1. gününde, en yüksek değer %0,90 ile depolama süresinin 7. gününde belirlenmiştir (izelge 4.9).

Çizelge 4.9. Probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerindeki değişim

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)				
	1	7	14	21	28
A	1,03	1,11	1,17	1,19	1,21
B	0,82	0,83	0,77	0,77	0,76
B-β	0,82	0,83	0,84	0,84	0,80
O-β	0,80	0,82	0,76	0,76	0,76
Minimum	0,80	0,82	0,76	0,76	0,76
Maksimum	1,03	1,11	1,17	1,19	1,21
Ortalama	0,87	0,90	0,89	0,89	0,88

Probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları izelge 4.10’da verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşİdi, yoğurt çeşİdi ve depolama süresi interaksiyonu açısından istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli, depolama süresine bağlı olarak ise önemsiz bulunmuştur (izelge 4.10).

Çizelge 4.10. Probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	3	0,298597	324,56**
Süre	4	0,000985	1,07
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	0,004638	5,04**
Hata	20	0,000920	-

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

Probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde en yüksek titrasyon asitliği oranı %1,14 ile A örneğinde saptanmıştır. Bu süredeki en düşük titrasyon asitliği oranı ise %0,78 ile O- β örneğinde bulunmuştur (Çizelge 4.11). Elde edilen sonuçlar, arpa kaynaklı β -glukan kullanılan *B. bifidum* içeren yoğurt örneklerindeki titrasyon asitliği değerlerinin, diğer probiyotik örnek gruplarına göre biraz daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.11. Probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p < 0.01$)*

Yoğurt Çeşidi	n	Titrasyon Asitliği (%)
A	10	1,14 ^a
B	10	0,79 ^{bc}
B- β	10	0,83 ^b
O- β	10	0,78 ^c

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

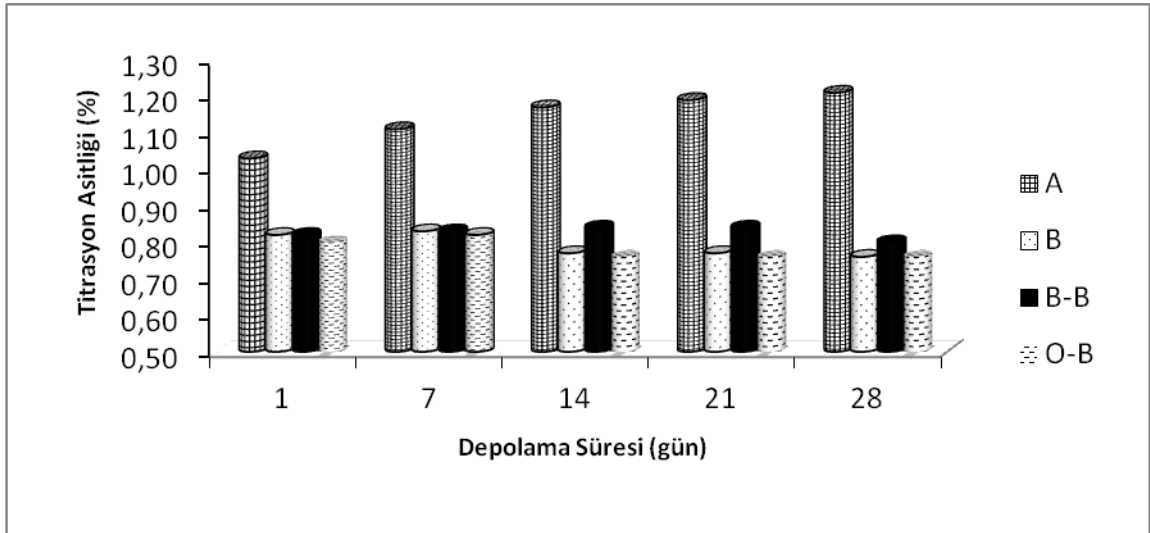
Probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği oranlarının depolama süresine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde depolama süresince titrasyon asitliği oranlarında meydana gelen değişimler istatistikî açıdan önemsiz bulunmuştur ve birbirine yakın değerler vermiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca titrasyon asitliği (%) değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p<0.01$)*

Depolama Süresi (Gün)	n	Titrasyon Asitliği (%)
1	8	0,87
7	8	0,90
14	8	0,89
21	8	0,89
28	8	0,88

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

Şekil 4.3’de 28 günlük depolama sürecinde probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerlerindeki değişim görülmektedir.



Şekil 4.3. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değeri değişimi

Güler-Akın (2005), koyun sütünden elde etmiş oldukları klasik yoğurtlarda ve *B. bifidum* kültürünü içeren probiyotik yoğurtlarda titrasyon asitliğinin, 15 günlük depolama süresi boyunca artış gösterdiğini saptamıştır. Sahan ve ark. (2008), yoğurtta β -glukan kullanımının, depolama süresince titrasyon asitliğinin gelişimi üzerine önemli bir etkisinin bulunmadığını belirtmişlerdir.

Dave ve Shah (1997a), *B. bifidum* ve *L. acidophilus* probiyotik kültürlerini içeren yoğurtların 35 günlük depolama süresince titrasyon asitliği değerlerinin %0,82-0,84 değerlerinde kaldığını tespit etmişlerdir.

4. 2. 3.Serum ayrılması

Serum ayrılması, yoğurttaki pıhtı stabilitesinin belirlenebilmesinde önemli bir özelliktir. Yoğurdun yapısındaki kazein moleküllerine, uzun zincirli polisakkaritlerin bağlanması ile misel yapısı oluşmakta ve yoğurttaki pıhtının su tutma kapasitesi azalmaktadır. Pıhtının zayıflaması, bir süre sonra yapının su salmasına neden olmakta ve serum ayrılması gerçekleşmektedir (Vasiljevic ve ark. 2007).

Probiyotik yoğurt örneklerinde yapılan analiz sonucunda elde edilen ortalama serum ayrılması değerleri Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması (mL/25g) değerlerindeki değişim

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)				
	1	7	14	21	28
A	8,55	8,00	7,40	7,00	7,95
B	7,75	7,30	6,85	6,65	6,50
B-β	7,50	6,50	6,40	6,50	6,50
O-β	8,25	7,70	7,50	6,70	7,20
Minimum	7,50	6,50	6,40	6,50	6,50
Maksimum	8,55	8,00	7,50	7,00	7,95
Ortalama	8,01	7,38	7,04	6,71	7,04

Örneklerde serum ayrılması değerleri 6,40 ile 8,55 (mL/25g) arasında değişmiştir. Ortalama serum ayrılması değerleri incelendiğinde en düşük değer 6,71 (mL/25g) ile depolama süresinin 21. gününde, en yüksek değer 8,01 (mL/25g) ile depolama süresinin 1. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.13).

Probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması (mL/25g) değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	3	2,36967	25,90**
Süre	4	1,95025	21,31**
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	0,12425	1,36
Hata	20	0,09150	-

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

Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidine ve depolama süresine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunurken, yoğurt çeşidi ve depolama süresi interaksiyonu açısından önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması (mL/25g) değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p < 0.01$)*

Yoğurt Çeşidi	n	Serum Ayrılması (mL/25g)
A	10	7,78 ^a
B	10	7,01 ^b
B-β	10	6,68 ^b
O-β	10	7,47 ^a

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

Yoğurt örneklerinde en yüksek serum ayrılması değeri 7,78 (mL/25g) ile A örneğinde ve 7,47 (mL/25g) ile O-β örneğinde saptanmıştır (Çizelge 4.15). Yoğurtlarda yüksek asitlik, serum ayrılmasını arttıran önemli bir etmendir. Bu nedenle, depolama süresi boyunca A grubu örneklerindeki serum ayrılması, diğer yoğurt gruplarından daha

yüksek saptanmıştır. La Torre ve ark. (2003), 20 günlük depolama süresi boyunca probiyotik fermente süt ürünlerinin, klasik yoğurtlara göre daha düşük serum ayrılması gösterdiğini ve ayrıca depolama süresi boyunca tüm yoğurtlarda serum ayrılmasının azaldığını belirlemişlerdir.

Probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir. Yoğurt örneklerinde depolama süresince en yüksek serum ayrılması değeri 8,01 ile 1. günde, en düşük değeri ise 6,71 ile 21. günde saptanmıştır (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca serum ayrılması (mL/25g) değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*

Depolama Süresi (Gün)	n	Serum Ayrılması (mL/25g)
1	8	8,01 ^a
7	8	7,38 ^b
14	8	7,04 ^{bc}
21	8	6,71 ^c
28	8	7,04 ^{bc}

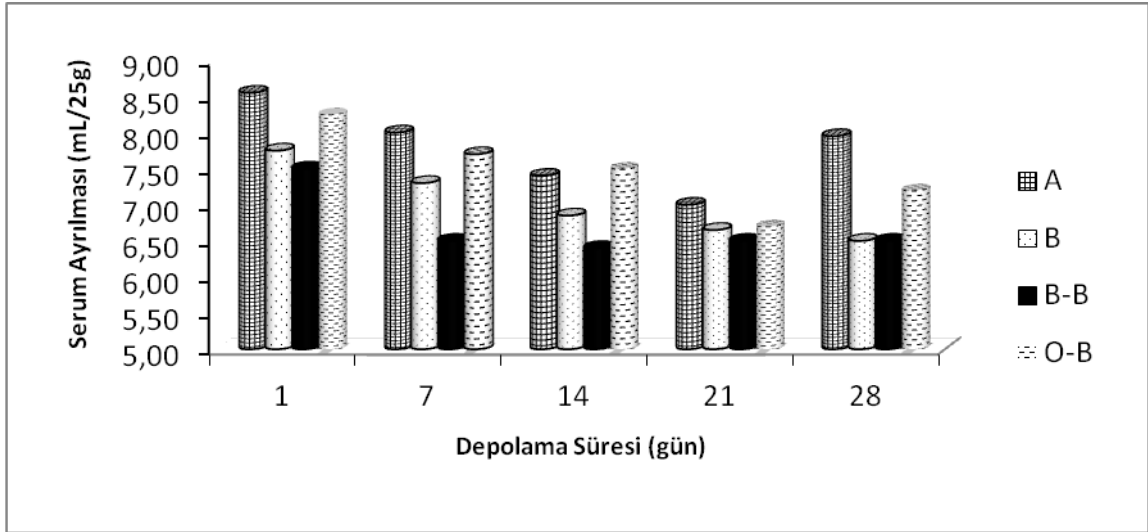
* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.01).

Şekil 4.4'de 28 günlük depolama sürecinde probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerlerindeki değişim görülmektedir.

Güler-Akın ve Akın (2007), keçi sütünden elde etmiş oldukları ve içerisinde *B. bifidum* kültürünü de içeren probiyotik yoğurtların 15 günlük depolama süresi boyunca serum ayrılması değerinde azalma meydana geldiğini saptamışlardır. Bu azalmada, yoğurt kültürlerinin metabolik aktiviteleri ve protein matriksindeki net basınç düşüşünün etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Yılmaz (2006), probiyotik kültür olarak *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türlerini kullanarak elde ettiği probiyotik yoğurt örneklerindeki serum ayrılması değerinde, 35 günlük depolama süresi boyunca, ilk güne göre azalma meydana geldiğini saptamıştır.

Cueva ve Aryana (2008), diyet lifi içeren yoğurtlardaki serum ayrılması değerinin, diyet lifi içermemekte olan yoğurtlarınkinden daha düşük olduğunu tespit etmiştir.



Şekil 4.4. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması (mL/25g) değeri değişimi

4. 2. 4. Viskozite

Viskozite, gıda maddesinin akışa karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmaktadır. Yoğurdun üretimi süresince, sütün yapısındaki protein moleküllerinin, ısı ve pH etkisi ile jelleşmesi sonucu vikoze bir yapı ortaya çıkmaktadır. Yoğurtlarda viskozite değeri, pıhtı yapısının belirlenmesinde kullanılan önemli bir ölçüttür. Ayrıca duyu analizlerde viskozitenin, yoğurdun kıvam özelliğini belirleyen önemli bir kalite kontrol kriteri olduğu belirtilmektedir (Brennan ve Cleary 2005, Domagala ve ark. 2006).

Probiyotik yoğurt örneklerinde yapılan analiz sonucunda elde edilen ortalama viskozite değeri Çizelge 4.17’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde viskozite değerleri 3042 cP ile 6217 cP arasında değişmiştir. Ortalama viskozite değerleri incelendiğinde en düşük değer 3859 cP ile depolama süresinin 1. gününde, en yüksek değer 5134 cP ile depolama süresinin 21. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite (cP) değerlerindeki değişim

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)				
	1	7	14	21	28
A	3042	3100	3380	3690	3590
B	3833	4250	5230	5470	5244
B-β	3940	4033	4960	5160	4716
O-β	4620	5160	6080	6217	6057
Minimum	3042	3100	3380	3690	3590
Maksimum	4620	5160	6080	6217	6057
Ortalama	3859	4136	4913	5134	4902

Probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite (cP) değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	3	8780183	179,81**
Süre	4	2476924	50,73**
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	103708	2,12
Hata	20	48830	-

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

Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin viskozite değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidine ve depolama süresine bağlı olarak istatistiksel bakımdan p<0,01 düzeyinde önemli bulunurken, yoğurt çeşidi ve depolama süresi etkisi açısından önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.18).

Probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir. Yoğurt örneklerinde en yüksek viskozite değeri 5626,80 cP ile O-β örneğinde saptanmıştır. Bu süredeki en düşük viskozite değeri ise 3360,40 cP ile A

örneğinde bulunmuştur (Çizelge 4.19). Hidrokolloidal bir yapıya sahip olan β -glukanın yoğurta bulunan proteinler ile ekzojen hidrokolloidler arasında etkileşim meydana getirerek yoğurdun viskozitesinde artışa neden olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.19. Probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite (cP) değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p<0.01$)*

Yoğurt Çeşidi	n	Viskozite (cP)
A	10	3360,40 ^c
B	10	4805,40 ^b
B- β	10	4561,80 ^b
O- β	10	5626,80 ^a

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

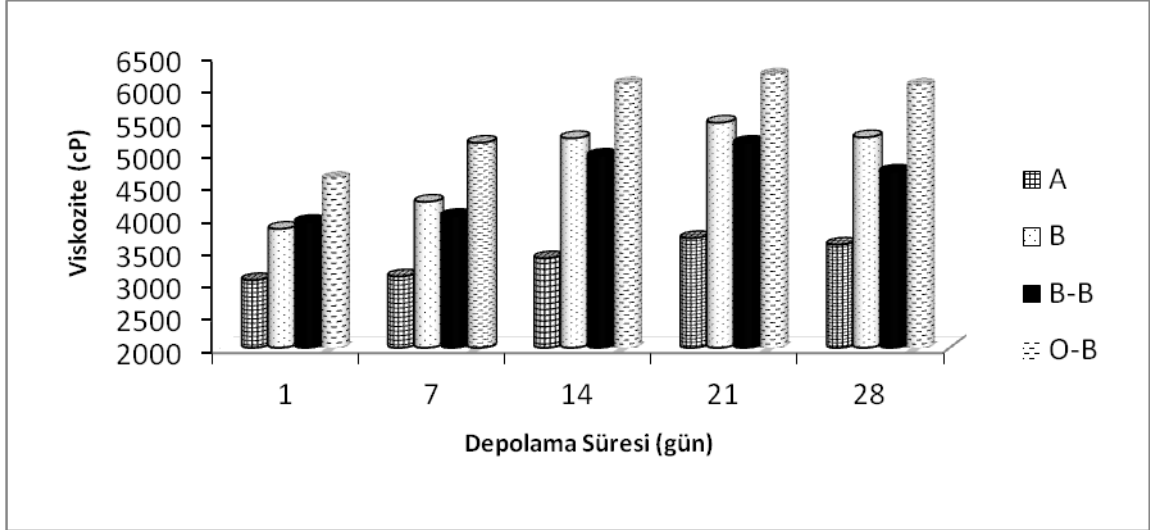
Probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde depolama süresince viskozite değerleri 14. günden sonra artış göstermiştir. En düşük viskozite değeri ise 3858,80 cP ile 1. günde ve 4135,80 ile 7. günde saptanmıştır (Çizelge 4.20). Yoğurt örneklerinin viskozite değerleri depolama süresi boyunca düzenli olarak artış göstermiş, ancak son dönemde az bir düşüş gözlenmiştir. Pıhtı sıklığının viskoziteye olan etkisi göz önünde alındığında, serum ayrılmasında gözlenmiş olan son dönemdeki artış, pıhtı yapısının 21. günden sonra zayıfladığını ve bunun da son döneme ait viskozite değerlerinin düşük çıkmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.20. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca viskozite (cP) değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p<0.01$)*

Depolama Süresi (Gün)	n	Viskozite (cP)
1	8	3858,80 ^b
7	8	4135,80 ^b
14	8	4912,50 ^a
21	8	5134,30 ^a
28	8	4901,80 ^a

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

Şekil 4.5’de 28 günlük depolama sürecinde probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite değerlerindeki değişim görülmektedir.



Şekil 4.5. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite (cP) değeri değişimi

Lee ve ark. (2008b), yulaf kaynaklı β -glukan içeren erimiş çikolataların viskozite değerlerinin, içeriklerindeki β -glukan konsantrasyonu ile artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Sahan ve ark. (2008), 15 günlük depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinin viskozite değerlerinin sürekli olarak artış gösterdiğini gözlemlemiş olup viskozite değerlerinin, β -glukan içeren yağsız yoğurtlarda 2700-6000 cP, β -glukan içermeyen yağsız yoğurtlarda ise 2500-4000 cP arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Vasiljevic ve ark. (2007), yoğurtlardaki arpa kaynaklı β -glukan konsantrasyonunun arttırılması ile viskozite değerlerinin de artış gösterdiğini belirtmişlerdir.

Cueva ve Aryana (2008), %60 oranında tiamin (B_1 vit.), riboflavin (B_2 vit.), niasin (B_3 vit.), folik asit (B_9 vit.), mangan ve magnezyum katkılı diyet lifleri içeren yoğurtların viskozite değerlerinin, lif içermeyen yoğurtlara göre önemli ölçüde yüksek bulunduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca depolama süresinin 1. ve 7. günündeki viskozite değerleri arasında önemli bir fark bulunmadığını, en yüksek değer ise 21. günde elde edildiğini saptamışlardır.

Akalın (2002), probiyotik kültür olarak *B. animalis* ve *B. longum*, prebiyotik olarak fruktooligosakkaritlerin kullanıldığı yoğurtların viskozite değerlerinin, prebiyotik içermeyen ve *B. animalis*'in tek başına kullanıldığı yoğurdun viskozitesinden daha yüksek olduğunu saptamıştır.

4. 2. 5.Renk

Renk analizinde yoğurt örneklerinin, beyazlık veya siyahlık (L), kırmızılık veya yeşillik (a) ve sarılık veya mavilik (b) değerleri belirlenmiştir (Seo ve ark. 2009).

Probiyotik yoğurt örneklerinde yapılan renk analizleri sonucunda elde edilen ortalama L değerleri Çizelge 4.21'de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde L değerleri 92,23 ile 100,36 arasında değişmiştir. Ortalama L değerleri incelendiğinde en düşük değer 94,45 ile depolama süresinin 1. gününde, en yüksek değer ise 98,52 ile depolama süresinin 14. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. Probiyotik yoğurt örneklerinin L değerlerindeki değişim

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)				
	1	7	14	21	28
A	95,09	99,65	100,36	99,95	96,45
B	95,82	98,79	98,91	97,58	95,74
B-β	92,23	95,28	96,45	96,29	94,76
O-β	94,65	97,95	98,36	97,93	96,44
Minimum	92,23	95,28	96,45	96,29	94,76
Maksimum	95,09	99,65	100,36	99,95	96,45
Ortalama	94,45	97,92	98,52	97,94	95,85

Probiyotik yoğurt örneklerinde yapılan renk analizleri sonucunda elde edilen ortalama a değerleri Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Probiyotik yoğurt örneklerinin a değerlerindeki değişim

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)				
	1	7	14	21	28
A	-2,40	-4,55	-5,09	-5,27	-5,03
B	-1,82	-3,91	-4,85	-5,01	-4,61
B-β	-3,24	-6,34	-6,00	-6,01	-5,54
O-β	-1,84	-5,01	-4,45	-4,62	-4,86
Minimum	-3,24	-6,34	-6,00	-6,01	-5,54
Maksimum	-1,82	-3,91	-4,45	-4,62	-4,61
Ortalama	-2,33	-4,95	-5,10	-5,23	-5,01

Yoğurt örneklerinde a değerleri -6,34 ile -1,82 arasında değişmiştir. Ortalama a değerleri incelendiğinde en düşük değer -5,23 ile depolama süresinin 21. gününde, en yüksek değer ise -2,33 ile depolama süresinin 1. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.22).

Probiyotik yoğurt örneklerinde yapılan renk analizleri sonucunda elde edilen ortalama b değerleri Çizelge 4.23’de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Probiyotik yoğurt örneklerinin b değerlerindeki değişim

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)				
	1	7	14	21	28
A	11,58	10,19	10,60	10,03	12,16
B	12,21	9,88	10,00	10,35	12,66
B-β	15,41	12,99	13,80	13,25	13,97
O-β	13,21	10,74	10,70	10,26	11,30
Minimum	11,58	9,88	10,00	10,03	11,30
Maksimum	15,41	12,99	13,80	13,25	13,97
Ortalama	13,10	10,95	11,28	10,97	12,52

Yoğurt örneklerinde b değerleri 9,88 ile 15,41 arasında değişmiştir. Ortalama b değerleri incelendiğinde en düşük değer 10,95 ile depolama süresinin 7. gününde, en yüksek değer ise 13,10 ile depolama süresinin 1. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.23).

Probiyotik yoğurt örneklerinin renk (L), (a), (b) değerlerine ait varyans analiz sonuçları sırasıyla Çizelge 4.24, Çizelge 4.25 ve Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.24. Probiyotik yoğurt örneklerinin L değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	3	19,5953	28,52**
Süre	4	23,5912	34,33**
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	0,8556	1,25
Hata	20	0,6871	-

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

Çizelge 4.25. Probiyotik yoğurt örneklerinin a değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	3	3,9547	21,97**
Süre	4	12,1584	67,55**
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	0,2279	1,27
Hata	20	0,1800	-

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

Çizelge 4.26. Probiyotik yoğurt örneklerinin b değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	3	20,1544	21,72**
Süre	4	7,7902	8,39**
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	0,6076	0,65
Hata	20	0,9280	-

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

Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin L, a ve b değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidi ve depolama süresine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.24, Çizelge 4.25, Çizelge 4.26).

Probiyotik yoğurt örneklerinin L, a ve b değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde en yüksek L değeri 98,30 ile A örneğinde saptanmıştır. A, B ve O- β örneklerinin a değerleri istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır. En yüksek b değeri 13,88 ile B- β örneğinde saptanmıştır (Çizelge 4.27). Arpa kaynaklı β -glukan maddesinin yeşil renkte olması, B- β örneklerinin -a (yeşillik) değerinin diğer gruplara göre daha yüksek olmasına neden olmuştur. Ayrıca arpa kaynaklı β -glukan ilavesinin, yoğurtlardaki sarılık değerinde de artışa neden olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.27. Probiyotik yoğurt örneklerinin L, a, b değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p<0.01$)*

Yoğurt Çeşidi	n	L	a	b
A	10	98,30 ^a	-4,47 ^a	10,91 ^b
B	10	97,45 ^{ab}	-4,04 ^a	11,02 ^b
B- β	10	95,00 ^c	-5,43 ^b	13,88 ^a
O- β	10	97,07 ^b	-4,16 ^a	11,24 ^b

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

Parlaklık indikatörü olan L değeri, 100 ise beyaz rengi, 0 ise siyah rengi göstermektedir (Seo ve ark. 2009). A örneğinde L değerinin yüksek olması bu yoğurtların beyazlık ve parlaklığının, β -glukan içermekte olan O- β ve B- β örneklerine göre daha fazla olduğunu göstermektedir. Renk analizi belirlenirken a değerleri tüm yoğurt örneklerinde negatif yönde artarak kırmızılıktan yeşile doğru bir eğilim göstermiştir. Arpa kaynaklı β -glukan varlığı, B- β örneğinin -a (yeşillik) ve b (sarılık) değerlerinin diğer yoğurtlardan yüksek elde edilmesine neden olmuştur. A, B ve O- β örneklerinin a ve b değerleri arasındaki farklılık ise istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Probiyotik yoğurt örneklerinin L, a ve b değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca L, a, b değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*

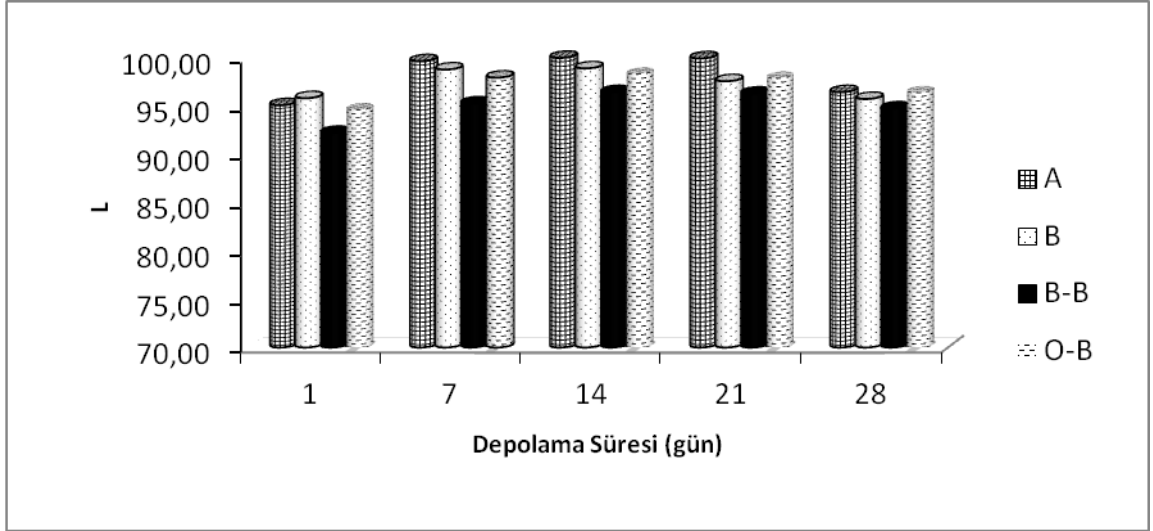
Depolama Süresi (Gün)	n	L	a	b
1	8	94,45 ^c	-2,33 ^a	13,10 ^a
7	8	97,92 ^a	-4,95 ^b	10,95 ^c
14	8	98,52 ^a	-5,10 ^b	11,28 ^{bc}
21	8	97,98 ^a	-5,23 ^b	10,97 ^c
28	8	95,91 ^b	-5,01 ^b	12,52 ^{ab}

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

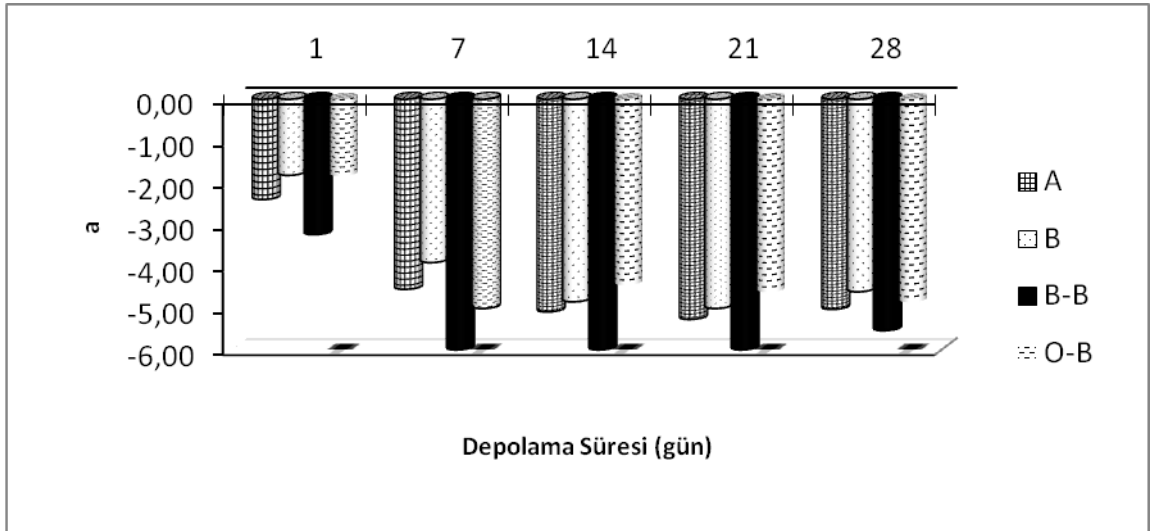
Yoğurt örneklerinde depolama süresince en yüksek L değerleri 7, 14 ve 21. günlerde önemli ölçüde değişmezken, en yüksek a değeri -2,33 ile 1. günde ve en yüksek b değeri 13,10 ile yine 1. günde saptanmıştır. Yoğurt örneklerinin L değerleri 14. güne kadar artış gösterip tekrar azalırken, a değerleri 21. güne kadar azaldıktan sonra bir miktar artış göstermiştir. Yoğurtların b değerleri ise, 7. günde en düşük seviyesine geldikten sonra depolama boyunca genel olarak artmıştır.

Cueva ve Aryana (2008), klasik yoğurtların L değerlerinin 93-94 arasında olduğunu ve lif içeren diğer yoğurtlarda bu değer önemli ölçüde azaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca, depolama süresince renk değerlerinde önemli bir değişim meydana gelmediğini ve yoğurtlardaki lif içeriğinin artırılması ile b değerinin artış gösterdiğini saptamışlardır.

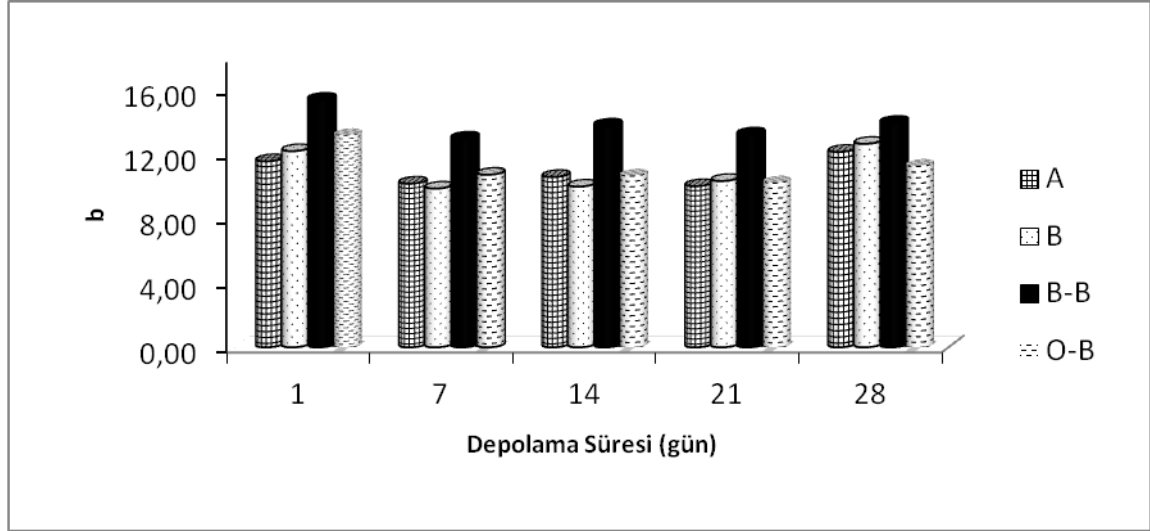
28 günlük depolama sürecinde probiyotik yoğurt örneklerinin renk değerlerinin L, a ve b değerlerinin değişimi sırasıyla Şekil 4.6, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8’de görülmektedir.



Şekil 4.6. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin L değeri değişimi



Şekil 4.7. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin a değeri değişimi



Şekil 4.8. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin b değeri değişimi

4. 2. 6.Laktik asit ve asetik asit

Yoğurt üretiminde kullanılan starter kültürler tarafından gerçekleştirilen fermentasyon sonucunda, ürünün raf ömrünü arttıran, tat ve kokusunu oluşturan laktik asit ve bazı organik asitler meydana gelmektedir. Oluşan bu organik asitler sayesinde, yoğurdun yapısal ve duyuşsal özellikleri geliştiği gibi, ortamdaki bakteri aktivitesi de tahmin edilebilmektedir (Akın 1997). Organik asit oluşumunu, probiyotik bakterinin özellikleri, ortamda bulunan prebiyotik madde ve yoğurdun depolama süresi etkilemektedir (Adhikari ve ark. 2002).

Probiyotik yoğurt örneklerinde depolamanın 1. ve 28. gününde yapılan analizler sonucunda elde edilen ortalama laktik asit ve asetik asit değerleri Çizelge 4.29’da verilmiştir. Yoğurt örneklerinde laktik asit miktarları 2884,85 (mg/L) ile 18389,00 (mg/L), asetik asit içerikleri de 0,00 (mg/L) ile 3991,52 (mg/L) arasında değişmiştir. Ortalama laktik asit değerleri incelendiğinde depolama süresinin 1. gününde 6457,27 (mg/L) ile 28. gününde 6889,32 (mg/L), asetik asit değerleri ise depolama süresinin 1. gününde 2754,20 (mg/L) ile 28. gününde 2402,37 (mg/L) şeklinde belirlenmiştir (Çizelge 4.29). Yoğurt örneklerinin laktik asit ve asetik asit miktarları starter kültürün bileşimindeki mikroorganizmalara ve prebiyotik etki gösteren β -glukan kaynağına göre değişmiştir.

Çizelge 4.29. Probiyotik yoğurt örneklerinin laktik asit (mg/L) ve asetik asit (mg/L) değerlerindeki değişim

YOĞURT ÇEŞİDİ	LAKTİK ASİT		ASETİK ASİT	
	1. GÜN	28. GÜN	1. GÜN	28. GÜN
A	14163,00	18389,00	0,00	0,00
B	3912,76	2987,01	3991,52	2741,25
B-β	4145,73	3296,43	3714,11	3097,59
O-β	3607,59	2884,85	3770,63	3311,20
Minimum	3607,59	2884,85	0,00	0,00
Maksimum	14163,00	18389,00	3991,52	3770,63
Ortalama	6457,27	6889,32	2754,20	2402,37

Laktik asit, fermente süt ürünlerinde var olan bir organik asit olup ürünün kendine özgü tat, aroma ve yapının oluşumunda önemlidir. Laktik asit oluşumunda reaksiyon, karbonhidratların heksoz difosfat yolu ile pirüvik aside dönüşümü ile başlamakta ve daha sonra oluşan pirüvik asitten laktik asit meydana gelmektedir (McSweeney ve Fox 2004). Laktik asit miktarı, kontrol grubu yoğurt örneklerinde depolama boyunca artarken, *B. bifidum* içeren probiyotik yoğurt örneklerinde azalmıştır.

Asetik asit, hem laktik asit bakterilerinin laktoz metabolizması, hem de laktik asit ve sitrik asit metabolizması veya aminoasit katabolizması sonucu oluşmaktadır. Homofermantatif laktik asit bakterilerinin başlıca ürünleri laktik asit olduğu halde, heterofermantatif laktik asit bakterileri laktik asidin yanı sıra önemli düzeyde asetik asit ve diğer bileşenleri de oluşturmaktadır (Metin 2001). Heterofermantatif *Bifidobacterium* türleri, fermentasyon boyunca glikozu 3:2 oranında asetik ve laktik aside dönüştürmektedir (Akalin 2002). Depolamanın 28. gününde asetik asit miktarının azalması, asetik asidin farklı metabolik yollarla parçalanmış olabileceği ile açıklanabilir.

Vasiljevic ve ark. (2007), yulaf ve arpa kaynaklı β-glukan ilavesinin, probiyotik yoğurtlara organik asit oluşumu üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, yulaf kaynaklı β-glukanın yoğurtlardaki laktik asit, asetik asit ve propiyonik asit gelişimine olumlu etki ettiğini saptamışlardır.

Dave ve Shah (1997b), organik asit içeriğinin artmasının yoğurt kültürlerinin gelişimine engelleyici etkide bulunduğunu belirtmektedir.

Akalın (2002), *B. animalis* ve *B. longum* kültürlerinin kullanıldığı ve prebiyotik içermeyen yoğurtların laktik ve asetik asit değerlerinin, prebiyotik olarak fruktooligosakkaritlerin kullanıldığı yoğurtlarından daha yüksek bulunduğunu belirtmiştir.

Shin ve ark. (2000) tarafından, *B. bifidum*'un farklı iki suşunun (Bf-1 ve Bf-6) kullanıldığı probiyotik yoğurtlarda; *B. bifidum* Bf-1'in %5 fruktooligosakkarit varlığında 15,5 mM laktik asit ve 28,7 mM asetik asit, *B. bifidum* Bf-6'nın da 11,6 mM laktik asit ve 15,8 mM asetik asit ürettiği tespit edilmiştir.

4. 3.Duyusal Özellikler

4. 3. 1.Görünüş

Probiyotik yoğurt örneklerinde ait görünüş değerleri Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.30. Probiyotik yoğurt örneklerinin görünüş değerlerindeki değişim

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)				
	1	7	14	21	28
A	4,60	4,60	4,80	4,70	4,50
B	4,60	4,60	4,80	4,70	4,60
B-β	3,80	4,10	4,10	4,20	4,20
O-β	4,60	4,60	5,00	4,90	4,70
Minimum	3,80	4,10	4,10	4,20	4,20
Maksimum	4,60	4,60	5,00	4,90	4,70
Ortalama	4,40	4,48	4,68	4,63	4,50

Duyusal özellikler açısından yoğurt örnekleri için verilen görünüş değerleri 3,80 ile 5,00 arasında değişmiştir. Ortalama görünüş değerleri incelendiğinde en düşük değer 4,40 ile depolama süresinin 1. gününde, en yüksek değer 4,68 ile depolama süresinin 14. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.30).

Probiyotik yoğurt örneklerinin görünüş değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.31’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin görünüş değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidine göre istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli, depolama süresine bağlı olarak ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31. Probiyotik yoğurt örneklerinin görünüş değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	3	2,8430	6,70**
Süre	4	0,3045	0,72
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	0,0605	0,14
Hata	100	0,4242	-

(*) $p < 0,05$ düzeyinde önemli (**) $p < 0,01$ düzeyinde önemli

Probiyotik yoğurt örneklerinin görünüş değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Probiyotik yoğurt örneklerinin görünüş değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p < 0,01$)*

Yoğurt Çeşidi	n	Görünüş
A	30	4,64 ^a
B	30	4,66 ^a
B-β	30	4,08 ^b
O-β	30	4,76 ^a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistik olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0,01$).

A (4,64), B (4,66) ve O-β (4,76) örnekleri görünüş açısından aynı derecede beğenilirken, en düşük görünüş değeri ise 4,08 ile B-β örneğinde bulunmuştur (Çizelge

4.32). Arpa kaynaklı β -glukan içeren yoğurt örneklerinin (B- β), diğer gruplardan ayırt edilebilecek derecede yeşil renge sahip olmaları nedeniyle, görünüş olarak panelistler tarafından olumsuz değerlendirilmiştir. Ayrıca, yulaf kaynaklı β -glukan içeren yoğurt (O- β) örneklerinde, diğer gruplara göre daha mat bir yapı, B- β grubunda da daha parlak bir görünüş kaydedilmiştir.

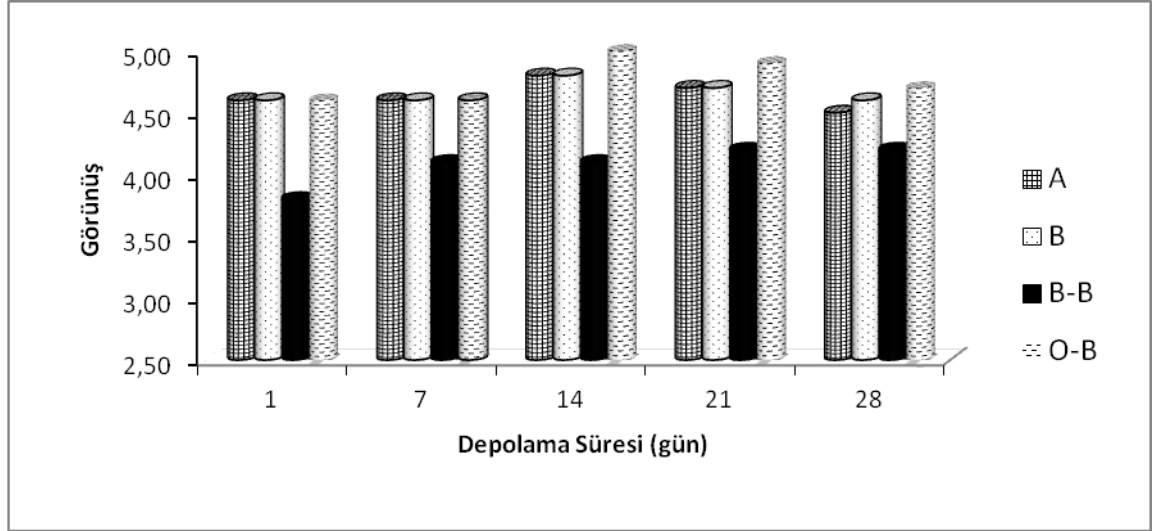
Probiyotik yoğurt örneklerinin görünüş değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.33’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde depolama süresince en yüksek görünüş değeri 4,68 ile 14. günde, en düşük görünüş değeri ise 4,40 ile 1. günde saptanmıştır (Çizelge 4.33). Ancak depolama boyunca meydana gelen değişme istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Depolama süresinin 2. yarısında yoğurtların serum ayrılması değerlerinin artmasıyla birlikte, yoğurt yüzeylerinin belirli bölgelerinde su toplanması gözlemlendiğinden görünüş açısından beğeni düşük de olsa azalmıştır.

Çizelge 4.33. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca görünüş değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p < 0.01$)*

Depolama Süresi (Gün)	n	Görünüş
1	24	4,40
7	24	4,48
14	24	4,68
21	24	4,63
28	24	4,50

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

Şekil 4.9’da 28 günlük depolama sürecinde probiyotik yoğurt örneklerinin görünüş değerlerindeki değişim görülmektedir.



Şekil 4.9. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin görünüş değerleri değişimi

4. 3. 2.Yapı ve tekstür

Probiyotik yoğurt örneklerinde ait yapı ve tekstür değerleri Çizelge 4.34’de verilmiştir. Yoğurt örnekleri için verilen yapı ve tekstür değerleri 4,20 ile 4,70 arasında değişmiştir. Ortalama yapı ve tekstür değerleri incelendiğinde en düşük değer 4,33 ile depolama süresinin 28. gününde, en yüksek değer 4,58 ile depolama süresinin 14. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.34. Probiyotik yoğurt örneklerinin yapı ve tekstür değerlerindeki değişim

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)				
	1	7	14	21	28
A	4,30	4,60	4,60	4,30	4,20
B	4,30	4,40	4,50	4,40	4,30
B-β	4,40	4,40	4,50	4,40	4,30
O-β	4,60	4,60	4,70	4,60	4,50
Minimum	4,30	4,40	4,50	4,30	4,20
Maksimum	4,60	4,60	4,70	4,60	4,50
Ortalama	4,40	4,50	4,58	4,43	4,33

Probiyotik yoğurt örneklerinin yapı ve tekstür değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.35’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin yapı ve tekstür değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidi ve depolama süresine bağlı olarak, istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.35).

Çizelge 4.35. Probiyotik yoğurt örneklerinin yapı ve tekstür değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	3	0,3230	0,76
Süre	4	0,2205	0,52
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	0,0305	0,07
Hata	100	0,4242	-

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

Probiyotik yoğurt örneklerinin yapı ve tekstür değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.36’da verilmiştir. Yoğurt örneklerinde en yüksek yapı ve tekstür değeri O-β (4,60) örneğinde, en düşük yapı ve tekstür değeri ise B (4,38) örneğinde bulunmuş, ancak bu değişim istatistiksel açıdan önemsiz olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.36). Panelistler tarafından, arpa kaynaklı β-glukan içeren yoğurt örneklerinin (B-β) elastiki ve parlak bir iç yapıya, yulaf kaynaklı β-glukan içeren yoğurt örneklerinin (O-β) de hafif kumlu ancak sertliğinin daha fazla olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, β-glukan içermeyen (B) yoğurtların daha yumuşak ve pürüzlü bir yapı gösterdiği gözlenmiştir.

Çizelge 4.36. Probiyotik yoğurt örneklerinin yapı ve tekstür değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*

Yoğurt Çeşidi	n	Yapı ve Tekstür
A	30	4,40
B	30	4,38
B-β	30	4,40
O-β	30	4,60

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

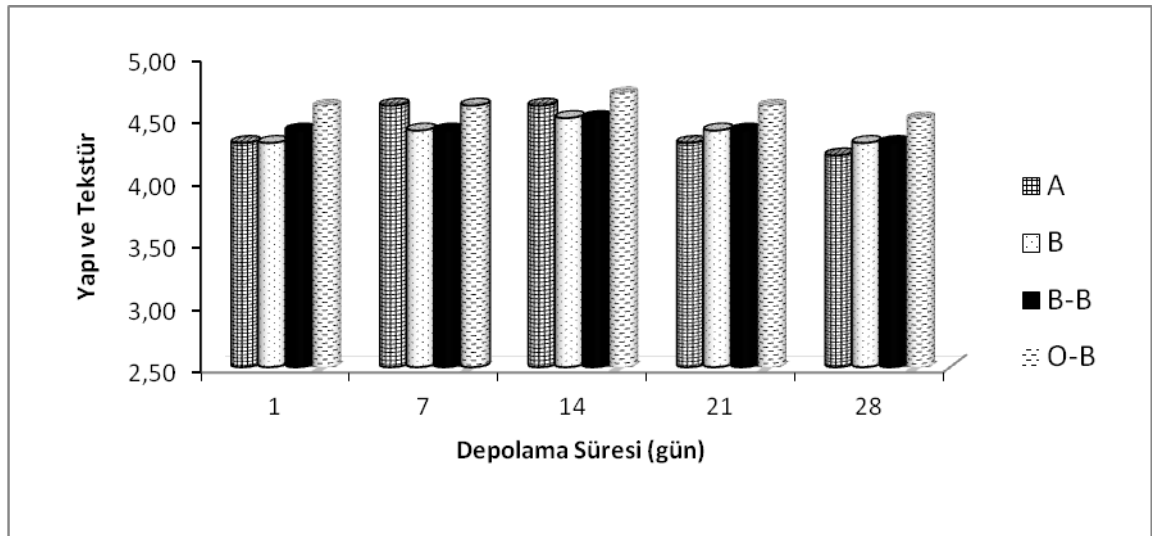
Probiyotik yoğurt örneklerinin yapı ve tekstür değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.37’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde depolama süresince en yüksek yapı ve tekstür değeri 4,58 ile 14. günde, en düşük yapı ve tekstür değeri ise 4,33 ile 28. günde saptanmış, değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.37). Depolamanın 14. gününe kadar yoğurt örneklerindeki kumlu yapının iyileştiği ve sertliğinin arttığı gözlenmiş, ancak 28. günde serum ayrılmasının artışı ile birlikte homojen yapının bozulduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.37. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca yapı ve tekstür değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*

Depolama Süresi (Gün)	n	Yapı ve Tekstür
1	24	4,40
7	24	4,50
14	24	4,58
21	24	4,43
28	24	4,33

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

Şekil 4.10’da 28 günlük depolama sürecinde probiyotik yoğurt örneklerinin yapı ve tekstür değerlerindeki değişim görülmektedir.



Şekil 4.10. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin yapı ve tekstür değerleri değişimi

Domagala ve ark. (2006), yaklaşık %5 oranında yulaf kaynaklı β -glukan içermekte olan yulaf-maltodekstrin ilavesinin, yoğurdun tekstür yapısını önemli ölçüde etkilemediğini belirlemişlerdir.

4. 3. 3.Koku özellikleri

Probiyotik yoğurt örneklerine ait koku değerleri Çizelge 4.38’de verilmiştir. Duyusal analizler boyunca yoğurt örnekleri için verilen koku değerleri 3,20 ile 4,90 arasında değişmiştir. Ortalama koku değerleri incelendiğinde en düşük değer 3,93 ile depolama süresinin 1. gününde, en yüksek değer 4,40 ile depolama süresinin 14. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.38).

Çizelge 4.38. Probiyotik yoğurt örneklerinin koku değerlerindeki değişim

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)				
	1	7	14	21	28
A	4,20	4,20	4,90	4,40	4,40
B	4,10	4,50	4,60	4,50	4,50
B- β	3,20	3,90	3,70	3,60	3,80
O- β	4,20	4,40	4,40	4,40	4,40
Minimum	3,20	3,90	3,70	3,60	3,80
Maksimum	4,20	4,50	4,90	4,50	4,50
Ortalama	3,93	4,25	4,40	4,23	4,28

Probiyotik yoğurt örneklerinin koku değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.39’da verilmiştir. Yoğurt örneklerinin koku değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p<0,01$ düzeyinde önemli, depolama süresine bağlı olarak ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.39).

Çizelge 4.39. Probiyotik yoğurt örneklerinin koku değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	3	4,4430	10,47**
Süre	4	0,7395	1,74
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	0,1555	0,37
Hata	100	0,4242	-

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

Probiyotik yoğurt örneklerinin koku değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.40'da verilmiştir. A (4,42), B (4,44) ve O-β (4,36) örnekleri koku özelliği açısından aynı derecede beğenilirken, en düşük koku değeri 3,64 ile B-β örneğinde bulunmuştur (Çizelge 4.40). Kontrol grubunda (A) doğal yoğurda özgü koku, β-glukan içermeyen (B) ve yulaf kaynaklı β-glukan içeren yoğurt örneklerinde (O-β) sütsü koku algılanırken, arpa kaynaklı β-glukan içeren yoğurt örneklerinin (B-β) tebeşirimsi kokuya sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.40. Probiyotik yoğurt örneklerinin koku değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*

Yoğurt Çeşidi	n	Koku
A	30	4,42 ^a
B	30	4,44 ^a
B-β	30	3,64 ^b
O-β	30	4,36 ^a

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

Probiyotik yoğurt örneklerinin koku değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.41'de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde depolama süresince en yüksek koku değeri 4,40 ile 14. günde, en düşük koku değeri ise 3,93 ile 1. günde saptanmış, ancak değişim önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.41). Depolama süresinin sonlarına doğru, arpa kaynaklı β-glukan içeren yoğurt (B-β) örneklerindeki tebeşirimsi koku ile yulaf kaynaklı β-glukan içeren yoğurt örneklerindeki (O-β) süt benzeri koku

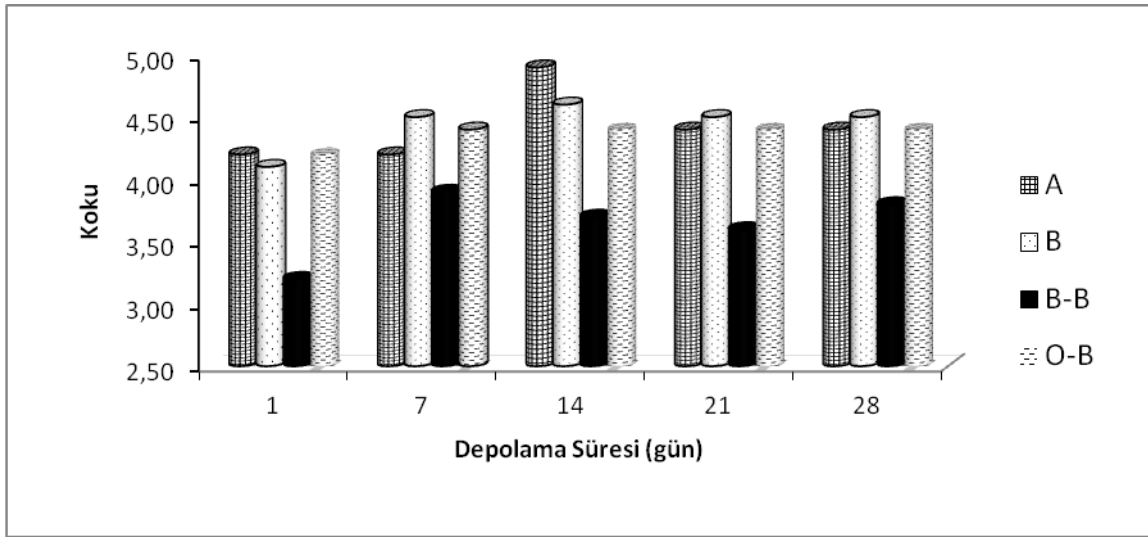
azalmış ve yerini kontrol grubundaki (A) gibi doğal yoğurda özgü fermente bir kokuya bırakmıştır.

Çizelge 4.41. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca koku değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p<0.01$)*

Depolama Süresi (Gün)	n	Koku
1	24	3,93
7	24	4,25
14	24	4,40
21	24	4,23
28	24	4,28

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

Şekil 4.11’de 28 günlük depolama sürecinde probiyotik yoğurt örneklerinin koku değerlerindeki değişim görülmektedir.



Şekil 4.11. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin koku değerleri değişimi

Sahan ve ark. (2008), β -glukan içeren yoğurtların koku özelliklerinin depolama süresince önemli bir değişim göstermediğini ve β -glukan içermeyen yoğurtlarla benzer koku özelliklerine sahip olduğunu belirtmiştir.

4. 3. 4. Renk özellikleri

Probiyotik yoğurt örneklerinde ait renk değerleri Çizelge 4.42’de verilmiştir. Duyusal analizler boyunca yoğurt örnekleri için verilen renk değerleri 3,60 ile 5,00 arasında değişmiştir. Ortalama renk değerleri incelendiğinde en düşük değer 4,30 ile depolama süresinin 1. gününde, en yüksek değer 4,80 ile depolama süresinin 28. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.42).

Çizelge 4.42. Probiyotik yoğurt örneklerinin renk değerlerindeki değişim

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)				
	1	7	14	21	28
A	4,50	4,50	4,90	5,00	5,00
B	4,60	4,60	4,90	4,90	5,00
B-β	3,60	3,60	3,90	4,00	4,30
O-β	4,50	4,60	4,80	4,80	4,90
Minimum	3,60	3,60	3,90	4,00	4,30
Maksimum	4,60	4,60	4,90	5,00	5,00
Ortalama	4,30	4,33	4,63	4,68	4,80

Probiyotik yoğurt örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.43’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinin renk değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde, depolama süresine bağlı olarak ise $p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.43).

Çizelge 4.43. Probiyotik yoğurt örneklerinin renk değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	3	5,9310	13,98**
Süre	4	1,1805	2,78*
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	0,0385	0,09
Hata	100	0,4242	-

(*) $p < 0.05$ düzeyinde önemli (**) $p < 0.01$ düzeyinde önemli
 Probiyotik yoğurt örneklerinin renk değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.44’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde en yüksek renk değeri A (4,78), B (4,80) ve O- β (4,72) örneklerinde, en düşük renk değeri ise B- β (3,88) örneğinde bulunmuştur (Çizelge 4.44). Panelistler tarafından, yulaf kaynaklı β -glukan içeren yoğurtların (O- β) ve β -glukan içermeyen yoğurtların (B) renkleri kabul edilebilir düzeyde değerlendirilirken, arpa kaynaklı β -glukan içeren yoğurtların (B- β) rengi hafif yeşilimsi olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.44. Probiyotik yoğurt örneklerinin renk değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p < 0.01$)*

Yoğurt Çeşidi	n	Renk
A	30	4,78 ^a
B	30	4,80 ^a
B- β	30	3,88 ^b
O- β	30	4,72 ^a

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

Probiyotik yoğurt örneklerinin renk değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.45’de verilmiştir.

Çizelge 4.45. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca renk değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p < 0.01$)*

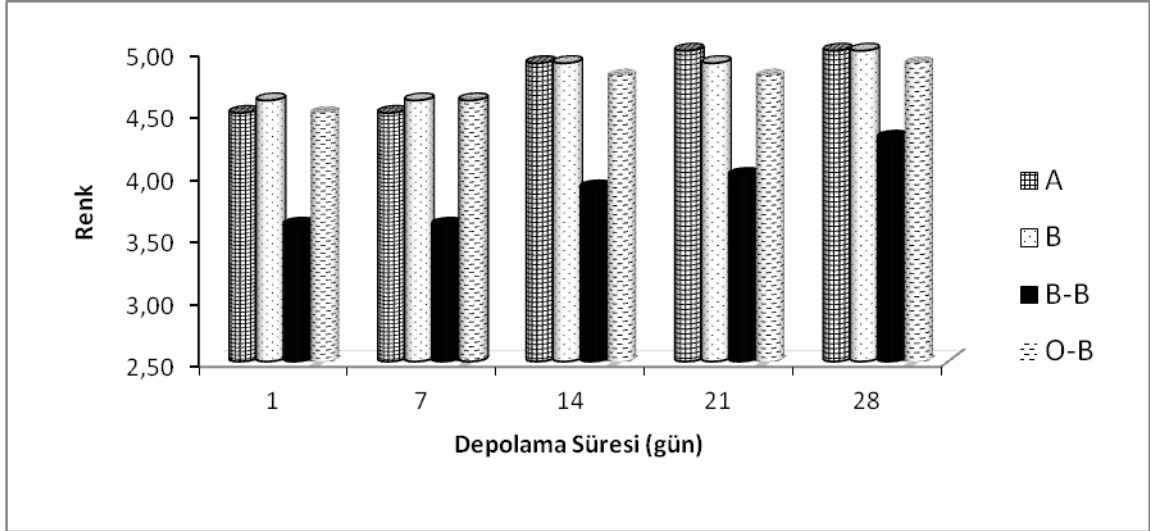
Depolama Süresi (Gün)	n	Renk
1	24	4,30 ^c
7	24	4,33 ^{bc}
14	24	4,63 ^{abc}
21	24	4,68 ^{ab}
28	24	4,80 ^a

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

Yoğurt örneklerinde depolama süresince en yüksek renk değeri 4,80 ile 28. günde, en düşük renk değeri ise 4,30 ile 1. günde saptanmıştır (Çizelge 4.45). Depolama süresi

boyunca yoğurt örneklerinin renkleri açılmış, depolama süresinin sonunda aralarındaki renk farkı önemli ölçüde birbirine yaklaşmış ve panelistler tarafından kabul edilebilirlik dereceleri artmıştır.

Şekil 4.12’de 28 günlük depolama sürecinde probiyotik yoğurt örneklerinin renk değerlerindeki değişim görülmektedir.



Şekil 4.12. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin renk değerleri değişimi

4. 3. 5.Aroma yoğunluğu

Probiyotik yoğurt örneklerinde ait aroma yoğunluğu değerleri Çizelge 4.46’da verilmiştir. Yoğurt örnekleri için verilen aroma yoğunluğu değerleri 3,90 ile 4,70 arasında değişmiştir. Ortalama aroma yoğunluğu değerleri incelendiğinde en düşük değer 4,15 ile depolama süresinin 1. gününde, en yüksek değer 4,50 ile depolama süresinin 28. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.46).

Probiyotik yoğurt örneklerinin aroma yoğunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.47’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinin aroma yoğunluğu değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli, depolama süresine bağlı olarak ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.47).

Çizelge 4.46. Probiyotik yoğurt örneklerinin aroma yoğunluğu değerlerindeki değişim

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)				
	1	7	14	21	28
A	4,10	4,60	4,60	4,60	4,70
B	4,20	4,60	4,60	4,60	4,60
B-β	4,20	3,90	3,90	3,90	4,10
O-β	4,10	4,50	4,60	4,60	4,60
Minimum	4,10	3,90	3,90	3,90	4,10
Maksimum	4,20	4,60	4,60	4,60	4,70
Ortalama	4,15	4,40	4,43	4,43	4,50

Çizelge 4.47. Probiyotik yoğurt örneklerinin aroma yoğunluğu değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	3	1,9360	4,56**
Süre	4	0,4305	1,01
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	0,1685	0,40
Hata	100	0,4242	-

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

Probiyotik yoğurt örneklerinin aroma yoğunluğu değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.48’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde en yüksek aroma yoğunluğu değeri A (4,52) ve B (4,52) örneklerinde, en düşük aroma yoğunluğu değeri ise B-β (4,00) örneğinde bulunmuş, O-β örneği de A ve B örneği ile aynı gruba girmiştir (Çizelge 4.48). Arpa kaynaklı β-glukan içeren yoğurtların (B-β) yabancı bir aromaya sahip olduğu, yulaf kaynaklı β-glukan içeren yoğurtların (O-β) ve β-glukan içermeyen yoğurtların (B) ise doğal yoğurt aromasını taşıdığı, panelistler tarafından belirtilmiştir. Yoğurtların aroma yoğunluğunu, yulaf kaynaklı β-glukanın önemli ölçüde değiştirmedeği, ancak arpa kaynaklı β-glukan ilavesinin olumlu etkilemediği görülmüştür.

Çizelge 4.48. Probiyotik yoğurt örneklerinin aroma yoğunluğu değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p<0.01$)*

Yoğurt Çeşidi	n	Aroma Yoğunluğu
A	30	4,52 ^a
B	30	4,52 ^a
B-β	30	4,00 ^b
O-β	30	4,48 ^a

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

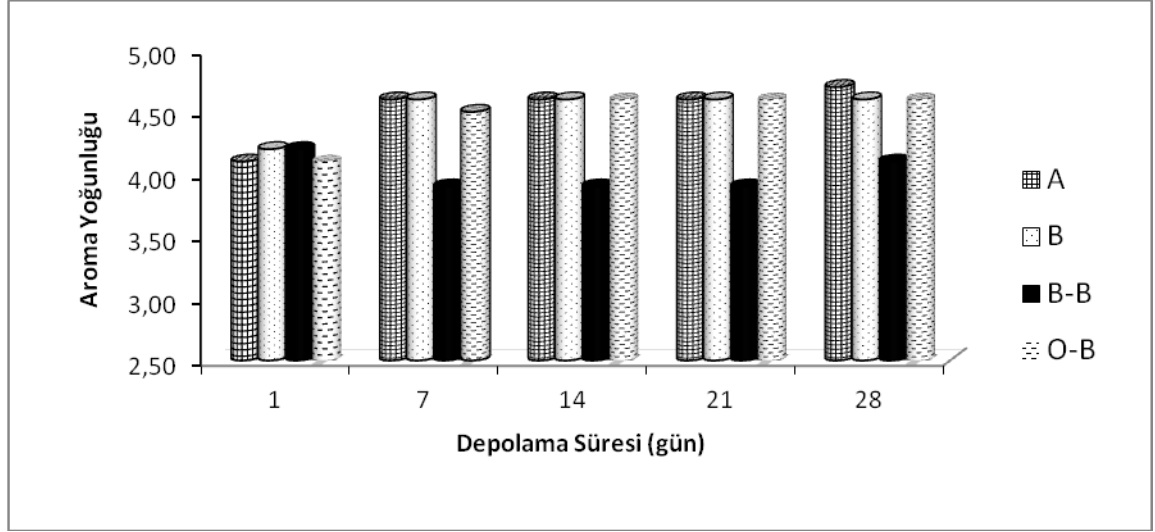
Probiyotik yoğurt örneklerinin aroma yoğunluğu değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.49’da verilmiştir. Yoğurt örneklerinde depolama süresince en yüksek aroma yoğunluğu değeri 4,50 ile 28. günde, en düşük aroma yoğunluğu değeri ise 4,15 ile 1. günde saptanmış, ancak depolama boyunca değişim istatistiksel olarak önemsiz olup, belirgin bir farklılık hissedilmemiştir (Çizelge 4.49).

Çizelge 4.49. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca aroma yoğunluğu değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p<0.01$)*

Depolama Süresi (Gün)	n	Aroma Yoğunluğu
1	24	4,15
7	24	4,40
14	24	4,43
21	24	4,43
28	24	4,50

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

Şekil 4.13’de 28 günlük depolama sürecinde probiyotik yoğurt örneklerinin aroma yoğunluğu değerlerindeki değişim görülmektedir.



Şekil 4.13. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin aroma yoğunluğu değerleri değişimi

4. 3. 6. Tat özellikleri

Probiyotik yoğurt örneklerinde ait tat değerleri Çizelge 4.50’de verilmiştir. Yoğurt örnekleri için verilen tat değerleri 2,70 ile 4,80 arasında değişmiştir. Ortalama tat değerleri incelendiğinde en düşük değer 3,60 ile depolama süresinin 1. gününde, en yüksek değer 4,38 ile depolama süresinin 14. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.50).

Çizelge 4.50. Probiyotik yoğurt örneklerinin tat değerlerindeki değişim

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)				
	1	7	14	21	28
A	3,90	4,20	4,80	4,30	4,30
B	4,60	4,60	4,60	4,60	4,40
B-β	2,70	3,00	3,50	3,60	3,60
O-β	3,20	4,10	4,60	4,60	4,50
Minimum	2,70	3,00	3,50	3,60	3,60
Maksimum	4,60	4,60	4,80	4,60	4,50
Ortalama	3,60	3,98	4,38	4,28	4,20

Probiyotik yoğurt örneklerinin tat değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.51’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin tat değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidi ve depolama süresine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.51).

Probiyotik yoğurt örneklerinin tat değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.52’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde, en düşük tat değeri B- β (3,28) örneğinde bulunmuş, diğer yoğurtlar aynı derecede beğeni toplamıştır (Çizelge 4.52). Panelistler tarafından; arpa kaynaklı β -glukan içeren yoğurtlarda (B- β) metalik ve tebeşirimsi tat, yulaf kaynaklı β -glukan içeren yoğurtlarda (O- β) hissedilir yulaf tadı ve β -glukan içermeyen yoğurtlarda (B) ise başlangıçta tatlı, ancak sonra daha ekşimsi (asidik) bir tat belirlenmiştir. Kontrol grubunda (A) ise belirgin ölçüde ekşi tat gözlenmiştir. Artan asitliğin, depolamanın ilerleyen günlerinde kontrol grubunda (A) acılığa neden olduğu, yulaf kaynaklı β -glukanın katıldığı yoğurda kendi tadını verirken, arpa kaynaklı β -glukanın, yoğurda yabancı bir tat hissedilmesine neden olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.51. Probiyotik yoğurt örneklerinin tat değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	3	9,3310	22,00**
Süre	4	2,2845	5,39**
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	0,5085	1,20
Hata	100	0,4242	-

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

Çizelge 4.52. Probiyotik yoğurt örneklerinin tat değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p<0.01$)*

Yoğurt Çeşidi	n	Tat
A	30	4,30 ^a
B	30	4,56 ^a
B- β	30	3,28 ^b
O- β	30	4,20 ^a

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

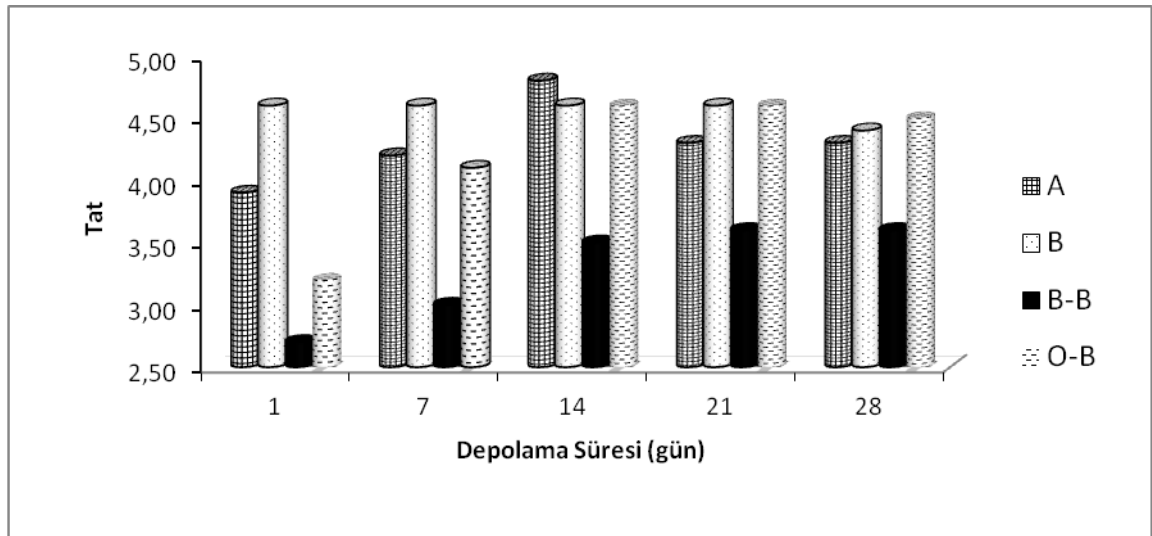
Probiyotik yoğurt örneklerinin tat değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.53’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde depolama süresince en yüksek tat değeri 4,38 ile 14. günde, en düşük tat değeri ise 3,60 ile 1. günde saptanmış, ancak 14. ve 28. günler arası yoğurtlar aynı derecede beğeni toplamıştır (Çizelge 4.53). Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinin asitliklerinde meydana gelen artıştan dolayı, genel olarak ekşilik hissini arttırdığı ve kontrol grubu (A) yoğurtlarının tat özelliklerine yaklaştıkları da görülmüştür.

Çizelge 4.53. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca tat değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p<0.01$)*

Depolama Süresi (Gün)	n	Tat
1	24	3,60 ^b
7	24	3,98 ^{ab}
14	24	4,38 ^a
21	24	4,28 ^a
28	24	4,20 ^a

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

Şekil 4.14’de 28 günlük depolama sürecinde probiyotik yoğurt örneklerinin tat değerlerindeki değişim görülmektedir.



Şekil 4.14. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin tat değerleri değişimi

Bekers ve ark. (2001), laktik asit bakterileri ile fermente edilmiş ve β -glukan içeren yulaf püresi ilaveli süt ürünlerinin, Bifidobacterium bakterilerinin varlığı sonucunda tat özelliklerinin iyileştiğini belirtmişlerdir.

4. 3. 7.Genel kabul edilebilirlik

Probiyotik yoğurt örneklerine ait genel kabul edilebilirlik değerleri Çizelge 4.54’de verilmiştir. Yoğurt örnekleri için verilen genel kabul edilebilirlik değerleri 3,40 ile 4,70 arasında değişmiştir. Ortalama genel kabul edilebilirlik değerleri incelendiğinde en düşük değer 3,95 ile depolama süresinin 1. gününde, en yüksek değer 4,33 ile depolama süresinin 14., 21. ve 28. günlerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.54).

Çizelge 4.54. Probiyotik yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerlerindeki değişim

YOĞURT ÇEŞİDİ	DEPOLAMA SÜRESİ (GÜN)				
	1	7	14	21	28
A	4,10	4,50	4,70	4,30	4,30
B	4,20	4,50	4,50	4,60	4,60
B- β	3,40	3,50	3,60	3,80	3,80
O- β	4,10	4,20	4,50	4,60	4,60
Minimum	3,40	3,50	3,60	3,80	3,80
Maksimum	4,20	4,50	4,70	4,60	4,60
Ortalama	3,95	4,18	4,33	4,33	4,33

Probiyotik yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.55’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli, depolama süresine bağlı olarak ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.55).

Çizelge 4.55. Probiyotik yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	3	4,8560	11,45**
Süre	4	0,6480	1,53
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	0,1160	0,27
Hata	100	0,4242	-

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

Probiyotik yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.56’da verilmiştir. Yoğurt örneklerinde en düşük genel kabul edilebilirlik değeri B-β (3,62) örneğinde saptanırken, kontrol grubu (A) kadar β-glukan içermeyen (B) ve yulaf kaynaklı β-glukan içeren yoğurt (O-β) oldukça beğenilmiştir (Çizelge 4.56).

Çizelge 4.56. Probiyotik yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0.01)*

Yoğurt Çeşidi	n	Genel Kabul Edilebilirlik
A	30	4,38 ^a
B	30	4,48 ^a
B-β	30	3,62 ^b
O-β	30	4,40 ^a

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

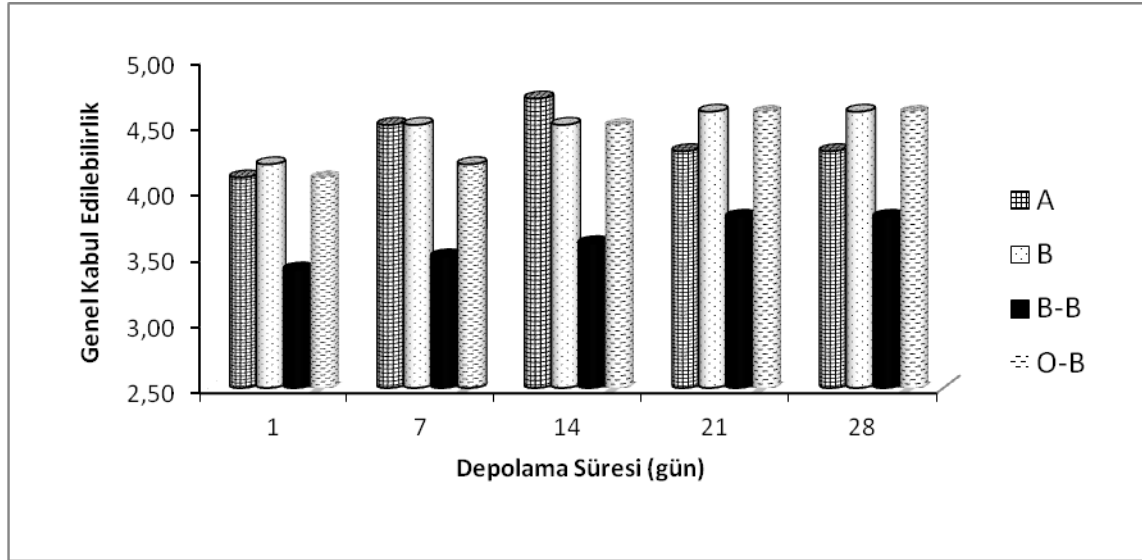
Probiyotik yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.57’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde depolama süresince en yüksek genel kabul edilebilirlik değeri 4,33 ile 14., 21. ve 28. günlerde, en düşük genel kabul edilebilirlik değeri ise 3,95 ile 1. günde saptanmıştır (Çizelge 4.57). Yoğurt örneklerinin toplam kabul edilebilirlik değerleri, depolama süresinin 1. gününden itibaren belirli bir miktar artış göstermiş olsa da bu durum istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Yoğurt örnekleri, depolamanın ilk günlerinden itibaren beğenilmiştir.

Çizelge 4.57. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca genel kabul edilebilirlik değerlerine ait LSD testi sonuçları ($p < 0.01$)*

Depolama Süresi (Gün)	n	Genel Kabul Edilebilirlik
1	24	3,95
7	24	4,18
14	24	4,33
21	24	4,33
28	24	4,33

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

Şekil 4.15’de 28 günlük depolama sürecinde probiyotik yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerlerindeki değişim görülmektedir.



Şekil 4.15. Depolama süresi boyunca probiyotik yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerleri değişimi

5.SONUÇ

Fonksiyonel gıdalar, besleyici ve fizyolojik değerleri yüksek ürünler olarak son yıllarda yapılan çalışmaların odak noktalarını oluşturmaktadır. Probiyotik ve prebiyotik içeren süt ürünleri ise en önemli fonksiyonel süt ürünleri olarak değerlendirilmektedir. Fermente süt ürünleri gibi gıdalarla, vücuda alındığında bağırsaklara yerleşerek insan sağlığına olumlu etki gösteren mikroorganizmalar probiyotik olarak adlandırılmaktadır. İnsan sindirim sisteminde meydana getirdiği yararlı etkiler nedeniyle fonksiyonel süt ürünlerinin elde edilmesinde en çok tercih edilen probiyotik kültürlerden biri *B. bifidum*'dur.

Tahıl bazlı fonksiyonel gıdaların insan sağlığını geliştirici özelliklerinin olması ve bu yönüyle de tüketicinin yaşam kalitesini olumlu yönde etkilemesi, tahıl bileşenlerinin süt ürünlerinde kullanılmasını ve besleyici değeri yüksek yeni gıda ürünlerinin geliştirilmesini gündeme getirmektedir. Tahıl bazlı fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde diyet liflerinin kullanımı oldukça yaygındır. Diyet lifleri içerisinde önemli bir yere sahip β -glukan'nın başlıca kaynaklarını ise yulaf ve arpa oluşturmaktadır. β -glukan; sindirilemeyen ve nişasta olmayan polisakkarit ve aynı zamanda hidrokolloid özellik gösteren bir diyet lifi olarak tanımlanmaktadır. β -glukan gibi ekzopolisakkaritlerin (EPS) son üründeki viskozite ve tekstürel yapıyı olumlu yönde etkilemektedir. β -glukan, antiosteoporotik, anti-tumoriyenik, antisitotoksik ve antimutajenik özelliklerinin yanı sıra, probiyotik mikroorganizmaların gelişmesini teşvik etmek amacıyla prebiyotik olarak da etki göstermektedir.

Yapılan bu çalışmada, prebiyotik olarak yulaf ve arpa kaynaklı β -glukan ilavesinin probiyotik yoğurtlarda, depolama süresinin 1., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde *B. bifidum*'un canlılığı ve metabolik aktiviteleri üzerine etkileri araştırılmış, ayrıca yoğurtların fiziko-kimyasal ve duyuşal özelliklerinde meydana getirdiği değişimler incelenmiştir.

Probiyotik yoğurt örnekleri mikrobiyolojik olarak incelendiğinde arpa kaynaklı β -glukan içeren yoğurtlardaki *B. bifidum* sayısı, yulaf kaynaklı β -glukan içeren ve β -glukan içermeyen yoğurtlarından daha yüksek bulunmuştur. Probiyotik bakterilerin biyoterapötik etkiyi gösterebilmesi için konakçının vücuduna alması

gereken canlı hücre konsantrasyonunun 10^6 - 10^8 kob/g (6-8 log kob/g) arasında olması gerekmektedir. Çalışma sonucunda, yulaf ve arpa kaynaklı β -glukan'ın prebiyotik etki göstermesi sonucunda yoğurtlardaki *B. bifidum* sayısının biyoterapötik seviyede (> 7 log kob/g) kalabildiği saptanmıştır.

Farklı kaynaklı β -glukan kullanımının, yoğurtların bazı fiziko-kimyasal özelliklerinde değişikliklere neden olduğu belirlenmiştir. Yoğurtların yapısal özellikleri (viskozite, serum ayrılması) arpa kaynaklı β -glukan'ın varlığından önemli ölçüde etkilenmezken, yulaf kaynaklı β -glukan içeren yoğurtlarda viskozitenin belirgin bir artış gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca farklı kaynaklı β -glukan içeren ve β -glukan içermeyen yoğurtların pH değerleri arasında önemli bir farklılık belirlenmezken, arpa kaynaklı β -glukan'ın kullanıldığı yoğurtlarda titrasyon asitliği değerinin yükseldiği, yulaf kaynaklı β -glukan'ın ise bu değeri bir miktar düşürdüğü gözlenmiştir. Doğal özelliği nedeni ile arpa kaynaklı β -glukan'ın yeşil renge sahip olması, bu tip β -glukan'ı içeren yoğurtların parlaklık (L) değerini düşürdüğü, yeşillik (-a) ve sarılık (b) değerlerini de önemli düzeyde arttırdığı belirlenmiştir.

Duyusal analizlerde panelistler tarafından, β -glukan kullanılan ve kullanılmayan yoğurtların yapı ve tekstür özellikleri arasında önemli bir farklılık kaydedilmemiş, ancak arpa kaynaklı β -glukan ilaveli yoğurtların görünüş, koku, renk, aroma yoğunluğu, tat ve genel kabul edilebilirlik özellikleri diğer yoğurtlara göre daha az beğenilmiştir.

Sonuç olarak, yulaf ve arpa kaynaklı β -glukan'ın *B. bifidum* gelişimi üzerinde prebiyotik etki göstererek canlılığını ve metabolik aktivitesini arttırdığı ve tahıl bazlı fonksiyonel süt ürünlerinin geliştirilmesinde kullanılabileceği belirlenmiştir. Ancak arpa kaynaklı β -glukan'ın yeşil renge sahip olması, yoğurtların renk ve duyusal değerlerini olumsuz etkilediği görülmüştür. Bu nedenle arpa kaynaklı β -glukan'ın meyveli ya da aromalı süt ürünlerinde değerlendirilmesinin, tüketicinin tercihi açısından daha uygun olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Adhikari, K., Gruw, I.U., Mustapha, A., Fernando, L.N. 2002.** Changes in the profile of organic acids in plain set and stirred yogurts during manufacture and refrigerated storage. *Journal of Food Quality*, 25(5): 435-451.
- Agerholm-Larsen, L., Bell, M.L., Grunwald, G.K. 2000.** The effect of a probiotic milk product on plasma cholesterol: a meta analysis of short-term intervention studies. *European Journal of Clinical Nutrition*, 54(11): 856-860.
- Akalın, A.S. 1993.** Yoğurt benzeri ekşi süt mamüllerinin üretimi ve bunların bazı özelliklerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. *Doktora tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Akalın, S. 2002.** Bazı probiyotik yoğurtlarda Bifidobakterilerin canlılığı üzerine bir araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Akın, N. 1997.** İnek, koyun ve keçi sütlerinden üretilen fermente süt ürünlerinin organik asit miktarları. *Gıda*, 22(1): 35-41.
- Altınışık, M. 2005.** Gastrointestinal bölge ve pankreas hastalıkları, böbrek ve idrar yolları hastalıkları. ADÜTF Biyokimya AD. <http://www.mustafaaltinisik.org.uk/45-uzm-12.pdf>-(Erişim tarihi: 15.11.2010).
- Angelov, A., Gotcheva, V., Kuncheva, R., Hristozova, T. 2006.** Development of a new oat-based probiotic drink. *International Journal of Food Microbiology*, 112(1): 75-80.
- Anonim. 2001.** Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tebliğ Nu: 2001/21, Ankara, 2001.
- Anonim. 2006.** Yoğurt. Türk Standartları Enstitüsü, TS 1330, Ankara.
- Başığit, G. 2004.** Bazı laktik asit bakterilerinin probiyotik olarak kullanılma özellikleri. *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İsparta.
- Behall, K.M., Scholfield, D.J., Hallrich, J. 2004.** Diets containing barley significantly reduce lipids in mildly hypercholesterolemic men and women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 80(5): 1185-1193.
- Bekers, M., Marauska, M., Laukevics, J., Grube, M. Vigants, A., Karklina, D., Skudra, L., Viesturs, U. 2001.** Oats and fat-free milk based functional food product. *Food Biotechnology*, 15(1): 1-12.
- Bengmark, S. 2001.** Pre-, pro and synbiotics. *Current Opinion in Clinical. Nutrition and Metabolic Care*, 4(6): 571-579.
- Bennett, W.G., Cerda, J.J. 1996.** Dietary fibre: fact and fiction. *Digestive Diseases*, 14(1): 43-58.
- Blades, M. 2000.** Functional foods or nutraceuticals. *Nutrition and Food Science*, 30(2): 73-75.
- Boylston, T.D., Vinderola, C.G., Ghoddusi, H.B., Reinheimer, J.A. 2004.** Incorporation of *Bifidobacteria* into cheeses: challenges and rewards. *International Dairy Journal*, 14(5): 375-387.
- Böhm, N., Kulicke, W. 1999.** Rheological studies of barley (1→3)(1→4)-β-glucan in concentrated solution: mechanistic and kinetic investigation of the gel formation. *Carbohydrate Research*, 315(3-4): 302-311.
- Brennan, C.S., Cleary, L.J. 2005.** The potential use of cereal (1→3,1→4)-β-D-glucans as functional food ingredients. *Journal of Cereal Science*, 42(1): 1-13.

- Buckeridge, M.S., Rayon, C., Urbanowicz, B., Tine, M.A.S., Carpita, N.C. 2004.** Mixed linkage (1→3), (1→4)-β-D-glucans of grasses. *Cereal Chemistry*, 81(1): 115-127.
- Burkus, Z., Temelli, F. 1999.** Gelation of barley β-glucan concentrate. *Journal of Food Science*, 64(2): 198-201.
- Burkus, Z., Temelli, F. 2005.** Rheological properties of barley β-Glucan. *Carbohydrate Polymers*, 59(2): 459-465.
- Candy, D.C.A., Heath, S.J., Lewis, J.D.N., Thomas, L.V. 2008.** Probiotics for the young and the not so young. *International Journal of Dairy Technology*, 61(3): 215-221.
- Cerning, J. 1995.** Production of exopolysaccharides by lactic acid bacteria and dairy propionibacteria. *Lait*, 75(4-5): 463-472.
- Charalampopoulos, D., Wang, R., Pandiella, S.S., Webb, C. 2002.** Application of cereals and cereal components in functional foods: a review. *International Journal of Food Microbiology*, 79(1-2): 131-141.
- Cho, S.S., Prosky, L. 1999.** Application of complex carbohydrates to food product fat mimetics: Complex carbohydrates in foods, Ed.: Cho, S.S., Prosky, L., Dreher, M., Marcel Dekker Inc., New York, USA, pp: 411-429.
- Collins, M.D., Gibson, G.R. 1999.** Probiotics, prebiotics and synbiotics: approaches for modulating the microbial ecology of the gut. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69(5): 1052-1057.
- Coşkun, T. 2006.** Pro-, Pre- ve Sinbiyotikler. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 49(2): 128-148.
- Cueva, O., Aryana, K.J. 2008.** Quality attributes of a heart healthy yogurt. *LWT-Food Science and Technology*, 41(3): 537-544.
- Cui, W., Wood, P.J. 2000.** Relationships between structural features, molecular weight and rheological properties of cereal β-D-glucans: Hydrocolloids, Ed.: Nishinari, K., Elsevier Science B.V., Amsterdam, Netherlands, pp: 159-168.
- Çakır, İ., Çakmakçı, L. 2004.** Probiyotikler: Tanımı, etki mekanizması, seçim ve güvenilirlik kriterleri. *Gıda*, 29(6): 427-434.
- Dave, R.I., Shah, N.P. 1997a.** Viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts made from commercial starter cultures. *International Dairy Journal*, 7(1): 31-41.
- Dave, R.I., Shah, N.P. 1997b.** Effectiveness of ascorbic acid as an oxygen scavenger in improving viability of probiotic bacteria in yoghurts made from commercial starter cultures. *International Dairy Journal*, 7(6-7): 435-443.
- DeVries, J.W. 2001.** The definition of dietary fiber. *Cereal Foods World*, 46(3): 112-126.
- Domagala, J., Sady, M., Grega, T., Bonczar, G. 2006.** Rheological properties and texture of yoghurts when oat-maltodextrin is used as a fat substitute. *International Journal of Food Properties*, 9(1): 1-11.
- Donkor, O.N., Henriksson, A., Vasiljevic, T., Shah, N.P. 2006.** Effect of acidification on the activity of probiotics in yogurt during cold storage. *International Dairy Journal*, 16(1): 1181-1189.
- Elsanhoty, R., Zaghlol, A., Hassanein, A.H. 2009.** The manufacture of low fat labneh containing barley β-Glucan 1-chemical composition, microbiological evaluation and sensory properties. *Current Research in Dairy Sciences*, 1(1): 1-12.
- FDA. 2005.** Food labeling: Health claims; Soluble dietary fiber from certain foods and coronary heart disease. *Federal Register*, 70(246): 76150-76162.

- Fenderya, S., Akalın, A.S. 2003.** Probiyotik yoğurtların bazı kimyasal özellikleri üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(1): 87-94.
- Fincher, G.B., Stone, B.A. 1986.** Cell walls and their components in cereal grain technology: Advances in Cereal Science and Technology, Ed.: Pomeraz, Y., American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul Minnesota, USA, pp: 207-295.
- Folkenberg, D.M., Martens, M. 2003.** Sensory properties of low-fat yoghurts. Part A: Effect of fat content, fermentation culture and addition of non-fat dry milk on the sensory properties of plain yoghurts. *Milchwissenschaft*, 58(1-2): 48-51.
- Forestier, C., De Champs, C., Vatoux, C., Joly, B. 2001.** Probiotic activities of *Lactobacillus casei* subsp. *rhamnosus*: *in vitro* adherence to intestinal cells and antimicrobial properties. *Research in Microbiology*, 152(2): 167-173.
- Gee, V.L., Vasanthan, T., Temelli, F. 2007.** Viscosity of model yogurt systems enriched with barley β -glucan as influenced by starter cultures. *International Dairy Journal*, 17(9):1083-1088.
- German, B., Schffrin, E.J., Reniero, R., Mollet, B., Preifer, A., Neesser, J. 1999.** The development of functional foods: lessons from the gut. *Trends in Biotechnology*, 17(12): 492-499.
- Gibson, G.R., Roberfroid, M.B. 1995.** Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition*, 125(6): 1401-1412.
- Gibson, G.R. 2004.** Fibre and effect on probiotics (the prebiotic concept). *Clinical Nutrition Supplements*, 1(2): 25-31.
- Godward, G., Sultana, K., Kailasapath, K., Peiris, P., Arumugaswamy, R., Reynolds, N. 2000.** The importance of strain selection on the viability and survival of probiotic bacteria in dairy foods. *Milchwissenschaft*, 55(8): 441-445.
- Gomes, A.M.P., Malcata, F.X. 1999.** *Bifidobacterium* spp. and *Lactobacillus acidophilus*: biological, biochemical, technological, and therapeutical properties relevant for use as probiotics. *Trends in Food Science and Technology*, 10(4-5): 139-157.
- Gómez, C., Navarro, A., Manzanares, P., Horta, A., Carbonell, J.V. 1997.** Physical and structural properties of barley (1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 4)- β -D-glucan. Part II. Viscosity, chain stiffness and macromolecular dimensions. *Carbohydrate Polymers*, 32(1): 17-22.
- Gönç, S., Akalın, A.S. 1995.** Yoğurtta canlı olarak bulunan *L. acidophilus* ve *L. bifidus*'un organizma ve sağlık üzerine etkisi. *Gıda*, 20(2): 75-79.
- Guarner, F., Perdigon, G., Corthier, G., Salminen, S., Koletzko, B., Morelli, L. 2005.** Should yoghurt cultures be considered probiotic? *British Journal of Nutrition*, 93(6): 783-786.
- Gueimonde, M., Delgado, S., Mayo, B., Ruas-Madiedo, P., Margolles, A., De Los Reyes-Gavilan, C.G. 2004.** Viability and diversity of probiotic *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* populations included in commercial fermented milks. *Food Research International*, 37(9): 839-850.
- Güler-Akın, M.B. 2005.** The effects of different incubation temperatures on the acetaldehyde content and viable bacteria counts of bio-yogurt made from ewe's milk. *Society of Dairy Technology*, 58(3): 174-179.
- Güler-Akın, M.B., Akın, M.S. 2007.** Effects of cysteine and different incubation temperatures on the microflora, chemical composition and sensory characteristics of bio-yogurt made from goat's milk. *Food Chemistry*, 100(2): 788-793.

- Gülmez, M., Güven, A. 2002.** Probiyotik, prebiyotik ve sinbiyotikler. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 8(1): 83-89.
- Gültekin, M. 2004.** Probiyotikler. *Ankem Dergisi*, 18(2): 87-89.
- Gürsoy, O., Kınık, Ö. 2002.** Probiyotik bir maya: *Saccharomyces boulardii*. *Gıda Teknolojisi*, 6(3): 58-63.
- Gürsoy, O., Kınık, Ö., Gönen, İ. 2005.** Probiyotikler ve gastrointestinal sağlığa etkileri. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 35(2): 136-148.
- Gürsoy, O., Kınık, Ö. 2006.** Probiyotik bakterilerin klinik uygulamalarında yeni gelişmeler-I. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(1): 181-188.
- Haddadin, M.S.Y., Awaisheh, S.S., Robinson, R.K. 2004.** The production of yoghurt with probiotic bacteria from infants in Jordan. *Pakistan Journal of Nutrition*, 3(5): 290-293.
- Hanson, L.A., Dahlman-Höglund, A., Karlsson, M., Lundin, S., Dahlgren, U., Telemo, E. 1999.** Normal microbial flora of the gut and the immune system: Probiotics, other nutritional factors and intestinal microflora, Ed.: Hanson L.A., Yolken R.H., Lippincott-Raven Publishers, Vevey, Switzerland, pp: 217-228.
- Helland, M.H., Wicklund, T., Narvhus, J.A. 2004.** Growth and metabolism of selected strains of probiotic bacteria in milk- and water-based cereal puddings. *International Dairy Journal*, 14(11): 957-965.
- Herrera, B.I.M., Gonzalez, G.E.P., Romero, J.G. 1998.** Soluble, insoluble and total dietary fibre in raw and cooked legumes. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 48(2): 179-182.
- Hill, H.S., Guarner, F. 2004.** Probiotics and human health: a clinical perspective. *Postgraduate Medical Journal*, 80(947): 516-526.
- Holzappel, W.H., Schillinger, U. 2002.** Introduction to pre- and probiotics. *Food Research International*, 35(2-3): 109-116.
- Hughes, D.B., Hoover, D.G. 1995.** Viability and enzymatic activity of bifidobacteria in milk. *Journal of Dairy Science*, 78(2): 268-276.
- Irakli, M., Biliaderis, C.G., Izydorczyk, M.S., Papadoyannis, I.N. 2004.** Isolation, structural features and rheological properties of water extractable beta-glucans from different Greek barley cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(10): 1170-1178.
- Isolauri, E. 2003.** Probiotics for infections diarrhoea. *Gut*, 52(3): 436-437.
- Itsaranuwat, P., Al-Haddad K.S.H., Robinson, R.K. 2003.** The potential therapeutic benefits of consuming 'health promoting' fermented dairy products: a brief update. *International Journal of Dairy Technology*, 56(4): 203-210.
- Izydorczyk, M.S., Jacobs, M., Dexter, J.E., 2003.** Distribution and structural variation of non-starch polysaccharides in milling fractions of hull-less barley with variable amylase content. *Cereal Chemistry*, 80(6): 645-653.
- İnanç, N., Şahin, H., Çiçek, B. 2005.** Probiyotik ve prebiyotiklerin sağlık üzerine etkileri. *Erciyes Tıp Dergisi*, 27(3): 122-127.
- Jaskari, J., Kontula, P., Siitonen, A. 1998.** Oat beta-glucan and xylan hydrolysates as selective substrates for *Bifidobacterium* and *Lactobacillus* strains. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 49(2): 175-181.
- Johansson, L., Virkki, L., Maunu, S., Lehto, M., Ekholm, P., Varo P. 2000.** Structural characterization of water soluble beta-glucan of oat bran. *Carbohydrate Polymers*, 42(2): 143-148.

- Kabak, B., Var, I. 2005.** Oligosakkaritlerin probiyotik bakterilerin gelişimi ve canlılığı üzerine etkisi. *Gıda*, 30(5): 329-333.
- Kaur, I.P., Chopra, K., Saini, A. 2002.** Probiotics: potential pharmaceutical applications. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 15(1): 1-9.
- Kayaardı, S., Gürsoy, O., 1997.** Yoğurt ve yoğurt benzeri fermente süt ürünlerinin beslenmedeki önemi. *Gıda Bilimi ve Teknolojisi*, 4(4): 42-49.
- Klaenhammer, T.R., Kullen, M.J. 1999.** Selection and design of probiotics. *International Journal of Food Microbiology*, 50(1-2): 45-57.
- Klaenhammer, T.R. 2000.** Probiotic bacteria: today and tomorrow. *Journal of Nutrition*, 130(3): 415-416.
- Kopp-Hoolihan, L. 2001.** Prophylactic and therapeutic uses of probiotics: a review. *Journal of the American Dietetic Association*, 101(2): 229-238.
- Krasaekoopt, W., Bhandari, B., Deeth, H., C. 2006.** Survival of probiotics encapsulated in chitosan-coated alginate beads in yoghurt from UHT- and conventionally treated milk during storage. *LWT-Food Science and Technology*, 39(2): 177-183.
- Kuipers, O.P., Buist, G., Kok, J. 2000.** Current strategies for improving food bacteria. *Research in Microbiology*, 151(10): 815-822.
- Kurmann J.A., Rasic, J.L. 1991.** The health potential of products containing *Bifidobacteria*: Therapeutic properties of fermented milks, Ed.: Robinson R.K., Elsevier Applied Sciences, London, U.K., pp: 117-157.
- La Torre, L., Tamime, A.Y., 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.
- Laine, R., Salminen, S., Benno, Y., Ouwehand, A.C. 2003.** Performance of *Bifidobacteria* in oat-based media. *International Journal of Food Microbiology*, 83(1): 105-109.
- Lambo, A.M., Öste, R., Nyman, M.E.G.L. 2005.** Dietary fibre in fermented oat and barley β -glucan rich concentrates. *Food Chemistry*, 89(2): 283-293.
- Lapierre, L., Undeland, P., Cox, L.J. 1992.** Lithium chloride-sodium propionate agar for the enumeration of *Bifidobacteria* in fermented dairy products. *Journal of Dairy Science*, 75(5): 1192-1196.
- Lazaridou, A., Biliaderis, C.G., Izydorczyk, M.S. 2003.** Molecular size effects on rheological properties of oat β -glucans in solution and gels. *Food Hydrocolloids*, 17(5): 693-712.
- Lazaridou, A., Biliaderis, C.G. 2004.** Cryogelation of cereal β -glucans: structure and molecular size effects. *Food Hydrocolloids*, 18(6): 933-947.
- Lazaridou, A., Biliaderis, C.G., Micha-Screttas, M., Steele, B.R. 2004.** A comparative study on structure–function relations of mixed linkage (1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4) linear β -D-glucans. *Food Hydrocolloids*, 18(5): 837-855.
- Leahy, S.C., Higgins, D.G., Fitzgerald, G.F., Sinderen, Va D. 2005.** Getting better with *Bifidobacteria*. *Journal of Applied Microbiology*, 98(6): 1303-1315.
- Lee, Y.K., Nomoto, K., Salminen, S., Gorbach, S.L. 1999.** Handbook of probiotics. A Wiley-Interscience Publication, New York, USA, 210 pp.
- Lee, S., Warner, K., Inglett, G.E. 2005.** Rheological properties and baking performance of new oat β -glucan-rich hydrocolloids. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 53(25): 9805- 9809.

- Lee, S., Inglett, G. E. 2006.** Rheological and physical evaluation of jet-cooked oat bran in low calorie cookies. *International Journal of Food Science and Technology*, 41(5): 553-559.
- Lee, S., Inglett, G.E. 2007.** Effect of an oat β -glucan-rich hydrocolloid (C-trim30) on the rheology and oil uptake of frying batters. *Journal of Food Science*, 72(4): 222-226.
- Lee, S., Inglett, G. E., Palmquist, D.E., Warner, K.A. 2008a.** Flavor and texture attributes of foods containing beta-glucan-rich hydrocolloids from oats. *LWT-Food Science and Technology*, 42(1):350-357.
- Lee, S., Biresaw, G., Kinney, M.P., Inglett, G.E. 2008b.** Effect of cocoa butter replacement with a β -glucan-rich hydrocolloid (C-trim30) on the rheological and tribological properties of chocolates. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 89(1): 163-167.
- Lourens-Hattingh, A., Viljeon, C.B. 2001.** Yogurt as probiotic carrier food. *International Dairy Journal*, 11(1): 1-17.
- Lyly, M., Salmenkallio-Marttila, M., Suortti, T., Autio, K., Poutanen, K., Lahteenmaki, L. 2003.** Influence of oat β -glucan preparations on the perception of mouthfeel and on rheological properties in beverage prototypes. *Cereal Chemistry*, 80(5): 536-541.
- Lyly, M. 2006.** Added β -glucan as a source of fiber for consumers. Julkaisija-Utgivare-Publication, Vuorimiehentie, Finland, 96 pp.
- Macfarland, L.V. 2007.** Meta-analysis of probiotics for the prevention of traveller's diarrhea. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 5(2): 97-105.
- Macfarlane, G.T., Cummings J.H. 1999.** Probiotics and prebiotics: can regulating the activities of intestinal bacteria benefit health? *British Medical Journal*, 318(7189): 999-1003.
- Malkki, Y., Virtanen, E. 2001.** Gastrointestinal effects of oat bran and oat gum. A review. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 34(6): 337-347.
- Malkki, Y. 2004.** Trends in dietary fibre research and development. *Acta Alimentaria*, 33(1): 39-62.
- Manning, T.S., Gibson, G.R. 2004.** Prebiotics. *Best Practice and Research Clinical Gastroenterology*, 18(2): 287-298.
- Mårtensson, O., Öste, R., Holst O. 2002.** The effect of yoghurt culture on the survival of probiotic bacteria in oat-based, non-dairy products. *Food Research International*, 35(8): 775-784.
- Matilla-Sandholm, T., Myllarinen, P., Crittenden, R., Mogensen, G., Fonden, R., Saarela, M. 2002.** Technological challenges for future probiotic foods. *International Dairy Journal*, 12(2-3): 173-182.
- Martín-Diana, A.B., Janer, C., Peláez, C., Requena, T. 2003.** Development of a fermented goat's milk containing probiotic bacteria. *International Dairy Journal*, 13(10): 827-833.
- Martínez-Villaluenga, C., Frías, J., Gómez, R., Vidal-Valverde, C. 2006.** Influence of addition of raffinose family oligosaccharides on probiotic survival in fermented milk during refrigerated storage. *International Dairy Journal*, 16(9): 768-774.
- Matsumoto, M., Benno, Y. 2004.** Consumption of *Bifidobacterium lactis* LKM512 yogurt reduces gut mutagenicity by increasing gut polyamine contents in healthy adult subjects. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 568(2): 147-153.

- Metin, M. 2001.** Süt Teknolojisi: Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. Ege Üniversitesi Basımevi, 4. Baskı, İzmir, Türkiye, 795 s.
- McIntosh, G.M., Whyte, J., McArthur, R., Nestel, P.J. 1991.** Barley and wheat foods: Influence on plasma cholesterol concentrations in hypercholesterolemic men. *American Journal of Clinical Nutrition*, 53(5): 1205-1209.
- McSweeney, P.L.H., Fox, P.R. 2004.** Metabolism of Residual Lactose and of Lactate and Citrate: Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Ed.: Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., Cogan, T.M., Guinee, T.P., Academic Press, UK, pp: 361-371.
- Mountzouris, K.C., Gibson, G.R. 2003.** Colonization of gastrointestinal tract. *Annales Nestle*, 61(2): 43-54.
- Nelson, A.L. 2001.** High-fibre ingredients. Eagan Press, Minnesota, USA, 97 pp.
- Oberman, H., Libudzisz, Z. 1998.** Fermented milks: Microbiology of fermented foods, Ed.: Wood, B.J.B., Blackie Academic and Professional, London, U.K., pp: 308-349.
- Onning, G., Wallmark, A., Persson, M., Akesson, B., Elmstahl, S., Oste, R. 1999.** Consumption of oat milk for 5 weeks lowers serum cholesterol and LDL cholesterol in free-living men with moderate hypercholesterolemia. *Annals in Nutrition and Metabolism*, 43(5): 301-309.
- Oysun, G. 1991.** Süt ürünlerinde analiz yöntemleri. Ege Üniversitesi Ofset Basımevi, Bornova, İzmir, 230 s.
- Østlie, H.M., Helland, M.H., Narvhus, J.A. 2003.** Growth and metabolism of selected strains of probiotic bacteria in milk. *International Journal of Food Microbiology*, 87(1-2): 17-27.
- Østlie, H. M., Treimo, J., Narvhus, J.A. 2005.** Effect of temperature on growth and metabolism of probiotic bacteria in milk. *International Dairy Journal*, 15(10): 989-997.
- Ouwehand, A.C., Salminen, S., Isolauri, E. 2002.** Probiotics: an overview of beneficial effects. *Antonie van Leeuwenhoek*, 82(1-4): 279-289.
- Ozcan, T., Yılmaz-Ersan, L., Akpınar-Bayizit, A., Sahin, O. I., Aydinol, P. 2010.** Viability of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and *Bifidobacterium bifidum* BB-12 in Rice Pudding. *Mljekarstvo*, 60(2): 135-144.
- Ötleş, S., Çağındı, Ö., Akçiçek, E. 2003.** Probiotics and health. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 4(4): 369-372.
- Özcan Yılsay, T., Kurdal, E. 2000.** Probiyotik süt ürünlerinin beslenme ve sağlık üzerindeki etkisi. VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, “Süt ve Ürünleri Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri”, 22–23 Mayıs, Tekirdağ.
- Özcan Yılsay, T., Yılmaz, L., Akpınar Bayizit, A. 2006.** The effect of using a whey protein fat replacer on textural and sensory characteristics of low-fat vanilla ice cream. *European Food Research and Technology*, 222(1-2): 171-175.
- Özden, A. 2007.** Yoğurt nedir? *Güncel Gastroenteroloji*, 11(4): 252-265.
- Palframan, R.J., Gibson, G.R., Rastall, R.A. 2002.** Effect of pH and dose on the growth of gut bacteria on prebiotic carbonhydrates in vitro. *Anarobe*, 8(5): 287-292.
- Phillips, M., Kailasapathy, K., Tran, L. 2006.** Viability of commercial probiotic cultures (*L. acidophilus*, *Bfidobacterium* sp., *L. casei*, *L. paracasei* and *L. rhamnosus*) in cheddar cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 108(2): 276-280.
- Rasic, J.L.J. 1987.** Nutritive value of yoghurt. *Cultured Dairy Products Journal*. 22(3): 6-9.
- Rastall, R.A., Maitin, V. 2002.** Prebiotics and synbiotics: Towards the next generation. *Current Opinion Biotechnology*, 13(5): 490-496.

- Reddy, B.S., Hamid, R., Rao, C.V. 1997.** Effect of dietary oligofructose and inulin on colonic preneoplastic aberrant crypt foci. *Carcinogenesis*, 18(7): 1371-1374.
- Reid, G. 2000.** *In vitro* testing of *Lactobacillus acidophilus* NCFM™ as a possible probiotic for the urogenital tract. *International of Dairy Journal*, 10(5-6): 415-419.
- Reid, G., Jass, J., Sebulsy, M.T., McCormic, J.K. 2003.** Potential uses of probiotics in clinical practice. *Clinical Microbiology Reviews*, 16(4): 658-672.
- Roberfroid, M.B. 2000.** Prebiotics and probiotics: Are they functional foods? *American Journal of Clinical Nutrition*, 71(6): 1682-1687.
- Rolfe, R.D. 2000.** The role of probiotic cultures in the control of gastrointestinal health. *Journal of Nutrition*, 130(1): 396-402.
- Rosburg, V., Boylston, T., White, P. 2010.** Viability of *Bifidobacteria* strains in yogurt with added Oat Beta-Glucan and corn starch during cold storage. *Journal of Food Science*, 75(5): 439-444.
- Ross, R.P., Desmond, C., Fitzgerald, G.F., Stanton, C. 2005.** Overcoming the technological hurdles in the development of probiotic foods. *Journal of Applied Microbiology*, 98(6): 1410-1417.
- Ryhänen, E.L., Mantere-Alhonen, S., Salovaara, H. 1996.** Effects of oat bran and rye bran diet on intestinal *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* flora on Wistar rats: Dietary Fiber and Fermentation in the Colon, Ed.: Mälkki, Y., Cummings, J.H., Office for Official Publications of European Communities, Luxembourg, pp: 55-57.
- Sadiq Butt, M., Tahir-Nadeem, M., Khan, M.K., Shabir, R., Butt, M.S. 2008.** Oat: Unique among the cereals. *European Journal of Nutrition*, 47(2): 68-79.
- Sahan, N., Yasar, K., Hayaloglu, A.A. 2008.** Physical, chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a β -glucan hydrocolloidal composite during storage. *Food Hydrocolloids*, 22(7): 1291-1297.
- Salminen, S.J., Gueimonde, M., Isolauri, E. 2005.** Probiotics that modify disease risk. *Journal of Nutrition*, 135(5): 1294-1298.
- Sanders, M.E. 1998.** Overview of functional foods: Emphasis of probiotic bacteria, *International Dairy Journal*, 8(5): 341-347.
- Scalabrini, P., Rossi, M., Spettoli, P., Matteuzzi, D. 1998.** Characterization of *Bifidobacterium* strains for use in soymilk fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 39(3): 213-219.
- Schrezenmeir, J., de Vrese, M. 2001.** Probiotics, prebiotics and synbiotics – approaching a definition. *American Journal of Clinical Nutrition*, 73(2): 361-4.
- Seo, M.H., Lee, S.Y., Chang, Y.H., Kwak, H.S. 2009.** Physicochemical, microbial, and sensory properties of yogurt supplemented with nanopowdered chitosan during storage. *Journal of Dairy Science*, 92(12): 5907-5916.
- Sezen, F., Koçak, C. 2006.** Fonksiyonel süt ürünleri teknolojisindeki gelişmeler. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- Sezgin, E., Yıldırım, Z., Karagül, Y. 1994.** *L. acidophilus* ve *B. bifidum* kullanılarak yapılan bazı fermente süt ürünleri üzerinde araştırmalar. TÜBİTAK Veterinerlik ve Hayvancılık Araştırma Grubu, Proje no: VHAG-953, Ankara.
- Sghir, A., Chow, J.M., Mackie, R.I. 1998.** Continuous culture selection of *Bifidobacteria* and *Lactobacilli* from human faecal samples using fructooligosaccharide as selective substrate. *Journal of Applied Microbiology*, 85(4): 769-777.
- Shin, H.S., Lee, H., Pestka, J.J., Ustunol, Z. 2000.** Growth and viability of commercial *Bifidobacterium* spp in skim milk containing oligosaccharides and inulin. *Journal of Food Science*, 65(5): 884-887.

- Shortt, C. 1999.** The probiotic century: historical and current perspectives. *Trends Food Science Technology*, 10(12): 411-417.
- Skendi, A., Biliaderis, C.G., Lazaridou, A., Izydorczyk, M.S. 2003.** Structure and rheological properties of water soluble β -glucans from oat cultivars of *Avena sativa* and *Avena bysantina*. *Journal of Cereal Science*, 38(1): 15-31.
- Solga, S.F. 2003.** Probiotics can treat hepatic encephalopathy. *Medical Hypotheses*, 61(2): 307-313.
- Stack, H.M., Kearney, N., Stanton, C., Fitzgerald, G.F., Ross, R.P. 2010.** Association of Beta-Glucan endogenous production with increased stress tolerance of intestinal *Lactobacilli*. *Applied and Environmental Microbiology*, 76(2): 500-507.
- Staffolo, M.D., Bertola, N., Martino, M., Bevilacqua, A. 2004.** Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. *International Dairy Journal*, 14(3): 263-268.
- Şener, A., Temiz, A., Toğay, S.Ö., Bağcı, U. 2008.** Çeşitli prebiyotiklerin *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Bb-12'nin gelişimi ve asitlik geliştirme özelliği üzerine *in vitro* etkileri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- Tamime, A.Y., Deeth, H.C. 1980.** Yogurt technology and biochemistry. *Journal of Food Protection*, 43(12): 939-976.
- Tamime, A.Y., Robinson, R.K. 1999.** Yoghurt science and technology. Woodhead Publishing, Cambridge, England, 619 pp.
- Thamaraj, N., Shah, N.P. 2003.** Selective enumeration of *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacteria*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus* and *Propionibacteria*. *Journal of Dairy Science*, 86(7): 2288-2296.
- Tokunaga, T. 2004.** Novel physiological function of fructooligosaccharides. *Biofactors*, 21(1-4): 89-94.
- Tonguç, İ.E. 2006.** Probiyotik ayran üretimi üzerine bir araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Trepel, F. 2004.** Dietary fibre: more than a matter of dietetica. I. Compounds, properties, physiological effects. *Wiener klinische Wochenschrift*, 116(2): 465-476.
- Tudorica, C.M., Jones, T.E.R., Kuri, V., Brennan, C.S. 2004.** The effects of refined barley β -glucan on the physico-structural properties of low-fat dairy products: curd yield, microstructure, texture and rheology. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(10): 1159-1169.
- Vanderhoof, J.A., Young, R.J. 2002.** Probiotics in pediatrics. *Pediatrics*, 109(5): 956-958.
- Varnam, A.H., Sutherland, J.P. 1994.** Milk and milk products. Chapman & Hall, London, U.K., 451 pp.
- Vasanthan, T., Temelli, F. 2008.** Grain fractionation technologies for cereal beta-glucan concentration. *Food Research International*, 41 (9): 876-881.
- Vasiljevic, T., Kealy, T., Mishra, V.K. 2007.** Effects of β -glucan addition to a probiotic containing yogurt. *Journal of Food Science*, 72(7): 405-411.
- Vasiljevic, T., Shah N.P. 2007.** Fermented milk: health benefits beyond probiotic effect: Handbook of food product manufacturing, Ed.: Hui, Y.H., John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, USA, pp: 99-115.
- Ventura, M., Van Sinderen, D., Fitzgerald, G.F., Zink, R. 2004.** Insights into the taxonomy, genetics and physiology of *Bifidobacteria*. *Antonie van Leeuwenhoek*, 86(3): 205-223.

- Vinderola, C.G., Reinheimer, J.A. 1999.** Culture media for the enumeration of *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus acidophilus* in the presence of yoghurt bacteria. *International Dairy Journal*, 9(5): 497-505.
- Wood, P.J., Weisz, J., Mahn, W. 1991.** Molecular characterisation of cereal β -glucan: II. Size-exclusion chromatography for comparison of molecular weight. *Cereal Chemistry*, 68(5): 530-536.
- Wood, P.J. 1993.** Physicochemical characteristics and physiological properties of oat (1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 4)- β -D-glucan: Oat Bran, Ed.: Wood, P.J., American Association of Cereal Chemists, Minnesota, USA, pp: 83-112.
- Wood, P.J. 1997.** Functional foods for health: Opportunities for novel cereal processes and products: Cereals novel uses and processes, Ed.: Campbell, G.M., Webb, C., McKee, L.S., Plenum Publishing Corporation, New York, USA, pp: 233-239.
- Wood, P.J. 2004.** Relationships between solution properties of cereal beta-glucans and physiological effects-A review. *Trends Food Science and Technology*, 15(6): 313-320.
- Xu, J., Chang, T., Inglett, G.E., Kim, S., Tseng, Y., Wirtz, D. 2007.** Micro heterogeneity and micro-rheological properties of high-viscosity oat β -glucan solutions. *Food Chemistry*, 103(4): 1192-1198.
- Yağcı, R. 2002.** Prebiyotikler ve probiyotikler. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 45(4): 337-344.
- Yağcı, R.V. 2005.** Probiyotik ve prebiyotikler. *Güncel Gastroenteroloji*, 9(4): 223-224.
- Yılmaz, L. 2006.** Yoğurt benzeri fermente süt ürünleri üretiminde farklı probiyotik kültür kombinasyonlarının kullanımı. *Doktora Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Young, R.J., Huffman, S. 2003.** Probiotic use in children. *Journal of Pediatric Health Care*, 17(6): 277-283.
- Yüccan, S. 2002.** Probiyotikler ve sağlık üzerine etkileri. *Türkiye Diyetisyenler Derneği Bülteni*, 2: 1-13.
- Ziemer, C.J., Gibson, G.R. 1998.** An overview of probiotics, prebiotics and synbiotics in the functional food concept: Perspectives and future strategies. *International Dairy Journal*, 8(5-6): 473-479.

EK 1



(a)



(b)



(c)

Resim a,b,c. Yoğurt örneklerinin görünüşü (A: Kontrol, B: *B. bifidum*, O-β: *B. bifidum* + Yulaf kaynaklı β-glukan, B-β: *B. bifidum* + Arpa kaynaklı β-glukan)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Okan KURTULDU
Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa, 04.11.1984
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Turhan Tayan Anadolu Lisesi, 1996–2003
Lisans : Ege Üniversitesi, 2004–2009
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi, 2009–2012

Çalıştığı Kurum : -
İletişim : okan_kurtuldu@yahoo.com
Yayımlar :

Özcan, T., Kurtuldu, O. 2011. Sütün raf ömrünün uzatılmasında alternatif yöntemler. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25 (1): 119-129.

Kurtuldu, O. 2011. Sütün raf ömrünün uzatılmasında vurgulu elektrik alan uygulamaları. II. Süt ve Süt Hayvancılığı Öğrenci Kongresi, 13 Mayıs 2011, Bursa.

Kurtuldu, O., Özcan, T. 2011. Tahıl bazlı süt ürünlerinin geliştirilmesi. 7. Gıda Mühendisliği Kongresi, 24-26 Kasım 2011, Ankara.

Kurtuldu, O., Özcan, T. 2012. Probiyotik yoğurt üretiminde β -glukan kullanımı. 3. Geleneksel Gıdalar Kongresi, 10-12 Mayıs 2012, Konya.