

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SODYUM ALJİNATLA KAPSÜLENMİŞ BAZI PROBİYOTİK BAKTERİLERİN
STIRRED TİP MEYVELİ YOĞURTLARDA ve IN VITRO KOŞULLARDA CANLI
KALMA SÜRELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Leyla EREN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2009**

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SODYUM ALJİNATLA KAPSÜLENMİŞ BAZI PROBİYOTİK
BAKTERİLERİN STIRRED TİP MEYVELİ YOĞURTLARDA ve IN VITRO
KOŞULLARDA CANLI KALMA SÜRELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Leyla EREN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2009**

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
RESİMLER DİZİNİ.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	5
2.1. Probiyotikler Hakkında Genel Bilgiler.....	5
2.1.1. Probiyotiklerin genel karakteristikleri.....	5
2.1.2. Probiyotik suşların seçimi.....	6
2.1.3. Probiyotik mikroorganizmalar.....	8
2.2. Probiyotik Süt Ürünleri.....	8
2.2.1. Probiyotiklerin insan sağlığı üzerindeki etkileri.....	9
2.2.2. Laktoz intolerans üzerine etkileri.....	9
2.2.3. Antimutajenik ve antikarsinojenik aktiviteleri.....	10
2.2.4. Anti-alerji fonksiyonları.....	11
2.2.5. Antagonistik aktiviteleri.....	11
2.2.6. Bağışıklık sistemi üzerine etkileri.....	11
2.2.7. Antikolesterol fonksiyonları.....	12
2.2.8. Besin maddeleri sentezi ve biyolojik değeri artırma fonksiyonları.....	13
2.2.9. Prebiyotikler.....	13
2.3. Probiyotik Yoğurtlar.....	14
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	20
3.1. Materyal.....	20
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. Yoğurt üretimi.....	20
3.2.2. Meyvelerin hazırlanması.....	22
3.2.3. Ekstrüzyon yöntemi ile sodyum aljinat kapsülünün hazırlanması.....	22
3.3. Analitik Yöntemler.....	24
3.3.1. Çiğ süt analizleri.....	24
3.3.1.1. pH tayini.....	24
3.3.1.2. Titrasyon asitliği tayini.....	24
3.3.1.3. Kurumadde oranları.....	24
3.3.1.4. Yağ oranları.....	24
3.3.1.5. Protein oranları.....	25
3.3.1.6. Kül oranları.....	25
3.3.2. Meyveli yoğurt analizleri.....	25
3.3.2.1. pH tayini.....	25
3.3.2.2. Titrasyon asitliği tayini.....	25
3.3.2.3. Serum ayrılması.....	26
3.3.2.4. Viskozite.....	26
3.3.2.5. Kapsüllemiş bakterilerin sayılması.....	26
3.3.2.6. Yapay mide ve bağırsak ortamına tolerans.....	27
3.3.2.7. Safraya karşı tolerans.....	27
3.3.2.8. Renk analizi.....	27
3.3.2.9. Duyusal analizler.....	28
3.3.2.10. İstatistiksel analizler.....	28
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	29
4.1. In Vitro Koşullarda Kapsüllememiş ve Kapsüllemiş <i>L. acidophilus</i> ve <i>B. bifidum</i> 'un Canlı Kalma Süreleri.....	29
4.1.1. Kapsüllememiş ve kapsüllemiş bakteri sayıları.....	29

4.1.2. <i>L. acidophilus</i> ve <i>B. bifidum</i> 'un yapay mide ve bağırsak ortamına toleransı.....	30
4.1.3. Probiyotik bakterilerin safraya karşı toleransı.....	32
4.2. Kapsüllenmiş ve Kapsüllenmemiş Probiyotik Bakteri İlave Edilen Meyveli Yoğurtların Özellikleri.....	34
4.2.1. Sütün ve yoğurtların bileşimi.....	34
4.2.2. Yoğurtların fiziksel ve kimyasal özelliklerinde depolama süresince görülen değişimler.....	36
4.2.2.1. Yoğurtların pH ve titrasyon asitliği değerlerinde depolama süresince görülen değişimler.....	36
4.2.2.2. Yoğurtların serum ayrılması değerlerinde depolama süresince görülen değişimler.....	40
4.2.2.3. Yoğurtların viskozite değerlerinde depolama süresince görülen değişimler.....	42
4.2.2.4. Yoğurtların L* değerlerinde depolama süresince görülen değişimler.....	44
4.2.2.5. Yoğurtların a* değerlerinde depolama süresince görülen değişimler.....	46
4.2.2.6. Yoğurtların b* değerlerinde depolama süresince görülen değişimler.....	47
4.2.3. Yoğurtların duyuşal özelliklerinde depolama süresince görülen değişimler.....	49
4.2.3.1. Yoğurtların renk ve görünüş puanlarında depolama süresince görülen değişimler.....	49
4.2.3.2. Yoğurtların yapı-tekstür puanlarında depolama süresince görülen değişimler.....	51
4.2.3.3. Yoğurtların tat ve koku puanlarında depolama süresince görülen değişimler.....	53
4.2.3.4. Yoğurtların toplam puanlarında depolama süresince görülen değişimler.....	55
4.2.4. Yoğurtların mikrobiyolojik özelliklerinde depolama süresince görülen değişimler.....	56
4.2.4.1. Yoğurtların <i>S. thermophilus</i> sayısında depolama süresince görülen değişimler.....	56
4.2.4.2. Yoğurtların <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayısında depolama süresince görülen değişimler.....	59
4.2.4.3. Yoğurtların <i>L. acidophilus</i> sayısında depolama süresince görülen değişimler.....	60
4.2.4.4. Yoğurtların <i>B. bifidum</i> sayısında depolama süresince görülen değişimler.....	62
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	66
KAYNAKLAR.....	70
ÖZGEÇMİŞ.....	75
ÖZET.....	76
SUMMARY.....	77

ÖZ

Yüksek Lisans Tezi

SODYUM ALJİNATLA KAPSÜLLENMİŞ BAZI PROBİYOTİK BAKTERİLERİN STIRRED TİP MEYVELİ YOĞURLARDA ve IN VITRO KOŞULLARDA CANLI KALMA SÜRELERİNİN ARAŞTIRILMASI

Leyla EREN

**Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. M. Serdar AKIN
Yıl: 2009 Sayfa: 77**

Bu çalışmada, *L. acidophilus* ve *B. bifidum* bakterileri içerisinde tek başlarına ve karışık olarak sodyum aljinat ile kapsüllenmiş ve in vitro koşullarda ve stirred tip meyveli yoğurtlarda canlı kalma süreleri araştırılmıştır. Araştırmada ayrıca, kapsülasyon işlemi, kültür çeşidi, meyve çeşidi ve depolama süresinin stirred tip meyveli yoğurtların fiziksel, kimyasal, duyuşsal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkileri incelenmiştir. Meyve çeşidi, kapsülasyon işlemi, kültür çeşidi ve depolama süresinin yoğurtların incelenen tüm özelliklerini önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir ($p<0.01$). Elde edilen sonuçlara göre, kapsülleme işleminin probiyotik bakterilerin midenin asidik ortamına ve safra tuzlarına karşı toleransını arttırdığı görülmüştür. Ayrıca karışık kültür kullanıldığında probiyotik bakteri sayısının tek tek kültür kullanımına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, *L. acidophilus*, *B. bifidum* karışık kültürü kapsüllenecek yoğurt üretiminde kullanıldığında bu bakterilerin canlı kalma sürelerinin daha uzun olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Meyveli yoğurt, probiyotik bakteri, mikroenkapsülasyon, ekstrüzyon tekniği, sodyum aljinat

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

RESEARCH ON the SURVIVABILITY of some PROBIOTIC CULTURES which are ENCAPSULATED with SODIUM ALGINATE in STIRRED TYPE FRUIT YOGURTS and IN VITRO CONDITIONS

Leyla EREN

Harran University
Graduate School of Naturel and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. M. Serdar AKIN
Year: 2009, Sayfa: 77

In this study, *L. acidophilus* and *B. bifidum* cultures were prepared as free, individually and mixed encapsulated in sodium alginate and survivability of them in stirred type fruit yoghurts and in vitro conditions was investigated. In the study also the effect of capsulation, culture strain, kind of fruit and storage time to physical, chemical, organoleptic and microbiological properties of stirred type fruit yoghurt investigated. The kind of fruit, microencapsulation, culture strain and storage time effected considerably all of investigated properties of yoghurt ($p < 0.01$). Results obtained indicated that microencapsulation improved tolerance of cultures against of bile salt and acidity of simulated stomach. In addition using mixed culture improved number of probiotic bacteria higher than to use individually culture. To conclude, investigated that the survivability of capsulated *L. acidophilus*, *B. bifidum* mixed cultures is longer than free and individual that cultures.

Key Words: Fruits yogurt, probiotic bacteria, microencapsulation, extrusion technique, sodium alginate

TEŐEKKÖR

Bu araştırma konusunun seçiminde ve çalışmanın gerçekleştirilmesi aşamasında yönlendiren ve maddi-manevi her türlü konuda ilgi ve görüşlerini esirgemeyen danışman hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Serdar AKIN ve eşi Yrd. Doç. Dr. B. Mutlu GÜLER AKIN'a ve çalışmalarım sırasında yardım ve fikirleriyle destek veren Arş. Gör. Hüseyin Avni KIRMACI'ya, Arş. Gör. Mehmet KÖTEN'e ; ayrıca tezin deneme ve yazma aşamasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen AİLEMe teőekkr ederim.

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 2.1. Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmalar.....	8
Çizelge 2.2. Probiyotik süt ürünleri.....	9
Çizelge 4.1. Yapay mide ortamında (pH 1.55) 2 saat inkübe (37°C) edildikten sonra safra tuzu içeren (%0.6) ve içermeyen yapay bağırsak ortamında (pH 7.43) 37°C’de 120 dakika inkübe edilen kapsüllenmemiş ve kapsüllenmiş <i>L. acidophilus</i> ve <i>B. bifidum</i> sayıları.....	31
Çizelge 4.2. Farklı konsantrasyonlarda safra tuzu içeren (%0.6 ve %1) çözeltilerde (pH 8.25) 37°C’de 120 dakika inkübe edilen kapsüllenmemiş ve kapsüllenmiş <i>L. acidophilus</i> ve <i>B. bifidum</i> sayıları.....	33
Çizelge 4.3. Yoğurt üretiminde kullanılan çiğ sütlerin bileşimi.....	34
Çizelge 4.4. Meyveli probiyotik yoğurtlarının bileşimine ait bazı değerler (n=3).....	35
Çizelge 4.5. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan pH değerleri (n=3).....	36
Çizelge 4.6. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan titrasyon asitliği değerleri (n=3).....	38
Çizelge 4.7. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan serum ayrılması değerleri (n=3).....	40
Çizelge 4.8. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan viskozite değerleri (n=3)...	43
Çizelge 4.9. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan L* değerleri (n=3).....	44
Çizelge 4.10. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan a* değerleri (n=3).....	46
Çizelge 4.11. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan b* değerleri (n=3).....	47
Çizelge 4.12. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan renk ve görünüş puanları (n=3).....	50
Çizelge 4.13. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan yapı-tekstür puanları (n=3).....	52
Çizelge 4.14. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan tat ve koku puanları (n=3).....	54
Çizelge 4.15. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan toplam puanlar (n=3).....	55
Çizelge 4.16. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan <i>S. thermophilus</i> sayıları (n=3).....	58
Çizelge 4.17. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayıları (n=3).....	59
Çizelge 4.18. Meyveli yoğurtlarda Depolama Süresince Saptanan <i>L. acidophilus</i> Sayıları (n=3).....	62
Çizelge 4.19. Meyveli yoğurtlarda Depolama Süresince Saptanan <i>B. bifidum</i> Sayıları (n=3).....	63

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Meyveli probiyotik yoğurt üretimi akış şeması.....	21
Şekil 3.2. Sodyum aljinat kapsülleri.....	23
Şekil 4.1. Depolama süresince meyveli yoğurtlarda görülen pH değişimi.....	39
Şekil 4.2. Meyveli Yoğurtlarda depolama süresince saptanan titrasyon asitliği değerleri.....	39
Şekil 4.3. Meyveli yoğurtlarda saptanan serum ayrılması değerleri.....	41
Şekil 4.4. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan viskozite değerleri.....	43
Şekil 4.5. Depolama süresince meyveli yoğurtlarda saptanan L* değerleri.....	45
Şekil 4.6. Depolama süresince meyveli yoğurtlarda saptanan a* değerleri.....	47
Şekil 4.7. Depolama süresince meyveli yoğurtlarda saptanan b* değerleri.....	48
Şekil 4.8. Depolama süresince meyveli yoğurtlarda saptanan renk ve görünüş puanları.....	50
Şekil 4.9. Depolama süresince meyveli yoğurtlarda saptanan yapı-tekstür puanları.....	52
Şekil 4.10. Depolama süresince meyveli yoğurtlarda saptanan tat ve koku puanları.....	53
Şekil 4.11. Depolama süresince meyveli yoğurtlarda saptanan toplam puanlar.....	56
Şekil 4.12. Depolama süresince meyveli yoğurtlarda görülen <i>S. thermophilus</i> sayıları.....	57
Şekil 4.13. Depolama süresince meyveli yoğurtlarda saptanan <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayıları.....	60
Şekil 4.14. Depolama süresince meyveli yoğurtlarda saptanan <i>L. acidophilus</i> sayıları.....	61
Şekil 4.15. Depolama süresince meyveli yoğurtlarda saptanan <i>B. bifidum</i> sayıları.....	65

1. GİRİŞ

Gıdalar, günümüzde lezzet ve besin içeriklerinin yanı sıra, fonksiyonel yararlar sağlayıp sağlamadıklarına göre de değerlendirilmektedir. Sağlıklı gıda tüketimi bilincinin gelişmesi sonucu ortaya çıkan tüketici talebinin sürekli artmasıyla birlikte fonksiyonel gıdalara olan ilgi ve bu konuda yapılan çalışmalar son yıllarda hız kazanmıştır. Probiyotik mikroorganizmalar sağlık üzerine birçok olumlu etkilere sahip olmalarından dolayı fonksiyonel gıda üretiminde kullanılmakta ve bu mikroorganizmaları içeren gıda formülasyonları üzerinde önemle durulmaktadır.

Probiyotiklerin sağlık üzerinde gösterdikleri başlıca yararları; gastro-intestinal enfeksiyonları kontrol etmesi, antimikrobiyal etki göstermesi, böbrek rahatsızlıklarını gidermesi, β -galaktosidaz gibi önemli sindirim enzimlerinin üretimi ile birlikte laktoz kullanımının iyileştirilmesi, serum kolesterol düzeyini azaltması, antimitojenik ve antikanserojenik aktivite göstermesi, bağışıklık sistemi üzerine etkileri, anti-alerji fonksiyonları, besin öğelerinin biyolojik değerini artırma, vitamin üretimi, mineral ve iz elementlerin yararlanımını artırması şeklinde sıralanabilir (Kalantzopoulos, 1997; Shah ve Lankaputhra, 1997; Scheinbach, 1998; Hagen ve Narvhus, 1999; Klaenhammer ve Kulen, 1999; Shortt, 1999; Shah, 2001; Holzapfel ve Schillinger, 2002; Tuohy ve ark., 2003).

Probiyotik mikroorganizmaların kullanımı özellikle fermente gıdalarda yaygındır ve bu gıdaların başında yoğurt gelmektedir. Yoğurdun özellikleri sütün kimyasal kompozisyonu, üretim koşulları, katkı maddeleri, inkübasyon sıcaklığı ve kullanılan starter kültürlerin aktivitesi gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir. (Kneifel ve ark., 1992; Bonczar ve ark., 2002).

Yoğurt üretiminde normal olarak *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un karışık suşları kullanılmakla birlikte lactobasillerin karışık suşları,

L. acidophilus, *Bifidobacterium* spp.'nin tek veya karışık suşlarından oluşan yoğurt organizmaları da kullanılır ki, bunlarla üretilen ürünler probiyotik-fermente süt veya bio-yoğurt olarak adlandırılır (Tamime ve Robinson, 1999). Probiyotik bakteriler sütte oldukça yavaş gelişirler ve genel uygulamalarda probiyotik yoğurt yapımında fermentasyon işlemini iyileştirmek için ortama yoğurt bakterileri de ilave edilir (Shah, 2000).

Dünyadaki çeşitli gıda örgütleri tarafından belirlenen ve fermente süt ürünlerinde bulunması gereken minimum *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* sayısı gram başına 10^6 - 10^7 koloni oluşturan birimdir (cfu g⁻¹) (IDF, 1992). Bu nedenle üreticiler ürünlerindeki probiyotik bakteri sayısının istenen düzeyde olmasını sağlayacak teknikleri araştırmaktadır (Talwalkar ve Kailasaphaty, 2004). Probiyotiklerin gıdalardaki canlılığı ve stabilitesindeki azalmayı önlemeye yönelik uygulamalardan biri de mikrokapsülasyon işlemidir (Lourens-Hattingh ve Viljoen, 2001).

Mikrokapsülasyon, hücrelerin uygun bir materyal içine hapsedilme işleminin gerçekleştirildiği bir prosestir. Böylece bakteri hücrelerinin olumsuz koşullara sahip ortamdaki, yani hücre sayısında potansiyel azalma yaratan üründen, ayrılmasına yardımcı olur. Probiyotik bakteriler meyveli yoğurtlarda şekerin ve asitliğin etkisi sonucu hücrelerin hasar görmesi ve oksijenin toksik etkisi ile canlılıklarını kısa sürede yitirmektedir. Kapsülasyon yöntemi ile probiyotik bakterilerin hem gıda maddesi içerisinde hem de vücuda alındıktan sonra bağırsak bölgesine ulaşana kadar canlılığını büyük oranda koruduğu bildirilmektedir (Krasaekoopt ve ark., 2003).

Probiyotik mikroorganizmaların mikrokapsülasyon uygulamalarında kullanılan teknikler ekstrüzyon (damlatma) ve emülsiyon (ikili faz sistemi) tekniği olmak üzere iki grup altında incelenebilmektedir. Her iki tekniğin de probiyotik bakterilerin canlılığının %85-90 düzeylerine kadar arttırdığı belirtilmektedir (Sheu ve ark., 1993; Sheu ve Marshall, 1993; Krasaekoopt ve ark., 2003).

Ekstrüzyon tekniği hidrokolloitlerle kapsül yapımında kullanılan en eski ve en yaygın yöntemdir. Bu yöntemde sertleştirici çözelti içerisine hazırlanan kolloit çözeltisinin damlalar halinde injekte edilmesiyle kapsüller elde edilmektedir. Ekstrüzyon tekniğinde destekleyici materyal olarak, alglerden ekstrakte edilen ve D-mannuronik ile L-guluronik asitten ibaret bir heteropolisakkarit olan aljinat kullanılmaktadır.

Emülsiyon tekniğinde, hazırlanan polimer çözeltisi (sürekli olmayan faz) soya, ayçiçek, kanola ve mısır yağı gibi sıvı yağlar (sürekli faz) içerisine eklenmektedir. Hazırlanan bu karışım yağda su emülsiyonu haline gelmesi için homojenize edilmektedir. Suda çözünen polimer çözeltisinin yağ fazı içerisinde çözünmeyen küçük jel formuna dönüşmesi gerekir. Bunun için hazırlanan suda-yağ emülsiyonu bir süre bekletilmektedir. Emülsiyonun iç faz partikül boyutu ne kadar küçük olursa oluşan mikrokapsüller de o kadar küçük olmaktadır. Oluşan fazın çözünmezliği kullanılan destekleyici materyale bağlı olarak değişmektedir. Elde edilen kapsüller filtrasyonla sıvı çözeltiden ayrılmaktadır. Kapsül boyutu 25µm ile 2 mm arasında değişmektedir. Emülsiyon tekniğinde destekleyici materyal olarak κ-karragenan, locust bean sakızı, selüloz asetat fitalat, aljinat, chitosan ve jelatin kullanılmaktadır (Krasaekoopt ve ark., 2004).

Yapılan literatür taramasında probiyotik bakteri içeren meyveli yoğurtlarda mikrokapsülasyon uygulamalarına rastlanmamıştır (Davis, 1970; Mann, 1971; Tamime ve Robinson, 1999). Ayrıca yukarıda da belirtildiği gibi mikrokapsülasyon, bakteri hücrelerinin olumsuz koşullara sahip ortamdan, yani hücre sayısında potansiyel azalma yaratan üründen, ayrılmasına yardımcı olmaktadır. Bu çalışmada *Bifidobacterium bifidum* (*B. bifidum*) ve *Lactobacillus acidophilus* (*L. acidophilus*)'un şekerin, asitliğin ve oksijenin olumsuz etkilerinden korunması amacıyla meyveli yoğurt üretiminde kapsüllenecek kullanılması planlanmıştır. Böylece *B. bifidum* ve *L. acidophilus*'un hem meyveli yoğurt içerisinde, hem de vücuda alındıktan sonra bağırsak bölgesine ulaşana kadar canlılığını büyük oranda koruması amaçlanmıştır.

Bu çalışma kapsamında;

1. Probiyotik karakterli *B. bifidum* BB-12 ve *L. acidophilus* LA-14 suşları serbest halde, ekstrüzyon tekniği ile sodyum aljinat içerisinde tek başlarına ve karışık olarak kapsülленerek meyveli yoğurt üretiminde kullanılmıştır.
2. Böylece mikrokapsülasyon işleminin canlı *B. bifidum* ve *L. acidophilus* sayılarına etkileri araştırılmıştır. Buna ilaveten, serbest ve kapsülленmiş *B. bifidum* ve *L. acidophilus*'un yapay mide ve bağırsak ortamı ile safraya karşı toleransları da belirlenmiştir. Bu amaçla meyveli yoğurtlarda depolamanın 1., 7., 14., ve 21. günlerinde canlı *B. bifidum* ve *L. acidophilus* sayılarındaki değişim belirlenmiştir.
3. Ayrıca kapsülleme işleminin meyveli yoğurtların kalitesine etkisini belirlemek amacıyla yoğurtların fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri de incelenmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1. Probiyotikler Hakkında Genel Bilgiler

Probiyotik kelimesi Yunanca'da "yaşam için olan" anlamı taşımakta olup günümüze kadar çok farklı tanımlamaları yapılmıştır. Huis in't Veld ve Havenaar (1991), probiyotik kavramını şu şekilde özetlemektedir: "İnsan veya hayvana uygulandığında doğal mikroflorasının özelliklerini iyileştiren, tek ya da diğer mikroorganizmalar ile kombine yaşayan mikroorganizmalardır"

2.1.1. Probiyotiklerin genel karakteristikleri

Probiyotik olarak kullanılacak suş ve türlerin sahip olması gereken karakteristikler şunlardır:

- i. İnsan orjinli olmalı,
- ii. Klinik çalışmalarla sağlık üzerine etkileri ortaya konulmuş olmalı,
- iii. Gıda ve klinik kullanımında güvenli olmalı yani patojen olmamalı ve toksin üretmemeli,
- iv. Patojenlere karşı antagonistik aktiviteye sahip olmalı,
- v. Bağırsak epitel hücrelerine tutunabilmeli,
- vi. Canlı olarak bağırsak sistemine geçebilmeli, asit ve safra tuzlarına karşı dayanıklı olmalı,
- vii. Antimikrobiyal bileşikler oluşturabilmeli,
- viii. Bağırsak sistemindeki normal flora ile rekabet edebilmeli,
- ix. Bağırsak mikroflorasını stabilize edebilmelidir (Özer, 2001; Saarela ve ark., 2002; Yıldırım ve ark., 2003).

2.1.2. Probiyotik suşların seçimi

Probiyotik suşların seçiminde göz önünde tutulan kriterleri 4 grup altında toplamak mümkündür:

- i. Güvenlik
- ii. Teknolojik uygunluk
- iii. Rekabet edebilme
- iv. Performans ve fonksiyonelliktir (Klaenhammer ve ark., 1999; Saarela ve ark., 2002).

Probiyotik bakterilerde aranan güvenlik kriterleri şunları içermektedir:

- Taksonomik teşhis doğru yapılmalı,
- Konukçunun normal bağırsak mikroflorası içinde yer almalı,
- Toksik ve patojenik olmamalı,
- GRAS (Generally Recognized as Safe) statüsüne sahip bulunmalıdır.

Probiyotiklerin sahip olması gereken teknolojik uygunluk kriterleri de şunları kapsamaktadır:

- Kitle üretime ve depolamaya uygun olmalı,
- Dondurma, depolama ve dağıtım sırasında canlılığını koruyabilmeli,
- Yüksek popülasyonlarda gelişebilmeli (10^6 - 10^8 kob g^{-1} üzerinde olmalı),
- Kültür hazırlanması, depolanması ve dağıtımını sırasında arzulanan karakteristikleri stabil kalmalı,
- Fermentasyon proseslerinde veya gıdalarda kullanıldıkları zaman istenilen duyuşsal nitelikleri sağlayabilmeli,
- İstenmeyen özellikler ortaya koymamalı ve genetik olarak stabil olmalıdır.

Probiyotik bakterilerde bulunması gereken rekabet kriterleri ise şunlardır:

- ❖ In vivo koşullarda hedef bölgede yaşayabilme, çoğalabilme ve metabolik aktivite gösterebilme yeteneğine sahip olmalı,

- ❖ Safra tuzuna dayanıklı olmalı,
- ❖ Asidik koşullara dayanıklı olmalı,
- ❖ Normal mikroflora ile rekabet edebilmeli,
- ❖ Normal mikroflora tarafından üretilen antimikrobiyallara karşı dayanıklı olmalı,
- ❖ Tutunma ve kolonize olma yeteneğine sahip olmalıdır.

Probiyotik bakterilerin sahip olması gereken *performans* ve *fonksiyonellik* kriterleri ise şunlardır:

- Klinik olarak ispatlanmış bir veya daha fazla yararlı etki gösterebilmeli (örneğin: laktoz intoleransı gibi),
- Patojenik bakterilere karşı antogonistik etki gösterebilmeli,
- İmmunostimulatör, antimutajenik ve antikarsinojenik aktivitelere sahip olmalı,
- Antimikrobiyal maddeler ve biyoaktif bileşikleri (enzimler, peptidler) üretebilmelidir (Yıldırım ve ark., 2003).

2.1.3. Probiyotik mikroorganizmalar

İnsan ve hayvan beslemesinde probiyotik olarak kullanılan başlıca mikroorganizmalar Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmalar (Kılıç, 2001)

Lactobacillus türleri	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>L. cellebiosus</i> , <i>L. delbrueckii</i> , <i>L. lactis</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>L. reuteri</i> , <i>L. brevis</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. curvatus</i> , <i>L. fermentum</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. johsonii</i> , <i>L. rhamnosus</i> , <i>L. helveticus</i> , <i>L. salivarius</i> , <i>L. gasseri</i>
Bifidobacterium türleri	<i>Bifidobacterium adolescentis</i> , <i>Bf. bifidum</i> , <i>Bf. breve</i> , <i>Bf. İnfantis</i> , <i>Bf. longum</i> , <i>Bf. thermophilum</i>
Bacillus türleri	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>B. pumilus</i> , <i>B. Lentus</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>B. coagulans</i>
Pediococcus türleri	<i>Pediococcus cerevisiae</i> , <i>P. acidilactici</i> , <i>P. pentosaceus</i>
Streptococcus türleri	<i>Streptococcus cremoris</i> , <i>Str. thermophilus</i> , <i>Str. intermedius</i> , <i>Str. lactis</i> , <i>Str. diacetilactis</i>
Bacteriodes türleri	<i>Bacteriodes capillus</i> , <i>Bacteriodes suis</i> , <i>Bacteriodes</i> <i>ruminicola</i> . <i>Bacteriodes amylophilus</i>
Propionibacterium türleri	<i>Propionibacterium shermanii</i> , <i>P. freudenreichii</i>
Leuconostoc türleri	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
Küfler	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus oryzae</i>
Mayalar	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Candida torulopsis</i>

2.2. Probiyotik Süt Ürünleri

Probiyotik gıda canlı probiyotik mikroorganizmaları içeren gıdadır. İnsan beslenmesinde üç grup probiyotik ürün bulunmaktadır. Bunlar; bebek mamaları, fermente süt ürünleri ve farmakolojik preparatlardır.

Piyasada ekşitilmiş krema, yayıkaltı, yoğurt, süttozu, dondurulmuş tatlı gibi probiyotik bakteri içeren çeşitli süt ürünleri bulunmaktadır. Genel anlamda süt endüstrisinin probiyotikleri fermente süt ürünleridir (Çizelge 2.2.) (Hull ve ark., 1992; O’sullivan ve ark., 1992; Salji, 1992; Roberfroid, 1999).

2.2.1. Probiyotiklerin insan sağlığı üzerindeki etkileri

Probiyotikler insan sağlığı üzerindeki yararlı etkilerinden dolayı özellikle süt ürünlerinde örneğin yoğurt ve diğer fermente süt ürünlerinde gıda ingredientleri olarak kullanılmaktadırlar (Saarela ve ark., 2002).

Çizelge 2.2. Probiyotik süt ürünleri (Akalm ve ark., 2000)

ürün	ülke	Probiyotik bakteri
Bifidus sütü	Bir çok ülke	<i>B. bifidum</i> veya <i>B. longum</i>
Acidophilus yoğurt	Bir çok ülke	-
Aco-yoğurt	İsviçre	<i>S. salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> <i>L. acidophilus</i>
Cultura AB-yoğurt	Danimarka	<i>L. acidophilus</i> <i>B. bifidum</i>
Biyogarde	Almanya	<i>S. salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> <i>L. acidophilus</i> <i>B. bifidum</i>
Bifiyoğurt	Almanya	<i>B. bifidum</i> veya <i>B. Longum</i> <i>S. salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i>
Gerilac	Finlandiya	<i>L. casei</i> subsp. <i>rhamnosus</i>
Yakult	Japonya	<i>S. salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i>
Bioky	Çekoslovakya	<i>L. acidophilus</i> <i>B. bifidum</i> <i>P. acidilactici</i>
Ofilus	Fransa	<i>S. salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> <i>L. acidophilus</i> <i>B. bifidum</i> ve/veya <i>B. longum</i>

2.2.2. Laktoz intolerans üzerine etkileri

Laktoza duyarlılık “laktoz intolerans” veya “laktoz malabsorbsiyon” olarak ifade edilmekte ve β-galaktozidaz üretimindeki azalmadan kaynaklanmaktadır. İnce bağırsakta β-galaktosidaz enzimin yeterli düzeyde bulunmaması sonucu laktoz hidrolize olmadan kalın bağırsağa geçer; burada bulunan mikroorganizmalar

tarafından hidrolize edilerek hidrojen gazı açığa çıkar ve bu da midede gaz toplanmasına, diyareye ve ince bağırsakta ozmotik basıncın artmasına neden olur.

Birçok probiyotik bakterinin yoğurt bakterileri dahil bifidobakteri ve laktobacillus türlerinin tüketiminin laktoz intolerans rahatsızlığını giderdiği ve belirtilerini azalttığı tespit edilmiştir (Scheinbach, 1998; Koop-Hoolihan, 2001; Özer, 2001; Shah, 2001; Ouwehand ve ark., 2002; Yıldırım ve ark., 2003).

2.2.3. Antimutajenik ve antikarsinojenik aktiviteleri

Antikarsinojenik bakteriler aktivitelerini (i) karsinojen ve prokarsinojenleri bağlayarak, (ii) antimutajenik bileşikleri üreterek, (iii) bağırsakta prokarsinojenik enzimlerin aktivitesini azaltarak, (iv) pH'sını düşürerek mikroflora aktivitesini ve safra asidi çözünürlüğünün değişmesine neden olarak, (v) bağırsaktan geçiş süresini değiştirerek fekal mutajenlerin çok hızlı bir şekilde uzaklaşmasına sebep olarak veya (vi) immun sistemi teşvik ederek gösterebilmektedirler (Scheinbach, 1998; Macfarlane ve Cummings, 1999; Saarela ve ark., 2000; Özer, 2001; Shah, 2001).

Gram-pozitif ve Gram-negatif bakteriler yüksek sıcaklıklarda oluşan mutajenik bileşikleri bağlama özelliğine sahiptirler. Probiyotik bakteriler gerek ölü gerekse canlı formda mutajenik pirolisatları hücre duvarında bulunan karbonhidrat polimerlere adsorbe edebilmektedir. Ayrıca laktobasiller nitrozaminler gibi karsinojenleri de parçalayabilmektedir. Saflaştırılmış bifidobakteriyel hücre duvarlarının antitümör aktiviteye sahip olduğu ve *B. infantis* hücre duvarının fagositlerin aktivasyonunu sağlayarak büyüyen tümör hücrelerini parçaladığı saptanmıştır. Bunlara ilaveten genotoksik metabolitler oluşturan fekal enzimlerin; örneğin glukuronidaz, azoredüktaz, üreaz, nitroredüktaz ve glikolik asit hidrolaz aktivitelerini azalttığı da tespit edilmiştir. Antikarsinojenik ve antimutajenik kanserin *L. casei*'nin üre mutajenitesini ve fekal enzim aktivitesini; *B. infantis* ve *B. longum*'um kolon karaciğer, küçük bağırsak ve meme tümörlerinin oluşumunu; *L. rhamnosus* GG ve *L. gasseri*'nin kolon kanserini ve fekal enzim aktivitesini

azalttığı saptanmıştır (Scheinbach, 1998; Koop-Hoolihan, 2001; Shah, 2001; Ouwehand ve ark., 2002; Saarela ve ark., 2002; Yıldırım ve ark., 2003)

2.2.4. Anti-alerji fonksiyonları

Yapılan araştırmalar bağırsakta kolonize olan bakterilerin, gıda alerjileri ve atopik ekzema, astım ve diğer alerjileri içeren atopik hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde önemli rol oynadığını göstermektedir. *L. rhamnosus* GG ve *B. lactis* Bb12 içeren mamalarla beslenen bebeklerde atopik ekzema semptomlarının önemli derecede azaldığı ve etkinin söz konusu bakterinin proteinleri küçük peptidlere ve amino asitlere parçalamasından ileri geldiği gözlenmiştir (Koop-Hoolihan, 2001).

2.2.5. Antagonistik aktiviteleri

Probiyotiklerin en önemli özelliklerinden birisi normal bağırsak mikroflorasını potansiyel olarak zararlı bileşiminden konukçu için yararlı bir mikroflaraya dönüştürmesidir. Probiyotik suşların patojenik bakterilere karşı antagonistik aktiviteyi laktik asit, asetik asit gibi organik asitler, hidrojen peroksit ve bakteriosin üreterek, bağırsak epitel hücrelerine patojen bakterilerin tutunmasını engelleyerek veya besin maddeleri için rekabet ederek gösterebilmektedirler. *L. rhamnosus* GG ürettiği kısa zincirli yağ asitleri vasıtasıyla anaerobik bakterileri; *L. acidophilus* LB ve LA 1 ürettiği antimikrobiyal madde ile *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *S. typhimurium*, *S. flexneri*, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *B. cereus*, *P. aeruginosa* ve *Enterobacter* suşlarını inhibe ettiği tespit edilmiştir. *L. reuteri*, *L. acidophilus* gibi birçok probiyotik bakteri *Clostridium difficile*, *E. coli* 0157:H7 ve *Helicobacter pylori* gibi bakterilere karşı antagonistik aktivite göstermektedir (Özer ve Akın, 2000; Saarela ve ark., 2000; Shah, 2001; Ouwehand ve ark., 2002; Yıldırım ve ark., 2003)

2.2.6. Bağışıklık sistemi üzerine etkileri

In vitro sistemlerde, hayvan ve insanlar üzerine yapılan araştırmalarda probiyotik bakterilerin hem spesifik (doğal immunité) hem de spesifik olmayan

(adaptif immunité) immün yanıtı arttırarak konukçunun immün sistemi üzerine pozitif etkilere sahip oldukları saptanmıştır. Bu etkileri makrofajları aktivite ederek, sitokinlerin üretimini, doğal öldürücü hücrelerin aktivitesini ve/veya immunoglobulinlerin miktarını arttırarak gerçekleştirirler. Probiyotik suşların bağırsaktaki lenfoid dokuya bağlanması ve dolayısıyla bu doku ile temas haline geçmeleri immün sistem üzerindeki etkilerini ortaya çıkmasında önemli rol oynamaktadır (Scheinbach, 1998; Saarela ve ark., 2002).

2.2.7. Antikolesterol fonksiyonları

Yüksek serum kolesterol düzeyi koroner kalp hastalığı için önemli bir risk faktörüdür. Kolesterol, lipoproteinler olarak bilinen özel protein molekülleri vasıtasıyla kanla vücut hücrelerine taşınırlar. Yüksek yoğunluklu lipoproteinler (HDL) çok az miktarda kolesterol taşıdıklarından kalp hastalıklarında daha az etkilidirler. HDL kandaki ve dokulardaki aşırı kolesterolü alarak karaciğere taşır. Düşük yoğunluklu lipoproteinler (LDL) çok fazla miktarda kolesterolü karaciğerden bütün vücut hücrelerine taşır ve bundan dolayı kötü kolesterol olarak bilinir. Düşük HDL ve yüksek LDL düzeyleri koroner kalp hastalığı riskinin yüksek olması ile ilişkilidir. Probiyotik bakteriler kan lipid düzeyi üzerine pozitif bir etkiye sahiptirler. *L. acidophilus*, *L. bulgaricus*, *L. reuteri*, *B. bifidum*, *B. longum*, *B. breve*, *B. animalis* ve *S. thermophilus* gibi birçok probiyotik bakterilerin antikolesterol etkileri ortaya konmuştur. Antikolesterol aktivite için birkaç mekanizma öne sürülmektedir. Bunlardan birincisi, laktik asit bakterileri tarafından hidrosimetilglutarat üretimidir. Hidrosimetilglutarat, kolesterol sentezinde rol oynayan hidrosimetil-glutaril redüktaz enzimini inhibe etme fonksiyonuna sahiptir. Süt ürünlerinin fermentasyonu sırasında oluşan orotik asitten kaynaklanan metabolitler de kolesterol düzeyinin düşmesine yardımcı olmaktadır. Orotik asit kolesterol sentezini inhibe etmekte; orotik asit ise serum kolesterol düzeyini azaltmaktadır. İkinci mekanizma, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* suşlarının safra asitlerini dekonjuge etmesi ve bunun sonucunda oluşan dekonjuge safra asitlerinin konjuge safra asitlerine oranla daha az lipid adsorbe etmesi nedeniyle kolesterol düzeyini azaltmasıdır. Üçüncü mekanizma ise kolesterolün Laktobasillus ve Bifidobakteriler tarafından asimile

edilmesidir (Scheinbach, 1998; Koop-Hoolihan, 2001; Shah, 2001; Saarela ve ark., 2002).

2.2.8. Besin maddeleri sentezi ve biyolojik değeri artırma fonksiyonları

Probiyotik bakterilerin beslenme açısından birçok yararları vardır. Gerek fermente gıdaların hazırlanması sırasında gerekse sindirim sisteminde bazı besin maddelerinin miktarı, biyolojik değeri ve sindirilebilirliği probiyotik suşların faaliyeti ile iyileşmektedir. Protein, yağ ve karbonhidratların bakteriler tarafından salgılanan değişik enzimler vasıtasıyla bir ön fermentasyona uğratılması bunların besin değerini artırmakta ve sindirilmelerini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca kalsiyum, magnezyum ve demir gibi minerallerin daha iyi absorbe edilmesini sağladıkları ve folik asit, niasin, biotin, pantotenik asit, B₁, B₂, B₆, ve B₁₂ ile K vitaminlerini sentezledikleri tespit edilmiştir (Gurr, 1987; Koop-Hoolihan, 2001).

2.2.9. Prebiyotikler

Prebiyotikler, probiyotik mikroorganizmalarının gelişimini ve/veya aktivitesini seçici olarak uyararak konağı olumlu yönde etkileyen, sağlığını iyileştiren gıda bileşenleridir (Rosemary ve Walzem, 1998). Sindirime uğramadan kalın bağırsağa ulaşan herhangi bir gıda maddesi potansiyel bir prebiyotiktir (Rosemary ve Walzem, 1998; Pereira ve Gibson, 2002). Sindirilmeyen karbonhidratlar, bazı peptidler ve lipidler bu grupta yer almaktadır. Bağırsakta bulunan probiyotik bakteriler tarafından seçici olarak fermente edilen prebiyotiklerin etkili olmaları için fermentasyonun seçici olması gerekmektedir (Rosemary ve Walzem, 1998; Hugenholtz, 2002; Can ve Özçelik, 2003).

Bir gıda bileşeninin “prebiyotik” olarak tanımlanabilmesi için:

- Gastro-intestinal sistemin üst kısmında hidrolize edilmemesi (mide asitlerine dayanıklı olması) veya ince bağırsakta emilime uğramaması,
- Bağırsaktaki faydalı bakteriler tarafından seçici olarak fermente edilmesi,

- Bağırsak mikroflorasının kompozisyonunu daha sağlıklı olacak şekilde değiştirmesi,
- Konağın sağlığı üzerinde olumlu etkilerinin bulunması gerekmektedir (Fooks ve ark., 1999).

Günümüzde prebiyotik özelliğe sahip gıda bileşenlerinden başlıcaları Fruktooligosakkaritler (FOS), inülin, oligofruktoz, glukooligosakkaritler, galaktooligosakkaritler (GOS), transgalaktooligosakkaritler, isomaltooligosakkaritler (IMO), ksilooligosakkaritler, soya fasulyesi oligosakkaritleri (SOS), gentiooligosakkaritler, dirençli nişasta, laktuloz, laktosukroz, palatinoz, polidekstroz, pirodekstrin, raftilin, rafinoz olarak verilebilir (Rosemary ve Walzem, 1998; Fooks ve ark., 1999; Holzapfel ve Schillinger, 2002).

Prebiyotik etkiye sahip maddeler arasında oligosakkaritler özellikle fruktooligosakkaritler ve inülin önemli bir yer tutmaktadır (Perin ve ark., 2001).

2.3. Probiyotik Yoğurtlar

Probiyotik bakterilerin gıdada canlılığını koruması büyük önem taşımaya karşın, yapılan çeşitli çalışmalar bakterilerin ürünün raf ömrü süresince belli düzeylerde canlılığını yitirdiğine işaret etmektedir (Hekmat ve McMahan, 1992; Kraesaekoopt ve ark., 2003). Probiyotik mikroorganizmaların gıdadaki canlılıklarını etkileyen başlıca faktörler arasında kullanılan tür ya da suşa ait özellikler, ortamda bulunan bakteri türleri arasındaki etkileşimler, inokülasyon oranı, ürünün asitliği, depolama sırasında asit üretimi, depolama sıcaklığı, üründeki oksijen düzeyi, ambalajın oksijen geçirgenliği, üründeki diğer starter bakteriler tarafından üretilen antimikrobiyel maddeler ve üründeki besin yetersizliği sayılabilir (Hekmat ve McMahan, 1992; Saarela ve ark., 2000; Shah, 2000; Shah, 2001). Bu faktörlerden kaynaklanan probiyotiklerin canlılığı ve stabilitesindeki azalma, çeşitli uygulamalarla önlenmeye ya da aza indirilmeye çalışılmaktadır. Bunlar arasında gıdada kullanılmak üzere asit ve tuza dayanıklı suşların seçimi, oksijen geçirgenliği olmayan ya da düşük olan ambalaj kullanımı, askorbik asit ilavesi, gelişim faktörleri

ve prebiyotik kullanımı yer almaktadır (Shah ve Lankaputhra, 1997; Adhikari ve ark., 2000; Shah, 2000; Picot ve Lacroix, 2004).

Probiyotik bakterilerin en çok kullanıldığı ürün olan yoğurtlarda probiyotiklerin, özellikle de bifidobakterilerin zayıf canlılık gösterdikleri belirtilmektedir. *L. acidophilus* ve *L. casei* asidi tolere edebilen türler olmasına rağmen asidik koşullar altında sayılarında hızlı bir düşüş gözlenmektedir. Bifidobakterler ise, *L. acidophilus* kadar aside dirençli değildir. *L. acidophilus* ve *L. casei* pH 4.0'ün altında gelişebilirken, *Bifidobacterium* spp. türleri pH 5.0'in altında gelişimleri yavaşlamaktadır (Nighswonger ve ark., 1996; Shah ve Lankaputhra, 1997). Bu bakterilerin yoğurtta düşük canlılık göstermelerinin en önemli nedeni yoğurdun yüksek asitlik değerine sahip olmasıdır.

Nighswonger ve ark. (1996) fermente sütlerde depolama süresince canlı *L. acidophilus* ve *L. casei* sayısını araştırmış ve *L. casei*'nin buzdolabı koşullarında depolama sırasında *L. acidophilus* kadar, hatta daha fazla stabil olduğunu bildirmişlerdir.

Ticari kültürlerle üretilen yoğurtlarda probiyotik bakteri ve yoğurt bakterilerinin canlılığının araştırıldığı bir çalışmada, depolama süresince bakterilerin canlılık oranının suşlara bağlı olarak değiştiği ve ürünlerdeki çözünen oksijen miktarı azaldıkça tüm probiyotik bakterilerin canlılık oranının arttığı açıklanmıştır. Ayrıca *L. acidophilus* dışındaki bakterilerin depolama sıcaklığından etkilendiği ve canlı bakteri sayısının depolama süresince düşüş gösterdiği belirlenmiştir (Dave ve Shah, 1997a).

Ticari kültürlerle üretilen yoğurtlara askorbik asit ilavesinin canlı probiyotik bakteri sayısına etkisi araştırılmış ve askorbik asit konsantrasyonu arttıkça *S. thermophilus* ve *L. acidophilus* sayısının azaldığı, *L. delbrueckii* subsp.

bulgaricus sayısının arttığı ve Bifidobakteri sayısının değişmediği belirlenmiştir (Dave ve Shah, 1997b).

Ticari kültürlerle üretilen yoğurtlara sistein ilavesinin canlı probiyotik bakteri sayısına etkisinin araştırıldığı bir başka çalışmada *L. acidophilus* sayısının arttığı, yoğurt kültürü olarak sadece *S. thermophilus* kullanıldığı zaman da bifidobakteri sayısının arttığı bildirilmiştir (Dave ve Shah, 1997c).

Yağlı ve yağsız sütlere farklı oranda *L. acidophilus* inoküle edilerek üretilen fermente sütlerde, *L. acidophilus* sayısının yağsız sütlerde daha yüksek olduğu, asetaldehit içeriğinin ise değişmediği belirlenmiştir (Gardini ve ark., 1999).

Buzdolabında depolanan Arjantin yoğurtlarında depolama süresince probiyotik mikrofloranın incelendiği bir çalışmada 4.5'in altındaki pH'larda hücre canlılığının tehlikeye düştüğü belirlenmiştir (Vinderola ve ark., 2000).

Karbonatlı sütlerin özellikleri ve probiyotik bakterilerin canlılığı konulu araştırmada AT (*S. thermophilus* ve *L. acidophilus*) ve ABT (*S. thermophilus*, *L. acidophilus* ve *B. bifidum*) kültürleri kullanılmıştır. Her üç bakterinin hücre sayısında depolama süresince azalma görülmüş, fakat sayıları 10^6 g⁻¹'in üzerinde olmuştur. CO₂ içeriği AT kültürle üretilen ürünlerde canlı bakteri sayısını önemli düzeyde etkilemezken, ABT kültürle üretilenlerde *L. acidophilus* sayısının azalmasına neden olmuştur (Vinderola ve Reinheimer, 2000).

Koyun sütünden üretilen probiyotik fermente sütlerde kültür çeşidinin ve sütün yağ içeriğinin ürünün tüm özelliklerini etkilediği belirlenmiştir (Bonczar ve ark., 2002).

Ticari kültürle üretilen yoğurtlarda *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* spp. ve *L. casei*'nin sayımı için selektif ve farklı besiyerlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada bakteri sayımı için yeni standard metotların geliştirilmesi gerektiği belirlenmiştir (Talwalkar ve Kailasaphaty, 2003).

Akın ve Güler-Akın (2005), inkübasyon sıcaklığının bio-yoğurtların mikroflorası, kimyasal kompozisyonu ve duyuşal özelliklerine etkisini araştırdıkları çalışmalarıında, inkübasyon sıcaklığının ve depolama süresinin yoğurtların tüm özelliklerini etkilediğini belirlemişler ve 37°C'de inkübe edilen bio-yoğurtlarda canlı bakteri sayısının, 42°C'de inkübe edilenlerden yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Güler-Akın (2005), koyun sütünden üretilen bio-yoğurtlarda inkübasyon sıcaklığının probiyotik bakterilerin canlılığı üzerine etkisini araştırdığı çalışmada, düşük sıcaklıkta (37°C) inkübe edilen yoğurtlarda canlı bakteri sayısının daha yüksek olduğunu belirlemiştir.

Güler-Akın ve Akın (2007), inkübasyon sıcaklığı ve sistein ilavesinin keçi sütünden üretilen bio-yoğurtların mikroflorası, kimyasal kompozisyonu ve duyuşal özelliklerine etkisini araştırdıkları çalışmalarıında, sistein ilavesi ve inkübasyon sıcaklığının bio-yoğurtların tüm özelliklerini etkilediğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar en yüksek canlı bakteri sayısına sistein ilave edilen ve 37°C'de inkübe edilen örneklerin sahip olduğunu saptamışlardır.

Gıdaların tüketimiyle vücuda giren probiyotik bakteriler, bağırsak sisteminin alt bölgesine ulaşana kadar ağızda başlayan ve çeşitli stres ortamlarıyla karşılaştıkları bir yolculuktan geçerler. Probiyotik bakterinin alımından itibaren mideyi terk edene kadar geçen sürenin yaklaşık 90 dakika olduğu belirtilmektedir (Berrada ve ark., 1991). Ancak, mide sonrasında gerçekleşen ileri sindirim işlemleri düşünüldüğünde bu süre daha da uzamaktadır. Bu nedenle bakterinin mide ve bağırsaktaki stres koşullarına karşı dayanıklı olması gerekmektedir. Bakteri hücrelerinin stresi, pH değeri yaklaşık 1.5 olan midede başlamaktadır. Bakteri hücreleri, mideden sonra

safraya salgılanmakta olan bağırsak sisteminin üst bölgesine ulaşır. İnsan gastrointestinal sistemindeki safraya konsantrasyonu değişken olduğu ve herhangi bir an için bir tahminde bulunmanın güç olduğu belirtilmektedir. Bu zor koşullardan geçtikten sonra, hücreler bağırsak sisteminin alt bölgesinde bulunan epitel hücrelerde kolonize olmaktadır (Chou ve Weimer, 1999).

Probiyotik mikroorganizmanın seçiminde en önemli parametrelerden biri; kullanılan mikroorganizmanın gastrointestinal sistemden geçmesi esnasında metabolik ve biyolojik aktivitesini kaybetmemesi ve pH'nın 1.5 düzeylerine kadar düştüğü midede ve bağırsaktaki farklı safraya konsantrasyonlarında canlı kalma yeteneğine sahip olmasıdır. *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. suşlarının birçoğunun asit ve safraya tuzlarından olumsuz etkilendiği, bağırsaktaki sert koşullarda canlı kalma düzeylerinin düşük olduğu ve bu suşların fermente gıdalarda diyet katkısı olarak kullanımlarının uygun olmadığı belirtilmektedir (Shah, 2000; Krasaekoopt ve ark., 2003). Bu nedenle asit ve safraya dirençli uygun suşların seçiminin yeterli düzeydeki bakterinin kalın bağırsağa ulaşmasına ve probiyotik yararların oluşmasına yardımcı olacağı ifade edilmektedir.

Daha önce de söz edildiği gibi, yapılan bir çok çalışma ürünün raf ömrü süresince çeşitli faktörler nedeniyle probiyotik bakterilerin belli düzeylerde canlılıklarını yitirdiğine işaret etmektedir. Probiyotiklerin gıdalardaki canlılığı ve stabilitesindeki azalma, çeşitli uygulamalarla önlenmeye ya da en aza indirilmeye çalışılmaktadır. Bu amaçla son yıllarda probiyotik bakterilerin enkapsülasyonu ile ilgili çalışmalar önem kazanmıştır. Mikrokapsülasyon tekniği kullanılarak koruyucu materyal ile kaplanan mikroorganizmalar, canlılıklarının korunması, bakteriyofaj enfeksiyonunun engellenmesi ve çeşitli proseslere karşı dayanıklılıklarının artması nedeniyle yoğurt, peynir, dondurulmuş süt ürünleri ve biomass üretiminde kullanılmaktadır (Krasaekoopt ve ark., 2003).

Picot ve Lacroix (2004) gerçekleştirdikleri çalışmalarında, peynir suyu proteini esaslı mikrokapsüllerde emülsiyon ve püskürterek kurutma tekniği ile enkapsülasyonun iki farklı bifidobacter suşunun (*B. breve* R070 ve *B. longum* R023)

canlılıkları üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonunda bakterilerin peynir suyu proteini esaslı mikrokapsüllerde immobilizasyonunun hücre canlılığını ve yüksek asitli ortamlara toleranslarını arttırdığını, ancak kullanılan bakteri suşuna ve yöntemeye bağlı olarak enkapsülasyon veriminin farklılık gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Jel konsantrasyonu ve tanecik boyutu arttıkça kapsüle edilen hücrelerin ölüm hızlarında azalmanın meydana geldiğini gösteren bir diğer alışma Chandramouli ve ark. (2004) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu alışma ile aynı zamanda enkapsülasyon sırasında hücre yükünün artırılmasıyla yapay mide ortamında 3 saat süren inkübasyon sonunda canlı kalan bakteri düzeyinin artış gösterdiği gözlenmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

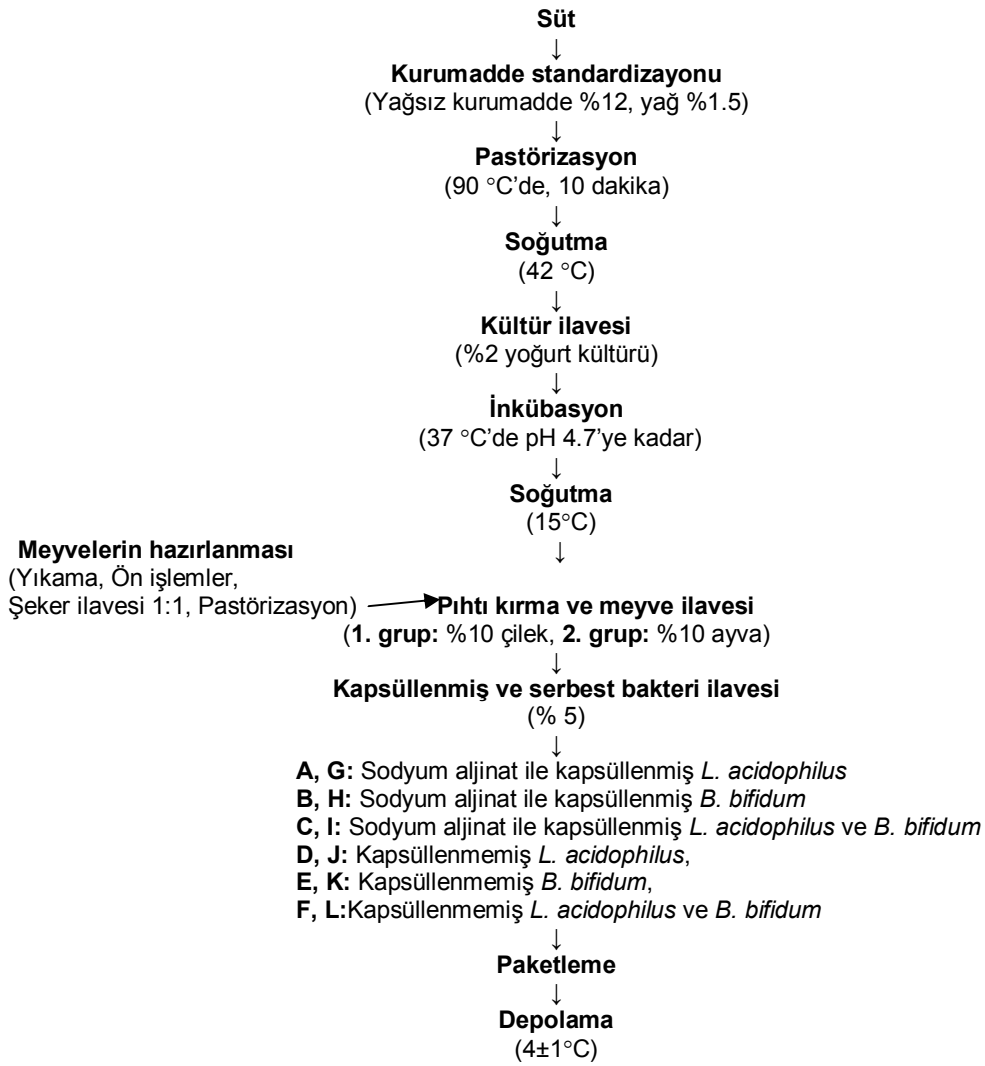
Çalışmada, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Döner Sermaye İşletmesinden sağlanan inek sütleri kullanılmıştır. Sütler DVS yoğurt kültürü (*S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) ve *L. acidophilus* LA-14 ve *B. bifidum* BB12 (yeni adı *B. lactis*) probiyotik kültürleri ile inoküle edilmiştir. Kapsül materyali olarak sodyum aljinat kullanılmıştır. Çalışmada yaz meyvesi olarak çilek, kış meyvesi olarak ayva denenmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Yoğurt üretimi

Stirred tip meyveli yoğurt üretiminde Tamime ve Robinson (1999) tarafından önerilen yöntem uygulanmıştır. Yoğurt üretimi 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Sütlerin yağ içeriği %1.5'e standardize edildikten sonra 90°C'de 10 dakika pastörize edilmiş, sonra 45°C'ye soğutulmuş ve %2 yoğurt kültürü inoküle edilerek, 42°C'de pH'ları 4.7'ye ulaşınca kadar inkübe edildikten sonra 15°C'ye kadar soğutulmuştur. Yoğurtlar iki gruba ayrılarak pıhtısı kırılmış (Pıhtı kırma işlemi yoğurdun mikser (Moulinex, Fransa) ile en düşük devirde 3 dakika karıştırılması ile gerçekleştirilmiştir) ve birinci gruba çilek, ikinci gruba ise ayva ilave edilmiştir (Yapılan ön denemelerde meyve ilave oranı %10 olarak belirlenmiştir). Her bir yoğurt kendi içinde 6 gruba ayrıldıktan sonra serbest ve kapsüllenmiş probiyotik kültür ilavesi yapılmıştır (Uygulamalar arasında fark olmaması için serbest ve kapsüllenmiş probiyotik kültür ilavesi pıhtı kırma işlemi esnasında yapılmıştır). Birinci gruba sodyum aljinat içinde kapsüllenmiş %5 *L. acidophilus*, ikinci gruba

sodyum aljinat içinde kapsüllenmiş %5 *B. bifidum*, üçüncü gruba sodyum aljinat içinde kapsüllenmiş %5 *L. acidophilus* ve *B. bifidum*, dördüncü gruba kapsüllenmemiş %5 *L. acidophilus*, beşinci gruba kapsüllenmemiş %5 *B. bifidum*, altıncı gruba kapsüllenmemiş %5 *L. acidophilus* ve *B. Bifidum* ilave edilmiştir (Şekil 3.1). Daha sonra 200 ml'lik plastik kaplara doldurulan örnekler soğukta ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) 21 gün süre ile depolanmıştır.



Şekil 3.1. Meyveli probiyotik yoğurt üretimi akış şeması

3.2.2. Meyvelerin hazırlanması

Meyveler seçme, yıkama ve ayıklama işlemlerinden sonra bıçaklı parçalayıcıdan geçirilerek boyutu küçültülmüştür. Boyutu küçültülen meyveler tartılmış ve tartılan meyve miktarı kadar şeker ilave edilmiştir. Ayrıca 1 Kg meyveye 2 g strik asit karşılık gelecek şekilde strik asit katılmıştır. Meyveler, şekerle 15 dakika kaynatılmış ve oda sıcaklığına soğutulurken brix değerleri ölçülmüştür: ayvanın brix değeri 59,5°Brix ve çileğin brix değeri 55,5°Brix ölçülmüştür. Bu şekilde hazırlanan meyveler yoğurt üretiminde kullanılmak üzere kapalı plastik kaplarda dondurularak muhafaza edilmiştir.

3.2.3. Ekstrüzyon yöntemi ile sodyum aljinat kapsülünün hazırlanması

Kullanılan tüm cam malzemeler ve çözeltiler 121 °C'de 15 dakika süreyle sterilize edilmiştir. 250 ml fermente süt (tek tek ve karışım halinde *L. acidophilus* LA-14 ve *B. bifidum* BB12 içeren) 1000 ml %2'lik (w/v) steril (121°C'de 15 dk) sodyum aljinat solüsyonu ile karıştırılmıştır. Hücre süspansiyonu 0.11 mm'lik iğne ile 0.05 M'lık steril CaCl₂ içerisine enjekte edilmiştir (Resim 3. 2). Oluşan kapsüller, yeterli sertliği kazanmaları amacıyla 30 dk süre ile çözelti içerisinde bırakılmış, sonra süzölmüş ve %0.1'lik steril peptonlu su içinde 4°C'de muhafaza edilmiştir (Krasaekoopt ve ark., 2003).



Şekil 3.2. Sodyum aljinat kapsülleri

3.3. Analitik Yöntemler

3.3.1. Çiğ Süt Analizleri

3.3.1.1. pH Tayini

pH değerleri dijital pH metre ile saptanmıştır (A. O. A. C., 1990).

3.3.1.2. Titrasyon asitliği tayini

Asitlik tayini alkali titrasyon yöntemine göre yapılmış ve alkali olarak ayarlı 0.1 N NaOH kullanılmıştır. Sonuçlar % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (Anonim, 1994).

3.3.1.3. Kurumadde oranları

Kurumadde belirli miktarlardaki örneğin 100 ±2 °C'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulması ile gravimetrik olarak belirlenmiştir. Sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (Anonim, 1994).

3.3.1.4. Yağ oranları

Yağ oranları 0-8 taksimathı özel süt bütirometresi ile Gerber yöntemi ile % olarak belirlenmiştir. Santrifüj olarak termostatlı Gerber santrifüjü kullanılmıştır (Anonim, 1994).

3.3.1.5. Protein oranları

Protein oranları, yaş yakmaya tabi tutulan örneklerin mikro Kjeldahl yöntemi ile azot miktarlarının saptanması ve bulunan azot miktarının 6.38 faktörü ile çarpılması ile hesaplanmıştır (IDF, 1993).

3.3.1.6. Kül oranları

Kül, belirli miktarlardaki örneğin 550 ± 2 °C'de kül fırınında yakılması ile gravimetrik olarak belirlenmiştir. Sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (A.O.A.C., 1990).

3.3.2. Meyveli yoğurt analizleri

Yoğurtlarda depolamanın 1., 7., 14., ve 21. günlerinde aşağıdaki analizler yapılmıştır:

3.3.2.1. pH tayini

Yoğurtlarda pH değerleri dijital pH metre ile saptanmıştır (A. O. A. C., 1990).

3.3.2.2. Titrasyon asitliği tayini

Asitlik tayini alkali titrasyon yöntemine göre yapılmış ve alkali olarak ayarlı 0.1 N NaOH kullanılmıştır. Sonuçlar % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (Anonim, 1989).

3.3.2.3. Serum ayrılması

Kessler ve Kammerlahner (1982) tarafından tanımlanan yöntemin Atamer ve Sezgin (1986) tarafından modifiye edilmiş şekli olan, 25 g yoğurt örneğinden buzdolabı sıcaklığında 3 saat sonra kaba filtre kağıdından geçerek ayrılan serumun volumetrik (ml) olarak ölçülmesi esas alınmıştır.

3.3.2.4. Viskozite

T bar başlıklı Brookfield viskozimetresi kullanılarak ölçülmüştür (Özer ve ark., 1997).

3.3.2.5. Kapsülenmiş bakterilerin sayılması

Kapsülenmiş bakterilerin sayılması için kapsüller Sheu ve Marshal'ın (1993) belirttiği yönteme göre ayrılmıştır. 1 g sodyum aljinat kapsülü 9 ml fosfat bufferda (0.1 M, pH 7.0) karıştırılarak, stomacher'da 10 dakika süreyle homojenize edildikten sonra, *S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. acidophilus* ve *B. bifidum* sayımları için sırasıyla M 17 agar (Rybka ve Kailasaphaty, 1996), MRS agar (Rybka ve Kailasaphaty, 1996), MRS-Sorbitol agar (Dave ve Shah, 1996) ve MRS-NNLP (Dave ve Shah, 1996) kullanılmış ve 37°C'de 72 saat süreyle *S. thermophilus* aerobik, diğer bakteriler anaerobik koşullarda inkübe edilmiştir.

Yoğurtlardaki kapsülenmiş bakterilerin sayımı için 5 g yoğurt örneği alınarak 4.5 ml %0.1'lik peptonlu su ile karıştırılmış ve kapsüllerin ayrılması için stomacher'da 30 dakika (4°C) süreyle homojenize edilmiştir. Aynı koşulları korumak için serbest bakteri içeren örneklere de aynı işlemler uygulanmıştır. Hazırlanan örnekler %0.1'lik peptonlu su ile dilue edilerek petrilere ekilmiştir (Kailasaphaty ve Sultana, 2003). Besiyerlerinin hazırlanması ve inkübasyon koşulları yukarıda açıklandığı şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.3.2.6. Yapay mide ve bağırsak ortamına tolerans

Probiyotiklerin yapay mide ve bağırsak ortamlarına toleranslarını belirlemek amacıyla, laboratuvar koşullarında yapay mide ve bağırsak ortamları oluşturularak ayrı ayrı probiyotik bakteri canlılığı üzerine etkisi test edilmiştir. Kapsüllenmemiş hücreler ile mikrokapsüle edilen hücreler belirli sürelerde bu ortama maruz bırakılmış ve süre sonunda canlı bakteri sayımı işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla yeni hazırlanmış 1 g kapsül pepsin içermeyen 10 mL steril yapay mide suyu içeren (%0.2 NaCl içeren ve pH'sı 1.55 olan 0.08 M HCl) bir tüpe konulmuş ve 37°C'de 30, 60, 90 ve 120 dakika inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra kapsüller çıkarılmış ve %0.6 safra tuzu içeren ve safra tuzu içermeyen 9 mL steril yapay bağırsak suyunda (pH'sı 7.43 olan 0.05 M KH₂PO₄) 37°C'de 120 dakika inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra 1.0 mL örnek alınarak her bir bakteri için 3.3.2.5'te açıklandığı şekilde ekim yapılmıştır (Sultana ve ark., 2000; Krasaekoopt ve ark, 2004).

3.3.2.7. Safraya karşı tolerans

Bu amaçla laboratuvar koşullarında hazırlanan farklı konsantrasyonlardaki safra çözeltilerinin serbest ve kapsüle formdaki bakterilerin canlılığı üzerine etkisi test edilmiştir. Yeni hazırlanmış 1 g kapsüle, pH'sı 8.25 olan %0.6'lık 10 mL steril safra tuzu ilave edilmiş ve 37°C'de 2 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra kapsüller %0.1'lik peptonlu su ile yıkanmış ve her bir bakteri için 3.3.2.5'te açıklandığı şekilde ekim yapılmıştır (Krasaekoopt ve ark, 2004).

3.3.2.8. Renk analizi

Yoğurtların renkleri Hunter lab Color Quest XE (HCL-405) ile (D65/10°) belirlenmiştir (Anonymous, 2001).

3.3.2.9. Duyusal analizler

Yoğurtlarda depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde 10 kişiden oluşan panel tarafından Ranking test modeli kullanılarak Bodyfelt ve ark.'na (1988) göre yapılmıştır.

3.3.2.10. İstatistiksel analizler

İstatistik analizler "Tasadüf Parselleri Faktöriyel Deneme Planı"na göre (2x3x3x4x3) yapılmış ve SPSS 9.0 paket programı kullanılmıştır. Fiziksel ve kimyasal özellikler açısından, örnekler arasında farklılık olup olmadığını saptamak için varyans analizi yapılmış ve varyans analizinde önemli olanlar LSD testine tabi tutulmuştur. Duyusal analiz sonuçlarına non-parametrik testlerden "Kruskal Wallis" sıra puanları varyans analizi uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. In Vitro Koşullarda Kapsülenmemiş ve Kapsülenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum*'un Canlı Kalma Süreleri

4.1.1. Kapsülenmemiş ve kapsülenmiş bakteri sayıları

Kullanılan kültürdeki başlangıç *L. acidophilus* sayısı 9.94 log kob g⁻¹ iken, sodyum aljinat kapsülündeki sayı 9.31 log kob g⁻¹ olarak belirlenmiştir. Kapsülasyon işleminin *L. acidophilus* sayısına etkisinin istatistiksel olarak önemli (p<0.01) olduğu belirlenmiştir.

Kültürdeki *B. bifidum* (yeni adı *B. lactis*) sayısı 9.91 log kob g⁻¹ olarak saptanırken, sodyum aljinat kapsülündeki sayının ise 9.34 log kob g⁻¹ olduğu belirlenmiştir. Kapsülleme işleminde yüksek bir hücre sayısına ulaşılmış ve kapsülleme işleminin *B. bifidum* sayısını önemli düzeyde etkilediği (p<0.01) görülmüştür.

Kültür olarak *L. acidophilus* ve *B. bifidum* karışımı kullanıldığında başlangıçtaki bakteri sayılarının daha yüksek olduğu görülmüştür (*L. acidophilus* için 9.98 log kob g⁻¹, *B. bifidum* için 9.96 log kob g⁻¹). Sodyum aljinat kapsüllerindeki *L. acidophilus* ve *B. bifidum* sayıları da sırasıyla 9.54 ve 9.48 log kob g⁻¹ olarak belirlenmiştir. Kapsülasyon işlemi ve kültür çeşidi interaksiyonunun *L. acidophilus* ve *B. bifidum* sayılarına etkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğu (p<0.01) saptanmıştır.

4.1.2. *L. acidophilus* ve *B. bifidum*'un yapay mide ve bağırsak ortamına toleransı

Midedeki asidik ortamın kapsüllenmiş ve serbest probiyotik bakteri sayısına etkisini belirlemek için in vitro sistem kullanılmıştır. Kùltürler yapay mide ortamında 2 saat inkübe edildikten sonra, 2 saat de %0.6 safra tuzu içeren ortamda bekletilmiştir. Sonuçlar Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Kùltürlerin tek başına veya karışım halinde kullanılmasının canlı bakteri sayısına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Kùltür karışım halinde kullanıldığında hem *L. acidophilus* hem de *B. bifidum* sayıları tek başlarına kullanılmalarına göre daha yüksek olmuştur. *L. acidophilus*'un canlı kalma oranının *B. bifidum*'dan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Diğer çalışmalarda da *L. acidophilus*'un yüksek asitliğe ve safraya karşı daha fazla tolerans gösterdiği bildirilmektedir (Sultana ve ark., 2000; Krasaekoopt ve ark., 2004).

Yapay mide ortamındaki yüksek asitliğin *B. bifidum* sayısını önemli düzeyde azalttığı belirlenmiştir. Kapsüllenmiş hücrelerin aside toleransı ise daha yüksek olmuştur. Ortam koşullarının bakteri sayısına etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$).

Çizelge 4.1. Yapay mide ortamında (pH 1.55) 2 saat inkübe (37°C) edildikten sonra safra tuzu içeren (%0.6) ve içermeyen yapay bağırsak ortamında (pH 7.43) 37°C'de 120 dakika inkübe edilen kapsüllenmemiş ve kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* (yeni adı *B. lactis*) sayıları

Bakteri	Koşullar	Kaplama Materyali	Canlı Bakteri Sayısı (log kob g ⁻¹ kapsül)*				
			0. dk	30. dk	60. dk	90. dk	120. dk
<i>L. acidophilus</i>	Safra tuzu içeren (%0.6)	Kapsüllenmiş	8.28±0.02 ^{e1}	6.04±0.02 ^{1z}	5.36±0.03 ⁰³	4.40±0.01 ^{e4}	3.81±0.01 ⁰⁵
		Kapsüllenmemiş	8.21±0.03 ¹¹	5.26±0.02 ⁰²	3.85±0.03 ⁰³	2.04±0.01 ⁰⁴	1.93±0.03 ⁰⁵
	Safra tuzu içermeyen	Kapsüllenmiş	8.50±0.03 ^{a1}	7.63±0.01 ⁰²	6.93±0.01 ⁰³	5.13±0.01 ⁰⁴	4.51±0.01 ⁰⁵
		Serbest	8.41±0.02 ^{c1}	6.27±0.01 ^{e2}	4.04±0.04 ⁰³	3.33±0.03 ⁰⁴	2.48±0.02 ⁰⁵
Karışık Kültürde <i>L. acidophilus</i>	Safra tuzu içeren (%0.6)	Kapsüllenmiş	8.32±0.02 ^{d1}	6.48±0.04 ⁰²	5.29±0.01 ^{e3}	4.76±0.01 ^{c4}	3.88±0.03 ^{c5}
		Kapsüllenmemiş	8.21±0.01 ¹¹	7.96±0.02 ^{a2}	5.67±0.03 ^{c3}	4.03±0.02 ¹⁴	1.85±0.02 ⁰⁵
	Safra tuzu içermeyen	Kapsüllenmiş	8.43±0.03 ^{d1}	7.96±0.03 ^{a2}	7.80±0.01 ^{a3}	5.92±0.01 ^{a4}	4.93±0.02 ^{ab}
		Kapsüllenmemiş	8.43±0.04 ^{d1}	6.88±0.01 ^{c2}	5.10±0.01 ¹³	4.45±0.01 ^{d4}	2.98±0.03 ^{e5}
<i>B. bifidum (B. lactis)</i>	Safra tuzu içeren (%0.6)	Kapsüllenmiş	8.18±0.01 ^{c1}	7.42±0.03 ⁰²	5.54±0.01 ⁰³	3.84±0.01 ^{c4}	2.60±0.01 ⁰⁵
		Kapsüllenmemiş	5.29±0.03 ^{e1}	2.74±0.02 ¹²	1.00±0.01 ¹³	0.14±0.01 ⁰⁴	0.00±0.00 ⁰⁵
	Safra tuzu içermeyen	Kapsüllenmiş	8.62±0.01 ^{a1}	7.07±0.01 ^{c2}	6.81±0.02 ^{a3}	5.18±0.02 ^{a4}	4.52±0.01 ⁰⁵
		Kapsüllenmemiş	5.63±0.01 ^{d1}	3.81±0.03 ^{e2}	0.89±0.02 ⁰³	0.26±0.05 ¹⁴	0.00±0.00 ⁰⁵
Karışık Kültürde <i>B. bifidum (B. lactis)</i>	Safra tuzu içeren (%0.6)	Kapsüllenmiş	8.32±0.01 ^{d1}	7.93±0.01 ^{a2}	5.77±0.02 ^{c3}	3.90±0.03 ^{b4}	2.71±0.03 ^{c5}
		Kapsüllenmemiş	5.20±0.01 ¹¹	4.00±0.04 ⁰²	1.00±0.01 ¹³	0.92±0.01 ^{e4}	0.15±0.04 ⁰⁵
	Safra tuzu içermeyen	Kapsüllenmiş	8.60±0.02 ^{a1}	7.06±0.05 ^{c2}	6.08±0.04 ^{b3}	5.16±0.05 ^{a4}	4.70±0.01 ^{ab}
		Kapsüllenmemiş	5.63±0.01 ^{d1}	4.04±0.02 ⁰²	1.74±0.01 ^{e3}	1.60±0.02 ^{d4}	0.21±0.05 ^{e5}

* Aynı sütunda farklı küçük harf ile gösterilen değerler kültür çeşidine, safra tuzuna ve kapsül materyaline göre, aynı satırda farklı rakam ile gösterilen değerler, inkübasyon süresine göre birbirinden farklıdır (p<0.01). İstatistiksel analizler her bir bakteri için ayrı ayrı yapılmıştır.

Safra tuzu içermeyen ortamdaki bakteri sayısı, safra tuzu içeren ortama göre daha yüksek olmuştur. Sultana ve ark. (2000), Sun ve Griffiths (2000) ve Krasaekoopt ve ark. (2004) tarafından da benzer bulgular elde edilmiştir.

Bakterilerin kapsüllenmesi canlılıklarını önemli düzeyde arttırmıştır ($p<0.01$). Sodyum aljinat kapsülleri içindeki bakteri sayısının kapsüllenmemiş bakteri sayısından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sultana ve ark. (2000) ve Krasaekoopt ve ark. (2004) da kapsülasyon işleminin bakteri sayısını arttırdığını bildirmiştir.

İnkübasyon süresine bağlı olarak canlı bakteri sayısının azaldığı ve bu azalmanın da istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.01$).

4.1.3. Probiyotik bakterilerin safraya karşı toleransı

Probiyotik bakteri suşlarının seçiminde en önemli kriter safra tuzlarına dayanımlarıdır. Kapsüllenmemiş ve kapsüllenmiş hücreler sindirim sistemine benzer yapay bir ortamda tutularak kapsülasyon işleminin bakterilerin canlılığına etkileri saptanmıştır. Farklı konsantrasyonlarda safra tuzu içeren (%0.6 ve %1) çözeltilerde (pH 8.25) 37°C'de 120 dakika inkübe edilen kapsüllenmemiş ve kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* sayıları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı konsantrasyonlarda safra tuzu içeren (%0.6 ve %1) çözeltilerde (pH 8.25) 37°C'de 120 dakika inkübe edilen kapsüllenmemiş ve kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* (yeni adı *B. lactis*) sayıları

Bakteri	Kapsül Materyali	Safra Tuzu Konsant-rasyonu	Canlı Bakteri Sayısı (log kob g ⁻¹ kapsül)*				
			0 dk	30dk	60dk	90 dk	120 dk
<i>L. acidophilus</i>	Kapsüllen miş	%0.6	9.50±0.03 ^{a1}	8.63±0.01 ^{b2}	7.93±0.01 ^{b3}	6.13±0.01 ^{b4}	5.41±0.03 ^{b5}
		%1	9.28±0.02 ^{e1}	7.04±0.02 ^{1z}	6.36±0.03 ^{d3}	5.40±0.01 ^{d4}	4.51±0.03 ^{c5}
	Kapsüllen memiş	%0.6	9.41±0.02 ^{c1}	7.27±0.01 ^{e2}	5.04±0.04 ^{g3}	4.33±0.03 ¹⁴	2.50±0.01 ¹⁵
		%1	9.21±0.03 ^{f1}	6.26±0.02 ^{g2}	4.85±0.03 ^{h3}	3.04±0.01 ^{h4}	2.17±0.01 ^{g5}
Karışık Kültürde <i>L. acidophilus</i>	Kapsüllen miş	%0.6	9.43±0.03 ^{b1}	8.96±0.03 ^{a2}	8.80±0.01 ^{a3}	6.92±0.01 ^{a4}	5.65±0.01 ^{ab}
		%1	9.32±0.02 ^{d1}	7.48±0.04 ^{d2}	6.29±0.01 ^{e3}	5.76±0.01 ^{c4}	4.25±0.03 ^{d5}
	Kapsüllen memiş	%0.6	9.43±0.04 ^{b1}	7.88±0.01 ^{c2}	6.10±0.01 ^{f3}	4.45±0.01 ^{e4}	3.62±0.02 ^{e5}
		%1	9.21±0.01 ^{f1}	8.96±0.02 ^{a2}	6.67±0.03 ^{e3}	4.03±0.02 ^{g4}	2.10±0.02 ^{h5}
<i>B. bifidum</i> (<i>B. lactis</i>)	Kapsüllen miş	%0.6	9.62±0.01 ^{a1}	8.07±0.01 ^{c2}	7.81±0.02 ^{a3}	6.18±0.02 ^{a4}	4.78±0.05 ^{b5}
		%1	9.18±0.01 ^{f1}	8.42±0.03 ^{b2}	6.54±0.01 ^{d3}	4.84±0.01 ^{d4}	4.06±0.04 ^{d5}
	Kapsüllen memiş	%0.6	9.63±0.01 ^{a1}	6.81±0.03 ^{1z}	4.39±0.02 ¹³	3.26±0.05 ¹⁴	2.52±0.04 ¹⁵
		%1	9.29±0.03 ^{d1}	6.74±0.02 ^{g2}	4.00±0.01 ^{g3}	2.84±0.01 ^{g4}	1.98±0.01 ^{h5}
Karışık Kültürde <i>B. bifidum</i> (<i>B. lactis</i>)	Kapsüllen miş	%0.6	9.60±0.02 ^{b1}	8.06±0.05 ^{c2}	7.08±0.04 ^{b3}	6.16±0.05 ^{b4}	5.29±0.01 ^{ab}
		%1	9.32±0.01 ^{c1}	8.93±0.01 ^{a2}	6.77±0.02 ^{c3}	4.90±0.03 ^{c4}	4.53±0.02 ^{c5}
	Kapsüllen memiş	%0.6	9.63±0.01 ^{a1}	7.04±0.02 ^{d2}	4.74±0.01 ^{e3}	3.60±0.02 ^{e4}	2.95±0.01 ^{e5}
		%1	9.20±0.01 ^{e1}	7.00±0.04 ^{e2}	4.00±0.01 ^{g3}	3.12±0.01 ^{h4}	2.32±0.04 ^{g5}

* Aynı sütunda farklı küçük harf ile gösterilen değerler kültür çeşidine, safra tuzu konsantrasyonuna göre ve kapsül çeşidine göre, aynı satırda farklı rakam ile gösterilen değerler inkübasyon süresine göre birbirinden farklıdır (p<0.01). İstatistiksel analizler her bir bakteri için ayrı ayrı yapılmıştır.

Kültürlerin tek başına veya karışım halinde kullanılmasının canlı bakteri sayısına etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Kültür karışım halinde kullanıldığında *L. acidophilus* ve *B. bifidum* sayıları tek başlarına kullanılmalara göre daha yüksek olmuştur.

Safra tuzu konsantrasyonunun probiyotik bakteri sayısına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). *L. acidophilus*'un farklı konsantrasyonlardaki safra tuzuna toleransı *B. bifidum*'dan daha yüksek olmuştur. Krasaekoopt ve ark. (2004) da *L. acidophilus*'un safraya karşı daha fazla tolerans gösterdiği bildirmektedir.

Bakterilerin kapsüllenmesinin canlılıklarını önemli düzeyde arttırdığı belirlenmiştir ($p<0.01$). Sodyum aljinat kapsülleri içindeki bakteri sayısının, Kapsüllenmemiş bakteri sayısından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sultana ve ark. (2000) ve Krasaekoopt ve ark. (2004) da kapsülasyon işleminin bakteri sayısını arttırdığını bildirmiştir.

4.2. Kapsüllenmiş ve Kapsüllenmemiş Probiyotik Bakteri İlave Edilen Meyveli Yoğurtların Özellikleri

4.2.1. Sütün ve meyveli yoğurtların bileşimi

Hammadde olarak kullanılan çiğ sütün kimyasal bileşimi Çizelge 4.3'de, üretilen meyveli probiyotik yoğurtların kimyasal kompozisyonuna ait bazı değerler Çizelge 4.4'de sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Meyveli yoğurt üretiminde kullanılan çiğ sütlerin bileşimi

	pH	Titrasyon	Kurumadde	Yağ	Protein	Laktoz	Kül
1.Tekerrür	6.64	0.187	12.40	3.75	3.64	4.12	0.89
2.Tekerrür	6.29	0.185	12.27	3.70	3.48	4.18	0.91
3. Tekerrür	6.47	0.181	12.53	3.89	3.59	4.15	0.90
Ortalama	6.47	0.183	12.40	3.78	3.57	4.15	0.90

Çizelge 4.4. Meyveli probiyotik yoğurtların bileşimine ait bazı değerler (n=3)*

Yoğurtlar*	pH	Asitlik (% l. a.)	Kurumadde (%)	Yağ (%)
A	4.18±0.00	1.031±0.04	16.92±0.23	1.5±0.05
B	4.11±0.00	0.999±0.06	16.39±0.12	1.5±0.05
C	4.21±0.01	1.062±0.03	16.52±0.22	1.5±0.10
D	4.15±0.01	1.067±0.01	16.47±0.13	1.5±0.00
E	4.15±0.00	1.040±0.00	16.48±0.11	1.5±0.10
F	4.19±0.01	1.031±0.01	16.65±0.19	1.5±0.05
G	4.29±0.05	0.967±0.02	16.57±0.25	1.5±0.05
H	4.27±0.01	0.966±0.06	16.38±0.24	1.5±0.05
I	4.22±0.07	0.954±0.08	16.46±0.11	1.5±0.10
J	4.29±0.03	1.002±0.01	16.27±0.09	1.5±0.00
K	4.36±0.01	0.957±0.06	16.43±0.10	1.5±0.10
L	4.33±0.04	0.868±0.01	16.72±0.12	1.5±0.05

* **A:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren çilekli yoğurt, **B:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren çilekli yoğurt, **C:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren çilekli yoğurt, **D:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren çilekli yoğurt, **E:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren çilekli yoğurt, **F:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren çilekli yoğurt, **G:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren ayvalı yoğurt, **H:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurt, **I:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurt, **J:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren ayvalı yoğurt, **K:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurt, **L:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurt.

4.2.2. Meyveli yoğurtların fiziksel ve kimyasal özelliklerinde depolama süresince görülen değişimler

4.2.2.1. Meyveli yoğurtların pH ve titrasyon asitliği değerlerinde depolama süresince görülen değişimler

Meyveli yoğurtlara ait pH değerleri Çizelge 4.5’de, titrasyon asitliği değerleri de Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Meyve çeşitlerinin yoğurtların pH’sına ve titrasyon asitliği değerlerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Çilekli yoğurtların pH’larının ayvalı yoğurtlardan düşük, titrasyon asitliklerinin ise daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan pH değerleri (n=3)*

Örnekler*	1. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün
A	4.18±0.00 ^{eVI6A}	4.01±0.04 ^{cIII3B}	4.01±0.13 ^{dV5B}	3.98±0.00 ^{cIV4B}
B	4.15±0.00 ^{fVII7A}	4.02±0.01 ^{cIII3B}	4.00±0.11 ^{dV5B}	3.97±0.05 ^{cV5C}
C	4.21±0.01 ^{dV5A}	4.01±0.04 ^{cIII3B}	3.99±0.09 ^{dVI6B}	3.99±0.10 ^{cIV4B}
D	4.09±0.01 ^{gIX9A}	3.99±0.05 ^{dIV4B}	3.99±0.13 ^{dVI6B}	3.94±0.05 ^{dVI6C}
E	4.11±0.05 ^{gVIII8A}	3.98±0.06 ^{dIV4B}	3.99±0.21 ^{dVI6B}	3.95±0.03 ^{dVI6C}
F	4.11±0.02 ^{gVIII8A}	4.02±0.01 ^{cIII3B}	3.98±0.02 ^{eVI6C}	3.92±0.07 ^{eVII7D}
G	4.29±0.03 ^{cIII3A}	4.17±0.02 ^{al1B}	4.13±0.03 ^{al1C}	4.10±0.00 ^{al1C}
H	4.36±0.01 ^{al1A}	4.16 ±0.06 ^{al1B}	4.14±0.05 ^{al1B}	4.11±0.02 ^{al1C}
I	4.33±0.04 ^{bII2A}	4.16±0.01 ^{al1B}	4.11±0.06 ^{bII2C}	4.08±0.09 ^{bII2C}
J	4.29±0.05 ^{cIII3A}	4.13±0.05 ^{bII2B}	4.09±0.09 ^{bIII3C}	4.06±0.07 ^{bIII3C}
K	4.27±0.01 ^{cIV4A}	4.13±0.08 ^{bII2B}	4.07±0.00 ^{cIV4C}	4.06±0.08 ^{bIII3C}
L	4.22±0.07 ^{dV5A}	4.14±0.07 ^{bII2B}	4.10±0.01 ^{bII2C}	4.08±0.10 ^{bII2C}

* **A:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **B:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **C:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **D:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **E:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren, **F:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren çilekli yoğurtlar, **G:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **H:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **I:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **J:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **K:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurt, **L:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurtlar.

** Aynı sütunda farklı küçük harf ile gösterilen değerler meyve, farklı roma rakamı ile gösterilen değer kapsül çeşidine göre, farklı rakamla gösterilen değer kültür çeşidine göre, aynı satırda farklı büyük harf ile gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden farklıdır ($p<0.01$).

Kapsüllenmemiş probiyotik bakteri içeren meyveli yoğurtların pH değerlerinin kapsüllenmiş formda probiyotik bakteri içeren yoğurtlardan daha düşük, asitliklerinin ise daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum, kapsül materyali olarak kullanılan sodyum aljinatın (pH 7.25) pH üzerindeki etkisine bağlanabilir. Bunun yanı sıra sodyum aljinat kapsülleri formunda bakteri içeren yoğurtların titrasyon asitliği değerlerinin kapsüllenmemiş bakteri içeren yoğurtlardan daha düşük olması, kapsüllenmemiş probiyotik bakterilerin asit üretimine (post asidifikasyon) devam etmesinden kaynaklanmış olabilir. Yapılan istatistiksel analizlerde kapsülleme işleminin yoğurtların pH'sı ve titrasyon asitliği değerleri üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.01$). Adhikari ve ark. (2000) da kapsüllenmemiş probiyotik bakteri içeren yoğurtların pH değerlerinin kapsüllenmiş bakteri ilave edilen yoğurtlardan daha düşük, titrasyon asitliklerinin ise daha yüksek olduğunu belirlemiştir.

Çizelge 4.6. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan titrasyon asitliği değerleri (n=3)*

Örnekler*	1.Gün	7. Gün	14.Gün	21. Gün
A	1.031±0.04 ^{bIII3C}	1.138±0.07 ^{bII2B}	1.193±0.10 ^{bII2A}	1.233±0.10 ^{bIII3A}
B	0.999±0.06 ^{cIV4C}	1.135±0.01 ^{bII2B}	1.190±0.05 ^{bII2A}	1.228±0.03 ^{bIII3A}
C	1.040±0.00 ^{bIII2C}	1.148±0.05 ^{aII2B}	1.201±0.08 ^{bII2A}	1.233±0.06 ^{bIII2A}
D	1.062±0.03 ^{bII2C}	1.170±0.07 ^{aI1B}	1.228±0.08 ^{aI1A}	1.278±0.14 ^{aI1A}
E	1.067±0.01 ^{bII2C}	1.167±0.05 ^{aI1B}	1.224±0.13 ^{aI1A}	1.270±0.01 ^{aI1A}
F	1.116±0.03 ^{aI1D}	1.180±0.09 ^{aI1C}	1.238±0.19 ^{aI1B}	1.290±0.14 ^{aI1A}
G	0.926±0.05 ^{dVI6D}	1.030±0.01 ^{dIV4C}	1.116±0.06 ^{cIV4C}	1.255±0.08 ^{aII2A}
H	0.868±0.01 ^{eVII7D}	1.021±0.06 ^{dIV4C}	1.100±0.14 ^{dIV4B}	1.255±0.11 ^{aII2A}
I	0.941±0.03 ^{dVI5C}	1.084±0.14 ^{cIII3B}	1.120±0.11 ^{cIV4B}	1.260±0.08 ^{aII2A}
J	0.967±0.02 ^{cV5C}	1.143±0.12 ^{bII2B}	1.165±0.02 ^{bIII3B}	1.282±0.17 ^{aI1A}
K	0.966±0.06 ^{cV5D}	1.089±0.09 ^{cIII3C}	1.150±0.01 ^{cIII3B}	1.270±0.02 ^{aI1A}
L	1.002±0.01 ^{cIV4C}	1.166±0.13 ^{aI1B}	1.183±0.05 ^{bII2B}	1.282±0.08 ^{aI1A}

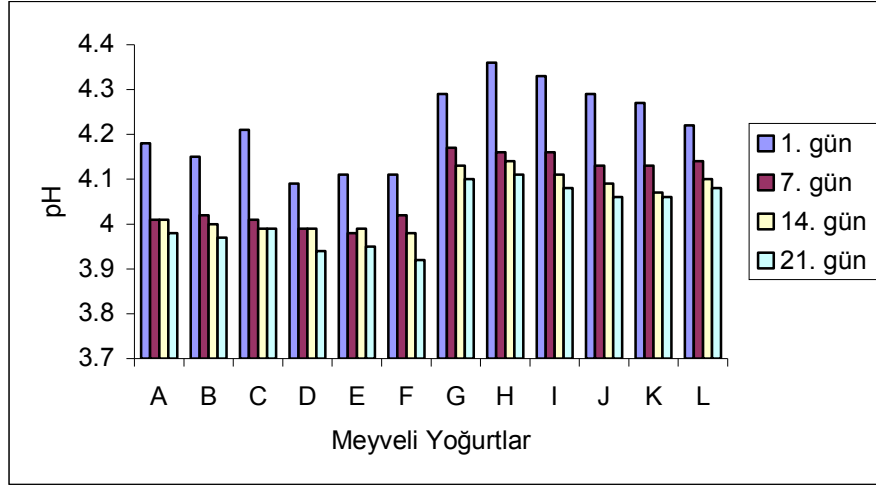
***A:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **B:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **C:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **D:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **E:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren, **F:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren çilekli yoğurtlar; **G:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **H:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **I:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **J:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **K:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren, **L:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurtlar.

** Aynı sütunda farklı küçük harf ile gösterilen değerler meyve ve kapsül çeşidine göre, farklı rakamla (veya roma rakamıyla) gösterilen değerler, kültür çeşidine göre (veya kapsül çeşidine göre), aynı satırda farklı büyük harf ile gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden farklıdır (p<0.01).

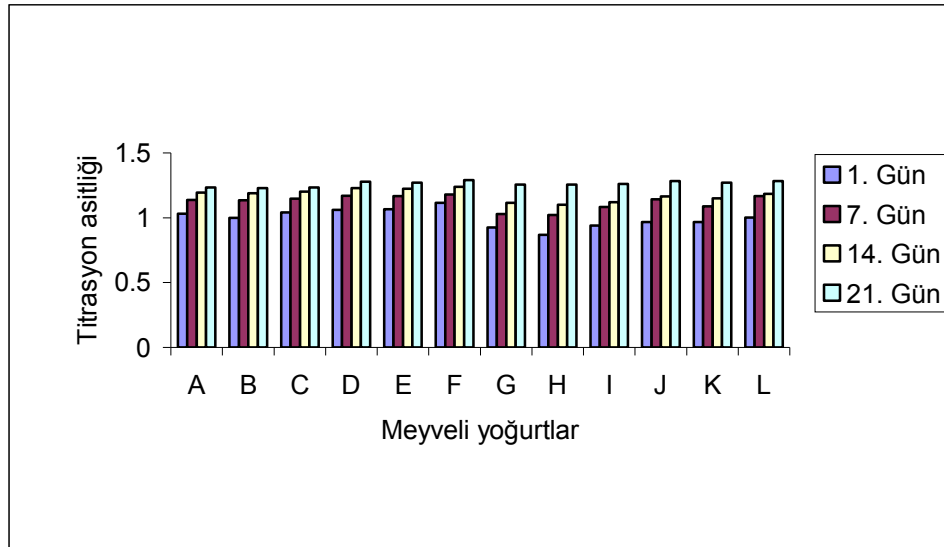
Farklı bakterilerin kullanılmasının örneklerin pH'sı ve titrasyon asitliği değerleri üzerine etkileri de istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). En düşük pH ve en yüksek asitlik değerlerine karışık kültürle (*L. acidophilus* ve *B. bifidum* karışımı) üretilen yoğurtlar sahip olmuş, bunu sırasıyla *L. acidophilus* ve *B. bifidum* ile üretilen yoğurtlar izlemiştir.

Depolama süresince yoğurtların pH değerlerinde azalma (Şekil 4.1), titrasyon asitliği değerlerinde de artış (Şekil 4.2) görülmüştür (p<0.01). Adhikari ve ark. (2000), Akın ve Güler-Akın (2005), Güler-Akın (2005), Güler-Akın ve Akın (2007)

depolama süresince probiyotik yoğurtların pH'larının düştüğünü ve titrasyon asitliklerinin arttığını bildirmiştir.



Şekil 4.1. Depolama süresince meyveli yoğurtlarda görülen pH değişimi



Şekil 4.2. Meyveli Yoğurtlarda depolama süresince saptanan titrasyon asitliği değerleri (n=3)

4.2.2.2. Yoğurtların serum ayrılması değerlerinde depolama süresince görülen değişimler

Yoğurtlara ait serum ayrılması değerleri Çizelge 4.7’de sunulmuştur. Meyve çeşitlerinin yoğurtların serum ayrılması değerlerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Çilekli yoğurtların serum ayrılması değerleri ayvalı yoğurtlardan daha düşük olmuştur. En yüksek serum ayrılması değeri kapsüllenmemiş probiyotik bakteri içeren ayvalı yoğurtlarda belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan serum ayrılması değerleri (n=3)*

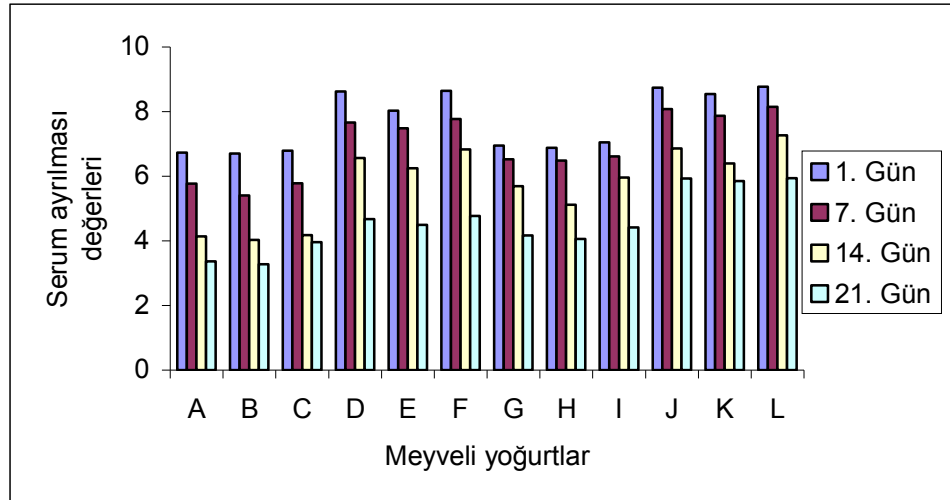
Örnekler*	1. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün
A	6.73±1.27 ^{clV3A}	5.77±1.16 ^{dIV4B}	4.14±0.89 ^{eVI4C}	3.37±1.36 ^{dV3D}
B	6.70±1.33 ^{cVI3A}	5.41±0.88 ^{dV4B}	4.03±0.72 ^{eVI4C}	3.28±0.68 ^{dV3D}
C	6.79±1.09 ^{cIII3A}	5.78±0.76 ^{dIV4B}	4.18±1.11 ^{eVI4C}	3.96±1.15 ^{clV3C}
D	8.62±1.16 ^{al1A}	7.66±1.12 ^{al1B}	6.56±1.13 ^{bl12C}	4.67±1.00 ^{bl12D}
E	8.03±1.22 ^{bl12A}	7.49±1.09 ^{bl12A}	6.25±1.36 ^{bl12B}	4.50±1.12 ^{bl12C}
F	8.64±1.18 ^{al1A}	7.77±1.16 ^{al1B}	6.83±1.22 ^{al1C}	4.77±1.34 ^{bl12D}
G	6.95±1.32 ^{cIII3A}	6.52±1.14 ^{cIII3A}	5.69±1.06 ^{clV3B}	4.17±1.17 ^{cIII2C}
H	6.88±1.15 ^{cIII3A}	6.49±1.29 ^{cIII3A}	5.12±1.17 ^{dV3B}	4.06±1.14 ^{clV C}
I	7.05±1.21 ^{cIII3A}	6.61±1.26 ^{cIII3A}	5.96±1.04 ^{clV2B}	4.42±1.25 ^{bl12C}
J	8.74±1.39 ^{al1A}	8.08±1.27 ^{al1A}	6.86±0.99 ^{al1B}	5.93±0.77 ^{al1C}
K	8.54±1.16 ^{al1A}	7.87±1.14 ^{al1A}	6.40±1.19 ^{bl12B}	5.85±1.18 ^{al1B}
L	8.77±1.27 ^{al1A}	8.15±1.31 ^{al1A}	7.27±1.22 ^{al1B}	5.94±1.11 ^{al1C}

* **A:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **B:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **C:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **D:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **E:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren, **F:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren çilekli yoğurtlar, **G:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **H:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **I:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **J:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **K:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurt, **L:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurtlar.

** Aynı sütunda farklı küçük harf ile gösterilen değerler meyve çeşidine, farklı rakam ile (veya roma rakamı ile) gösterilen değerler, kültür (veya kapsül) çeşidine göre, aynı satırda farklı büyük harfle gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden farklıdır ($p<0.01$).

Kapsüllenmemiş probiyotik bakteri içeren yoğurtların serum ayrılması değerlerinin kapsüllenmiş formda probiyotik bakteri içeren yoğurtlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum, kapsül materyali olarak kullanılan Soydum-aljinat'ın higroskopik özellik göstermesine bağlanabilir. Aljinik asit ile Na ve Ca tuzları, suda az çözünmelerine rağmen suyu iyi absorbe ederler ve gıdalarda stabilizör olarak kullanılırlar (Çakmakçı ve Çelik, 1994).

Farklı bakterilerin kullanılmasının örneklerin serum ayrılması değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek serum ayrılması değerlerine *L. acidophilus* ve *B. bifidum* karışık kültürü ile üretilen yoğurtlar sahip olmuştur. Yüksek asitlik yoğurtlarda serum ayrılmasını arttırmaktadır (Tamime ve Robinson, 1999; Güler-Akın ve Akın 2007). Karışık kültürle üretilen yoğurtların titrasyon asitliği değerlerinin de diğer yoğurtlardan yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 4.3. Meyveli Yoğurtlarda saptanan serum ayrılması değerleri

Depolama süresince yoğurtların serum ayrılması değerlerinde azalma (Şekil 4.3) olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Bu durum, protein matriksindeki azalan basıncın serum ayrılmasında azalmaya neden olmasına bağlanabilir (Akın, 1998; Güler-Akın, 2005). La Torre ve ark. (2003), Akın ve Güler-Akın (2005), Güler-Akın (2005), Güler-Akın ve Akın (2007) depolama süresince probiyotik yoğurtların serum ayrılması değerlerinde düşüş olduğunu bildirmişlerdir.

4.2.2.3. Meyveli yoğurtların viskozite değerlerinde depolama süresince görülen değişimler

Yoğurtlara ait viskozite değerleri Çizelge 4.8'de verilmiştir. Çilekli yoğurtların viskozite değerleri ayvalı yoğurtlardan daha yüksek olmuştur. Yapılan istatistiksel analizlerde meyve çeşitlerinin yoğurtların viskozite değerlerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Kapsüllenmemiş probiyotik bakteri içeren yoğurtların viskozite değerlerinin sodyum aljinat içerisine kapsüllenmiş probiyotik bakteri içeren yoğurtlardan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, kapsül materyali olarak kullanılan Soydum-aljinat'ın higroskopik özellik göstermesine bağlanabilir. Sodyum-aljinat su tutma kapasitesinin yüksek olması nedeniyle bir stabilizör olarak etki göstermiş ve örneklerin viskozitesini arttırmıştır. Kapsülleme işleminin yoğurtların viskozite değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak da önemli olmuştur ($p<0.01$).

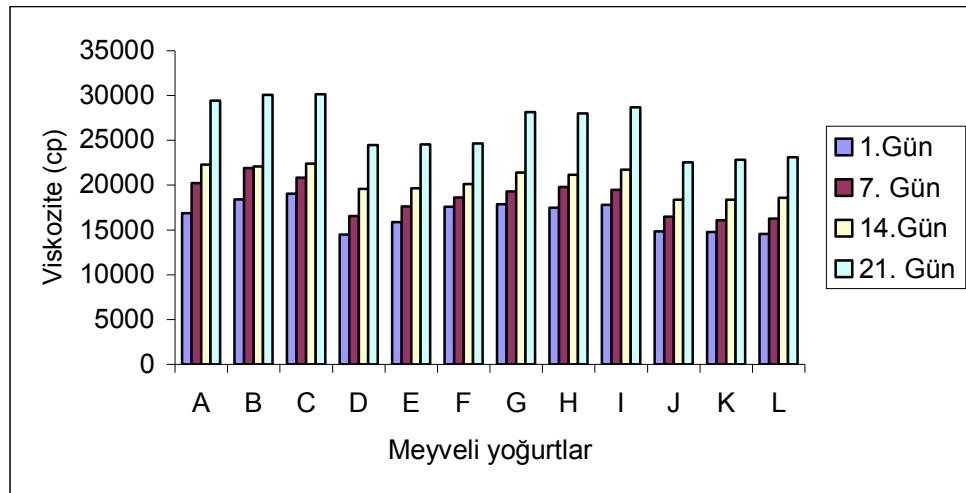
Farklı bakterilerin kullanılmasının yoğurtların viskozite değerlerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek viskozite değerlerine *L. acidophilus* ve *B. bifidum* karışık kültürü ile üretilen yoğurtlar sahip olmuş, bunu sırasıyla *B. bifidum* ve *L. acidophilus* kültürü ile üretilen yoğurtlar izlemiştir.

Çizelge 4.8. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan viskozite değerleri (n=3)*

Örnekler*	1.Gün	7. Gün	14.Gün	21. Gün
A	16880±320 ^{e5D}	20230±313 ^{c3C}	22290±365 ^{a1B}	29440±248 ^{b2A}
B	18400±278 ^{b2D}	21910±245 ^{a1C}	22090±382 ^{b2B}	30060±150 ^{a1A}
C	19060±155 ^{a1D}	20850±124 ^{b2C}	22400±321 ^{a1B}	30140±361 ^{a1A}
D	14480±196 ^{h8D}	16560±130 ^{g9C}	19580±186 ^{g7B}	24480±287 ^{f6A}
E	15880±224 ^{f6D}	17610±137 ^{h8C}	19670±260 ^{g7B}	24540±190 ^{e5A}
F	17600±341 ^{d4D}	18630±341 ^{g7C}	20140±344 ^{f6B}	24660±215 ^{e5A}
G	17860±141 ^{c3D}	19300±278 ^{f6C}	21400±190 ^{d4B}	28140±346 ^{d4A}
H	17480±158 ^{d4D}	19800±312 ^{d4C}	21150±210 ^{e5B}	28020±293 ^{d4A}
I	17800±110 ^{c3D}	19480±386 ^{e5C}	21730±320 ^{c3B}	28700±167 ^{c3A}
J	14840±159 ^{g7D}	16500±324 ^{g9C}	18380±365 ^{g9B}	22560±282 ^{g9A}
K	14760±162 ^{g7D}	16080±256 ^{k11C}	18360±370 ^{g9B}	22840±144 ^{h8A}
L	14550±172 ^{h8D}	16280±241 ^{j10C}	18600±280 ^{h8B}	23120±130 ^{g7A}

* **A:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **B:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **C:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **D:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **E:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren, **F:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren çilekli yoğurtlar, **G:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **H:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **I:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **J:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **K:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurt, **L:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurtlar.

** Aynı sütunda farklı küçük harf ile gösterilen değerler meyve (veya kapsül) çeşidine, farklı rakam ile gösterilen değerler, kültür çeşidine göre, aynı satırda farklı büyük harfle gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden farklıdır (p<0.01).



Şekil 4.4. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan viskozite değerleri (n=3)

Depolama süresince yoğurtların viskozitelerinde artış (Şekil 4.4) olduğu tespit edilmiştir ($p<0.01$).

4.2.2.4. Yoğurtların L* değerlerinde depolama süresince görülen değişimler

Yoğurtlara ait L* değerleri Çizelge 4.9'de yer almaktadır. L* ışık değeri veya parlaklık (aydınlık) derecesini ölçmekte ve 100 (tam beyaz) ile 0 (tam siyah) arasında değişmektedir. Meyve çeşidinin yoğurtların L* değerlerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Genel olarak çilekli yoğurtların L* değerleri ayvalı yoğurtlardan düşük olmuştur.

Çizelge 4.9. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan L* değerleri (n=3)*

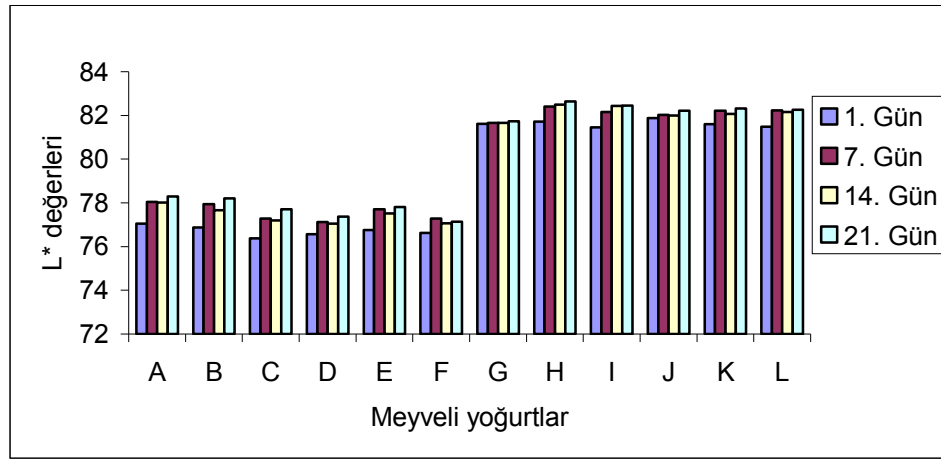
Örnekler*	1. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün
A	77.05±0.50 ^{e5C}	78.04±0.05 ^{e5B}	78.01±0.08 ^{e5B}	78.29±0.17 ^{f5A}
B	76.88±0.02 ^{f6D}	77.94±0.14 ^{f5B}	77.67±0.08 ^{f6B}	78.21±0.07 ^{f5A}
C	76.37±0.19 ^{g9C}	77.29±0.05 ^{h7B}	77.20±0.18 ^{h8C}	77.70±0.18 ^{h7A}
D	76.57±0.12 ^{h8C}	77.12±0.06 ^{i8B}	77.05±0.10 ^{i9B}	77.37±0.16 ^{i8A}
E	76.76±0.18 ^{g7C}	77.71±0.12 ^{g6A}	77.52±0.05 ^{g7B}	77.81±0.14 ^{g6A}
F	76.63±0.09 ^{h8C}	77.29±0.03 ^{h7A}	77.07±0.06 ^{i9B}	77.13±0.02 ^{i9B}
G	81.61±0.13 ^{c3B}	81.66±0.13 ^{d4A}	81.66±0.08 ^{d4A}	81.73±0.09 ^{e4A}
H	81.72±0.13 ^{b2C}	82.41±0.19 ^{a1B}	82.50±0.11 ^{a1B}	82.64±0.10 ^{a1A}
I	81.46±0.02 ^{d4C}	82.15±0.27 ^{b2B}	82.43±0.06 ^{a1A}	82.45±0.05 ^{b2A}
J	81.88±0.32 ^{a1C}	82.02±0.09 ^{c3B}	81.99±0.12 ^{c3B}	82.22±0.06 ^{d3A}
K	81.60±0.32 ^{c3C}	82.21±0.09 ^{b2A}	82.07±0.12 ^{c2B}	82.32±0.06 ^{c3A}
L	81.48±0.42 ^{d4B}	82.23±0.07 ^{b2A}	82.16±0.06 ^{b2A}	82.26±0.02 ^{c3A}

* **A:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **B:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **C:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **D:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **E:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren, **F:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren çilekli yoğurtlar, **G:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **H:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **I:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **J:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **K:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurt, **L:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurtlar.

** Aynı sütunda farklı küçük harf ile gösterilen değerler meyve/kapsül çeşidine, farklı rakamla gösterilen değerler, kültür çeşidine göre, aynı satırda farklı büyük harfle gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden farklıdır ($p<0.01$).

Kapsüllenmiş ve kapsüllenmemiş bakteri içeren yoğurtların L* değerleri birbirlerine yakın çıkmasına rağmen, kapsülasyon işleminin yoğurtların L* değerini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilediği görülmüştür ($p<0.01$).

Yoğurtların L* değerleri farklı kültürlerin kullanılmasına bağlı olarak düzenli olmayan değişiklikler göstermiş ve kültür çeşidinin L* değerlerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).



Şekil 4.5. Depolama süresince meyveli yoğurtlarda saptanan L* değerleri

Depolama süresince meyveli yoğurtların L* değerinde artış (Şekil 4.5) olduğu tespit edilmiştir ($p<0.01$).

4.2.2.5. Meyveli yoğurtların a* değerlerinde depolama süresince görülen değişimler

Yoğurtlara ait a* değerleri Çizelge 4.10'da sunulmuştur. a* değeri kırmızılık ve yeşilliği vermektedir; değer artı ise kırmızı, sıfır ise gri ve eksi ise yeşildir. Tahmin edilebileceği gibi çilekli yoğurtların a* değerleri ayvalı yoğurtlardan yüksek olmuş ve meyve çeşidinin yoğurtların a* değerlerine etkisi istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Kapsüllenmiş ve kapsüllenmemiş bakteri içeren yoğurtların a* değerleri birbirlerine yakın çıkmasına rağmen, kapsülasyon işleminin yoğurtların a* değerini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilediği görülmüştür (p<0.01).

Çizelge 4.10. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan a* değerleri (n=3)*

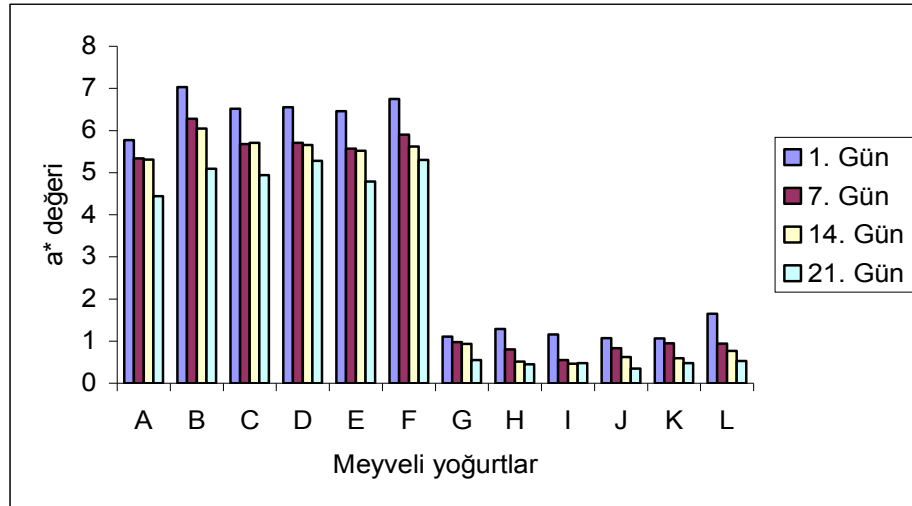
Örnekler*	1.Gün	7. Gün	14.Gün	21. Gün
A	5.77±0.15 ^{e4A}	5.34±0.02 ^{e5B}	5.31±0.07 ^{e4B}	4.44±0.01 ^{e5C}
B	7.03±0.05 ^{a1A}	6.28±0.13 ^{a1B}	6.05±0.05 ^{a1C}	5.09±0.12 ^{b2D}
C	6.52±0.08 ^{c3A}	5.68±0.03 ^{c3B}	5.71±0.08 ^{b2B}	4.94±0.01 ^{c3C}
D	6.55±0.08 ^{c3A}	5.71±0.03 ^{c3B}	5.66±0.00 ^{b2 B}	5.28±0.02 ^{a1C}
E	6.46±0.14 ^{d3A}	5.57±0.03 ^{d4B}	5.52±0.01 ^{d3B}	4.79±0.09 ^{d4C}
F	6.75±0.11 ^{b2A}	5.90±0.01 ^{b2B}	5.62±0.07 ^{c2C}	5.30±0.06 ^{a1D}
G	1.11±0.10 ^{h7A}	0.98±0.03 ^{f6B}	0.93±0.02 ^{f5B}	0.55±0.26 ^{f6C}
H	1.29±0.12 ^{g6A}	0.80±0.05 ^{g7B}	0.51±0.15 ^{i8C}	0.45±0.03 ^{g7C}
I	1.16±0.21 ^{h7A}	0.55±0.18 ^{h8B}	0.46±0.03 ^{i8B}	0.48±0.20 ^{f6B}
J	1.07±0.44 ^{i7A}	0.83±0.06 ^{g7B}	0.62±0.12 ^{h7C}	0.35±0.09 ^{h8D}
K	1.06±0.44 ^{i8A}	0.95±0.06 ^{f6A}	0.59±0.09 ^{h7B}	0.48±0.12 ^{f6B}
L	1.65±0.60 ^{f5A}	0.94±0.02 ^{f6B}	0.77±0.01 ^{g6C}	0.53±0.08 ^{f6D}

* **A:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **B:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **C:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **D:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **E:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren, **F:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren çilekli yoğurtlar, **G:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **H:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **I:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **J:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **K:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurt, **L:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurtlar.

** Aynı sütunda farklı küçük harf ile gösterilen değerler meyve (veya kapsül) çeşidine, farklı rakam ile gösterilen değerler, kültür çeşidine göre, aynı satırda farklı büyük harf ile gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden farklıdır (p<0.01).

Yoğurtların a* değerleri farklı kültürlerin kullanılmasına bağlı olarak düzenli olmayan değişiklikler göstermiş ve kültür çeşidinin a* değerlerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01).

Depolama süresince yoğurtların a* değerinde azalma (Şekil 4.6) olduğu tespit edilmiştir (p<0.01). A ve B örneklerinin a* değerlerinde bu azalma önemli dalgalanmalar şeklinde gözlenmiştir. Yani çilekli yoğurtların kırmızılık değerleri azalmış, çilekten gelen antosiyanin rengi parçalanma sonucu azalmıştır.



Şekil 4.6. Depolama süresince meyveli yoğurtlarda saptanan a* değerleri

4.2.2.6. Meyveli yoğurtların b* değerlerinde depolama süresince görülen değişimler

Yoğurtlara ait b* değerleri Çizelge 4.11’de sunulmuştur. b* değeri ise sarılık ve maviliği ölçmektedir; değer artı ise sarı, sıfır ise gri ve eksi değer ise mavidir.

Çizelge 4.11. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan b* değerleri (n=3)*

Örnekler*	1. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün
A	5.84±0.18 ^{97C}	6.87±0.08 ^{e5B}	6.90±0.03 ^{97B}	7.01±0.15 ^{f6A}
B	5.72±0.04 ^{h8D}	6.88±0.06 ^{e5B}	6.70±0.02 ^{i9C}	7.17±0.12 ^{e5A}
C	5.83±0.18 ^{k11D}	6.37±0.06 ^{n9C}	6.70±0.10 ^{m13C}	6.91±0.07 ^{k9A}
D	6.26±0.29 ^{h8D}	6.47±0.12 ^{m8C}	6.74±0.09 ^{l12B}	7.06±0.04 ^{j8A}
E	5.95±0.05 ^{l10D}	6.44±0.06 ^{l8C}	7.35±0.05 ^{h8A}	6.81±0.03 ^{l10b}
F	5.97±0.03 ^{l10C}	6.50±0.01 ^{l8B}	6.79±0.05 ^{l12A}	6.87±0.04 ^{k9A}
G	11.77±0.08 ^{a1B}	11.93±0.07 ^{a1A}	12.02±0.09 ^{a1A}	11.99±0.10 ^{b2A}
H	11.22±0.30 ^{e5B}	11.05±0.01 ^{g5C}	11.44±0.06 ^{d4A}	11.47±0.04 ^{e4A}
I	11.29±0.02 ^{d4B}	11.33±0.03 ^{e4B}	11.49±0.14 ^{d4A}	11.49±0.20 ^{d4A}
J	10.98±0.37 ^{f6C}	11.26±0.04 ^{f4B}	11.35±0.04 ^{e5A}	11.41±0.08 ^{e5A}
K	10.94±0.17 ^{f6C}	10.98±0.04 ^{h5B}	11.05±0.12 ^{f6b}	11.36±0.05 ^{f5A}
L	11.43±0.17 ^{c3B}	11.45±0.04 ^{d3B}	11.76±0.12 ^{c3A}	11.80±0.05 ^{c3A}

* **A:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **B:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **C:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **D:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren,

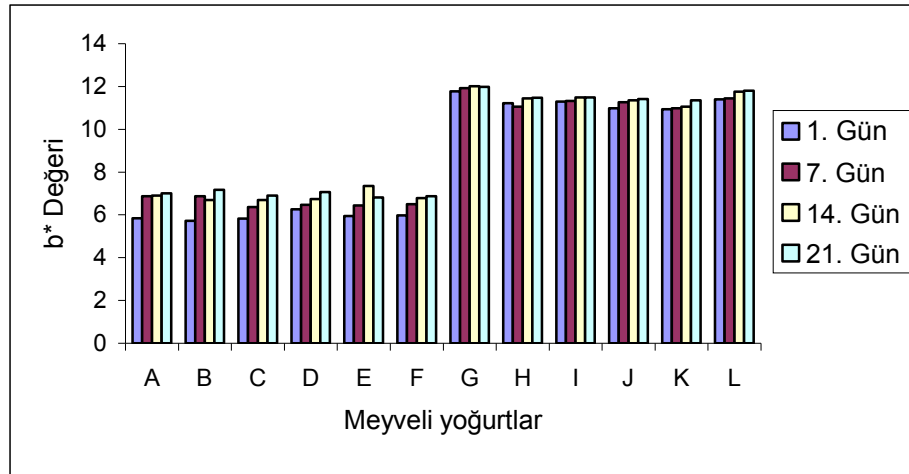
E: Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren, **F:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren çilekli yoğurtlar, **G:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **H:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **I:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **J:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **K:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurt, **L:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurtlar.

** Aynı sütunda farklı küçük harf ile gösterilen değerler meyve çeşidine, farklı rakamla gösterilen değerler , kapsül materyaline ve kültür çeşidine göre, aynı satırda farklı büyük harfle gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden farklıdır ($p<0.01$).

Doğal olarak çilekli yoğurtların b^* değerleri ayvalı yoğurtlardan yüksek olmuş ve meyve çeşidinin yoğurtların b^* değerlerine etkisi istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Kapsüllenmemiş probiyotik bakteri içeren yoğurtların b^* değerleri kapsüllenmiş probiyotik bakteri içeren yoğurtların b^* değerlerinden düşük olmuştur. Yapılan istatistiksel analizlerde de kapsülasyon işleminin yoğurtların b^* değerini önemli düzeyde etkilediği görülmüştür ($p<0.01$).

Yoğurtların b^* değerleri farklı kültürlerin kullanılmasına bağlı olarak değişiklikler göstermiş ve kültür çeşidinin b^* değerlerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).



Şekil 4.7. Depolama süresince yoğurtlarda saptanan b^* değerleri

Depolama süresince yoğurtların b* değerinde artma (Şekil 4.7) olduğu tespit edilmiştir ($p<0.01$). Bu sonuç, meyveden yoğurt ana fazına karotenlerin zamanla geçişine bağlanabilir.

4.2.3. Meyveli yoğurtların duysal özelliklerinde depolama süresince görülen değişmeler

Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş probiyotik bakteri içeren yoğurtlarda depolamanın 21. gününde küflenmeler gözlemlendiği için depolamanın 21. gününde örneklere duysal test uygulanmamış ve duysal analizlerde 14 günlük depolama sonucu elde edilen veriler değerlendirmeye alınmıştır.

4.2.3.1. Meyveli yoğurtların renk ve görünüş puanlarında depolama süresince görülen değişmeler

Yoğurtların renk ve görünüş puanları Çizelge 4.12’de yer almaktadır. Depolamanın başlangıcında ayvalı yoğurtların renk ve görünüş puanları çilekli yoğurtlardan yüksek olmuş, depolamanın ilerleyen dönemlerinde ise durum çilekli yoğurt lehine değişmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde de meyve çeşidinin yoğurtların renk ve görünüş puanlarına etkisi önemli çıkmıştır ($p<0.01$).

Kapsüllenmemiş probiyotik bakteri içeren yoğurtların renk ve görünüş puanları, kapsüllenmiş probiyotik bakteri içeren yoğurtlardan yüksek olmuştur. Kapsülasyon işlemi yoğurtların renk ve görünüş puanlarını istatistiksel olarak da önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$).

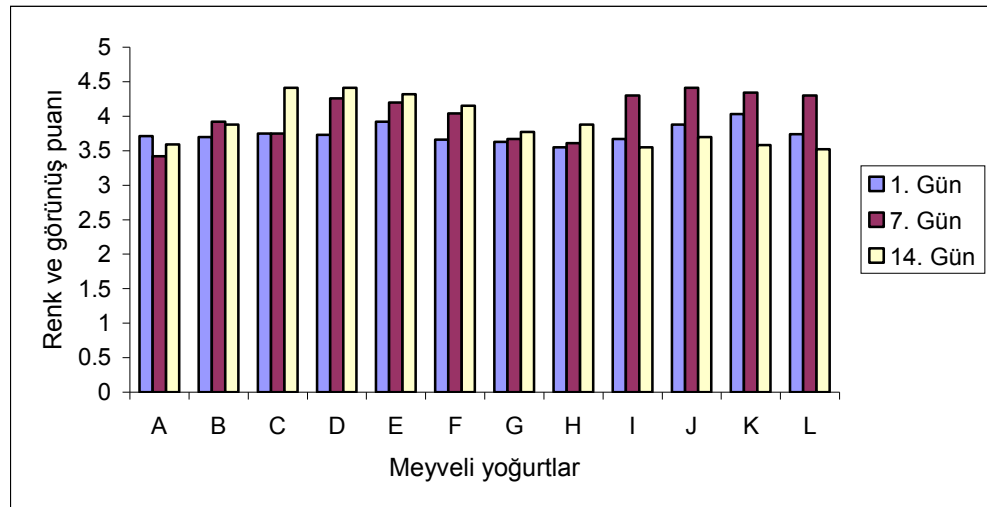
Farklı kültür kullanımının yoğurtların renk ve görünüş puanlarına etkisi olmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.12. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan renk ve görünüş puanları (n=3)*

Örnekler*	1. Gün	7. Gün	14. Gün
A	3.71±0.16 ^{CIII3A}	3.42±0.10 ^{IVIII7B}	3.59±0.22 ^{VI15A}
B	3.70±0.23 ^{CIII3B}	3.92±0.28 ^{CV4A}	3.88±0.25 ^{CV3A}
C	3.75±0.50 ^{DIII3B}	3.75±0.35 ^{DVI5B}	4.41±0.32 ^{AI1A}
D	3.73±0.12 ^{CIII3B}	4.26±0.44 ^{BI12A}	4.41±0.47 ^{AI1A}
E	3.92±0.24 ^{AI12B}	4.2±0.20 ^{BI12A}	4.32±0.50 ^{AI1A}
F	3.66±0.36 ^{CV3B}	4.04±0.15 ^{CV3A}	4.15±0.15 ^{BI12A}
G	3.63±0.30 ^{CV4A}	3.67±0.27 ^{DVI5A}	3.77±0.13 ^{DV4A}
H	3.55±0.10 ^{DV4B}	3.61±0.43 ^{EVIII6B}	3.88±0.40 ^{CV3A}
I	3.67±0.25 ^{CIII3B}	4.30±0.30 ^{AI12A}	3.55±0.10 ^{EV15B}
J	3.88±0.39 ^{BI12B}	4.41±0.19 ^{AI1A}	3.70±0.24 ^{DV4B}
K	4.03±0.40 ^{AI1B}	4.34±0.15 ^{AI1A}	3.58±0.35 ^{EV15C}
L	3.74±0.20 ^{DIII3B}	4.30±0.33 ^{AI12A}	3.52±0.40 ^{CV15C}

* **A:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **B:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **C:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **D:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **E:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren, **F:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren çilekli yoğurtlar, **G:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **H:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **I:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **J:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **K:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurt, **L:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurtlar.

** Aynı sütunda farklı küçük harf ile gösterilen değerler meyve çeşidine, farklı roma rakamı ile gösterilen değerler kapsül materyaline göre, farklı rakam ile gösterilen değerler kültür çeşidine, aynı satırda farklı büyük harfle gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden farklıdır (p<0.01).



Şekil 4.8. Depolama süresince meyveli yoğurtlarda saptanan renk ve görünüş puanları

Depolama süresince yoğurtların renk ve görünüş puanları düzenli olmayan (Şekil 4.8) değişiklikler göstermiştir ($p<0.05$).

4.2.3.2. Yoğurtların yapı-tekstür puanlarında depolama süresince görülen değişimler

Yoğurtların yapı-tekstür puanları Çizelge 4.13'de verilmiştir. Çizelgeden izlenebileceği gibi çilekli yoğurtların yapı-tekstür puanları ayvalı yoğurtlardan yüksek bulunmuştur. Çilekli yoğurtların serum ayrılması ve viskozite değerleri de bu sonuçlarla uyum içindedir. Meyvenin etkisine bağlı olarak yoğurtların yapısı farklı olmuş ve meyve çeşidinin yoğurtların yapı-tekstür puanlarına etkisi istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Kapsüllenmemiş probiyotik bakteri içeren yoğurtların yapı-tekstür puanları kapsüllenmiş probiyotik bakteri içeren yoğurtlardan yüksek olmuştur. Kapsüllerin yapı içerisinde erimeden belirgin olarak görünmesi ve duyuşsal olarak algılanması nedeniyle bu sonuç normal görülmektedir. Yapılan istatistiksel analizlerde de kapsülasyon işleminin yoğurtların yapı-tekstür puanlarını önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir ($p<0.01$).

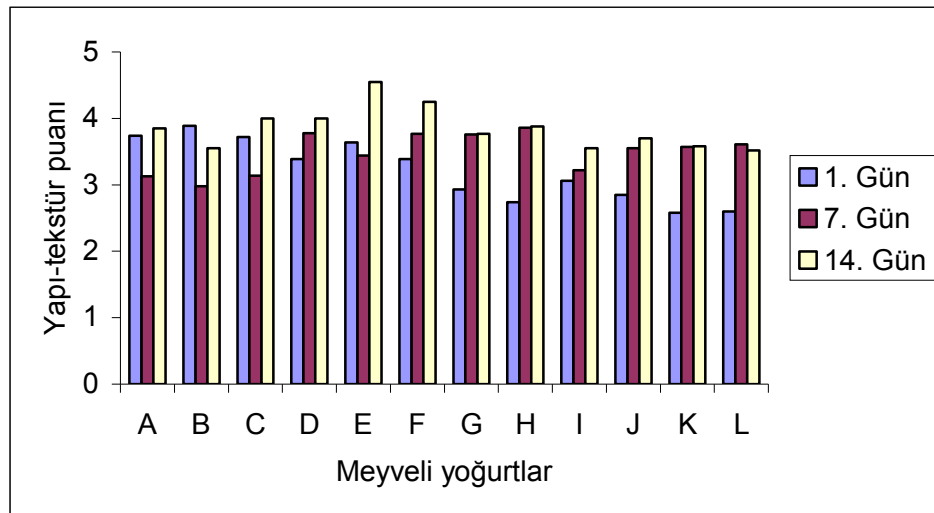
Farklı kültür kullanımı yoğurtların yapı-tekstür puanlarını etkilememiştir ($p>0.05$).

Çizelge 4.13. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan yapı-tekstür puanları (n=3)*

Örnekler*	1.Gün	7. Gün	14.Gün
A	3.74±0.16 ^{b2A}	3.13±0.10 ^{d4B}	3.85±0.22 ^{d4A}
B	3.89±0.23 ^{a1A}	2.98±0.12 ^{e5C}	3.55±0.25 ^{f6B}
C	3.72±0.50 ^{b2B}	3.14±0.35 ^{d4C}	4.00±0.32 ^{c3A}
D	3.39±0.12 ^{c3C}	3.78±0.44 ^{a1B}	4.00±0.47 ^{c3A}
E	3.64±0.24 ^{b2B}	3.44±0.20 ^{c3C}	4.55±0.50 ^{a1A}
F	3.39±0.36 ^{c3C}	3.77±0.15 ^{a1B}	4.25±0.15 ^{b2A}
G	2.93±0.30 ^{d5B}	3.76±0.27 ^{a1A}	3.77±0.13 ^{d5A}
H	2.74±0.10 ^{e6B}	3.86±0.43 ^{a1A}	3.88±0.40 ^{c4A}
I	3.06±0.25 ^{d4B}	3.22±0.30 ^{d4B}	3.55±0.10 ^{f6A}
J	2.85±0.39 ^{e5B}	3.55±0.19 ^{b2A}	3.70±0.24 ^{e5A}
K	2.58±0.40 ^{f7B}	3.57±0.15 ^{b2A}	3.58±0.35 ^{e6A}
L	2.60±0.20 ^{f7B}	3.61±0.33 ^{b2A}	3.52±0.40 ^{f6A}

* **A:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **B:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **C:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **D:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **E:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren, **F:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren çilekli yoğurtlar; **G:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **H:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **I:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **J:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **K:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurt, **L:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurtlar.

** Aynı sütunda farklı küçük harf ile gösterilen değerler meyve/kapsül çeşidine, farklı rakam ile gösterilen değerler, kültür çeşidine, aynı satırda farklı büyük harf ile gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden farklıdır ($p<0.01$).



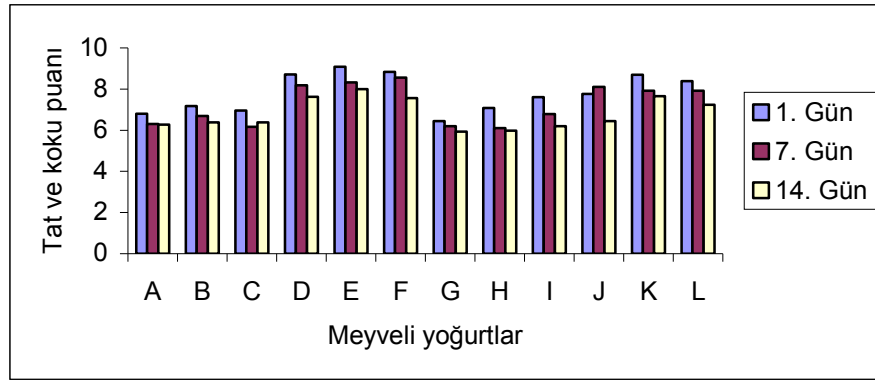
Şekil 4.9. Depolama süresince yoğurtlarda saptanan yapı-tekstür puanları

Depolama süresince yoğurtların yapı-tekstür puanları artış (Şekil 4.9) göstermiştir ($p<0.01$).

4.2.3.3. Meyveli yoğurtların tat ve koku puanlarında depolama süresince görülen değişimler

Yoğurtların tat ve koku puanları Çizelge 4.14’de verilmiştir. Çizelgeden izlenebileceği gibi çilekli yoğurtların tat ve koku puanları ayvalı yoğurtlardan yüksek olmuştur. Yapılan istatistiksel analizlerde meyve çeşidinin yoğurtların tat ve koku puanlarını önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir. ($p<0.01$).

Kapsüllenmemiş probiyotik bakteri içeren yoğurtların tat ve koku puanları kapsüllenmiş probiyotik bakteri içeren yoğurtlardan yüksek olmuştur. Kapsüllerin yapı içerisinde erimeden belirgin olarak görünmesi ve dilde hissedilmesi nedeniyle bu sonuç doğal bulunmuştur. Kapsülasyon işleminin yoğurtların tat ve koku puanlarına etkisi istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ($p<0.01$).



Şekil 4.10. Depolama süresince meyveli yoğurtlarda saptanan tat ve koku puanları

Çizelge 4.14. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan tat ve koku puanları (n=3)*

Örnekler*	1. Gün	7. Gün	14. Gün
A	6.80±0.15 ^{i8A}	6.31±0.15 ^{f6B}	6.28±0.20 ^{e5B}
B	7.18±0.20 ^{g6A}	6.69±0.10 ^{e5B}	6.38±0.15 ^{d4C}
C	6.95±0.45 ^{h7A}	6.16±0.40 ^{g7B}	6.38±0.40 ^{d4B}
D	8.71±0.30 ^{c2A}	8.18±0.26 ^{c3B}	7.62±0.36 ^{b2C}
E	9.08±0.14 ^{a1A}	8.33±0.35 ^{b2B}	8.00±0.29 ^{a1C}
F	8.83±0.22 ^{b2A}	8.55±0.19 ^{a1B}	7.56±0.14 ^{b2C}
G	6.45±0.14 ^{i9A}	6.20±0.14 ^{f6B}	5.93±0.18 ^{f6C}
H	7.08±0.16 ^{g6A}	6.10±0.40 ^{g7B}	5.98±0.21 ^{f6B}
I	7.61±0.25 ^{f5A}	6.78±0.35 ^{e5B}	6.20±0.15 ^{e5C}
J	7.76±0.27 ^{e4B}	8.10±0.20 ^{c3A}	6.45±0.28 ^{d4C}
K	8.69±0.30 ^{c2A}	7.92±0.18 ^{d4B}	7.65±0.30 ^{b2C}
L	8.39±0.25 ^{d3A}	7.92±0.20 ^{d4B}	7.23±0.40 ^{c3C}

* **A:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **B:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **C:** sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **D:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **E:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren, **F:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren çilekli yoğurtlar, **G:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **H:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **I:** sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **J:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **K:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurt, **L:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurtlar.

** Aynı sütunda farklı küçük harf ile gösterilen değerler meyve/kapsül çeşidine, farklı rakam ile gösterilen değerler kültür çeşidine göre, aynı satırda farklı büyük harf ile gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden farklıdır (p<0.01).

Farklı kültür kullanımının da yoğurtların tat-koku puanlarına etkisi önemli olmuştur (p<0.05). Depolama sonunda en yüksek tat-koku puanlara, sodyum aljinat ile kapsüllenmiş ayvalı yoğurtlar hariç, *B. bifidum* ilave edilen yoğurtların sahip olduğu görülmüştür.

Depolama süresince yoğurtların tat ve koku puanlarında azalma (Şekil 4.10) olduğu belirlenmiştir (p<0.01).

Adhikari ve ark. (2000) da, serbest probiyotik bakteri içeren yoğurtların duyuşal özelliklerinin kapsüllenmiş bakteri içeren yoğurtlardan daha iyi olduğunu belirlemiştir.

4.2.3.4. Yoğurtların toplam puanlarında depolama süresince görülen değişimler

Yoğurtların toplam puanları Çizelge 4.15’de verilmiştir. Çilekli yoğurtların toplam puanları ayvalı yoğurtlardan yüksek bulunmuştur. Kullanılan meyvenin çeşidine bağlı olarak yoğurtların özellikleri farklı olmuş ve meyve çeşidinin yoğurtların toplam puanlarına etkisi istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Çizelge 4.15. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan toplam puanlar (n=3)*

Örnekler*	1. Gün	7. Gün	14. Gün
A	14.25±0.38 ^{e5A}	12.86±0.29 ^{e6B}	13.72±0.52 ^{e5A}
B	14.77±0.54 ^{d4A}	13.59±0.41 ^{d4B}	13.81±0.53 ^{e5B}
C	14.42±1.18 ^{d4A}	13.05±0.90 ^{e5B}	14.79±0.85 ^{c3A}
D	15.83±0.44 ^{b2A}	16.22±0.93 ^{a1A}	16.03±1.06 ^{b2A}
E	16.64±0.51 ^{a1A}	15.97±0.61 ^{b2B}	16.87±1.05 ^{a1A}
F	15.88±0.77 ^{b2A}	16.36±0.40 ^{a1A}	15.96±0.36 ^{b2A}
G	13.01±0.60 ^{f7B}	13.63±0.56 ^{d4A}	13.47±0.36 ^{f6A}
H	13.37±0.29 ^{f6A}	13.24±1.13 ^{e5A}	13.74±0.82 ^{e6A}
I	14.34±0.61 ^{e5A}	14.3±0.78 ^{c3A}	13.30±0.29 ^{f7B}
J	14.49±0.86 ^{d4B}	16.06±0.47 ^{a1A}	13.87±0.64 ^{e5C}
K	15.3±0.90 ^{c3A}	15.83±0.39 ^{b2A}	14.81±0.82 ^{c3B}
L	14.73±0.53 ^{d4B}	15.83±0.70 ^{b2A}	14.27±0.98 ^{d4B}

* **A:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **B:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **C:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **D:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **E:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren, **F:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren çilekli yoğurtlar, **G:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **H:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **I:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **J:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **K:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurt, **L:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurtlar.

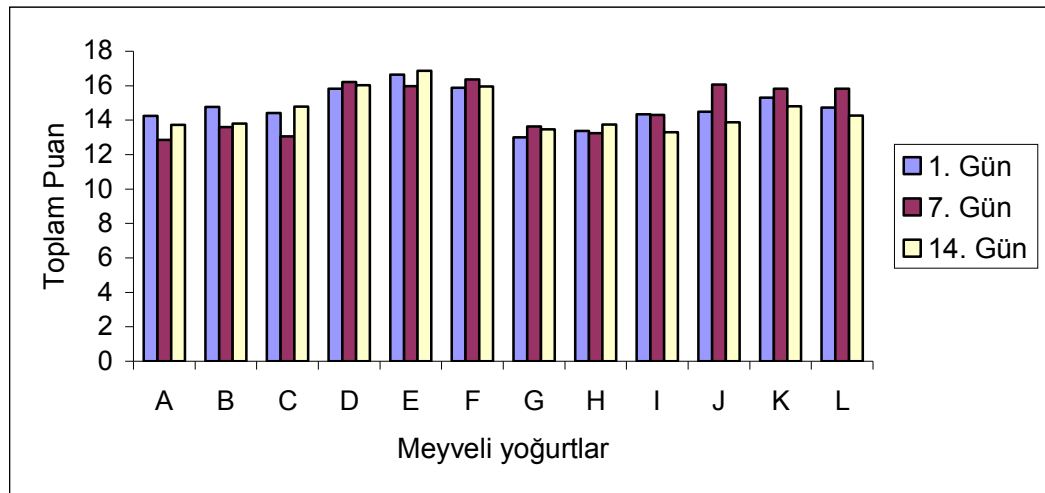
** Aynı sütunda farklı küçük harf ile gösterilen değerler meyve/kapsül çeşidine, farklı rakam ile gösterilen değerler kültür çeşidine göre, aynı satırda farklı büyük harf ile gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden farklıdır ($p<0.01$).

Kapsüllenmemiş probiyotik bakteri içeren yoğurtların toplam puanları kapsüllenmiş probiyotik bakteri içeren yoğurtlardan yüksek olmuştur. Kapsüllerin yapı içerisinde erimeden belirgin olarak görünmesi ve duyuşsal olarak algılanması nedeniyle bu sonuç normal görülmektedir. Yapılan istatistiksel analizlerde de

kapsülasyon işlemi yoğurtların toplam puanlarını önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir ($p<0.01$).

Farklı kültür kullanımı yoğurtların toplam puanlarını etkilememiştir ($p>0.05$).

Depolama süresince yoğurtların toplam puanları artış (Şekil 4.11) göstermiştir ($p<0.01$).



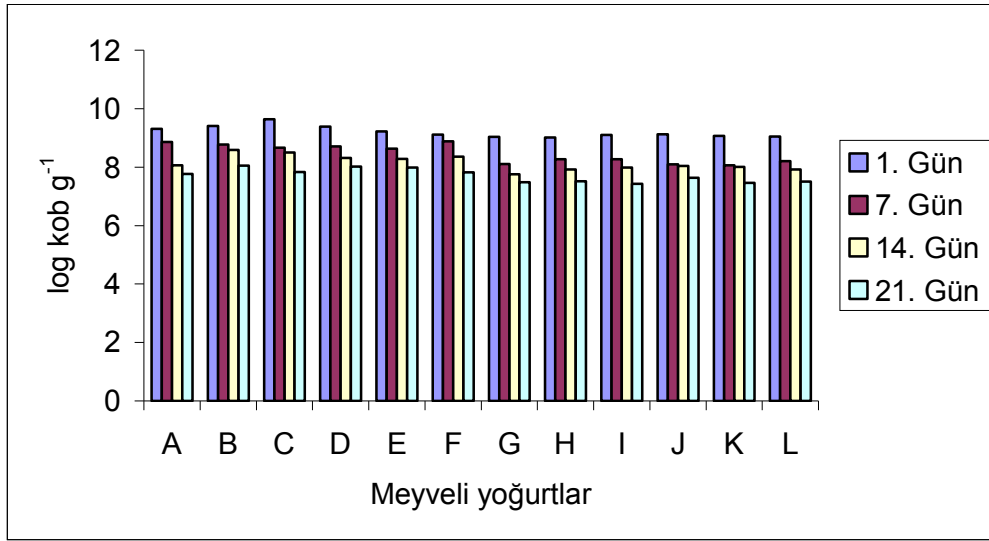
Şekil 4.11. Depolama süresince meyveli yoğurtlarda saptanan toplam puanlar

4.2.4. Yoğurtların mikrobiyolojik özelliklerinde depolama süresince görülen değişimler

4.2.4.1. Yoğurtların *S. thermophilus* sayısında depolama süresince görülen değişimler

Yoğurtlardaki *S. thermophilus* sayısı Çizelge 4.16'da verilmiştir. Çilekli yoğurtların *S. thermophilus* sayıları ayvalı yoğurtlardan daha yüksek çıkmıştır. Bu sonuç yoğurtların pH ve titrasyon asitlikleri ile de paralellik göstermektedir. Yapılan istatistiksel analizlerde meyve çeşidinin yoğurtların *S. thermophilus* sayısını önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir ($p<0.01$).

Kapsüllenmemiş probiyotik bakteri içeren yoğurtların *S. thermophilus* sayıları depolamanın başlangıcında kapsüllenmiş probiyotik bakteri içeren yoğurtlardan daha düşük iken, depolamanın ilerleyen dönemlerinde biraz daha yüksek olmuştur. Sodyum aljinat içerisinde probiyotik bakteri ilave edilen yoğurtların *S. thermophilus* sayıları depolama süresince düzenli olmayan değişimler göstermiş ve bu değişimler istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ($p<0.01$).



Şekil 4.12. Depolama süresince meyveli yoğurtlarda görülen *S. thermophilus* sayıları

Farklı kültür kullanımı yoğurtların *S. thermophilus* sayılarını önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). Bununla birlikte, kapsüllenen kültüre bağlı olarak yoğurtların *S. thermophilus* sayılarında düzenli bir değişim görülmemiştir.

Çizelge 4.16. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan *S. thermophilus* sayıları (n=3)*

Örnekler*	1.Gün	7. Gün	14.Gün	21. Gün
A	9.31±0.01 ^{d3A}	8.86±0.05 ^{b1B}	8.06±0.03 ^{f6C}	7.77±0.01 ^{e5D}
B	9.41±0.03 ^{b2A}	8.77±0.01 ^{c2B}	8.59±0.01 ^{a1C}	8.05±0.01 ^{a1D}
C	9.64±0.04 ^{a1A}	8.66±0.06 ^{e4B}	8.50±0.04 ^{b2C}	7.83±0.03 ^{d4D}
D	9.39±0.01 ^{c2A}	8.71±0.03 ^{d3B}	8.31±0.02 ^{d4C}	8.02±0.02 ^{b2D}
E	9.22±0.04 ^{e4A}	8.63±0.03 ^{f5B}	8.28±0.05 ^{e5C}	7.98±0.04 ^{c3D}
F	9.11±0.02 ^{f5A}	8.88±0.02 ^{a1B}	8.36±0.07 ^{c3C}	7.82±0.08 ^{d4D}
G	9.04±0.07 ^{i7A}	8.11±0.03 ^{i8B}	7.76±0.03 ^{k10C}	7.48±0.05 ^{i8D}
H	9.01±0.02 ^{j8A}	8.27±0.01 ^{g6B}	7.92±0.09 ^{j9C}	7.52±0.07 ^{g7D}
I	9.10±0.05 ^{g5A}	8.27±0.04 ^{g6B}	7.98±0.05 ^{i8C}	7.43±0.06 ^{k9D}
J	9.12±0.03 ^{f5A}	8.09±0.05 ^{j8B}	8.04±0.01 ^{g6C}	7.64±0.02 ^{f6D}
K	9.07±0.04 ^{h6A}	8.06±0.02 ^{k9B}	8.01±0.05 ^{h7C}	7.46±0.01 ^{j8D}
L	9.05±0.01 ^{i6A}	8.20±0.06 ^{h7B}	7.92±0.03 ^{j9C}	7.50±0.04 ^{h7D}

* **A:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **B:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **C:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **D:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **E:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren, **F:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren çilekli yoğurtlar, **G:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **H:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **I:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **J:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **K:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurt, **L:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurtlar.

** Aynı sütunda farklı küçük harf ile gösterilen değerler meyve/kapsül çeşidine, farklı rakam ile gösterilen değerler kültür çeşidine göre, aynı satırda farklı büyük harf ile gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden farklıdır (p<0.01).

Depolama süresince yoğurtların *S. thermophilus* sayıları azalma göstermiştir (p<0.01). Depolama sonunda yoğurtların *S. thermophilus* sayılarında 1.64-1.88 log kob g⁻¹ düzeyinde azalma olduğu saptanmıştır.

4.2.4.2. Meyveli yoğurtların *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısında depolama süresince görülen değişimler

Yoğurtlardaki *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı Çizelge 4.17'de sunulmuştur. Çizelgeden izlenebileceği gibi çilekli yoğurtların *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları ayvalı yoğurtlardan daha yüksek çıkmıştır. Yoğurtların pH ve titrasyon asitlikleri de bu sonucu desteklemektedir. Meyve çeşidinin yoğurtların *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısına etkisi istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Çizelge 4.17. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları (n=3)*

Örnekler*	1. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün
A	8.26±0.03 ^{b2A}	8.14±0.04 ^{d4B}	7.92±0.06 ^{c3C}	7.07±0.01 ^{f6D}
B	8.27±0.03 ^{b2A}	8.24±0.01 ^{a1B}	7.98±0.07 ^{a1C}	7.29±0.05 ^{a1D}
C	8.28±0.03 ^{b2A}	8.21±0.06 ^{b2B}	7.83±0.07 ^{d4C}	7.30±0.04 ^{a1D}
D	8.25±0.01 ^{c3A}	8.16±0.03 ^{c3B}	7.98±0.03 ^{a1C}	7.17±0.04 ^{d4D}
E	8.37±0.01 ^{a1A}	8.03±0.01 ^{h8B}	7.91±0.05 ^{c3C}	7.20±0.03 ^{c3D}
F	8.27±0.04 ^{b2A}	8.12±0.01 ^{e5B}	7.95±0.02 ^{b2C}	7.13±0.01 ^{e5D}
G	8.13±0.02 ^{e5A}	8.03±0.02 ^{h8B}	7.65±0.04 ^{g7C}	7.03±0.01 ^{g7D}
H	8.17±0.06 ^{d4A}	8.14±0.02 ^{d4B}	7.74±0.05 ^{f6C}	7.16±0.01 ^{d4D}
I	8.24±0.05 ^{c3A}	8.07±0.05 ^{g7B}	7.91±0.01 ^{c3C}	7.14±0.05 ^{e5D}
J	8.13±0.01 ^{e5A}	8.10±0.01 ^{f6B}	7.91±0.05 ^{c3C}	7.01±0.01 ^{h8D}
K	8.27±0.04 ^{b2A}	8.00±0.02 ^{i9B}	7.61±0.03 ^{h8C}	7.01±0.06 ^{h8D}
L	8.13±0.02 ^{e5A}	8.02±0.03 ^{h8B}	7.78±0.01 ^{e5C}	7.23±0.02 ^{b2D}

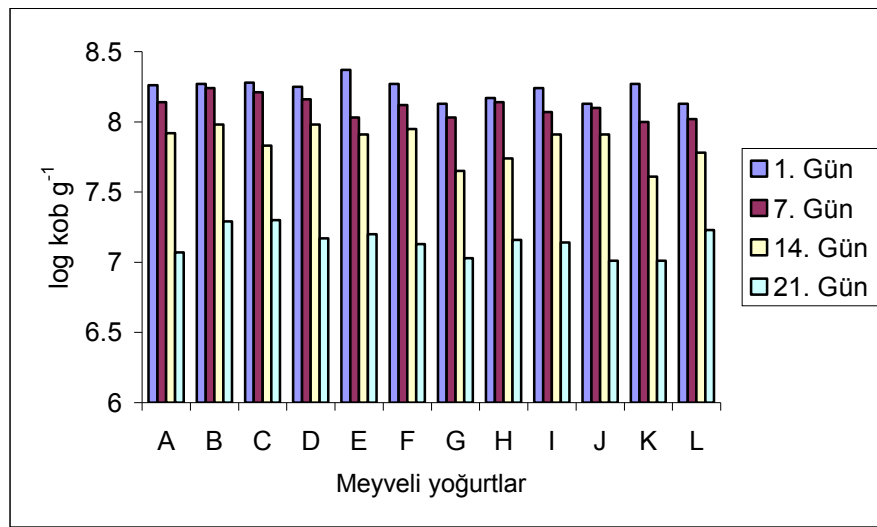
* **A:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **B:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **C:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **D:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **E:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren, **F:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren çilekli yoğurtlar, **G:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **H:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **I:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **J:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **K:** Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurt, **L:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurtlar.

** Aynı sütunda farklı küçük harf ile gösterilen değerler meyve/kapsül çeşidine, farklı rakam ile gösterilen değerler kültür çeşidine göre, aynı satırda farklı büyük harf ile gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden farklıdır ($p<0.01$).

Genel olarak kapsüllenmemiş probiyotik bakteri içeren yoğurtların *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları kapsüllenmiş probiyotik bakteri içeren yoğurtlardan biraz daha düşük olmuştur. Sodyum aljinat içerisinde probiyotik bakteri

ilave edilen yoğurtların *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları depolama süresince düzenli olmayan değişimler göstermiş ve bu değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Yoğurtların *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarında düzenli bir değişim görülmemekle birlikte, farklı kültür kullanımı yoğurtların *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarını önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$).



Şekil 4.13. Depolama süresince meyveli yoğurtlarda saptanan *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları

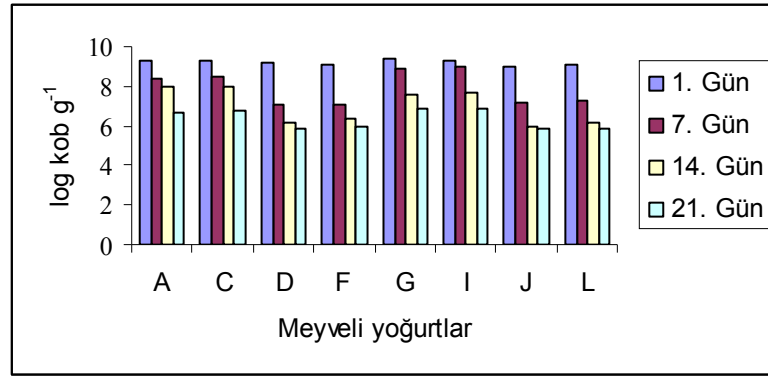
Depolama süresince yoğurtların *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları azalma (Şekil 4.13) göstermiştir ($p<0.01$). Depolama sonunda yoğurtların *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarında 1.10-1.12 log kob g⁻¹ düzeyinde azalma olduğu belirlenmiştir.

4.2.4.3. Yoğurtların *L. acidophilus* sayısında depolama süresince görülen değişimler

Yoğurtlardaki *L. acidophilus* sayısı Çizelge 4.18'de verilmiştir. Çizelgeden izlenebileceği gibi çilekli yoğurtların *L. acidophilus* sayıları ayvalı yoğurtlardan daha yüksek çıkmıştır. Bu durumun yoğurtlardaki *S. thermophilus* sayısı ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. *S. thermophilus* ortamdaki oksijeni tüketerek

L. acidophilus için uygun anaerobik ortamı yaratmaktadır (Dave ve Shah, 1997b; Güler-Akın, 2005; Akın ve Güler-Akın, 2005). Yapılan istatistiksel analizlerde meyve çeşidinin yoğurtların *L. acidophilus* sayısını önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir ($p<0.01$). Bu sonuç meyvelerin lif içeriğinin *L. acidophilus* sayısı üzerine prebiyotik etki göstermesine bağlanabilir. Çileğin 100 g kuru maddedeki lif miktarı 2,17 g' dır (Anonim, 2009). Ayvanın 100g kuru maddedeki lif miktarı 38g' dır (Thomas ve ark., 2000).

Kapsülleme işlemi yoğurtların *L. acidophilus* sayısını önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). Kapsül formunda kullanılan *L. acidophilus* sayısı kapsüllenmemiş olandan 0.84-1,09 log kob g⁻¹ düzeyinde daha yüksek olmuştur.



Şekil 4.14. Depolama boyunca meyveli yoğurtlarda saptanan *L. acidophilus* sayıları

Farklı kültür kullanımı yoğurtların *L. acidophilus* sayılarını önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). En yüksek *L. acidophilus* sayısına *L. acidophilus* ve *B. bifidum* karışık kültürü ilave edilen yoğurtlar sahip olmuştur. *L. acidophilus*'un *B. bifidum* ile mükemmel bir simbiyotik yaşam sürdüğü ve her iki bakterinin de gelişmeleri için gerekli gelişme faktörlerini ürettikleri bildirilmektedir (Dave ve Shah, 1997b).

Çizelge 4.18. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan *L. acidophilus* sayıları (n=3)*

Örnekler*	1. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün
A	9.33±0.02 ^{b2A}	8.43±0.03 ^{c3B}	7.96±0.03 ^{b2C}	6.66±0.03 ^{d4D}
C	9.34±0.03 ^{b2A}	8.44±0.02 ^{c3B}	7.98±0.01 ^{a1C}	6.72±0.04 ^{c3D}
D	9.16±0.03 ^{c3A}	7.05±0.05 ^{g7B}	6.17±0.02 ^{f6C}	5.88±0.02 ^{f6D}
F	9.10±0.04 ^{d4A}	7.07±0.04 ^{f6B}	6.32±0.02 ^{e5C}	5.92±0.01 ^{e5D}
G	9.38±0.02 ^{a1A}	8.92±0.04 ^{b2B}	7.61±0.05 ^{d4C}	6.88±0.01 ^{b2D}
I	9.34±0.04 ^{b2A}	8.99±0.01 ^{a1B}	7.65±0.03 ^{c3C}	6.90±0.01 ^{a1D}
J	9.03±0.04 ^{f6A}	7.14±0.05 ^{e5B}	6.01±0.01 ^{g7C}	5.81±0.01 ^{h8D}
L	9.05±0.03 ^{e5A}	7.26±0.05 ^{d4B}	6.18±0.02 ^{f6C}	5.83±0.04 ^{g7D}

* **A:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **C:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **D:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **F:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren çilekli yoğurtlar; **G:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* içeren, **I:** Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **J:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* içeren, **L:** Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurtlar.

** Aynı sütunda farklı küçük harf ile gösterilen değerler meyve/kapsül çeşidine, farklı rakam ile gösterilen değerler kültür çeşidine göre, aynı satırda farklı büyük harf ile gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden farklıdır (p<0.01).

Depolama süresince yoğurtların *L. acidophilus* sayılarında azalma (Şekil 4.3.5) görülmüştür (p<0.01). Depolama sonunda yoğurtların *L. acidophilus* sayılarındaki azalma sodyum aljinat kapsülleri için 2.48-2.67 log kob g⁻¹ ve kapsüllenmemiş bakteriler içinse 3.22-3.24 log kob g⁻¹ düzeyinde olmuştur. Kapsül formunda bakteri içeren yoğurtlarda 21 gün sonunda canlı *L. acidophilus* sayısının terapatik etkinin sağlandığı 10⁶ kob/g değerinin üstünde, kapsüllenmemiş bakteri içeren yoğurtlarda ise *L. acidophilus* sayısının terapatik etkinin sağlandığı 10⁶ kob/g değerinin altında olduğu belirlenmiştir.

4.2.4.4. Yoğurtların *B. bifidum* sayısında depolama süresince görülen değişimler

Yoğurtlardaki *B. bifidum* sayısı Çizelge 4.19'da görülmektedir. Çilekli yoğurtlardaki *B. bifidum* sayılarının ayvalı yoğurtlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durumun da yoğurtlardaki *S. thermophilus* sayısı ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. *S. thermophilus* ortamdaki oksijeni tüketerek *B. bifidum*

için uygun anaerobik ortamı yaratmaktadır (Dave ve Shah, 1997b; Güler-Akın, 2005; Akın ve Güler-Akın, 2005). Meyve çeşidinin yoğurtların *B. bifidum* sayısını istatistiksel olarak da önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir ($p<0.01$). Bu sonuç meyvelerin lif içeriğinin *B. bifidum* sayısı üzerine prebiyotik etki göstermesine bağlanabilir. Çileğin 100 g kuru maddedeki lif miktarı 2,17 g' dır (Anonim, 2009). Ayvanın 100g kuru maddedeki lif miktarı 38g' dır (Thomas ve ark., 2000).

Çizelge 4.19. Meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan *B. bifidum* sayıları (n=3)*

Örnekler*	1. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün
B	9.39±0.01 ^{c3A}	8.53±0.01 ^{c3B}	6.89±0.03 ^{c3C}	6.56±0.04 ^{a1D}
C	9.40±0.01 ^{c3A}	8.62±0.01 ^{a1B}	6.95±0.02 ^{a1C}	6.47±0.05 ^{b2D}
E	9.08±0.02 ^{f6A}	7.39±0.04 ^{e5B}	5.20±0.06 ^{c3C}	4.83±0.02 ^{e5D}
F	9.16±0.04 ^{e5A}	7.45±0.05 ^{d4B}	5.08±0.04 ^{e5C}	4.86±0.06 ^{d4D}
H	9.44±0.06 ^{b2A}	8.56±0.04 ^{b2B}	6.88±0.01 ^{c3C}	6.32±0.01 ^{c3D}
I	9.46±0.05 ^{a1A}	8.62±0.03 ^{a1B}	6.91±0.02 ^{b2C}	6.57±0.01 ^{a1D}
K	9.04±0.01 ^{g7A}	7.28±0.05 ^{g7B}	5.02±0.03 ^{f6C}	4.31±0.05 ^{f6D}
L	9.22±0.02 ^{d4A}	7.34±0.06 ^{f6B}	5.10±0.04 ^{d4C}	4.32±0.02 ^{f6D}

* **B**: Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **C**: Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **E**: Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren, **F**: Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren çilekli yoğurtlar; **H**: Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *B. bifidum* içeren, **I**: Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren, **K**: Kapsüllenmemiş *B. bifidum* içeren, **L**: Kapsüllenmemiş *L. acidophilus* ve *B. bifidum* içeren ayvalı yoğurtlar.

** Aynı sütunda farklı küçük harf ile gösterilen değerler meyve/kapsül çeşidine, farklı rakam ile gösterilen değerler kültür çeşidine göre, aynı satırda farklı büyük harf ile gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden farklıdır ($p<0.01$).

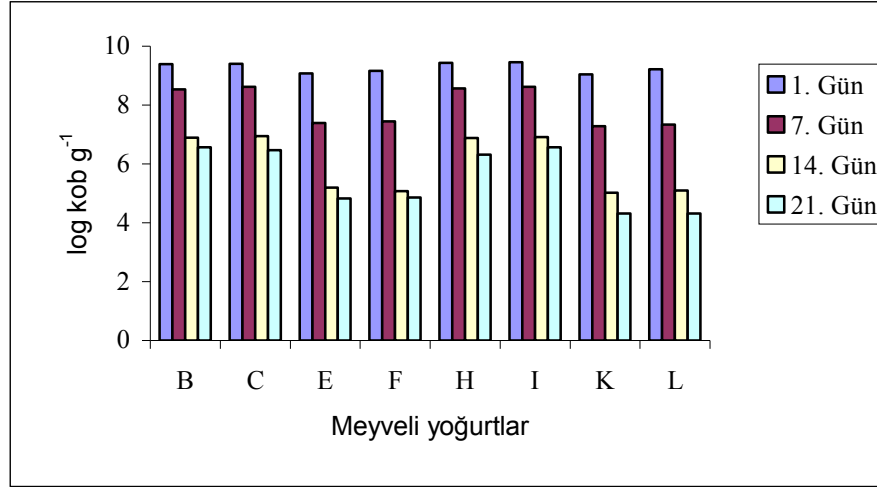
Kapsülleme işlemi yoğurtların *B. bifidum* sayısını önemli düzeyde arttırmıştır ($p<0.01$). Kapsül formunda kullanılan *B. bifidum* sayısı kapsüllenmemiş olandan 1.8-1.98 log kob g⁻¹ düzeyinde daha yüksek olmuştur. En yüksek *B. bifidum* sayısı sodyum aljinat kapsülleri kullanımıyla elde edilmiştir.

Adhikari ve ark. (2000), κ-karragenan içinde kapsüllemenin 30 günlük depolama süresince yoğurttaki *B. longum* B6 ve *B. longum* ATCC 15708'in canlılığını önemli düzeyde arttırdığını bildirmişlerdir.

Picot ve Lacroix (2004), peynir suyu proteini esaslı mikrokapsüllerde kapsüllemenin *B. breve* R070 ve *B. longum* R023'ün canlılıklarını ve yüksek asitli ortamlara toleranslarını arttırdığını, ancak kullanılan bakteri suşuna ve yöntemeye bağlı olarak enkapsülasyon veriminin farklılık gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Farklı kültür kullanımının yoğurtların *B. bifidum* sayılarını önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir ($p < 0.01$). En yüksek *B. bifidum* sayısına *L. acidophilus* ve *B. bifidum* karışık kültürü ilave edilen yoğurtlar sahip olmuştur. Bu durum *L. acidophilus*'un *B. bifidum* ile mükemmel bir simbiyotik yaşam sürmesine ve her iki bakterinin de gelişmeleri için gerekli gelişme faktörlerini üretmelerine bağlanabilir (Dave ve Shah, 1997b).

Depolama süresince yoğurtların *B. bifidum* sayılarında önemli düzeyde azalma (Şekil 4.15) görülmüştür ($p < 0.01$). *B. bifidum* ile yoğurt bakterileri arasında antagonistik bir ilişki vardır (Dave ve Shah, 1997b; Güler-Akın ve Akın, 2007). Bu nedenle depolama sırasında yoğurtların *B. bifidum* sayısında azalma olduğu düşünülmektedir. Bunun yanı sıra, depolama sırasındaki asitlik artışının da *B. bifidum* sayısında azalmaya neden olduğu tahmin edilmektedir. Depolama sonunda yoğurtların *B. bifidum* sayılarındaki azalma sodyum aljinat kapsülleri için $2.89-3.07 \log \text{ kob } g^{-1}$ ve kapsüllememiş bakteriler içinse $4.36-4.73 \log \text{ kob } g^{-1}$ düzeyinde olmuştur. Kapsül formunda bakteri içeren yoğurtlarda 21 gün sonunda canlı *B. bifidum* sayısının terapatik etkinin sağlandığı 10^6 kob/g değerinin üstünde, kapsüllememiş bakteri içeren yoğurtlarda ise sayısının terapatik etkinin sağlandığı 10^6 kob/g değerinin altında olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.15. Depolama süresince meyveli yoğurtlarda saptanan *B. bifidum* sayıları

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiş ve serbest *L. acidophilus*, *B. bifidum* ve *L. acidophilus* ve *B. bifidum* karışık kültürünün in vitro koşullarda ve meyveli yoğurtlarda canlı kalma sürelerinin ve yoğurtların fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışma sonunda elde edilen sonuçlar aşağıda özet olarak sunulmuştur:

Kapsülasyon işlemi kültürlerin midenin asidik ortamına ve safra tuzlarına karşı toleransını arttırmıştır. Ancak yapay mide ortamında 120 dakika inkübasyondan sonra safra tuzu içeren ve içermeyen ortamlarda 120 dakika inkübe edilen kültürlerde, inkübasyonun 60. dakikasından itibaren probiyotik bakteri sayılarının terapatik etkinin sağlandığı 10^6 kob/g değerinin altına düştüğü belirlenmiştir. Safra tuzu içermeyen ortamlarda sodyum aljinat içerisinde kapsüllenen probiyotik bakterilerde bu sayıya 90. dakikadan sonra ulaşılmıştır. Ayrıca karışık kültür kullanıldığında probiyotik bakteri sayısının tek tek kültür kullanımına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Meyveli yoğurt üretiminde çilek ve ayva kullanılmış ve probiyotik bakterilerden *L. acidophilus* ve *B. bifidum* tek tek ve karışım halinde sodyum aljinat içerisinde kapsüllenmiştir. Yoğurtlar 21 gün süreyle $4\pm 1^\circ\text{C}$ 'de depolanarak fiziksel, kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik analizlere tabi tutulmuştur.

Meyve çeşidinin, kapsülasyon işleminin, kültürlerin ve depolama süresinin yoğurtların incelenen tüm özelliklerini önemli düzeyde ($p<0.01$) etkilediği tespit edilmiştir.

Çilekli yoğurtların titrasyon asitliği, viskozite, a^* değeri, yapı-tekstür, tat-koku ve toplam duyusal puanları ayvalı yoğurtlardan yüksek, pH, serum ayrılması, L^* ve b^* değerleri, renk ve görünüş puanları ise düşük olmuştur.

Kapsüllenmemiş probiyotik bakteri içeren yoğurtların titrasyon asitliği, serum ayrılması, renk ve görünüş, yapı-tekstür, tat-koku ve toplam duyusal puanları kapsül formunda probiyotik bakteri içeren yoğurtlardan yüksek, pH, viskozite ve b^* değerleri ise düşük olmuştur.

L. acidophilus ve *B. bifidum* karışık kültürü ilave edilen yoğurtların pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması ve viskozite değerlerinin bu kültürlerin tek başlarına ilave edildiği yoğurtlardan yüksek, L^* , a^* ve b^* değerleri ile renk ve görünüş, yapı-tekstür, tat-koku ve toplam duyusal puanları ise düşük olduğu belirlenmiştir.

Depolama sonunda yoğurtların titrasyon asitliği, viskozite, L^* ve b^* değerleri artmış, pH, serum ayrılması, a^* değeri, renk ve görünüş, yapı-tekstür, tat-koku ve toplam duyusal puanları ise azalmıştır.

Çilekli yoğurtlardaki *S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. acidophilus* ve *B. bifidum* sayıları ayvalı yoğurtlardan yüksek bulunmuştur.

Mikrobiyolojik analiz sonuçları, kapsülasyon işleminin bütün probiyotik bakterilerin canlılığını arttırdığını göstermiştir. En yüksek probiyotik bakteri sayısına sodyum aljinat kapsülleri ilave edilen yoğurtlar sahip olmuş.

L. acidophilus ve *B. bifidum* karışık kültürü ilave edilen yoğurtların canlı bakteri sayılarının, bu kültürlerin tek başlarına ilave edildiği yoğurtlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Depolama süresi sonunda sodyum aljinat ile kapsüllenen probiyotik bakteri sayılarının terapatik etkinin sağlandığı 10^6 kob/g değerinin üstünde, kapsüllenmemiş

bakteri içeren yoğurtlarda ise sayısının terapatik etkinin sağlandığı 10^6 kob/g değerinin altında olduğu belirlenmiştir.

Bu araştırma, kapsülasyon işleminin yoğurtların fiziksel özelliklerini iyileştirdiğini (L^* , a^* ve b^* değerleri hariç) ve probiyotik bakterilerin canlılığını önemli düzeyde arttırdığını, fakat duyuşal özelliklerini olumsuz yönde etkilediğini ortaya çıkarmıştır.

Elde edilen bulgular ışığında şu sonuçlara varılmıştır:

Çilekli yoğurtların fiziksel ve duyuşal özellikleri ayvalı yoğurtlardan daha iyi olmuştur. Ayvalı yoğurtların mikrobiyolojik özellikleri incelendiğinde ayvalı yoğurtlardaki probiyotik bakteri sayısı çilekli yoğurtlara göre biraz daha yüksek çıkmıştır. Buna göre her iki meyvenin de probiyotik yoğurt üretiminde başarıyla kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte probiyotik bakteri sayısını teşvik etmesi açısından meyveli yoğurt üretiminde ayva kullanılması önerilebilir.

Kapsülasyon işlemi meyveli yoğurtların duyuşal özelliklerini olumsuz yönde etkilerken fiziksel (serum ayrılması, viskozite) ve mikrobiyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir. Kapsülasyon işlemi probiyotik bakterilerin hem midenin asidik ortamına ve safra tuzlarına karşı toleransını arttırmış hem de meyveli yoğurtlarda depolama süresinde canlılığını korumasını sağlamıştır. Kapsüllenen probiyotik bakteri sayıları depolama sonunda terapatik etkinin sağlandığı 10^6 kob/g değerinin üstünde olurken kapsüllenmemiş bakteri içeren yoğurtlarda bu sayı terapatik etkinin sağlandığı değerin altında olmuştur. Buna bağılı olarak meyveli yoğurt üretiminde probiyotik yoğurt üretiminde probiyotik bakterilerin kapsüllenecek kullanılması önerilebilir.

Meyveli yoğurt üretiminde probiyotik kültürlerin tek tek kullanımı yerine karışık olarak kullanılması titrasyon asitliği, serum ayrılması, renk-görünüş ve yapı tekstür özelliklerini olumsuz yönde etkilerken viskozite, tat-koku ve mikrobiyolojik özellikleri olumlu yönde etkilemiştir. Özellikle karışık kültür kullanıldığında

probiyotik bakteri sayısının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca dayanarak *B. bifidum* ve *L. acidophilus* kültürlerinin karışık olarak kullanılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

- ADHIKARI, K., MUSTAPHA A., GRÜN, I. U., and FERNANDO, L., 2000. Viability of Microencapsulated Bifidobacteria in Set yogurt during Refrigerated Storage. *Journal of Dairy Science*, 83: 1946-1951.
- AKIN, M. S. 1996. İnek ve Keçi Sütlerinden Üretilen ve 15 gün süre ile depolanan Meyveli/Aromalı ve Sade yoğurtların nitelikleri üzerinde karşılaştırmalı bir araştırma. Çukurova Ünüvesitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği ABD, Doktora Tezi, Adana, 136s.
- AKIN, M. S., ve GÜLER-AKIN, M. B., 2005. Effects of Different Incubation Temperatures on the Microflora, Chemical Composition and Sensory Characteristics of Bio-yogurt. *Ital. J. Food Sci.*, 1 (17): 67-74.
- ANONYMOUS, 2001. The Basics of Color Perception and Measurement Hunter lab Presents, Reston VA. USA.
- ANONİM, 1989. Yoğurt Standardı T.S. 1330, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- ANONİM, 1994. Çiğ İnek Sütü Standardı TS 1018, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- ANONİM, 2009. Strawberry Health and Nutrition Information, www.vicstrawberry.com.au/984250/victorian-strawberry-industry-nutrition.htm.
- A. O. A. C. Association of Official Analytical Chemists, 1990. Official Methods of Analysis (15th ed.). Arlington: A. Press.
- ATAMER, M., ve SEZGİN, E., 1986. Yoğurtlarda Kurumadde Artırımının Pıhtının Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. *Gıda*, 6: 327-331.
- BERRADA, N., LEMELAND, J., LAROCHE, G., THOUVENOT, P., and PIAIA, M., 1991. *Bifidobacterium* from Fermented Milks: Survival during Gastric Transit. *Journal of Dairy Science*, 74: 409-413.
- BODYFELT, F. W., TOBIAS, J., and TROUT, G. M. 1988. The Sensory Evaluation of Dairy Products. An Avi Book Published by Van Nostrand Reinhold, 598, New York.
- BONCZAR, G., WSZOLEK, M., and SIUTA, A., 2002. The Effects of Certain Factors on the Properties of Yoghurt Made from ewe's Milk. *Food Chemistry*, 79; 85-91.
- CAN, A., ve ÖZÇELİK, B. 2003. Prebiyotik Süt Ürünleri ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu Bildiriler Kitabı. 257-261, İzmir.
- CHANDRAMOULI, V., KAILASAPATHY, K., PEIRIS, P., and JONES, M., 2004. An Improved Method Of Microencapsulation and Its Evaluation to Protect *Lactobacillus* spp. in Simulated Gastric Conditions. *Journal of Microbiological Methods*, 56: 27-35.
- CHOU, L., and WEIMER, B., 1999. Isolation and Characterization of Acid- and Bile-Tolerant Isolates from Strains of *Lactobacillus acidophilus*. *Journal of Dairy Science*, 82; 23-31.
- ÇAKMAKÇI, S., ve ÇELİK, İ. 1994. Gıda Katkı Maddeleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu No: 164, 249s, Erzurum.

- DAVE R. I., and SHAH N. P., 1996. Evaluation of Media for Selective Enumeration of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. acidophilus* and *Bifidobacteria*. J Dairy Sci., 79: 1529-1536.
- DAVE, R. I., and SHAH, N. P., 1997a. Characteristics of Bacteriocin Produced by *Lactobacillus acidophilus* LA-1. International Dairy Journal, 7: 707-715.
- DAVE, R. I., and SHAH, N. P., 1997b. Viability of Yogurt and Probiotic Bacteria in Yogurts Made from Commercial Starter Cultures. Int. Dairy Journal, 7: 31.
- DAVE, R. I., and SHAH, N. P., 1997c. Effect of Cysteine on the Viability of Yoghurt and Probiotic Bacteria in Yoghurts Made with Commercial Starter Cultures. Int. Dairy Journal, 7: 31.
- DAVIS, J. G. 1970. Fruit Yogurt. Dairy Industries, 35 (10): 676-681.
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O., ve GÜRBÜZ, F. 1987. Researches and Practice Methods (Statistical Methods II). A. U. Agricultural Faculty Publishes: 1021, 381, Ankara.
- FOOKS, L. J., FULLER, R., and GIBSON, G. R., 1999. Prebiotics, Probiotics and Human Gut Microbiology. Int. Dairy Journal, 9: 53-61.
- GARDINI, F., LANCIOTTI, R., GUERZONI, M. E., and TORRIANI, S., 1999. Evaluation of Aroma Production and Survival of *Streptococcus thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Lactobacillus acidophilus* in Fermented Milks. International Dairy Journal, 9: 125-134.
- GURR, M. 1987. Nutrition Aspects of Fermented Milk Products. *FEMS Microbial. Rev.*, 46: 337-342.
- GÜLER-AKIN, 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. International Journal of Dairy Technology, 58 (3): 174-179.
- GÜLER-AKIN, M. B., ve AKIN, 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: 788-793.
- HAGEN, M., and NARVHUS, J. A., 1999. Production of Ice Cream Containing Probiotic Bacteria. *Milchwissenschaft*, 54 (5): 265-268.
- HEKMAT, S., and MCMAHON, D. J., 1992. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in Ice-Cream For Use As Probiotic Food. J. of Dairy Sci, 75: 1415-1422.
- HOLZAPFEL, W. H., and SCHILLINGER, U., 2002. Introduction to Pre- and Probiotics. *Food Research International*, 35;109-116.
- HUGENHOLTZ, S., 2002. Nutraceutical Production with Food- Grade Microorganisms. *Food Biotechnology*, 13: 497-507.
- HUIS IN'T VELD, J. H. J., and HAVENAAR, R., 1991. Probiotics and Health in Man and Animal. *J. Chem. Tech. Biotechnol*, 51:562-567.
- HULL, R. R., CONWAY, P. L., and EVANS, A. J., 1992. Probiotic Food- A New Oppurtunity. *Food Australia*, 44 (3): 112-113.
- IDF. International Standard, 1992. 163. General Standard of Identity for Fermented Milks. International Dairy Federation, Brussels.
- IDF. 1993. Milk, Determination of Nitrogen Content. FIL-IDF 20B, Brussels, Belgium.
- KAILASAPATHY, K., and SULTANA, K., 2003. Survival and β -Galactosidase Activity of Encapsulated and Free *Lactobacillus acidophilus* and

- Bifidobacterium lactis* in Ice-Cream. Australian J. of Dairy Technol., 58: 223-227.
- KALANTZOPOULOS, G., 1997. Fermented Products with Probiotics Qualities. Anaerobe 3: 185-190.
- KESSLER, H. G., and KAMMERLAHNER, J., 1982. Factors Effecting the Stability of Natural Set Yoghurt. In: XXI International Dairy Congress, Vol 1: 283, Moscow, U.S. S.
- KILIÇ, S. 2001. Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri. Ege Ü. Ziraat Fak., Yayın No: 542: 451 s., İzmir.
- KLAENHAMMER, T. R., and KULEN, M. J., 1999. Selection and Design of Probiotics. International Journal of Food Microbiology, 50: 45-57.
- KNEIFEL, W., ULBERTH, F., ERHARD, F., and JAROS, D., 1992. Aroma Profiles and Sensory Properties of Yoghurt and Yoghurt-Related Products. I. Screening of Commercially Available Starter Cultures, Milchwissenschaft, 47 (6): 362-365.
- KOOP-HOOLIHAN, L., 2001. Prophylactic and Therapeutic Uses of Probiotics: A Review. J. Am. Diet Assoc., 101: 229-238.
- KRASAEKOOPT, W., BHANDARI, B., and DEETH, H., 2003. Evaluation of Encapsulation Techniques of Probiotics For Yoghurt: A Review. International Dairy Journal, 13 (1): 3-23.
- KRASAEKOOPT, W., BHANDARI, B., and DEETH, H., 2004. The Influence of Coating Materials on Some Properties of Alginate Beads And Survivability of Microencapsulated Probiotic Bacteria. International Dairy Journal, 14: 737-743.
- LA TORRE, L., TAMIME, A. Y., and MUIR, D. D., 2003. Rheology and Sensory Profiling of Set-Type Fermented Milks Made with Different Commercial Probiotic and Yogurt Starter Culture. International Journal of Dairy Technology, 56: 163-170.
- LOURENS-HATTING, A., and VILJOEN, B. C., 2001. Yoghurt as Probiotic Carrier Food. International Dairy Journal, 11: 1-17.
- MACFARLENE, G. T., and CUMMINGS, J. H., 1999. Probiotics and Prebiotics: Can Regulating The Activities of Intestinal Bacteria Benefit Health?. British Medical Journal, 318: 999-1003.
- MANN, E. J., 1971. Flavoured Yogurts. Dairy Industries, 36 (11): 647-648.
- NIGHSWONGER, B. D., BRASHEAERS, M. M., and GILLILAND, S. E., 1996. Viability of *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* in Fermented Milk Products During Refrigerated Storage. J. Dairy Sci., 79: 212-219.
- O'SULLIVAN, M. G., THORNTON, G., O'SULLIVAN, G. C., and COLLINS, J. K., 1992. Trends in Food Science& Technology, 3: 309-314.
- OUWEHAND, A. C., SALMINEN, S., and ISOLAVRI, E., 2002. Probiotics: An Overview of Beneficial Effects. Anton. van Leuw., 82: 279-289.
- ÖZER, B., ROBINSON, R. K., GRANDISON, A. S., and BELL, A. E., 1997. Comparison of Techniques for Measuring the Rheological Properties of Labneh (Concentrated Yoghurt). Int. J. Dairy Technol., 50: 129-133.
- ÖZER, D. 2001. Acidophilus-Bifidus (AB) Yoğurtların Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Laktuloz ve İnulinin Etkileri. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 82 s..

- ÖZER, D., ve AKIN, M. S. 2000. Probiyotik Fermente Süt Ürünleri ve Prebiyotikler. VI. Süt ve Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı: Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri, 273-278, Tekirdağ.
- PERERIA, D. I. A., and GIBSON, G. R., 2002. Effects of Consumption of Probiotics and Prebiotics on Serum Lipid Levels in Humans. *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology*, 37 (4): 259-281.
- PERIN, S., WARCHOL, M., GRILL, J. P., and SCHNEIDER, F., 2001. Fermentations of Fructo-oligosaccharites and Their Components by *Bifidobacterium infantis* ATCC 15697 on Batch Culture in Semi-Synthetic Medium. *J. Appl. Microbiol.*, 90: 859-865.
- PICOT, A., and LACROIX, C., 2004. Encapsulation of Bifidobacteria in Whey Protein-Based Microcapsules and Survival in Simulated Gastrointestinal Conditions and in Yoghurt. *International Dairy Journal*, 14: 505-515.
- ROBERFROID, M. 1999. Functional Foods. Danone World Newspletter No: 18. March. In: ROBINSON, R. K., and TAMIME, A. Y., 1990. "Dairy Microbiology, 2 Edn., Vol:2, ed. R. K. Robinson. Elsevier Applied Science, London, 131-201"
- ROSEMARY, L., and WALZEM, R. D., 1998. Health Enhancing Properting of Whey Proteins and Whey Fractions. Applications Monograph –Nutritonal and Beverage. Published by U. S. Dairy Export Council, pp.8.
- RYBKA, S., and KAILASAPHATY, K., 1996. Media for Enumeration of Yoghurt Bacteria. *Int Dairy J.*, 6: 839-850.
- SAARELA, M., MOGENSE, G., FONDE, R., MATT, J., and MATTILA-SANDHOLM, T., 2000. Probiotic Bacteria: Safety, Functional and Technological Properties. *J. Biotech.*, 84: 197-215.
- SAARELA, M., LAHTEENMALI, L., CRITTENDEN, R., SALMINEN, S., and MATTILA-SANHOLM, T., 2002. Gut Bacteria and Health Foods- The European Perspective. *Int. Food Microbiol.*, 78: 99-117.
- SALJI, J. P., 1992. Foods for the Future. *Food Sci. Tech. Today*. 8 (3): 139-143.
- SCHEINBACH, S., 1998. Probiotics: Functionality and Commercial Status, *Biotech. Adv.*, 16: 581-608.
- SHAH, N. P., 2000. Probiotic Bacteria: Selective Enumeration and Survival in Dairy Foods. *J. Dairy Sci.* 83: 894-907.
- SHAH, N. P., 2001. Functional Foods from Probiotics and Prebiotics. *Food Tech.*, 55: 46-53.
- SHAH, N. P., and LANKAPUTHRA, W. E. V., 1997. Improving Viability of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium* spp. in Yoghurt. *International Dairy Journal*, 7: 349-359.
- SHEU, T. Y., and MARSHALL, R. T., 1993. Micro-encapsulation of Lactobacilli in Calcium Alginate Gels. *J. Food Sci.*, 54: 557-561.
- SHEU, T. Y., MARSHALL, R. T., and HEYMANN, H., 1993. Improving Survival of Culture Bacteria in Frozen Desserts By Microentrapment. *J. Dairy Sci.*, 76: 1902-1907.
- SHORTT C., 1999. The Probiotic Century: Historical and Current Perspectives. *Trends in Food Science and Technology*, 10: 411-417.
- SULTANA, K., GODWARD, G., REYNOLDS, N., ARUMUGASWAMY, R., PEIRIS, P., and KAILASAPHATY, K., 2000. Encapsulation of Probiotic

- Bacteria with Alginate-Starch and Evaluation of Survival in Simulated Gastro-Intestinal Conditions and in Yoghurt. *Int. J. Food Microbiol.*, 62: 47-55.
- SUN, W., and GRIFFITHS, M., 2000. Survival of bifidobacteria in Yoghurt and Simulated Gastric Juice Following Immobilization in Gellan-Xantan Beads. *Internatianol Journal of Food Microbiology*, 61(1): 17-25.
- TALWALKAR, A., and KAILASAPATHY, K., 2004. Comparison of Selective and Differential Media for the Accurate Enumeration of Strains of *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium* spp. and *Lactobacillus casei* Complex From Commercial Yogurts. *Int. Dairy J.*, 14: 143-149.
- TAMIME, A. Y., and ROBINSON, R. K. 1999. *Yoghurt Science and Technology*. Woodhead Publishing Ltd., Second Edition, 619, Cambridge.
- THOMAS, M., CREPAU, M. J., RUMPUNE, K., and THIBAUD, J. F., 2000. Dietary Fibre and Cell-Wall Polysacchharides in the fruits of Japanese Quince (*Chaenomeles Japponica*). *Lebens Mittel-Wissenschaft und technologie*, 33(2): 124-131.
- TUOHY, K. M., PROBERT, H. M., SMEJKAL, C. W., and GIBSON G. R., 2003. Using Probiotics and Prebiotics to Improve Gut Health. *Drug Discovery Today*, 8 (15): 692-700.
- VINDEROLA C. G., and REINHEIMER J. A., 2000. Enumeration of *L. casei* in the presence of *L. acidophilus*, bifidobacteria and Starter Bacteria in Fermented Dairy Products. *Int. Dairy J.*, 10: 271-275.
- VINDEROLA, C. G., BAILO, N., and REINHEIMER, J. A., 2000. Survival of Probiotic Microflora in Argentinian Yogurts During Refrigerated Storage. *Food Res. Int.*, 33: 97.
- YILDIRIM, Z., BAYRAM, M., ve YILDIRIM, M. 2003. Probiyotik, Prebiyotik ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Yararlı Etkileri. *Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 22-23 Mayıs, 267-272, İzmir.

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Batman'da doğdu. Batman'da ilkokulu iki yıl okuduktan sonra ilk, orta ve lise öğrenimini Adıyaman'da tamamladı. 2002 yılında Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ne girdi. 2006 yılında aynı bölümden Gıda Mühendisi ünvanı ile mezun oldu. 2007 yılında Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı.

ÖZET

Bu çalışmada, *L. acidophilus* ve *B. bifidum* bakterileri kapsüllenmemiş ve ekstrüzyon tekniği ile sodyum aljinat içerisinde tek başlarına ve karışık olarak kapsüllenmiş ve stirred tip meyveli yoğurt üretilmiştir. Araştırmada meyveli yoğurt üretimine ve yapay mide koşullarına en dayanıklı bakteri suşu belirlenmiş, ayrıca, kullanılan suşların 21 günlük depolama süresi boyunca meyveli yoğurtların fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerine etkileri incelenmiştir.

Bu çalışmada, *L. acidophilus* ve *B. bifidum* bakterileri içerisinde tek başlarına ve karışık olarak sodyum aljinat ile kapsüllenmiş ve in vitro koşullarda ve stirred tip meyveli yoğurtlarda canlı kalma süreleri araştırılmıştır. Araştırmada ayrıca, kapsülasyon işlemi, kültür çeşidi, meyve çeşidi ve depolama süresinin stirred tip meyveli yoğurtların fiziksel, kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkileri incelenmiştir. Meyve çeşidi, kapsülasyon işlemi, kültür çeşidi ve depolama süresinin yoğurtların incelenen tüm özelliklerini önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir ($p<0.01$). Elde edilen sonuçlara göre, kapsülleme işleminin probiyotik bakterilerin midenin asidik ortamına ve safra tuzlarına karşı toleransını arttırdığı görülmüştür. Ayrıca karışık kültür kullanıldığında probiyotik bakteri sayısının tek tek kültür kullanımına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, meyveli yoğurt üretiminde çilek ve ayvanın başarıyla kullanılabilceği, bununla birlikte ayvanın probiyotik bakteri gelişimini daha fazla teşvik ettiği belirlenmiştir. Ayrıca, kapsülasyon işleminin ve yoğurt üretiminde *L. acidophilus* ve *B. bifidum*'un karışık olarak kullanılmasının probiyotik bakterilerin canlılığını arttırdığı belirlenmiştir.

SUMMARY

In this study, *L. acidophilus* and *B. bifidum* strains were prepared free, individually encapsulated in sodium alginate by using extrusion techniques and they will be added in fruits yogurt. In the study the most suitable probiotic strain was determined for fruits yogurt production. Also most stable strain in intestinal tract was detected. In addition to, effects of probiotic strain on the physical, chemical and sensory characteristics of fruits yogurt were investigated during 21 days storage.

In this study, *L. acidophilus* and *B. bifidum* cultures were prepared as free, individually and mixed encapsulated in sodium alginate and survivability of them in stirred type fruit yoghurts and in vitro conditions was investigated. In the study also the effect of capsulation, culture strain, kind of fruit and storage time to physical, chemical, organoleptic and microbiological properties of stirred type fruit yoghurt investigated. The kind of fruit, microencapsulation, culture strain and storage time effected considerably all of investigated properties of yoghurt ($p < 0.01$). Results obtained indicated that microencapsulation improved tolerance of cultures against of bile salt and acidity of simulated stomach. In addition using mixed culture improved number of probiotic bacteria higher than to use individually culture.

To conclude, in the production of fruit yogurt strawberry and quince can be used successfully. However, determined that quince induces developing of probiotic bacteria any more. Additionally, determined that the microencapsulation and *L. acidophilus* and *B. bifidum* mixed culture in yogurt production increases survivability of probiotic bacteria.