

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YAĞ İÇERİĞİ AYARLANMIŞ SÜTLERDEN EKZOPOLİSAKKARİT
ÜRETEN KÜLTÜRLERLE ÜRETİLEN STİRED YOĞURTLARIN BAZI
ÖZELLİKLERİ**

Aziz KORKMAZ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2005**

Yrd. Doç. Dr. Mutlu Buket AKIN danışmanlığında Aziz KORKMAZ'ın hazırladığı “Yağ İçeriği Ayarlanmış Sütlerden Ekzopolisakkarit Üreten Kültürlerle Üretilen Stirred Yoğurtların Bazı Özellikleri” konulu bu çalışma 09/12/2005 tarihinde aşağıdaki juri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Mutlu Buket AKIN

Üye : Doç. Dr. Nuray ŞAHAN

Üye : Doç. Dr. H. Barbaros ÖZER

Bu Tezin Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. İbrahim BOLAT
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 412

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 Sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER	4
2.1. Ekzopolisakkarit (EPS) Üreten Laktik Asit Bakterileri	4
2.2. EPS'lerin Yapısı	6
2.3. Yoğurt Reolojisi	8
2.4. EPS Üreten Kültürlerin Yoğurdun Bazı Tekstürel ve Duyusal Özelliklerine Etkisi	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM	16
3.1. Materyal	16
3.2. Yöntem	16
3.2.1. Yoğurt üretimi	16
3.2.2. Çiğ sütte ve yoğurtlarda yapılan analizler	18
3.2.2.1. Fizikokimyasal analizler	18
3.2.2.2. Mikrobiyolojik analizler	19
3.2.2.3. Duyusal analizler	20
3.2.2.4. İstatistiksel analizler	20
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	21
4.1. Yoğurt Üretiminde Kullanılan İnek Sütlerinin Özellikleri	21
4.2. Yoğurtlarda Depolama Boyunca Saptanan Özellikler	21
4.2.1. Fizikokimyasal analizler	21
4.2.1.1. Fermentasyon süresi	22
4.2.1.2. pH	22
4.2.1.3. Titrasyon asitliği	24
4.2.1.4. Asetaldehit	25
4.2.1.5. Serum ayrılması	27
4.2.1.6. Viskozite	30
4.2.2. Mikrobiyolojik analizler	32
4.2.2.1. <i>Streptococcus thermophilus</i> (<i>S. thermophilus</i>)	32
4.2.2.2. <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> (<i>L. bulgaricus</i>)	33
4.2.3. Duyusal analizler	35
4.2.3.1. Aroma	36
4.2.3.2. Yapı-tekstür	38
4.2.3.3. Görünüm	40
4.2.3.4. Toplam puan	41
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	44
KAYNAKLAR	48
ÖZGEÇMİŞ	54
EKLER	55
ÖZET	61
SUMMARY	62

ÖZ

Yüksek Lisans Tezi

YAĞ İÇERİĞİ AYARLANMIŞ SÜTLERDEN EKZOPOLİSAKKARİT ÜRETEEN KÜLTÜRLERLE ÜRETİLEN STİRRED YOĞURTLARIN BAZI ÖZELLİKLERİ

Aziz KORKMAZ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mutlu Buket AKIN
Yıl: 2005, Sayfa: 62

Bu çalışmada, yağ içerikleri % 3, % 1.5 ve % 0.5'e ayarlanmış sütlerden ekzopolisakkarit (EPS) üretmeyen kültür (Kontrol) ve EPS üreten (V1 ve V2) kültürler kullanılarak dokuz farklı stirred tip yoğurt üretilmiştir. Her bir süt de kendi içerisinde üç gruba ayrılarak ilk grup EPS üretmeyen kültür ile, diğer iki grup ise EPS üreten kültürlerle inoküle edilmiştir. Üretilen yoğurtlarda depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, viskozite ve asetaldehit içerikleri belirlenmiş, starter *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayımı yapılmış, duyuusal ve istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Analizlerden elde edilen sonuçlara göre, kültür tipi, yağ içeriği ve depolama süresinin pH, titrasyon asitliği, viskozite, serum ayrılması, asetaldehit içerikleri, *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları, tüm duyuusal özellikler (aroma, yapı-tekstür, renk görünüş ve toplam puan) üzerine etkileri istatistiksel yönden önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Depolama sırasında örneklerin pH, serum ayrılması, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı azalmış, buna karşın, titrasyon asitliği, ve viskozite değerleri artmıştır. Örneklerin asetaldehit içerikleri ile *Streptococcus thermophilus* sayıları ve duyuusal puanları ise depolamanın 7. gününe kadar artış göstermiş, daha sonra düşmüştür. Araştırmada, yağ içeriğinin düşmesiyle ortaya çıkabilecek tekstürel ve duyuusal kusurların EPS üreten kültürlerin kullanıldığı örneklerde daha az olduğu görülmüştür. Özellikle yağ içeriği %1.5'e ayarlanan ve EPS üreten kültürlerle yapılan yoğurtların duyuusal özelliklerinin tam yağlı (%3) örneklere yakın olduğu ve panelistler tarafından daha çok beğenildiği saptanmıştır.

ANAHTAR KELİMELEER:Yağ içeriği ayarlanmış yoğurt, ekzopolisakkarit üreten kültür, fiziksel, kimyasal ve duyuusal özellikler

ABSTRACT

MSc. Thesis

SOME PROPERTIES OF STIRRED TYPE YOGHURTS MADE FROM MILK WITH ADJUSTED FAT CONTENT AND ADDED WITH EXOPOLYSACCHARIDES-PRODUCING STARTER CULTURES

Aziz KORKMAZ

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

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN
Year: 2005, Page: 62

In this study, nine different stirred type yogurts were manufactured from cow's milk, in which fat content was standardized to 3, 1.5 and 0.5%, by using non exopolysaccharide (EPS) producing (EPS⁻) and EPS-producing (EPS⁺) strains of yoghurt bacteria. Each batch was also divided into three groups and the first group was inoculated with the EPS⁻ strains, the second and third groups were inoculated with different EPS-producing cultures. In the yogurt samples pH, titratable acidity, whey separation, viscosity and acetaldehyde were determined, *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* counts and all sensory analysis were evaluated at 1., 7., 14. and 21. days of storage. According to the results obtained, the effects of culture type, fat content and storage time on pH, titratable acidity, whey separation, viscosity and acetaldehyde, *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* counts and all sensory characteristics (aroma, consistence, color and appearance and total points) were significant (p<0.01). The pH, whey separation and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* counts of the samples decreased, but titratable acidity and viscosity of the samples increased during storage. Acetaldehyde contents *Streptococcus thermophilus* counts and sensory points of the samples increased up to 7 days of storage, and then decreased. In this research, the properties of yogurts produced with EPS⁺ strains, received higher sensory scored than EPS⁻ strains. In addition, the textural and sensory defects being more pronounced with decreasing fat content were less remarkable in the samples produced with EPS⁺ strains. Especially, it was determined that the properties of the samples, which fat content were standardized to 1.5% and produced with EPS⁺ strains had close sensory characteristics to the yoghurts containing higher fat contents and these samples were most preferred by the panel group.

KEYWORDS: Fat content standardized yogurt, eksopolysaccharyde producing culture, physical, chemical and sensory properties

TEŞEKKÜR

Kendi uzmanlık alanındaki bilgi birikiminden ötürü süt ve süt ürünleri konusunda bende merak uyanmasına vesile olarak beni bu konuda uzmanlaşmaya sevk eden ve tez konumun seçiminden tezin ortaya çıkmasına kadar her aşamada gerek teorik gerekse de pratik anlamda her türlü desteğini benden esirgemeyen değerli danışmanım sayın Yrd. Doç. Dr. Mutlu Buket AKIN'a, çalışmanın özellikle laboratuvarında geçen kısmı için bu konudaki tecrübesiyle bizatihi hazır bulunup yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Serdar AKIN'a, çalışmanın özellikle duyuşsal değerlendirme ve diğer aşamalarında bana yardımcı olan başta Doç. Dr. Barbaros ÖZER olmak üzere bütün bölüm hocalarıma, analizlerin yapılması esnasında benden yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Arş. Gör. Avni KIRMACI'ya, Arş. Gör. Mehmet KÖTEN'e ve Gıda Mühendisi Yakup UZUN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Stirred yoğurt üretim akış şeması.....	16
Şekil 4.1. Yoğurtlarda depolama boyunca saptanan pH değerlerindeki değişim.....	22
Şekil 4.2. Yoğurtlarda titrasyon asitliğinin zamana göre değişimi.....	23
Şekil 4.3. Depolama boyunca yoğurtlardaki asetaldehit düzeyindeki değişim.....	25
Şekil 4.4 Yoğurtlarda depolama süresince serum ayrılması miktarındaki değişim.....	27
Şekil 4.5. Yoğurtlarda viskozitenin depolama boyunca değişimi	29
Şekil 4.6. Depolama süresince yoğurtlardaki <i>S. thermophilus</i> koloni sayısındaki değişimler...	31
Şekil 4.7. <i>L. bulgaricus</i> koloni sayısında depolama boyunca görülen değişim	33
Şekil 4.8. Yoğurt örneklerinin aroma puanlarının depolama süresince değişimi.....	35
Şekil 4.9. Yoğurt örneklerinde tekstür puanlarının depolama süresince değişimi.....	38
Şekil 4.10. Yoğurtlarda depolama süresince görünüm puanlarındaki değişim.....	39
Şekil 4.11. Yoğurtlarda depolama süresince toplam duyusal puanlardaki değişimler.....	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. EPS üreten bazı laktik asit bakterileri.....	4
Çizelge 4.1.Yoğurt üretiminde kullanılan çiğ sütlerin bileşimi.....	20

1. GİRİŞ

Yoğurt, çiğ süt (TS 1018, TS 11044, TS 11045, TS 11046) ve/veya pastörize süt TS 1019 standartlarına uygun tercihen homojenize edilmiş sütün *Streptococcus thermophilus* (*S. thermophilus*) ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un (*L. bulgaricus*) etkisiyle laktik asit fermantasyonu sonucunda elde edilen yoğurt kültürlerini canlı olarak içeren fermente bir süt ürünüdür (Anonim, 1989).

Yoğurdun ilk defa nerede ve nasıl yapıldığı tam olarak bilinmemekle beraber bir çok araştırmacı yoğurdun anavatanının Orta Asya olduğunu ve diğer ülkelere de Türkler tarafından yayıldığını belirtmektedir (Kılıç, 2001).

Yoğurt üretiminde en önemli işlem basamağı, süt şekeri olan laktozun laktik asit bakterileri tarafından fermente edilerek laktik aside dönüştürülmesidir. Laktik asit üretimine paralel bir dizi biyokimyasal tepkimenin sonucunda yoğurdun kendine has tekstür ve aroması oluşmaktadır (Mc Cay ve ark., 1971). Bu fermantasyonda yoğurt üretimi için kullanılan çiğ süte uygulanan fiziksel işlemler, kullanılacak sütün kimyasal kompozisyonu, fermantasyon koşulları, yoğurt yapım teknikleri (set veya stirred) ve kullanılan starter kültürlerin tipi gibi birçok faktör yoğurdun fizikokimyasal ve duyuşal karakterlerinin oluşumunu etkilemektedir (Tamime ve Robinson, 1999).

Yoğurt bakterileri laktozdan %85-90 oranında laktik asit üretirler. Bu özellikleri ile yoğurt bakterileri “homofermentatif” veya “homolaktik” laktik asit bakterileri olarak adlandırılırlar. Ticari olarak üretilen yoğurt kültürleri genelde, *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* türü bakterileri 1:1 oranında bulundurur. Fermantasyonda bu bakteri suşları birbirlerinin gelişimini teşvik ederek ayrı ayrı kullanımlarına göre tekstürel ve duyuşal yönden daha iyi kalitede bir yoğurt üretilmesini sağlarlar (Tamime ve Robinson, 1999)

Yoğurdun tat ve aroması laktik asit ve karbonil bileşiklerinin üretiminden ileri gelir ve yoğurt fermantasyonunda bu iki bakterinin birlikte kullanılmasıyla son üründe tat ve aromayı düzenleyen karbonil bileşikleri miktarı daha yüksek olur (Pette ve Lolkema, 1950). Bir karbonil bileşiği olan asetaldehit yoğurdun başlıca aroma maddesidir. Bununla birlikte yoğurdun doğal aromasının oluşabilmesi için asetaldehit tek başına yeterli değildir. Yoğurdun aromasını düzenleyen ve uçucu olan aroma maddeleri asetaldehit, diasetil, aseton, asetoin ve bütanon-2 gibi karbonil bileşikleridir (Gaafar, 1992).

Kaliteli bir yoğurt üretimi için tat-aromanın yanı sıra reolojik özellikler olarak adlandırılan viskozite, konsistens (pıhtı sıklığı) ve serum ayrılması gibi özelliklerin de optimum düzeyde olması gerekir. Yoğurtlarda kıvamı artırmak ve yapıyı iyileştirmek amacıyla karragenan selüloz, pektinler, bazı sakızlar ve nişasta gibi polisakkaritler kullanılabilir. Ancak bazı ülkelerde bu tür katkıların kullanımı sınırlıdır veya yasaktır. Örneğin, İngiltere’de yoğurt üretiminde %1 oranında nişasta kullanımına izin verilirken, diğer stabilizörlerin kullanımı % 0.5 ile sınırlandırılmıştır (Laws ve Marshall, 2001). Ülkemizde ise meyveli yoğurt üretimi dışında yoğurtta stabilizör kullanımı yasaktır (Anonim, 2001). Son dönemlerde tüketiciye, katkı maddesi içermeyen daha sağlıklı ve kaliteli ürünleri sunmak amacıyla süt endüstrisinde eksopolisakkarit (EPS) üreten laktik asit bakterilerinden yararlanma yoluna gidilmiştir. EPS üreten laktik asit bakterileri genel olarak “ropy” kültür adıyla anılmaktadır (Laws ve Marshall, 2001).

Bilindiği gibi yoğurt set tip ve stirred tip olmak üzere iki farklı şekilde piyasaya sunulmaktadır (Helliga ve ark, 1986). Stirred tip yoğurtların yapımında üretim sırasında fermantasyon tankı ve paketleme makinesi arasındaki mekanik aktarımlar sonucu yoğurt dokusu bozulur ve bunun sonucunda jel içerisine hapsedilmiş su fazı dışarı çıkar. Bu durum tüketici açısından arzu edilmeyen sonuçları beraberinde getirir. Karıştırılarak hazırlanan stirred tip ve meyve aromalı yoğurtlarda yapıyı sıkılaştırmak için son zamanlarda bitkisel kökenli polisakkaritlere alternatif olarak laktik asit kültürlerin koyulaştırıcı (viskoz) suşlarından

yararlanılmaktadır. Bu amaçla *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus*'un polisakkarit üreten suşlarından yararlanılmaktadır (Kılıç, 2001).

EPS'lerin yoğurt tekstürü üzerinde iki önemli fonksiyonu vardır. Birincisi hidrofilik karakterleri nedeniyle suyu absorbe etmek, ikincisi ise protein matriksindeki serbest su hareketini önlemektir. Bunun yanı sıra EPS'ler protein matriksiyle interaksiyona girerek onların da su bağlama kapasitelerini artırır (Hansen ve ark., 1994; Hess ve ark., 1997; Amatayakul ve ark., 2005).

Tüketiciler tarafından süt ürünlerinde önem verilen duyu özellikler, pıhtı sıklığıyla beraber iyi bir tat ve aromadır. Yoğurt tüketiminde de tüketici kitlesinin istekleri genelde, duyu olarak taze bir tat ve çoğunlukla tipik yoğurt aroması ile beraber viskoz ve koyu kıvamlı yapısıyla pürüzsüz bir görünüme sahip olması yönündedir. Yoğurt üretiminde bu kriterler göz önünde bulundurularak kültür seçimi yapılır. Son zamanlarda diyet ürünlerinin tüketimine olan talep artmaktadır. Ancak, süt ürünlerinde yağ içeriği azaldıkça yapısal kusurlar ortaya çıkmaktadır. EPS üreten kültürlerin ürünün yapısını iyileştirici yönde etki gösterdiği ve bu kültürlerin kullanımıyla, tüketici isteklerine uygun nitelikte (görünüş, tat ve viskozite) ve sağlıklı süt ürünleri üretilebildiği bildirilmektedir (Duboc ve Mollet, 2001).

Bu çalışmada, bazı kalite parametrelerinin ölçümlerine dayanarak herhangi bir katkı maddesi (stabilizör, kıvam artırıcı) kullanılmadan, yağı azaltılmış sütlerden EPS üreten starter kültürleri kullanarak stirred tip yoğurt üretme olanakları araştırılmış ve üretilen yoğurtların özellikleri birbirleriyle karşılaştırılarak en uygun kültür/yağ içeriği kombinasyonu saptanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER

EPS sentezleyen laktik asit bakterilerinin özellikleri ve bu bakterilerden yararlanılarak üretilen yoğurtların bazı özellikleri bu kısımda belirtilmiştir.

2.1. Ekzopolisakkarit (EPS) Üreten Laktik Asit Bakterileri

Laktik asit bakterilerinin belirli bazı suşları süt gibi uygun ortamlarda EPS üretme yeteneklerine sahiptir. Ticari olarak kullanılan bu viskoz kültürlere “ropy” kültür denmektedir (Laws ve Marshall, 2001). Son dönemlerde tüketiciye katkı maddesi içermeyen daha sağlıklı ve kaliteli ürünler sunmak amacıyla süt endüstrisinde EPS üreten laktik asit bakterilerinden yararlanma yoluna gidilmiştir (Garti ve Reichman, 1993; Folkenberg ve ark., 2005).

Çizelge 2.1. EPS üreten bazı laktik asit bakterileri (Laws ve Marshall, 2001)

Türler ve suşları	Türler ve suşları
<i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> H414	<i>L. paracasei</i> 34-1
<i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> SBT0495	<i>L. rhamnosus</i> C83
<i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> B39	<i>S. thermophilus</i> EU20
<i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> B40	<i>S. thermophilus</i> S3
<i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> B891	<i>L. acidophilus</i> LMG9433
<i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> ARH74	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> rr
<i>S. thermophilus</i> CNCMI733	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> 291
<i>S. thermophilus</i> EU21	<i>L. helveticus</i> TY1-2
<i>S. thermophilus</i> Sfi6	<i>L. helveticus</i> NCDO 766
<i>S. thermophilus</i> Sfi12	<i>L. helveticus</i> TN-4
<i>S. thermophilus</i> Sfi29	<i>L. helveticus</i> Lh59
<i>S. thermophilus</i> Sfi20	<i>L. sakei</i> 0-1

EPS üreten laktik asit bakterileri (çizelge 2.1), fermente süt ürünlerinin konsistens ve reolojisi üzerinde olumlu etkilerinden dolayı süt endüstrisinde büyük önem arz etmektedir (Laws ve Marshall, 2001). Bu bakteriler asit gelişiminden ötürü mikrobiyal bozulmalara karşı gıdaları koruduğu gibi gıdalarda aroma gelişimi, tekstür oluşumunun düzenlemesi gibi bir çok yararından dolayı gıda endüstrisinde kullanımı çok yaygındır (Wood, 1997). Son yapılan bilimsel çalışmalarda göre bu bakterilerin EPS üreten bazı suşlarının insan sağlığı üzerinde olumlu etkilerinden dolayı özellikle yoğurt gibi fermente süt ürünlerinde fonksiyonel starter kültür olarak kullanıldığı bildirilmektedir (De Vuyst ve ark., 2003).

Yoğurt, peynir, ayran tereyağı gibi fermente süt ürünlerinin hemen hemen tamamı laktik asit bakterileri ile üretilirler. Laktik asit bakterilerinin hem termofilik hem de mezofilik türleri fermentasyon için kullanılır. *Lactococcus lactis* (*L. lactis*) gibi mezofilik türler İskandinav ülkelerde, 'langfil' gibi viskoz yapıdaki fermente süt ürünlerinin yapımında starter kültür olarak termofilik olan *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* gibi türler yoğurt yapımında birarada kullanılır (Degeest ve ark., 2001; Ruas-Madiedo ve Zoon, 2003)

EPS'ler iki farklı formda sentezlenmektedir. Birincisi hücre duvarının yüzeyine bağlı olan kapsüler formda olan polisakkarit, diğeri ise hücre duvarının dışındaki ortama salgılanıp yapışkan karakter sergileyen ve ropy olarak adlandırılan EPS'lerdir. Bazı mikroorganizmalar her iki tip polisakkariti sentezleyebilirken bazıları da sadece bir tipini sentezleyebilmektedir (Looijesteijn ve ark., 2000; Hassan ve ark., 2001).

L. bulgaricus NCFB 2772 suşu, gelişme ortamında glukoz veya fruktozun bulunma durumuna göre farklı EPS'leri ürettiği görülmüştür (Grobben ve ark., 1996). Yapılan bir çalışmada enerji kaynağı olarak farklı karbonhidratların kullanıma göre değişik varyasyonlarda EPS ürettikleri tespit edilmiş ve karbon kaynağının üretilen toplam EPS miktarını da etkilediği açıkça görülmüştür. Bu konuda yapılan bir çalışmada karbon kaynağı olarak laktoz kullanımını ile *S. thermophilus* LY03 suşundan glukoz kullanımına göre daha fazla miktarda EPS elde edildiği

görülmüştür. Aynı çalışmada *L. lactis* subsp. *cremoris* NIZO B40 suşundan yine karbon kaynağı olarak glukoz kullanıldığında fruktoz kullanımına göre daha fazla EPS sentezlendiği görülmüştür (Degeest ve Vuyst, 2000).

L. bulgaricus ve *S. thermophilus* için 24 saatlik inkübasyon süresi sonucunda optimum gelişme sıcaklığı ve maksimum polisakkarit üretimi arasında bir ilişki olduğu ve *S. thermophilus*'un 30 °C ve 24 saatin sonunda 2.5 kat daha fazla polisakkarit ürettiği ve viskozitenin de 20 kat daha fazla olduğu görülmüştür (Mozzi ve ark., 1985).

2.2. EPS'lerin Yapısı

EPS'ler, kimyasal yapıları bakımından homopolisakkaritler ve heteropolisakkaritler olmak üzere iki gruba ayrılır. Homopolisakkaritler, karbonhidrat karakterli tek bir monosakkarit ve/veya dissakkaritin bir araya gelmesiyle oluşurken, heteropolisakkaritler farklı monomer yapılarından oluşmaktadır. Çeşitli laktik asit bakterileri tarafından şeker kompozisyonu ve molekül ağırlıkları 1.0×10^4 ile 6.0×10^4 arasında değişen birbirinden farklı olan bir çok heteropolisakkarit çeşidinin salgılandığı bildirilmektedir (Kılıç, 2001).

Kimyasal yapıları bakımından homopolisakkaritler 4 gruba ayrılır. Bunlar α -D-glukan, β -D-glukan, fruktanlar ve poligalaktonlardır. Homopolisakkarit üretimi için sukroz gibi spesifik sübstratlara ihtiyaç vardır. Üretim hücre dışındaki ortamda veya membranda gerçekleşebilir. D-glukoz ve/veya D-fruktozun *dekstran sukraz* ve *glukan sukraz* gibi enzimler aracılığıyla enzimatik yolla bir araya getirilerek zincir yapısı oluşturulur. Heteropolisakkaritler ise farklı monomer yapılarına sahiptir. Bunlar D-glukoz, D-galaktoz, L-ramnoz gibi şekerler yanında N-acetilglukozamin, N-asetilgalaktozamin ve glukoronik asit gibi bileşikleri de içerir. Bazı heteropolisakkaritler karbonhidrat yapısında olmayan fosfat, asetil ve gliserol gibi bileşikleri de içerebilir (Ruas-Madiedo ve ark., 2002).

Heteropolisakkaritlerin üretimi homopolisakkaritlerin üretiminden farklı ve biraz daha karmaşıktır. Bunların üretiminde öncü veya ara maddeler (lipit fosfat esterleri ve izoprenoid alkoller gibi) gereklidir. Yan grupların sentezi hücre duvarında yapıldıktan sonra bunlar söz konusu ara maddeler yardımıyla hücreler arası ortama taşınır ve enzimatik olarak bir araya getirilip sentezleme yapılır. Bu sentezde, *glukozil transferaz*, *galaktozil transferaz*, *1 2 glukoronik asit transferaz* ve *polimeraz* enzimleri görev yapar. Sentezlenen EPS miktarı ve karakteri, pH, sıcaklık ve inkübasyon süresi gibi ortam koşullarından etkilendiği gibi ortamdaki substrat miktarı ve kompozisyonuna göre de değişkenlik gösterebilmektedir (Garti ve Reichman, 1993; Fajardo-Lira ve ark. 1997; Ruas-Madiedo ve ark., 2002; Mozzi ve ark., 1985).

EPS'lerin kimyası ile zincir stabilitesi arasındaki ilişki her ne kadar kompleks olsa da bazı araştırmacılar, EPS'nin dallanma profilinin stabilite üzerinde önemli rol oynadığı ve monosakkaritleri bir araya getiren β (1→4) bağlantısının α (1→4) veya β (1→3) bağlantısına göre daha çok stabilite gösterdiğini, bunda EPS molekülünün bulunduğu solüsyondaki viskozite oluşturma karakterini düzenlediğini ileri sürmüşlerdir (Tuinier, 1999).

Bakteriyel EPS'ler aşırı derecede düşük konsantrasyonlarda bile fermente süt ürünlerinde tekstürü ve reolojiyi etkileyebilmektedir. Bu polimerlerin kıvam artırıcı gücü diğer bitkisel stabilizörlere göre daha çok etkindir (Helliga ve ark., 1986). Laktik asit bakterileri tarafından sentezlenen EPS'ler kimyasal kompozisyon, elektriksel yük, üçboyutlu yapı, rijidite ve proteinlerle interaksiyon yapabilme yetenekleri gibi bir çok özellik bakımından pek çok değişkenlik gösterdiğinden dolayı, ürün viskozitesi ve ortamdaki EPS konsantrasyonu arasındaki ilişki tam olarak açıklanmış değildir (Schellaas ve Morris, 1985; Doco ve ark., 1990; Hassan ve ark., 1996; Rawson ve Marshall, 1997).

EPS'lerin elektriksel yükü ile proteinler arasındaki interaksiyonun viskoziteyi etkilediği bildirilmektedir. Bu konuda yapılan bir çalışmada nötral polisakkarit üreten *L. helveticus* 766 ve *L. helveticus* 291 ile *L. sakei* 0-1 ve *L. paracasei*

suşlarının negatif yüklü polisakkarit üreten starterlerin oluşturduğu ürünün viskozitesi EPS'nin üretilmediği kontrol örneğinin 10 katı kadar daha yüksek olduğu, buna karşılık negatif yüklü polisakkaritin sentezlendiği üründe de daha az viskozite ve daha yüksek elastikiyet elde edildiği görülmüştür (Van Den Berg ve ark., 1995). Bu sonuçlarda, nötral EPS içeren örneklerin daha yüksek viskozite oluşturmasında, negatif yüklü EPS'lerin ortamdaki pozitif yüklü protein misellerinin çözünürlüğünü azaltarak onların serum içerisinde viskozite oluşturmasını engellediği ileri sürülmüştür (Robijn ve ark., 1995a; Robijn ve ark., 1995b; Plejsier ve ark., 2000).

EPS karakteri ve üretim miktarı starterin türüne, ortamdaki besin maddelerinin çeşidi ve miktarına (karbon, azot ve diğer besin maddeleri) ve gelişme koşullarına (pH, sıcaklık, oksijen konsantrasyonu, inkübasyon süresi) göre farklılık gösterebilmektedir (Kılıç ve ark., 2000; Torino ve ark., 2000; Grobber ve ark., 2001). Örneğin; *S. thermophilus* için EPS üretim miktarı 50-350 mg/L arasında değişirken *L. bulgaricus* için bu değer 60-150 mg/L, *L. lactis* subsp. *cremoris* için 25-600 mg/L ve *Lactococcus casei* için de 50-60 mg/L arasında değiştiği saptanmıştır (Cerning, 1995).

2.3. Yoğurt Reolojisi

Son birkaç yılda stirred tip yoğurtların reolojik özellikleri birçok bilimsel çalışmaya konu olmuştur (De Kee ve ark., 1983; Potanin, 1991; Potanin ve Uriew, 1991; Ramawamy ve Basak, 1991b; Benezech ve Miangannot, 1994; Van Marle ve ark., 1999). Yoğurdun reolojik yapısı, daha çok jelin kimyasal bileşimiyle ilgili bir karakterdir ve bu karakter viskoziteyi doğrudan etkilemektedir (Şimşek ve Çon, 2003). Yoğurt reolojisinin oluşumunda üretim teknolojisinin yanında kullanılan starter kültürün mikrobiyolojisi de çok önemlidir (Tamime ve Robinson, 1993; Rawson ve Marshall, 1997).

Yoğurt gibi viskoelastik gıdalarda reolojik özellikler, viskozite ve elastikiyet gibi parametreler ile birlikte ele alınmaktadır. Viskozite, dokunun akışkanlığa karşı

gösterdiği direnç olarak tanımlanırken, elastikiyet ise, deformasyona tabi tutulan dokunun deformasyonun uzaklaştırılmasının ardından eski şeklini alma eğilimini ifade etmektedir. Yoğurt tekstürü, serum fazda bulunan ve biyo-stabilizer ajan olan EPS'lerin varlığından önemli derecede etkilenmektedir. Jel içerisinde fiziksel olarak gerçekleşen EPS-protein, EPS-bakteri ve protein-protein, interaksiyonları, serum fazın hidrasyon kapasitesini artırarak tekstürü olumlu yönde etkilemektedir (Vlahapoulou ve ark., 2001; Duboc ve Mollet, 2001). Reolojik karakterler, yoğurt gibi fermente süt ürünlerinde duyuşal olarak tüketici açısından çekici bir görünüş ve ağızda iyi hissedilebilir bir kıvamın oluşmasında çok önemlidir (Sebastani ve Zelger, 1998; Skriver ve ark., 1993).

EPS konsantrasyonu ile viskozite arasında doğrusal bir ilişki olmadığı bildirilmiştir (Van Marle ve Zoon (1995). Bu çalışmada ropy olmayan LL yoğurt kültüründen 90 mg/l EPS elde ederken ropy RR kültürden 101 mg/l EPS elde etmiş ve her iki yoğurt arasında viskozite bakımından büyük fark olduğunu saptanmıştır.

Marshall ve Rawson (1999), *L. bulgaricus*'un viskoz suşunun *S. thermophilus*'un viskoz olmayan suşu ile birlikte kullanımı durumunda en yüksek viskozite ve en düşük serum ayrılması değerleri elde etmiştir. Aynı çalışmadaki sonuçlar, EPS miktarı ile pıhtı sıklığı arasında negatif bir ilişki olduğunu göstermiştir. Buna ek olarak viskozitenin EPS miktarıyla doğrusal olarak etkilenmediği görülmüştür Çelişki gibi görünen bu durum şöyle açıklamaktadır; bir çok araştırmacıya göre asit gelişimi ve protein denatürasyonu sonucu sıkı bir yoğurt jeli oluşturan protein-protein birleşimi ortamda polisakkaritlerin bulunması durumunda engellenmektedir ve bu da yapının yumuşak olmasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla EPS miktarındaki artışın protein matriksini daha çok olumsuz etkileyeceğinden pıhtı yapısının da o oranda yumuşak olacağı savunulmaktadır (Laws ve Marshall, 2001).

2.4. EPS Üreten Kültürlerin Yoğurdun Bazı Tekstürel ve Duyusal Özelliklerine Etkisi

De Kee ve ark. (1983), stirred tip yoğurtların üretimi sırasında, jelin kırılmasından ötürü yoğurt matriksinin bozulduğunu ve bunun sonucunda jel içerisine hapsedilmiş su fazının dışarı çıkarak tüketici beğenisini olumsuz etkilediğini ama, EPS üreten kültürlerin kullanımıyla yapılmış stirred tip yoğurtlarda tekstürel kusurlar önemli bir dereceye kadar önlenebildiğini bildirmektedirler.

Helliga ve ark. (1986), EPS üreten laktik asit bakterileri ile yapılan stirred tip yoğurtların EPS üretmeyen kültürlerin yoğurtlarına göre, sahip olduğu kremamsı yumuşak ve pürüzsüz yapı ve buna bağlı olarak ağızda bıraktıkları dolgunluk hislerinden ötürü bu tip yoğurtların duyusal olarak daha çok tercih edildiğini belirtmişlerdir.

Forsen ve ark. (1987), EPS üreten laktik asit bakterilerinin sindirim sisteminde sentezlediği EPS'lerin özellikle antitümör, bağışıklık sistemini geliştirici ve kolesterol düşürücü olarak insan sağlığına yararlı olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Fajardo-Lira ve ark. (1997), üç farklı starter olarak EPS üreten (ropy) kültür, bakteri hücre duvarının yüzeyine bağlı duran polisakkarit üreten kültür (kapsül yapıda) ve ropy olmayan üç farklı starter kültürle yaptığı yoğurtlarda, en yüksek viskozite değerlerini ve en düşük serum ayrılması miktarlarını (sineresiz), ropy starterinin kullanıldığı kültürden elde edilen yoğurtlarda saptamışlardır.

Zoon ve Van Marle (1998), ropy ve ropy olmayan starterlerle üretilen yoğurtların mikro yapılarının karşılaştırılmalarıyla ilgili yaptıkları çalışmada, ropy suşlarını içeren protein jelinin homolog yapıdaki küçük boşluklara sahip olduğunu, buna karşı ropy olmayan kültürden elde edilen yoğurt jelinin ise, daha düzensiz ve büyük boşluklar içerdiğini bulmuşlardır.

Faber ve ark. (1998), *S. thermophilus*'un ropy olmayan Rs suşu 135 mg/l konsantrasyonunda ve 2.6×10^3 kDa molekül ağırlığına sahip EPS üretirken, Sts suşunun daha az miktarda (127 mg/l) fakat daha yüksek molekül ağırlığına sahip (3.7×10^3 kDa) EPS ürettiğini gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada elde edilen EPS'lerin kimyasal kompozisyonlarının birbirine çok yakın olmasına karşın molekül ağırlığı yüksek olan *S. thermophilus* Sts suşunun ürettiği EPS'nin daha yüksek viskozite gösterdiği görülmüştür.

Van Marle ve ark. (1999), ropy özellik gösteren üç farklı starter kültürle yaptığı çalışmada, EPS'lerin stirred yoğurtların özellikleri üzerinde karmaşık etkiler gösterdiğini ve EPS miktarı ile jelde oluşan ropy özellik arasında basit bir korelasyon olmadığını belirtmekle birlikte, üç farklı starterin sentezlediği EPS'lerin aynı kimyasal kompozisyonda olmalarına rağmen molekül büyüklüklerinin farklı olmasından dolayı farklı viskozite oluşturdıklarını bildirmektedir.

Marshall ve Rawson (1999), ropy ve ropy olmayan kültürleri kombine kullanarak ürettikleri yoğurtların bazı reolojik özelliklerini karşılaştırmışlar ve *L. bulgaricus*'un viskoz suşunun *S. thermophilus*'un viskoz olmayan suşu ile birlikte kullanımı durumunda her iki suşun da viskoz olması durumuna göre, daha yüksek viskozite ve düşük serum ayrılması değerlerini elde ettiğini görmüşlerdir.

Akalın ve Gönç (1999), viskoz olmayan bir kültür suşu (A) ve viskoz özellik gösteren iki farklı kültür (B ve C) suşlarını hem ayrı ayrı hem de kombine olarak kullanarak ürettikleri yoğurtlarda depolamanın 1., 7., ve 14. günlerinde yaptıkları analizlerde, en yüksek viskozite ve en düşük serum ayrılmasının C viskoz kültürünün yoğurtlarında saptandığını ve bu kültürlerin örneklerinde depolama boyunca daha fazla asitlik artışı ve starter bakteri gelişimi görüldüğünü belirtmektedirler. Aynı çalışmada duyu özellikleri bakımından en yüksek yapı, tekstür ve görünüş değerleri kombine kültürlerle elde edilmiş ve bu değerlerin depolama sırasında azalma göstermediği saptanmıştır. Ayrıca A+C kültüründen elde edilen yoğurdun daha düşük asitlik ile daha yüksek asetaldehit ve diasetil miktarı nedeniyle tat ve koku bakımından daha çok tercih edildiğini bildirmişlerdir.

Looijesteijn ve ark. (2000), *L. lactis* türü bakterinin EPS üreten NZ4010ve EPS üretmeyen MG1614 iki farklı suşu üzerinde yaptığı çalışmada, EPS üreten suşun bakteri hücrelerinin bakteriyofaj, lizozim, ağır metal iyonları ve nisin gibi antimikrobiyal faktörlere karşı daha çok tolerans gösterdiğini ama EPS'lerin hücrenin sindirim boşluğunda canlı kalmasında etkili olmadığını belirtmişlerdir.

Degeest ve De Vuyst (2000), fermente süt üretiminde starter kültür olarak *S. thermophilus*'un beş farklı suşuyla yaptıkları çalışmada bu bakteriler tarafından salgılanan EPS'lerin üretim miktarı, moleküler ağırlıkları ve şeker kompozisyonları ile birlikte, elde edilen yoğurt örneklerinin tekstürel karakteristikleri arasındaki ilişkinin test edilmesinde; *S. thermophilus* LY03 ve *S. thermophilus* CH101 suşlarının ikisi de yoğurtta en yüksek düzeyde EPS miktarı ve viskozite değerleri sergilerken, *S. thermophilus* ST 111 suşunun ve *S. thermophilus* STD suşunun ise oldukça fazla miktarda EPS sentezleyip belirgin bir viskozite sergilemedikleri görülmüştür. Ayrıca *S. thermophilus* ST 111 suşunun yüksek miktarda EPS ürettiği ve fermente süt ortamında *S. thermophilus* LY03 yüksek molekül ağırlıklı (HMM) EPS ve düşük molekül ağırlıklı (LMM) olmak üzere monomer kompozisyonu aynı olan (Gal/Glu/GalNAc= 3.4:1.4:1.0) iki farklı heteropolisakkarit ürettiği test edilmiştir. *S. thermophilus* ST 111 sadece HMM-EPS (Gal/Rha=2.5:1.0) sentezlerken *S. thermophilus* CH 101 suşu (Gal/Glu=1.0:1.0), *S. thermophilus* ST 113 (Gal/Glu/Rha/GalNAc=1.7:3.9:1.5:1.0) ve *S. thermophilus* STD (Gal/Glu/Rha/GalNAc=3.5:6.2:1.2:1.0) kompozisyonunda olan yalnız LMM-EPS ürettiği görülmüştür. HMM-EPS ve LMM-EPS'lerin ikisi de (*S. thermophilus* LY 03) son üründe pseudoplastik karakter sergilediği görülmüştür. Yüksek molekül ağırlığındaki EPS'lerin çok düşük konsantrasyonlarda bile yüksek konsistens değeri sergiledikleri görülmesine karşılık EPS konsantrasyonunun tekstür değeri ile doğrusal bir ilişki içerisinde olmadığı görülmüştür.

Tuinier ve ark. (2001), molekül yapısı üzerindeki yan dallanmaların stabilite üzerinde önemli olduğunu ve *L. lactis*'in B891 ve B39 suşlarının sentezlediği EPS'lerde molekülün üzerindeki galaktozil yan grubunun zincir stabilitesini

azalttığını ve dolayısıyla polimerin koyulaştırıcı etkisini azaltma eğiliminde olduğunu belirtirken, B39 suşunun sentezlediği EPS molekülüne bağlı asetil grubunun zincir stabilitesini etkilemediğini bildirmektedirler. Aynı çalışmada, EPS'lerin mevcut elektriksel yükünün de (örneğin EPS üzerindeki fosfat grubunun sahip olduğu negatif yük) iyonik kuvveti desteklediği ve bunun polimerin moleküller arası etkileşimini artırarak hidrodinamik hareketliliği ve viskoziteyi artırdığı görülmüştür

Looijesteijn ve ark. (2001), *L. lactis* ssp. *cremoris* NZ4010 suşunun sentezlediği EPS'nin bakteri hücrelerinin sindirim kanalını canlı olarak geçebilmesinde herhangi bir koruyucu etki göstermediğini bulmuşlardır.

Laws ve Marshall (2001), yoğurt tekstürünün oluşumunda EPS karakteristikleriyle beraber, üretim miktarı, ortam asitliği ve kompozisyonu ve fermantasyon süresi gibi faktörlerin de etkili olduğunu görmekle beraber, aynı çalışmada starter kültür olarak ropy olmayan *S. thermophilus* ve ropy olan *L. bulgaricus* suşlarını birlikte kullanımıyla elde edilen yoğurdun viskozitesinin her iki suşun da ropy olması durumundan daha yüksek olduğu görülmüştür.

Ruas-Madiedo (2002), EPS üreten laktik asit bakterilerinin teknolojik avantajlarının yanında bu kültürlerin insan sağlığı üzerinde özellikle antitümör, immünolojik aktivite, kolesterol düşürücü olarak faydalı olduğuna dair yapılan bazı çalışmalar da ileri sürüldüğünü rapor etmektedir.

Özer ve Atasoy (2002), viskoz ve viskoz olmayan kültürleri kullanarak yaptıkları çalışmada, üretilen yoğurtlardan viskoz olmayan kültürlerle ait yoğurtların daha yüksek düzeyde asetaldehit ve asitlik oluşumundan dolayı aromalarının daha iyi olmasını karşı, viskoz kültüre ait yoğurtların duyuşal olarak daha iyi bir tekstüre sahip olduğunu bulmuşlardır.

Güzel-Seydim ve ark. (2005), ropy (B-3) ve ropy olmayan (CH-1) iki farklı starter kültürü kullanarak ürettiği yoğurtlarda, depolamanın 1. ve 14.günlerinde yaptığı bazı analizlerde, toplam asitlik ve viskozite değerleri bakımından

depolamanın sonuna kadar viskoz kültürün daha yüksek değerler sergilediğini, buna karşı viskoz olmayan kültürün ise asetaldehit ve serum ayrılması değerlerinin daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Yani aroma bakımından viskoz olmayan örnekler diğerlerine göre daha yüksek değerlere sahipken, tekstürel yönden daha zayıf bir yapıya sahip oldukları belirtilmiştir.

Folkenberg ve ark. (2005), ropy suşlardan elde edilen yoğurt jelinin lazer tarayıcı mikroskop altında incelenmesinde iki farklı mikro-yapı saptamışlardır. Jelin birisinde ortamdaki EPS'lerin protein ağıyla bir etkileşim içerisinde olduğunu buna karşılık diğer jelin içerisindeki EPS'lerin protein ağı içerisindeki boşluklara yerleşip herhangi bir bağlantı oluşturmadığı bildirilmekte ve bu jelin diğer yoğurt jeline göre daha az viskoz doku ve daha yüksek serum ayrılması karakteri gösterdiğini ve EPS'lerin protein matriksiyle olan interaksiyonun yoğurt jelinin tekstürel karakterlerinin oluşumunda çok önemli olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, EPS-protein interaksiyonunun görüldüğü yoğurt örneklerinin duysal olarak ağızda hissedilebilirliği olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir.

Amatayakul ve ark. (2005) ropy, kapsular ve ropy olmayan (kontrol) üç farklı starter kültür kullanarak elde ettikleri yoğurtların bazı fizikokimyasal özelliklerini karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada starter kültür tipinin laktik asit konsantrasyonu üzerinde önemli bir fark göstermediği, üretilen EPS miktarının ropy kültürle yapılan örnekte en fazla olduğu, bütün örneklerde EPS miktarının depolama boyunca arttığı ve kültür tipinin canlı hücre sayısı üzerinde önemli olmadığı görülmüştür. Ayrıca, yoğurt örneklerinin sertliği bakımından ropy ve kapsüler starterin kullanımı durumunda ropy olmayan kültür kullanımına göre daha düşük olduğu saptanmış ve bunun asit oluşumu sırasında şekillenen yoğurt jelindeki protein-protein birleşmesinin ortamdaki EPS tarafından tam olarak gerçekleşmesinden ileri geldiği savunulmuştur. Aynı çalışmada serum ayrılmasının en fazla ropy olmayan kültürle yapılan yoğurtta görüldüğü belirtilmiştir. En düşük serum ayrılması da ropy kültürden elde edilen yoğurt örneğinde ve en yüksek viskozitenin yine ropy kültür kullanımında sağlandığı belirlenmiştir.

Ruas-Madiedo ve ark. (2005), ropy ve ropy olmayan kùltürlerin ayrı ayrı kullanımıyla elde edilen yoğurtlarda su aktivitesi değerinin ropy kùltürle üretilen yoğurt örneklerinde daha düşük olduğunu belirlemişler ve bunun ropy kùltürün sentezlediği EPS'lerin serum fazdaki serbest suyu yapılarına bağlanmasından ileri geldiğini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

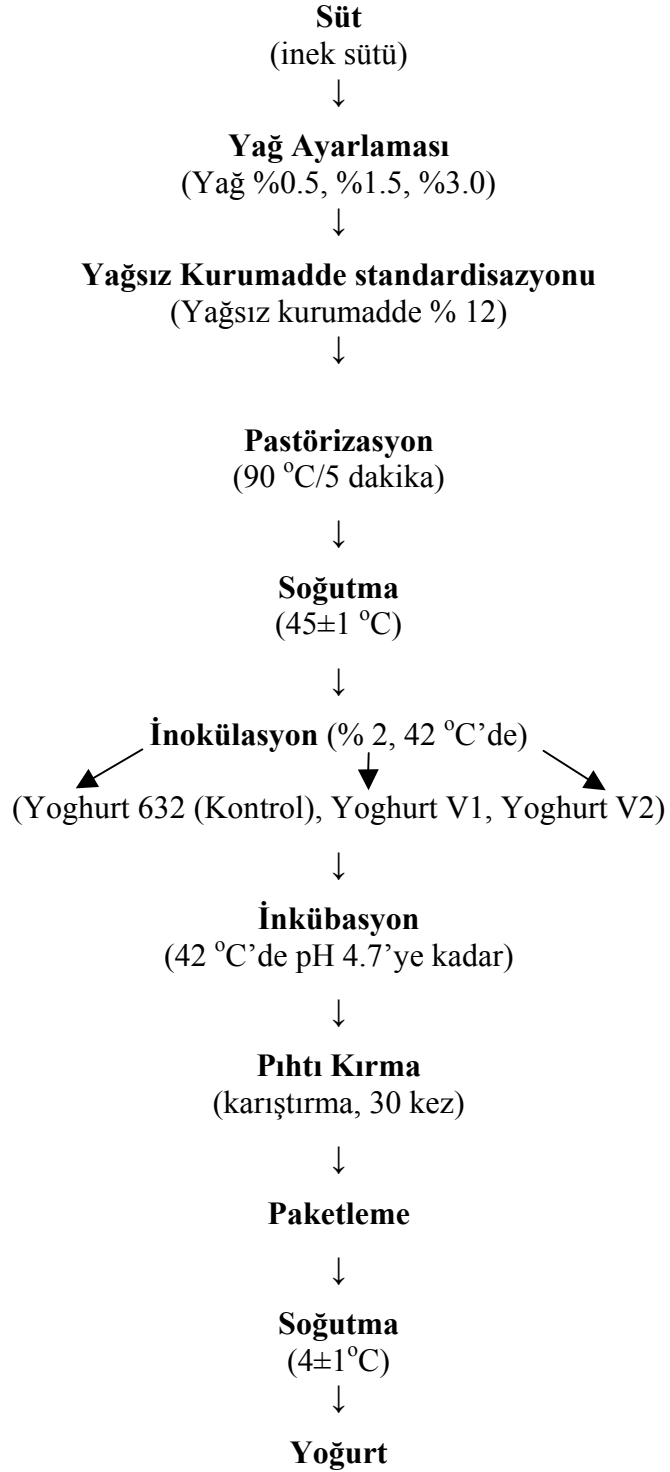
3.1. Materyal

Yoğurt üretiminde kullanılan çiğ inek sütü, Koç Ata Besi ve Sığırcılık A.Ş.'nin süt işletmesinden temin edilmiştir. Sütün kurumaddesi, piyasadan temin edilen süttozu (Pınar Süt ve Mamulleri A. Ş.) ile standardize edilmiştir. Yoğurt üretiminde Visby (Danisco Cultor, Türkiye)'den temin edilen ve *S. thermophilus* ile *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* karışımından oluşan Yoghurt 632 (kontrol), Yoghurt V1 (viskoz) ve Yoghurt V2 (viskoz) kültürleri kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Yoğurt üretimi

Yağ içeriği ayarlanmış inek sütlerinden stirred tip yoğurt üretimi Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Üretim iki tekerrürlü olacak şekilde yapılmıştır. Her bir tekerrür için; sütler üç gruba ayrılarak yağ içerikleri % 0.5, % 1.5 ve % 3.0 olacak şekilde standardize edilmiştir. Sütler, yağsız kurumaddeleri, süttozu ilavesiyle % 12'ye ayarlandıktan sonra 90 °C'ta 5 dakika süre ile pastörize edilmiştir. Pastörize edilen sütler 45±1 °C'a soğutularak her biri yeniden üç gruba ayrılmış ve inokülüm miktarı % 2 olacak şekilde birinci grup kontrol, ikinci ve üçüncü gruplar ise viskoz kültürlerle inoküle edilmiştir. 42 °C'ta pH 4.7'e düşünceye kadar inkübe edilen örneklerde, inkübasyondan sonra pıhtı kırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bir dakika (30 kez) karıştırılarak pıhtısı kırılan yoğurtlar 100 g'lık paketlere doldurulup buzdolabı koşullarında (4±1 °C) 21 gün süreyle depolanmaya bırakılmıştır.



Şekil 3.1. Stirred yoğurt üretim akış şeması

Yoğurt üretiminde kullanılan sütlerde ve üretilen yoğurt örneklerinde depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde aşağıdaki analizler uygulanmıştır.

3.2.2. Çiğ sütte ve yoğurtlarda yapılan analizler

3.2.2.1. Fizikokimyasal analizler

pH tayini: Sütte ve yoğurtlarda pH değerleri bileşik elektrotlu dijital pH-metre ile saptanmıştır (Ling, 1963).

Toplam asitlik: Çiğ süt ve yoğurtlarda asitlik tayini titrasyon yöntemine göre yapılmış ve alkali olarak ayarlı 0.1 N NaOH kullanılmıştır. Sonuçlar % l.a. “laktik asit” cinsinden ifade edilmiştir (Anonim, 1989).

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 ml olarak ölçülmesi esasına göre belirlenmiştir.

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

Kurumadde tayini: Çiğ sütte ve yoğurt örneklerinde KM “kurumadde”, belirli miktardaki örneklerin 105 ±2 °C’de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulması ile gravimetrik olarak belirlenmiştir. (Anonim, 1989).

Yağ: Çiğ süt ve yoğurtlardaki yağ oranları Gerber bütirometreleri kullanılarak Gerber yöntemine göre saptanmıştır (Yöney, 1973).

Toplam azot ve protein: Sütte, mikro kjeldal yöntemi ile toplam azot belirlenmiştir. Bulunan toplam azot miktarı 6.38 faktörü ile çarpılarak da toplam protein hesaplanmıştır (Anonymous, 1993).

Asetaldehit: Gaz kromatografisi (Agilent 6890 GC) kullanılarak Ott ve ark. (1999)'na göre yoğurtların asetaldehit miktarları belirlenmiştir. 5 g örnek alınıp teflon malzeme ile kaplanmış 10 ml hacmindeki hazneye konularak 80 °C'de 15 dakika bekletilip dengeye getirilmesi sağlanmıştır. Daha sonra örneğin sıcaklığı düşürülmeden 100 µl'lik miktarı GC'nin 30 m uzunluğunda ve 0.32 mm iç çapındaki kolonuna enjekte edilmiştir. Taşıyıcı gaz olarak da helyum gazı (1 ml/dakika) kullanılmıştır. Kolonun sıcaklığı 50 °C'de 6 dakika tutulduktan sonra sıcaklığı 80 °C'ye getirilip bu sıcaklıkta 2 dakika bekletilmiştir. Daha sonra kolonun çıkış tarafına bağlanmış 200 °C'deki FID (Alev İyonlaştırıcı) dedektöründen geçirilerek asetaldehit miktarı saptanmıştır.

3.2.2.2. Mikrobiyolojik analizler

TS 2530 göre alınan (Anonim, 1999) 1'er g yoğurt örneklerinin % 0.2'lik steril peptonlu su ile karıştırılmasından sonra uygun dilüsyonlar hazırlanmıştır. Değişik grup mikroorganizmalar için önceden hazırlanmış petri kutularına, hazırlanan dilüsyonlardan 1 ml alınarak dökme ekim yöntemi uygulanmıştır. Ekimler 2 paralelli olarak 3 değişik dilüsyonda yapılmış, petri kutularında oluşan koloniler sayılarak örneklerde canlı mikroorganizma sayıları belirlenmiştir.

***L. bulgaricus* sayımı:** Yoğurt örneklerinde *L. bulgaricus* sayısının belirlenmesinde MRS agar besiyeri kullanılmıştır. Petriker anaerobik olarak 37 °C'de 72 saat inkübe edildikten sonra oluşan koloniler sayılmıştır. Anaerobik koşulların yaratılması için Anaerocult A (Merck) kullanılmıştır (Dave ve Shah, 1996).

***S. thermophilus* sayımı:** Yoğurt örneklerinde *S. thermophilus* sayısının belirlenmesinde M17 besiyeri kullanılmıştır. Petriker aerobik olarak 37 °C'de 72 saat inkübe edildikten sonra oluşan koloniler sayılmıştır (Rybka ve Kailasaphaty, 1996).

3.2.2.3. Duyusal analizler

10 kişilik panel grubunun katılımı ile yoğurtlarda yapılan duyusal değerlendirmelerde (Bodyfelt ve ark., 1988) kullanılan duyusal analiz formu ve uygulanan puan cetveli sırasıyla Ek 1 ve Ek 2’de verilmiştir.

3.2.2.4 İstatistiksel analizler

İstatistik analizler "Faktöriyel Deneme Deseni"ne (3x3x4x2) göre yapılmıştır. 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

Stirred tip yoğurt üretiminde kullanılan çiğ sütün içeriğine ait bazı değerler ve bu sütün yağ oranı ayarlandıktan sonra farklı starter kültürlerle inoküle edilmesiyle elde edilen yoğurt örneklerinin, depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerine ait bazı fizikokimyasal ve duyusal özelliklerine ait deneysel sonuçlar ve bu sonuçların istatistiksel değerlendirilmesi bu bölümde verilmiştir.

4.1. Yoğurt Üretiminde Kullanılan İnek Sütlerinin Özellikleri

Kullanılan çiğ sütlerin bileşimlerine ait bazı değerler çizelge 4.1.'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, çiğ sütlerde saptanan içeriklerin TSE 1018'de inek sütü bileşimi için belirtilen sınırlar içerisinde olduğu ve sütlerin kimyasal bileşimlerinin "TS 1018 Çiğ İnek Sütü" standartlarına uygun olduğu görülmüştür (Anonim, 1994). İnek sütleri yağ içerikleri bakımından birinci sınıf süt sınıfında yer almaktadır.

Çizelge 4.1. Yoğurt üretiminde kullanılan çiğ sütlerin bileşimi

Tekerrür	pH	Titrasyon Asitliği (% l.a)	Kurumadde (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Laktöz (%)
1. Tek	6.64	0.0186	12.40	3.75	3.64	4.19
1. Tek	6.29	0.0180	12.34	3.80	3.50	4.20
Ortalama	6.47±0.247	0.02±0.000	12.37±0.042	3.78±0.035	3.57±0.099	4.20±0.007

4.2. Yoğurtlarda Depolama Boyunca Saptanan Özellikler

4.2.1. Fizikokimyasal analizler

Yoğurtlarda depolama boyunca saptanan fizikokimyasal özelliklere ait değerler Ek 3'te verilmiştir.

4.2.1.1. Fermentasyon süresi

Yoğurt örnekleri fermentasyon süreleri (Ek 4) bakımından incelendiğinde, viskoz kültürlerle üretilen örneklerin viskoz olmayan (kontrol) kültür ile üretilen örneklere göre daha uzun fermentasyon süresine sahip olduğu belirlenmiştir. Viskoz (V1) kültürü ile üretilen örneklerin fermentasyon süreleri viskoz (V2) kültürü ile üretilen örneklere göre daha kısa olduğu saptanmıştır. Viskoz kültürlerin inkübasyon sırasında ürettiği EPS'lerin laktik asit üretimini yavaşlattığı ve bundan dolayı, ortam pH'nın düşürmesinde viskoz kültürlerin kontrol kültürüne göre geciktiği tahmin edilmektedir. Haque ve ark. (2001)'nin bildirdiğine göre, yoğurt üretiminde viskoz kültürlerin viskoz olmayan kültürlere göre daha fermentasyon süresine neden olmaktadır.

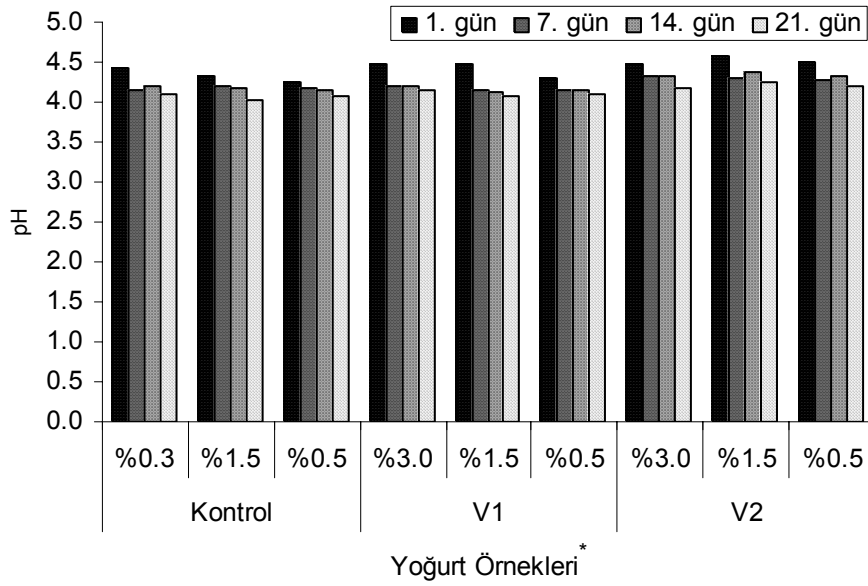
Yağ içeriği düşük örneklerin fermentasyon sürelerinin daha kısa olduğu belirlenmiştir. Yağ içeriği düşük örneklerdeki asitlik gelişimi yağ içeriği yüksek örneklere göre daha iyi olduğundan bu örneklerde fermentasyon sürelerinin daha hızlı olduğu düşünülmektedir. Titrasyon asitliğiyle ilgili sonuçlar da bunu desteklemektedir.

4.2.1.2. pH

Deneme örneklerine ait pH değerlerinde depolama süresince görülen değişimler Şekil 4.1.'de verilmiştir

Kullanılan kültür suşlarının yoğurtların pH'sına etkisi incelendiğinde, Kontrol kültürü ile üretilen yoğurtlarda pH değerinin daha düşük olduğu gözlenirken, viskoz kültürler ile (V1 ve V2) üretilen yoğurtlarda pH değerleri daha yüksek olduğu görülmüştür. V1 ve V2 grubu örnekler kendi aralarında karşılaştırıldığında V2 grubu yoğurtların pH'değerlerinin, V1 grubu örneklere göre daha yüksek bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analizlerde kültür suşunun pH üzerinde etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.01$).

Örneklerin pH'sında yağ içeriğine bağlı olarak düzenli olmayan değişimler görülmekle birlikte yağ içeriği az olan örneklerin pH'sının diğerlerine göre daha düşük olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum, yağsız yoğurtlarda bakteri sayısının daha yüksek olmasına bağlanabilir. Mikrobiyolojik analizlerden elde edilen sonuçlar da bunu desteklemektedir. Yapılan istatistiksel analizlerde yağ oranının pH üzerinde $p<0.05$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür.



Şekil 4.1. Yoğurt örneklerinde depolama boyunca saptanan pH değerleri
* Yoghurt 632 (Kontrol), Yoghurt V1 ve Yoghurt V2 (viskoz)

Depolama süresince tüm örneklerin pH değerinde bir azalma görülmüştür. Bu azalma yoğurt bakterilerinin faaliyeti sonucu asitliğin artmasından kaynaklanmaktadır (Lucey ve Singh, 1998). Yapılan istatistiksel analizlerde de depolama süresinin pH üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Yoğurt üretiminde pH değeri, inkübasyon koşullarını etkileyen, dolayısıyla starter kültürün metabolik faaliyetleri üzerinde rol oynayan önemli bir faktördür (Degeest ve ark. 2001).

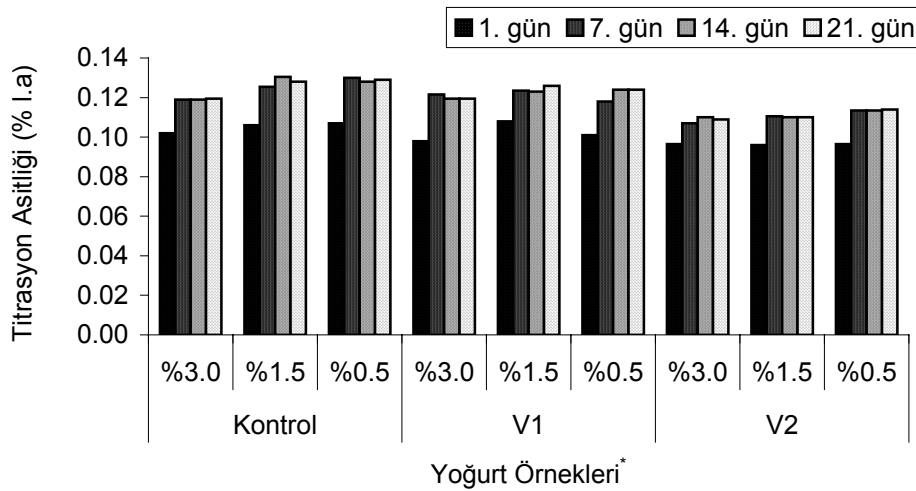
Akalın ve Gönç (1999), viskoz ve viskoz olmayan kültürle elde ettikleri yoğurtlarda pH değerlerinin depolama süresince bütün örneklerde düştüğü ve viskoz kültürle üretilen yoğurtlarda pH değerinin daha düşük olduğunu bulmuşlardır.

Güzel-Seydim ve ark. (2005), ropy ve ropy olmayan kültürler elde ettikleri set tip yoğurtlarda, pH değerinin ropy kültürlerde ropy olmayan kültürlerle göre daha düşük olduğunu bildirmiştir.

Özer ve Atasoy (2002), yaptıkları çalışmada viskoz ve viskoz olmayan kültürlerle üretilen yoğurtlarda pH değeri üzerinde kültür tipinin önemli olmadığını saptamışlardır.

4.2.1.3. Titrasyon asitliği

Depolama süresince yoğurtların asitlik değerlerindeki değişim Şekil 4.2.'de verilmiştir. Kullanılan kültürlerden en yüksek asitlik değerleri V1 grubu örneklerde görülmüş ve bunu sırasıyla Kontrol ve V2 grubunun örnekleri takip etmiştir. Kültür süşlarının asitlik üzerinde istatistiksel olarak etkisinin önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.01$). Yoğurt üretiminde kullanılan viskoz kültürler, ortamda bulunan ve enerji kaynağı olarak kullanılan galaktozun bir kısmını viskoz madde (EPS) sentezinde kullandığı için, viskoz kültürlerin aynı inkübasyon koşullarında viskoz olmayanlara göre daha düşük miktarda asitlik oluşturduğu bildirilmektedir. (Özer ve Atasoy, 2002).



Şekil 4.2. Yoğurtlarda asitliğin zaman göre değişimi

* Yoğurt 632 (Kontrol), Yoğurt V1 ve Yoğurt V2 (viskoz)

Örneklerin asitlik düzeyleri yağ oranı bakımından incelendiğinde, genel olarak düşük yağlı örneklerin asitlik düzeyleri daha yüksek çıkmıştır. Asitlik düzeyi, kültürlerin inkübasyon sırasında ve depolama süresinde gösterdiği mikrobiyal performansa paralel olarak gelişen bir özellik olduğundan, yüksek asitlik yine mikrobiyolojik sonuçların da desteklediği gibi canlı starterlerin sayısının fazla olmasıyla ilgili bir sonuçtur. Depolama süresince mikrobiyal faaliyete bağlı olarak bütün yoğurt örneklerinde asitlik düzeyleri artmıştır ve depolama süresinin asitlik düzeyi üzerinde önemli olduğu görülmüştür ($p<0.01$).

Amatayakul ve ark. (2005), EPS üreten ve üretmeyen starter kültürlerle ürettikleri yoğurtlarda, laktik asit konsantrasyonu bakımından önemli bir fark olmadığını görmüşler.

Özer ve Atasoy (2002), viskoz ve viskoz olmayan suşlarla ürettikleri yoğurtlarda, viskoz kültürlerin ortamdaki galaktoz ve glukoz gibi karbon kaynaklarının bir miktarını EPS üretimi için kullandıklarından dolayı, viskoz olmayan kültürlerle göre daha az miktarda laktik asit oluşturduklarını saptamışlardır.

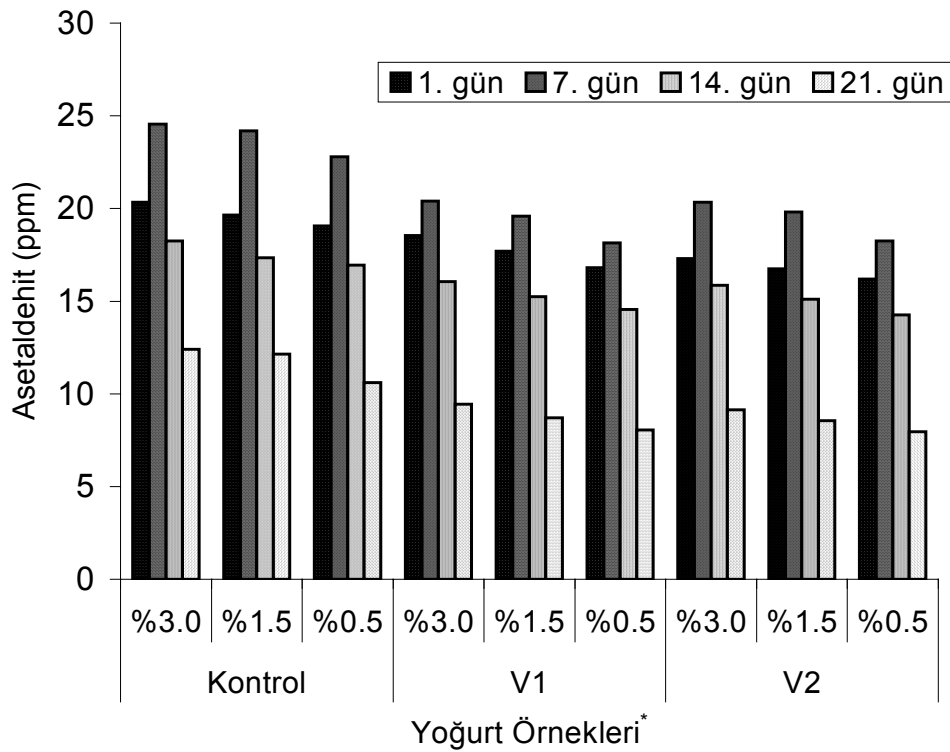
Akalın ve Gönç (1999), yaptıkları çalışmada viskoz starter kültürlerin yoğurtta viskoz olmayan starterlere göre daha yüksek konsantrasyonda laktik asit oluşturduklarını görmüşlerdir.

Güzel-Seydim ve ark. (2005), çalışmalarında, ropy olmayan starter kültürün yoğurtta ropy kültüre göre daha düşük miktarda laktik asit oluşturduğunu bulmuşlardır.

4.1.2.4. Asetaldehit

Depolama süresince yoğurt örneklerinde saptanan asetaldehit düzeylerinde görülen değişim Şekil 4.3.'te verilmiştir.

Yoğurtların asetaldehit düzeyi üzerinde kullanılan kültür suşlarının etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur ($p<0.01$) Kontrol grubu örneklerin asetaldehit düzeyinin V1 ve V2 grubu örneklerinin asetaldehit düzeyinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. V1 ve V2 grubu örneklerindeki asetaldehit düzeyleri birbirine çok yakın değerler göstermiştir. Viskoz kültürler, asetaldehit sentezinde substrat olarak kabul edilen β -glukandan EPS üretirken, klasik kültürler asetaldehit sentezlemektedir (Özer ve Atasoy, 2002). Asetaldehit düzeyinde kültürlerle ilgili olarak görülen farklılığın nedeni buna bağlanabilir.



Şekil 4.3. Depolama boyunca yoğurtlardaki asetaldehit düzeyindeki değişimler
*Yoghurt 632 (Kontrol), Yoghurt V1 ve Yoghurt V2 (viskoz)

Örneklerin yağ içerikleri arttıkça, asetaldehit düzeyinde de artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Süt yağında bulunan serbest yağ asitleri yüzey aktif madde olarak yoğurdun serum fazı ile hava arasında bir emülsifiye edici ajan olarak etki gösterebilmektedir. Dolayısıyla yağ oranının yüksek olmasına bağlı olarak bu emülsifiyer etki de fazla olur ve kısa karbonlu zincirli yapısından dolayı uçmaya meyilli olan asetaldehit moleküllerinin de serum fazdaki konsantrasyonu da yüksek

olur (Lee ve ark., 1995). Yağ oranının yüksek olduğu örneklerde asetaldehit düzeyinin de yüksek olması buna bağlanabilir.

Depolama süresinin asetaldehit düzeyi üzerinde önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.01$). Depolamanın 7. gününe kadar bütün örneklerin asetaldehit düzeyinde bir artış gözlenirken, 14. günden itibaren asetaldehit düzeylerinde bir düşme eğilimi gözlenmiştir. Bu düşüş etanolün mikrobiyolojik enzimler tarafından diğer ürünlere hidrolize edilmesinden kaynaklanabilir (Tamime ve Robinson, 1999).

Robinson ve ark. (1977), ropy olmayan (CH-1) suşunun yoğurttaki starter kültür olarak kullanılması durumunda, ropy (Boll-3 ve RR) suşlarının starter kültürlerine göre daha yüksek miktarda asetaldehit üretildiğini rapor etmektedir.

Benzer olarak, Güzel-Seydim ve ark. (2005), viskoz olmayan kültürün viskoz kültüre göre daha yüksek miktarda asetaldehit sentezlediğini ve bütün örneklerin asetaldehit düzeyinde depolamanın 1. ve 14. günleri arasında önemli bir fark olmadığını bulmuşlardır .

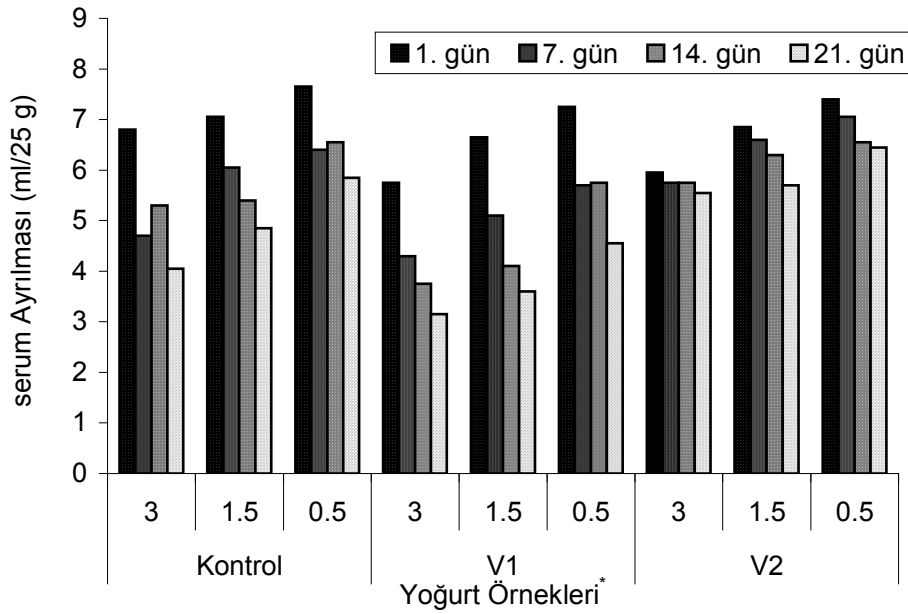
Akalın ve Gönç (1999), çalışmalarında viskoz olmayan kültürlerin viskoz kültürlere göre, daha düşük miktarda asetaldehit oluşturduğunu ve depolamanın 7.gününe kadar asetaldehit miktarında artış olduğunu ve daha sonra da bir düşme gerçekleştiğini görmüşler.

Kreuder ve ark. (1994), EPS üreten ve üretmeyen kültürlerden elde edilen yoğurtların asetaldehit düzeyleri arasında depolamanın 8. gününe kadar önemli bir fark olmadığını saptamışlardır.

4.2.1.5. Serum ayrılması

Yoğurt örneklerine ait serum ayrılması değerlerinin depolama süresince değişimini gösteren grafik Şekil 4.4.'te verilmiştir.

Kullanılan kültür suşları, serum ayrılması değeri üzerinde etkili olmuştur ($p<0.01$). En düşük serum ayrılması değeri V1 grubu örneklerinde saptanırken, en yüksek serum ayrılması değeri, V2 grubu örneklerde saptanmıştır. Viskoz kültürlerle üretilen yoğurt örneklerinde serum ayrılması değeri viskoz olmayan kültürle üretilen örneklere göre daha düşük olduğu belirtilirken (Cerning, 1999; Marshall ve Rawson, 1999), V2 viskoz kültürü ile üretilen yoğurt örneklerinde serum ayrılması değeri diğer örneklerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum, kültürlerin ürettiği EPS'lerin miktarı ve bileşimi ile ilgili olabilir. Farklı bileşimlerdeki EPS'lerin suyu bağlama kapasiteleri farklıdır (Folkenberg ve ark., 2005).



Şekil 4.4 Yoğurtlarda depolama süresince serum ayrılması miktarındaki değişim
* Yoghurt 632 (Kontrol), Yoghurt V1 ve Yoghurt V2 (viskoz)

Aynı kültürle üretilen yoğurt örneklerinde yağ oranıyla serum ayrılması miktarı arasında ters orantılı bir ilişki mevcuttur. Şekil 4.3.'te görüldüğü gibi, bütün örneklerde yağ oranının yüksekliğine bağlı olarak serum ayrılması değeri de düşüş göstermiştir. Yağ oranı, serum ayrılması değeri üzerinde istatistiksel olarak önemli olmuştur ($p<0.01$). Yağ oranı yüksek olan örneklerde serum ayrılması değeri düşük olması, yağ içeriği yüksek sütlerden üretilen yoğurtlarda jelin yapısını

oluşturan protein matriksinin daha sıkı olmasından ve bu yapıda serumun daha fazla tutulmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Lucey ve Singh, 1998).

Depolama süresi boyunca bütün yoğurt örneklerinde serum ayrılması değerleri bir düşme eğilimi göstermiştir. Bu durum, protein matriksindeki azalan net basıncın serum ayrılmasını düşürmesine bağlanabilir (Akın, 1998; Güler-Akın, 2005). Depolama süresi serum ayrılması değeri üzerinde istatistiksel yönden önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

Akalın ve Göncü (1999), iki farklı viskoz kültür ve viskoz olmayan bir kültür çeşidini kullanarak ürettiği yoğurtlarda serum ayrılması değerinin viskoz olmayan kültürün kullanıldığı yoğurtlarda daha yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Fajardo-Lira ve ark. (1997), üç farklı starter olarak EPS üreten (ropy) kültür, bakteri hücre duvarının yüzeyine bağlı duran polisakkarit üreten kültür (kapsüler) ve ropy olmayan üç farklı starter kültürle yaptığı yoğurtlarda, en düşük serum ayrılması miktarlarını (sineresiz), ropy starterinin kullanıldığı kültürden elde edilen yoğurtlarda saptamıştır

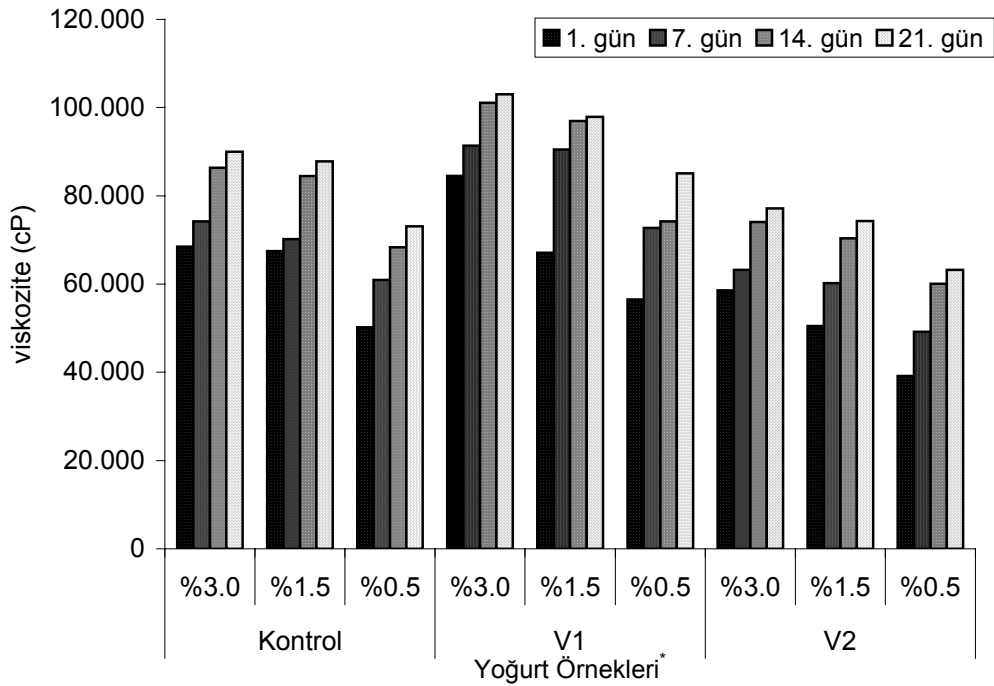
Amatayakul ve ark. (2005), EPS üreten ropy ve kapsüler starter kültürler ve EPS üretmeyen starterlerle ürettikleri yoğurtlarda, EPS üretmeyen kültürlerden elde edilen yoğurt örneklerinin diğer iki örneğe göre daha fazla miktarda serum saldıgını görmüştür.

Laws ve Marshall (2001), *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* bakterilerinin ropy (LY03, SY102) ve ropy olmayan (LY58, SY60) ikişer suşundan her seferinde üç farklı starter kültür (LY03 + SY60, LY58 + SY102 ve LY03 + SY102) kombinasyonlarının kullanılarak üretilen yoğurtlarda, ropy ve ropy olmayan (LY03 + SY60) suşlarının birlikte kullanımı durumunda serum ayrılması değerinin starter kültürün iki suşunun da ropy olması (LY03 + SY102) durumuna göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

4.2.1.6. Viskozite

Yoğurt örneklerine ait depolama süresince saptanan viskozite değerlerinde görülen değişimler Şekil 4.5'te verilmiştir.

Kullanılan kültür suşları, yoğurtlarda viskozite değerleri üzerinde önemli derecede etkili olmuştur ($p<0.01$). En yüksek viskozite değerleri, V1 grubu örneklerde görülürken bunu sırasıyla V2 ve Kontrol grubu örnekleri takip etmiştir. Viskoz kültürlerden üretilen yoğurtların viskozite değerleri arasındaki farkın, her kültürün sentezlediği EPS'lerin farklı molekül ağırlığına bağlı olarak farklı viskozite değerleri göstermesinden ileri geldiği düşünülmektedir (Looijesteijn ve ark., 2000).



Şekil 4.5. Yoğurtlarda viskozitenin depolama boyunca değişimi
*Yoghurt 632 (Kontrol), Yoghurt V1 ve Yoghurt V2 (viskoz)

Yağ oranı ve viskozite değerleri arasında doğru orantılı bir korelasyon görülmüştür. Yani, örneklerin yağ içeriği arttıkça viskozite değerleri de artmaktadır. Yağ oranı viskozite değeri üzerinde istatistiksel olarak önemli olmuştur ($p<0.01$). Yüksek yağ oranına sahip yoğurtlarda viskozite değerinin de yüksekliği, toplam

kurumadde miktarının viskoziteyi pozitif yönde etkilemesiyle ilgili bir sonuçtur (Duboc ve Mollet, 2001).

Depolama süresinin viskozite üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Bütün yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca viskozite değerleri artış göstermiştir. Depolama süresince artan EPS miktarıyla paralel olarak viskozite değerlerinin arttığı tahmin edilmektedir.

Fajardo-Lira ve ark. (1997), üç farklı starter olarak EPS üreten (ropy) kültür, bakteri hücre duvarının yüzeyine bağlı duran polisakkarit üreten kültür (kapsüler) ve ropy olmayan üç farklı starter kültürle yaptığı yoğurtlarda, en yüksek viskozite ropy starterinin kullanıldığı kültürden elde edilen yoğurtlarda saptamıştır.

Amatayakul ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada; ropy, kapsül formda ve ropy olmayan starter kültürleri kullanarak ürettikleri stirred tip yoğurtlarda en yüksek viskozitenin ropy kültürle üretilen örneklerde görüldüğünü belirlemişlerdir. Ayrıca, depolama süresi (28 gün) boyunca pıhtı sıklığı değerlerinin, ropy kültürün kullanıldığı yoğurtlarda genel olarak arttığı, kapsüler kültürle üretilen yoğurtlarda ise depolamanın 21.gününe kadar arttığı ve daha sonra da düşme göstermesine karşı ropy olmayan kültürle üretilen örneklerde depolamanın 14.gününe kadar bu değer arttığı ve daha sonra da düştüğünü görülmüştür.

Güzel-Seydim ve ark. (2005), ropy ve ropy olmayan kültürleri kullanarak elde ettiği set tip yoğurtlarda ropy kültürün daha fazla viskoz özellik gösterdiği ve depolama süresince bütün örneklerin viskozite değerlerinin yükseldiğini bulmuşlardır.

Akalın ve Gönç (1999), viskoz özellik göstermeyen bir kültür tipi ile iki viskoz kültür tipini yoğurt üretiminde ayrı ayrı kullandığında viskoz olmayan kültürün diğer ikisine göre düşük viskozite sergilediğini bulmuşlardır.

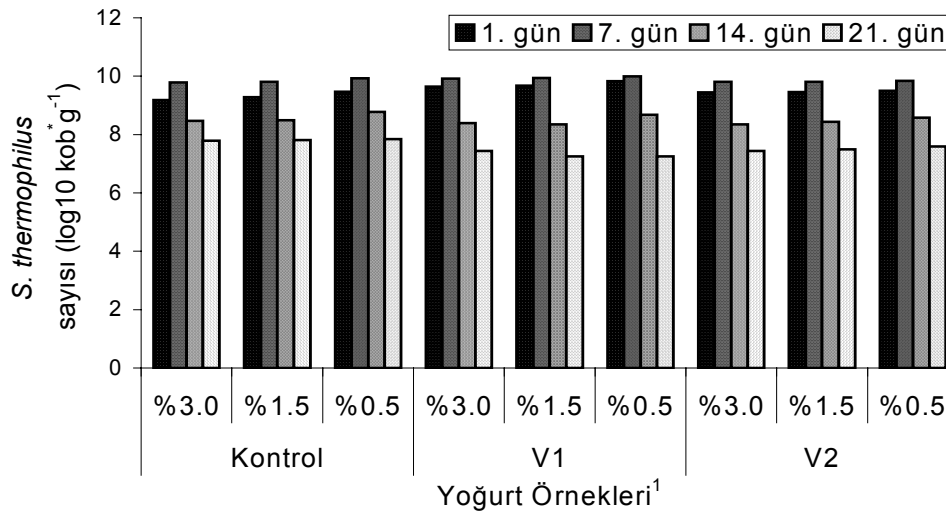
4.2.2. Mikrobiyolojik analizler

Deneme örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analizlerden saptanan *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus*'un koloni sayıları Ek 5'de verilmiştir.

4.2.2.1. *Streptococcus thermophilus* (*S. thermophilus*)

Yoğurtlarda depolama süresince *S. thermophilus* koloni sayılarındaki değişim Şekil 4.6. verilmiştir.

Kullanılan kültür suşlarının, *S. thermophilus* koloni sayısı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0.01$). Kontrol grubu örneklerinde *S. thermophilus* koloni sayılarının genel olarak diğerlerine göre yüksek değerler sergilediği ve bunu sırasıyla V1 ve V2 grubu örneklerin takip ettiği görülmüştür. Viskoz kültürlerin ürettiği EPS'lerin suyu bağlama özelliklerinden dolayı ortamın su aktivitesini düşürdüğü ve bununda bakteri hücresi üzerinde bir tür osmotik basınç oluşturduğundan bu yoğurtlardaki mikrobiyolojik aktivitenin düşük olmasına bağlı olarak canlı bakteri sayılarının da düşük olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.6. Depolama süresince yoğurtlardakiki *S. thermophilus* koloni sayısındaki değişimler

¹ Yoghurt 632 (Kontrol), Yoghurt V1 ve Yoghurt V2 (viskoz)

* kob: koloni oluşturma birimi

Yağ oranına göre *S. thermophilus* koloni sayılarına bakıldığında genel olarak yağ oranı yüksek olan yoğurtların *S. thermophilus* koloni sayısının da yüksek olduğu görülmüştür. Yağ oranının *S. thermophilus* koloni sayısı üzerinde istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.01$). Yüksek yağ içerikli yoğurtlarda starter sayılarının yüksek olmasının süt yağında bulunan ve starterler için besin maddesi olarak kabul edilen bazı vitaminlerin ortamdaki konsantrasyonun da starterlerin gelişimini olumlu yönde etkilemesinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Mistry ve ark., 1991).

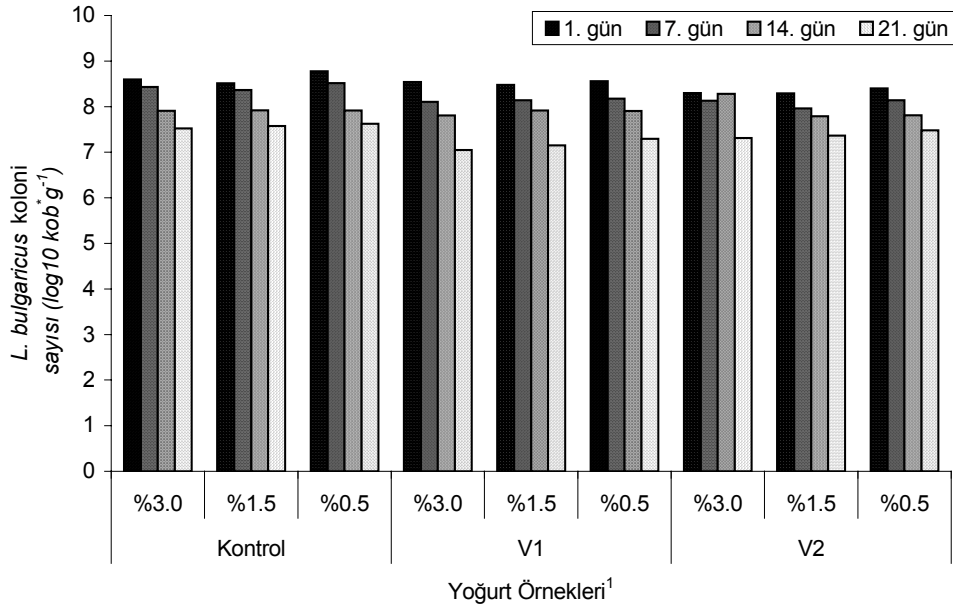
Depolama süresinin *S. thermophilus* koloni sayısı üzerinde istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuş ($p<0.01$) ve bütün yoğurt örneklerinde *S. thermophilus* koloni sayısının depolamanın 7.gününe kadar arttığı ve daha sonra düştüğü görülmüştür. Depolamanın sonuna doğru sürekli olarak *S. thermophilus* koloni sayısının düşmesi asitlik gelişimine bağlı olarak pH değerinin düşmesine bağlanabilir.

Akalın ve Gönç (1999), viskoz ve viskoz olmayan kültürlerle ürettikleri yoğurtlarda *S. thermophilus* sayılarının genel olarak viskoz kültürle üretilen yoğurtta daha yüksek olduğunu ve depolamanın birinci haftasından sonra bu sayının sürekli azaldığını bildirmişlerdir.

Amatayakul ve ark. (2005), viskoz ve viskoz olmayan kültürleri kullanarak elde ettiği yoğurtlarda *S. thermophilus* sayıları bakımından yoğurtlarda kültür tipinin çok önemli bir fark oluşturmadığını ve *S. thermophilus* sayılarının depolamanın 7. gününe kadar bir artış gösterdiğini daha sonra asitlik gelişiminden dolayı bu sayıların sürekli bir düşüş gösterdiğini bildirmişlerdir.

4.2.2.2. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (*L. bulgaricus*)

Yoğurtlarda depolama süresince *L. bulgaricus* koloni sayılarındaki değişim Şekil 4.7. verilmiştir.



Şekil 4.7. *L. bulgaricus*'un koloni sayısının depolama boyunca değişimi

¹ Yoghurt 632 (Kontrol), Yoghurt V1 ve Yoghurt V2 (viskoz)

* kob: koloni oluşturma birimi

Kullanılan kültür suşlarının *L. bulgaricus*'un koloni sayıları üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.01$). Kontrol grubu örneklerdeki *L. bulgaricus* koloni sayıları V1 ve V2 grubu örneklerin *L. bulgaricus* koloni sayılarına göre daha yüksek olduğu görülmüştür. *L. bulgaricus* koloni sayılarının Kontrol kültürüne ait örneklerde yüksek olması, fermantasyon sırasında viskoz olmayan suşların bakteriyel gelişimlerinin viskoz kültürlerle göre daha hızlı olduğunu göstermektedir (Lucey ve Singh, 1998). Bu durumun, starter bakterilerden EPS üretenlerin inkübasyon sırasında metabolik aktivitelerini hücresel gelişme (bio-mass) yerine ortama salgıladıkları EPS'lerin sentezinde kullandıklarından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Asitlik düzeyleri ve pH değerlerine bakıldığında bunun desteklendiği görülmektedir.

Yağ oranı yönünden *L. bulgaricus* koloni sayısı incelendiğinde, genel olarak yağ oranı yüksekliğine bağlı olarak *L. bulgaricus* koloni sayılarının da yükseldiği görülmüştür. Yağ oranı istatistiksel olarak *L. bulgaricus* koloni sayıları üzerinde etkili olmuştur ($p < 0.01$) Mikrobiyal gelişmede besin maddelerinin varlığı bakteri

hücrelerinin çoğalmasını olumlu yönde etkilediği ve bu anlamda yağ globüllerinde bulunan fosfat grupları gibi inorganik kaynaklı besinler ve yine süt yağı kaynaklı olup yağda çözünen bazı vitaminlerin bakteri hücrelerinde besin elementleri olarak kullanılabilirdiğinden yüksek yağ oranına sahip yoğurtların mikrobiyel gelişim için daha uygun bir ortam olabileceği düşünülmektedir (Mistry ve ark., 1991).

Depolama süresinin *L. bulgaricus* koloni sayıları üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş ($p<0.01$) ve depolama süresince *L. bulgaricus* koloni sayıları sürekli olarak azalmıştır. Depolama süresince artan titrasyon asitliğinin *L. bulgaricus*'un gelişimini yavaşlattığı düşünülmektedir.

Akalın ve Gönç (1999), viskoz ve viskoz olmayan kültürlerle ürettikleri yoğurtlarda *L. bulgaricus* sayılarının viskoz kültürle üretilen yoğurtta daha fazla olduğunu ve depolamanın birinci haftasından sonra bu sayının sürekli azaldığını bildirmişlerdir.

Amatayakul ve ark. (2005), viskoz ve viskoz olmayan kültürleri kullanarak elde ettiği yoğurtlarda *L. bulgaricus* sayıları bakımından yoğurtlarda kültür tipinin çok önemli bir fark oluşturmadığını ve *L. bulgaricus* sayılarının depolamanın 14. gününe kadar bir artış gösterdiğini daha sonra asitlik gelişiminden dolayı bu sayıların sürekli bir düşüş gösterdiğini bildirmişlerdir.

Özer ve Atasoy (2002), viskoz ve viskoz olmayan kültürleri kullanarak ürettikleri yoğurtlarda toplam canlı bakteri sayıları bakımından yoğurtlarda önemli bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

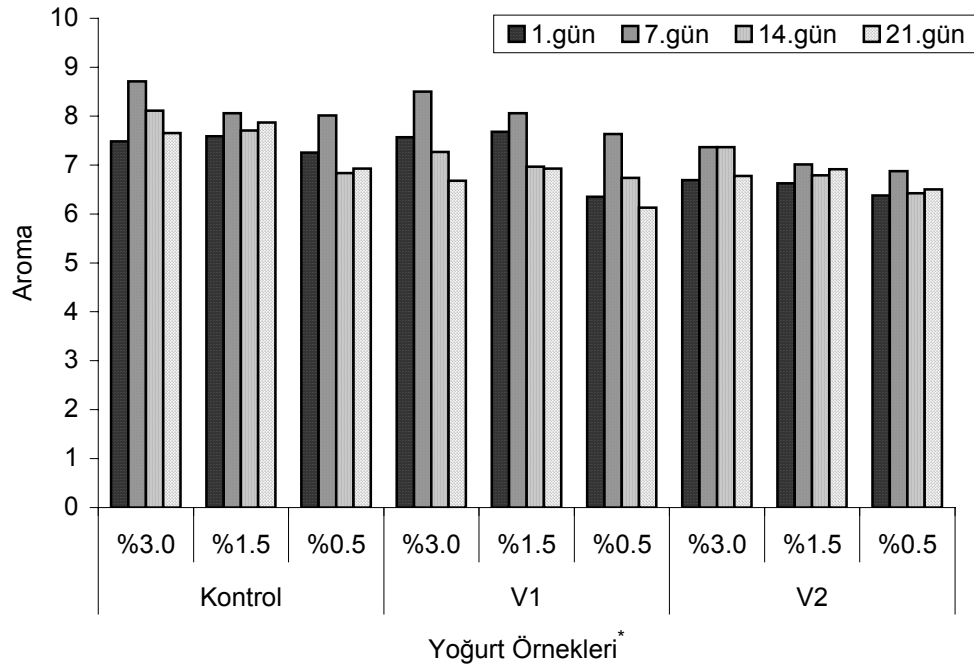
4.2.3. Duyusal analizler

Yoğurtlarda depolama boyunca saptanan duyusal özelliklere ait değerler Ek 6'da verilmiştir.

4.2.3.1. Aroma

Farklı yağ içeriğine sahip inek sütlerinin farklı starter kültür suşları ile inoküle edilerek elde edilen yoğurt örneklerinde, duyuusal yönden yapılan değerlendirmelerde saptanan aroma puanlarına ait değişimler Şekil 4.8.'de verilmiştir

Viskoz kültürlerle üretilen yoğurtların aroma puanlarının Kontrol kültürü ile üretilenlere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum Kontrol kültüre ait örneklerde asetaldehit miktarının daha yüksek olmasına bağlanabilir. Kültür suşunun, yoğurtların aroması üzerindeki etkisi istatistiksel yönden önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Ayrıca viskoz kültürlerin birbirine göre farklı aroma puanlarına sahip olmasının, asitliğe bağlı olarak ekşi tat ve aromadan kaynaklandığı tahmin edilmektedir.



Şekil 4.8. Yoğurt örneklerinde aroma puanlarının depolama süresince değişimi
* Yoghurt 632 (Kontrol), Yoghurt V1 ve Yoghurt V2 (viskoz)

Yağ oranının yoğurtlarda aroma üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Genel olarak, depolama süresi boyunca yağ oranı yüksekliğine bağlı olarak

yoğurtlarda saptanan aroma puanları da yüksek değerler sergilemekle beraber, % 1.5 yağ oranına sahip yoğurtların aroma puanlarının % 3.0 yağ oranına sahip yoğurt örneklerinin aroma puanlarına çok yakın olduğu görülmüştür. Panelistlerce, viskoz kültürlerin % 1.5 yağ içerikli yoğurtlar, aroma yönünden viskoz olmayan kültürün % 3.0 yağ içerikli yoğurtlarına göre daha çok tercih edilmiştir. Bu durumun, viskoz kültürle üretilen yoğurtların daha kıvamlı yapıda olmalarına bağlı olarak uçucu özellik gösteren aroma maddelerinin bu yapıdaki yoğurtlarda daha yüksek miktarda tutulmasına bağlanabilir. Depolamanın sonunda ise, % 1.5 yağ oranına sahip yoğurtların aroma puanları daha yüksek olmuştur. Bu durumun, özellikle viskoz kültürlerle üretilen yoğurtlarda EPS sentezlenmesine bağlı olarak yoğurtlara yağlılık hissinin verilebilmesine bağlanmaktadır.

Depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak aroma puanları üzerinde önemli olmuştur ($p < 0.01$). Bütün yoğurt örneklerinde depolamanın 7.gününe kadar aroma puanları artmış ve daha sonra bir düşme eğilimi göstermiştir. Bu durum, örneklerin asetaldehit düzeyindeki değişimle paralellik arz etmektedir. Ayrıca, depolamayla beraber artan asitlik de aromayı olumsuz etkilemektedir. Depolamanın sonuna doğru % 3.0 yağlı örneklerin aroma puanlarında diğer düşük yağlı örneklere göre daha belirgin düşme görülmüştür. Bunun, depolamanın sonuna doğru süt yağında bulunan ve mikrobiyel lipazlar tarafından açığa çıkarılarak ransit tat oluşturan yağ asitlerinin miktarının çok olmasından ileri gelebileceği düşünülmektedir.

Akalın ve Gönç (1999), iki ayrı viskoz kültürle üretilen yoğurtlarda aroma puanlarının viskoz olmayan kültürün yoğurduna göre daha yüksek olduğunu bulmuşlardır.

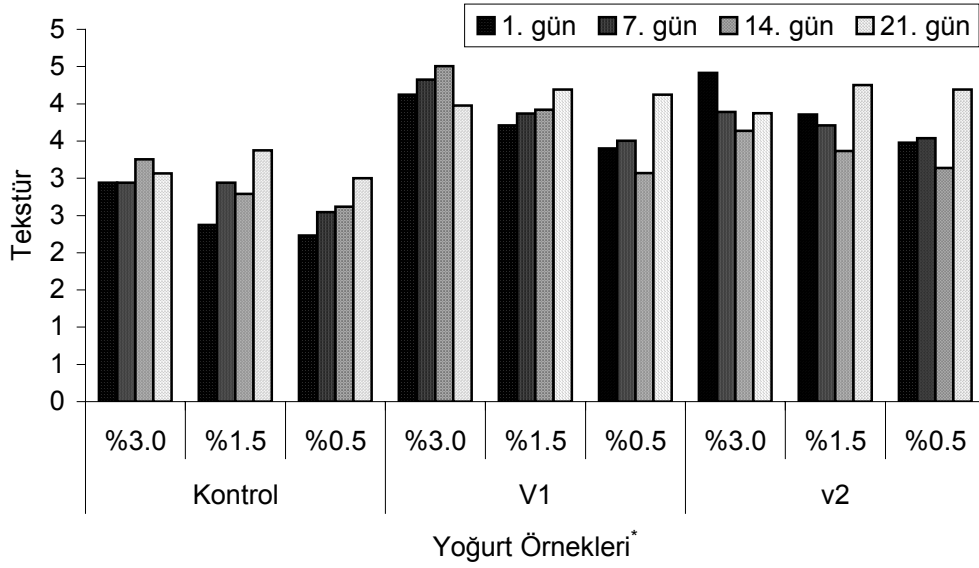
Özer ve Atasoy (2002), yoğurt üzerinde yaptıkları çalışmalarında duyuşal olarak, viskoz olmayan kültürün viskoz kültürlerle göre daha fazla oranda aroma oluşturduğunu görmüşlerdir.

Kreuder ve ark. (1994), EPS üreten ve üretmeyen *S. thermophilus* farklı suşlarının depolamada 1. haftanın sonuna kadar yoğurt aroması üzerinde önemli bir fark oluşturmadığını bildirmişlerdir.

4.2.3.2. Yapı-tekstür

Yoğurt örneklerine ait yapı-tekstür puanlarında görülen değişimler Şekil 4.9.'da verilmiştir. Kullanılan kültür suşları duyuusal yönden yoğurt tekstürü üzerinde önemli farklılıklar oluşturmuştur ($p<0.01$). Şekilde görüldüğü gibi viskoz kültürlerle üretilen yoğurtların tekstür puanları Kontrol kültürü ile üretilen yoğurtlara göre daha yüksek bulunmuştur. Viskoz kültürlerle üretilen yoğurtların yapı-tekstür puanlarının kontrol kültürü ile üretilen yoğurtlara göre daha yüksek olması, viskoz kültürlerin ürettiği EPS'lerin stirred yoğurtlarda yapıyı düzenleyici özellik göstermesinden ileri geldiği düşünülmektedir. Ayrıca Kontrol kültüre ait yoğurtların pıhtısının daha kırılğan ve granüler bir yapı göstermesi de bu örneklerin tekstür puanlarının düşük olmasına sebep olduğu tahmin edilmektedir. Viskoz kültürler kendi aralarında karşılaştırıldığında ise, tekstür puanlarının birbirine çok yakın değerler sergilediği gözlenmiştir. Diğer taraftan, viskoz özellik gösteren kültürlerin örneklerinde tekstür bakımından farklı sonuçların görülmesi, bu kültürler tarafından sentezlenen EPS'lerin moleküler büyüklük, zincir uzunluğu, yan dallanmalar, proteinlerle interaksiyona oluşturabilme yetenekleri gibi karakteristik özelliklerinin farklı olması yanında bu moleküllerin üretim miktarlarının da farklı olmasından ileri geldiği kabul edilmektedir.

Yağ oranı yönünden yoğurtlara ait tekstür puanları arasında istatistiksel olarak $p<0.01$ düzeyinde farklılıklar olmuştur ve yağ oranı ile tekstür arasında genel olarak bütün örneklerde pozitif bir ilişki olduğu görülmekle birlikte, yağ oranı % 1.5 ve %3.0 olan örneklerin tekstür puanlarının birbirine çok yakın olduğu görülmüştür. Yağ oranının yüksek olması yoğurt jelini oluşturan kazein matriksindeki protein-yağ birleşmesinin daha sıkı olmasına bağlı olarak yapının stabilitesinin de artmasıyla ilgili bir sonuç olabileceği tahmin edilmektedir.



Şekil 4.9. Yoğurt örneklerinde tekstür puanlarının depolama süresince değişimi
* Yoghurt 632 (Kontrol), Yoghurt V1 ve Yoghurt V2 (viskoz)

Depolama süresi bakımından tekstür puanları incelendiğinde, Kontrol kültürü ile üretilen örneklerin tekstür puanları depolama süresince artmış, buna karşılık V1 ve V2 kültürleriyle üretilen örneklerinin tekstür puanları depolama boyunca düzenli olmayan bir değişim göstermiştir. Depolama süresi bakımından örneklerin tekstür puanlarındaki değişim istatistiksel yönden önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Depolama süresince duyusal olarak tekstür puanlarının yükselmesi zamanla EPS miktarındaki artışa bağlanabilir.

Folkenberg ve ark. (2005), ropy ve ropy olmayan farklı kültürlerle ürettiği yoğurt örneklerinin de yaptığı duyusal değerlendirmede, ropy özellik gösteren örneklerin tekstürel yönden daha yüksek puanlar aldığını belirlemişlerdir.

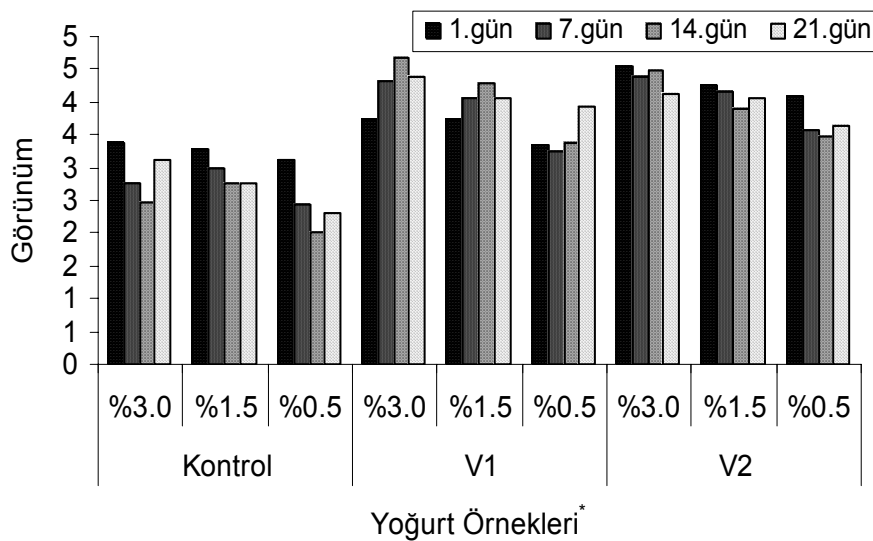
Akalın ve Gönç (1999), viskoz kültürlerle üretilen yoğurtların yapı ve tekstürünün viskoz olmayan kültürlerle üretilen yoğurtlara göre duyusal olarak daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Güzel-Seydim ve ark. (2005), ropy özellik gösteren kültürler ile üretilen yoğurt örneklerinin, ropy olmayan kültürle üretilen örneğe göre tekstürel yönden daha yüksek puanlar aldığını bildirmişlerdir .

Potanin ve Uriev (1991), ropy olmayan kültürden üretilen yoğurt jelinin tekstürel yönden granüler yapı gösterdiğini ve ropy kültürlerden üretilen yoğurtlara göre daha zayıf tekstürel özelliklere sahip olduğunu saptamışlardır.

4.2.3.3. Görünüm

Yoğurt örneklerinde depolama süresince duyuşal yönden saptanan görünüm puanlarında görülen değişim Şekil 4.10.'da verilmiştir. Kullanılan kültür suşunun duyuşal olarak görünüm üzerindeki etkisi önemli olmuştur ($p<0.01$). Viskoz kültürlerle üretilen yoğurtların görünüm puanları, Kontrol kültürü ile üretilen yoğurtların görünüm puanlarına göre daha yüksek değerler almıştır. Viskoz kültürlerle üretilen yoğurtların yapısı daha kıvamlı, görünümü düzgün ve pürüzsüz iken Kontrol kültürü ile üretilen yoğurtlarda serum ayrılması görülmüş ve bunun sonucunda jel topaklı ve granüler yapıda bir görünüme sahip olmuştur. Bunun da Kontrol kültürü ile üretilen yoğurtların görünüm puanlarının daha düşük olmasına neden olduğu düşünölmektedir.



Şekil 4.10. Yoğurt örneklerinde görünüm puanlarının depolama süresince değişimi

* Yoghurt 632 (Kontrol), Yoghurt V1 ve Yoghurt V2 (viskoz)

Yoğurtlarda genel olarak yağ oranı yüksekliğine bağlı olarak görünüm puanlarının da yükseldiği görülmüştür. Yağ oranının etkisi duyuşal olarak yoğurdun görünümünde etkili olmuştur ($p<0.01$). Yoğurtlarda yağ içeriğindeki artışa paralel olarak görünüm puanlarının da yüksek olduğu belirlenmiştir.

Depolama süresi, yoğurtların görünüm puanları üzerinde istatistiksel olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Kontrol kültürü ile üretilen yoğurt ve V2 kültürü ile üretilen yoğurtlarda genel olarak depolama süresince görünüm puanlarında bir azalma görülürken, V1 kültürü ile üretilen yoğurdun görünüm puanlarının arttığı görülmüştür. Stirred tip yoğurtlarda pıhtının kırılması, zamana bağlı olarak jelden ayrılabilen serum fazın sedimentasyon sonucu üstte birikmesine (faz ayrılması) sebep olduğu için Kontrol kültürü ile üretilen yoğurtlarda depolama süresince görünüm puanlarının azalması bu duruma bağlanabilir. V1 kültürü ile üretilen yoğurtlarda ise, bu kültürün sentezlediği EPS'lerin yapısına bağlı olarak protein matriksinde gerçekleştirdiği hidrofobik bağlantıların daha güçlü olduğu ve buna bağlı olarak yoğurt yapısının bozulmasına neden olabilecek (asitlik artışı, serum ayrılması gibi) etmenlere karşı daha dirençli bir yapıya sahip olduğu gözlenmiştir. Böylece, bu kültürle üretilen yoğurtların duyuşal olarak tekstürünün de daha iyi olduğu görülmüştür.

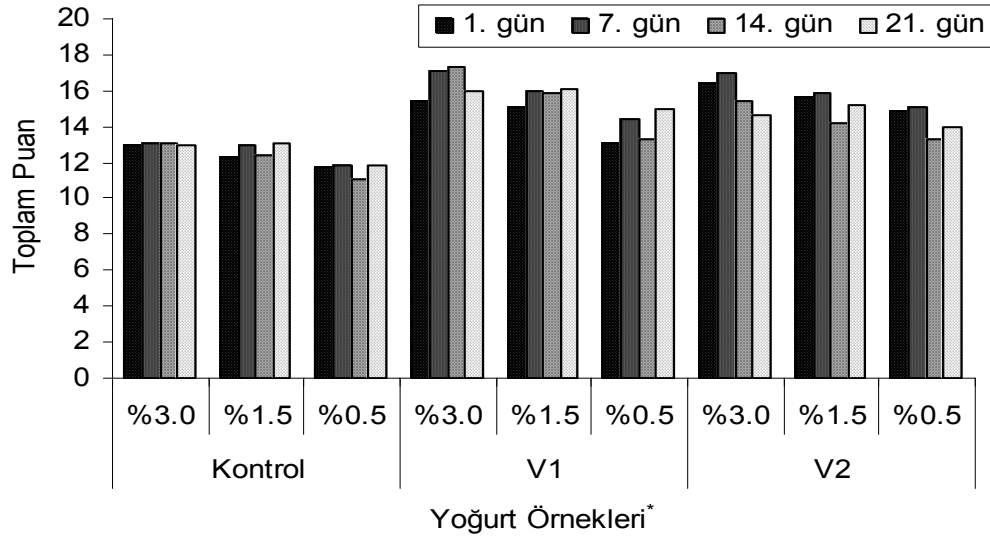
Akalın ve Gönç (1999) viskoz ve viskoz olmayan örneklere ait set tip yoğurtlarda duyuşal yönden görünümde bir fark olmadığını ve depolamanın 14. gününden sonra görünüm puanlarının bütün örneklerde azaldığını belirtmişlerdir.

4.2.3.4. Toplam puan

Yoğurtlarda depolama süresince toplam duyuşal özelliklerde saptanan puanlarda görülen değişim Şekil 4.11.'de gösterilmiştir.

Kullanılan kültür suşlarının toplam duyuşal özellikler üzerinde önemli farklılıklar oluşturmuştur ($p<0.01$). Kontrol kültür ile üretilen yoğurtların en düşük

toplam puana sahip olduğu saptanırken, V1 kültür ile üretilen yoğurtlarda en yüksek toplam puana sahip olmuştur. V1 grubu örneklerinde düşük asitlik içeriği nedeniyle ekşi tada sahip olmaması, ağızda dolgunluk hissi vermesi, pürüzsüz ve kremamsı yapıda olması nedeniyle diğer örneklere göre daha yüksek puanlar almıştır.



Şekil 4.11. Yoğurtlarda depolama süresince toplam duyusal puanlardaki değişimler
* Yoghurt 632 (Kontrol), Yoghurt V1 ve Yoghurt V2 (viskoz)

Yağ oranının toplam duyusal puan üzerinde etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Genel olarak örneklerin yağ içeriğindeki artışla birlikte toplam duyusal puanları da artmıştır. V1 kültürü ile üretilen ve yağ oranı % 1.5 olan yoğurdun toplam duyusal puanının V2 kültürü ile üretilen % 3.0 yağlı yoğurdun toplam duyusal puanından yüksek olması dikkat çekmiştir. Bu durum, viskoz kültürlerin, ürettiği EPS'lerin ağızda yağlılık hissi oluşturmasından ileri gelebilir.

Depolama süresince, Kontrol ve V1 kültürleri ile üretilen yoğurtların toplam duyusal puanlarında düzenli olmayan değişimler görülürken, V2 kültürü ile üretilen yoğurtların toplam duyusal puanları 7. günden sonra azalma göstermiştir.

Robinson ve ark. (1977), viskoz ve viskoz olmayan kültürlerle ürettikleri yoğurtlarda asetaldehit miktarının yüksekliğine bağlı olarak panelistlerin aroma

bakımından viskoz olmayan kültürle üretilen yoğurdu daha çok tercih ettiklerini bildirmişlerdir.

Akalın ve Gn (1999) viskoz ve viskoz olmayan kültürleri ayrı ayrı ve kombine olarak kullanarak ürettikleri yoğurtlarda viskoz ve viskoz olmayan kültürün birlikte kullanıldığı (kombine) kültürlerle üretilen yoğurt neklerinin duyusal olarak en yüksek yapı, tekstür ve görünüş değerleri sergilediğini ve bu yoğurdun daha düşük asitlik ile daha yüksek asetaldehit ve diasetil miktarı nedeniyle tat ve koku bakımından diğerlerinden daha fazla beğenildiğini belirtmişlerdir.

Özer ve Atasoy (2002), viskoz ve viskoz olmayan kültürlerle ürettikleri yoğurtlarda duyusal olarak en iyi koku, aroma ve tadın viskoz olmayan kültürle üretilen yoğurtta olmasına rağmen, en iyi yapı ve tekstürün viskoz kültürle üretilen yoğurt örneğinde olduğunu saptamışlardır.

Folkenberg ve ark. (2005), ropy ve ropy olmayan kültürlerden ürettiği yoğurtlarda duyusal olarak yaptığı analizlerde, ropy kültürle üretilen yoğurtların daha çok kremamsı özellik göstermelerine bağlı olarak, duyusal olarak ağız içinde daha iyi dağıldığını ve daha çok dolgunluk hissi verdiğini, bununla beraber bu yoğurtların daha düşük serum ayrılması gösterdiğini ve pıhtı sıklığı bakımından daha çok tercih edildiğini saptamışlardır.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, viskoz özellik gösteren (EPS üreten) starter kültürlerin stirred olarak üretilen düşük yağlı yoğurtların spesifik kalitesini etkileyen bazı özellikler üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, farklı kültür çeşitleri olarak viskoz olmayan (Kontrol) ve viskoz (V1 ve V2) kültürlerinin ayrı ayrı olarak % 3.0, % 1.5 ve % 0.5 yağ oranına sahip sütlerde starter kültür olarak kullanılmasıyla 9 farklı stirred yoğurt üretilmiştir. İki tekerürlü olarak gerçekleştirilen üretimde elde edilen yoğurt örneklerinde depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde pH, titrasyon asitliği, asetaldehit miktarı, serum ayrılması ve viskozite değerleri; *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* sayıları; aroma, tekstür, görünüm ve toplam duyusal puanları belirlenmiştir. Analizlerden elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Yoğurtların pH değerleri kullanılan kültür suşlarına göre farklılık göstermiştir ($p<0.01$). En düşük pH değeri Kontrol kültürü ile üretilen yoğurtta görülürken, en yüksek pH değerleri viskoz V2 kültürü ile üretilen yoğurtlarda görülmüştür. Yoğurtların yağ oranı pH değeri üzerinde önemli olmuştur ($p<0.05$) ve yağ oranı yüksek yoğurtlarda pH değerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince bütün yoğurt örneklerinde pH değerlerinin düştüğü görülmüştür ($p<0.01$).

Yoğurtların titrasyon asitliği kullanılan kültür suşlarına göre önemli farklılıklar sergilemiştir ($p<0.01$). En yüksek asitlik değeri Kontrol kültürü ile üretilen yoğurtlarda görülürken, en düşük asitlik değeri viskoz V2 kültürü ile üretilen yoğurtlarda saptanmıştır. Genel olarak yağ oranı yüksek olan yoğurtlarda titrasyon asitliği miktarının daha yüksek olduğu görülmüştür ($p<0.01$). Depolama süresince bütün yoğurt örneklerinde titrasyon asitliği değerleri artış göstermiştir ($p<0.01$).

Kullanılan kültür suşlarına göre yoğurtların serum ayrılması değerleri önemli farklılıklar sergilemiştir ($p<0.01$). En düşük serum ayrılması değeri V1 kültürü ile üretilen yoğurtta görülürken en yüksek serum ayrılması değeri V2 kültürü ile üretilen yoğurtta görülmüştür. Yağ oranı serum ayrılması üzerinde önemli farklılıklar ($p<0.01$) oluşturmuş yüksek yağ oranına sahip yoğurtların serum ayrılması değerinin de düşük olduğu ve görülmüştür.

Yoğurtların viskozitesi üzerinde kullanılan kültür suşlarının etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek viskozite değeri V1 kültürü ile üretilen yoğurtta görülürken, en düşük viskozite değeri ise Kontrol kültürü ile üretilen yoğurtta görülmüştür. Yağ oranındaki artışa paralel olarak viskozite değerlerinin de arttığı ve en yüksek viskozite değerlerinin % 3.0 yağ oranına sahip örneklerde olduğu görülmüştür ($p<0.01$). Bütün yoğurt örneklerinde depolama süresince viskozite değerlerinde bir artış olmuştur ($p<0.01$).

Yoğurtların asetaldehit düzeyi üzerinde kullanılan kültür suşları önemli farklılıklar oluşturmuştur ($p<0.01$). En yüksek asetaldehit düzeyi Kontrol kültürü ile üretilen yoğurtta görülürken, en düşük asetaldehit düzeyi de V2 kültürü ile üretilen yoğurtlarda görülmüştür ($p<0.01$). Genel olarak yağ oranı yüksekliğine bağlı olarak yoğurtların asetaldehit düzeyleri de yüksek çıkmış ve en yüksek asetaldehit düzeyleri % 3.0 yağ oranına sahip örneklerde görülmüştür ($p<0.01$). Depolamanın 7. gününde asetaldehit içeriği en yüksek seviyeye ulaşmış, depolamanın sonraki günlerinde ise sürekli bir azalma görülmüştür.

En yüksek canlı *S. thermophilus* koloni sayısı Kontrol kültürü ile üretilen yoğurtta belirlenmiş, V1 ve V2 kültürleri ile üretilen yoğurtlarda *S. thermophilus* koloni sayıları ise birbirine yakın bulunmuştur. *S. thermophilus* koloni sayısı % 3.0 yağlı yoğurtlarda daha yüksek olmuş, % 1.5 ile % 0.5 yağlı yoğurtlarda ise birbirine yakın değerler sergilemiştir ($p<0.01$). Depolama süresince bütün yoğurtlarda *S. thermophilus* koloni sayıları depolamanın 7. gününe kadar artmış depolamanın sonraki günlerinde ise azalmıştır ($p<0.01$).

Kontrol kültürü ile üretilen yoğurtlardaki *L. bulgaricus* koloni sayıları viskoz kültürler ile üretilen yoğurtlara göre daha yüksek bulunmuştur ($p<0.01$). Viskoz kültür ile üretilen yoğurtların *L. bulgaricus* koloni sayıları ise birbirlerine yakın olmuştur ($p<0.01$). Yağ içeriği arttıkça örneklerdeki *L. bulgaricus* koloni sayısının arttığı belirlenmiştir. Depolama süresince bütün yoğurtların *L. bulgaricus* koloni sayıları azalmıştır ($p<0.05$).

Yoğurtların duyuşal özellikleri incelendiğinde Kontrol kültürü ile üretilen yoğurtların aroma yönünden daha çok tercih edildiği görülmüştür ($p<0.01$). Yağ oranındaki artışa bağılı olarak aroma puanlarının da arttığı ve viskoz kültürler ile üretilen yarım yağlı (% 1.5) yoğurtların aroma puanlarının, tam yağlı (% 3.0) örneklere yakın olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Depolama süresince genel olarak bütün yoğurt örneklerinin aroma puanlarında bir azalma olmuştur ($p<0.01$).

Yoğurt tekstürü üzerinde kullanılan kültür suşlarının etkili olduğu bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek tekstür puanları V1 kültürü ile üretilen yoğurtlarda, en düşük tekstür puanları ise Kontrol kültürü ile üretilen yoğurtlarda saptanmıştır. Yağ oranı tekstürü pozitif yönde etkilemiş ve en yüksek tekstür puanları % 3.0 yağlı olan yoğurtlarda bulunmuştur ($p<0.01$). Kontrol ve V1 kültürleri ile üretilen yoğurtların depolama süresince tekstür puanlarının arttığı buna karşılık V2 kültürü ile üretilen yoğurdun depolama süresince tekstür puanında bir azalma olduğu görülmüştür ($p<0.01$).

Yoğurtların görünümü üzerinde kullanılan kültür suşlarının etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Viskoz kültürler ile üretilen yoğurtların görünüm puanları, Kontrol kültürü ile üretilen yoğurdun görünüm puanlarından daha yüksek olmuştur. Yağ içeriği arttıkça yoğurtların görünüm puanlarının da arttığı saptanmıştır ($p<0.01$). Depolama süresince bütün yoğurt örneklerinin görünüm puanları azalmıştır ($p<0.01$).

Toplam duyuşal puanlar üzerinde kullanılan kültür suşlarının önemli olduğu ($p<0.01$) ve en yüksek puanları V1 kültürü ile üretilen yoğurtların aldığı belirlenmiştir. Örneklerin yağ içeriğindeki artış toplam puanlarını da artırmıştır

($p<0.01$). Depolama süresince örneklerin toplam duyuşal puanlarında düzenli olmayan değişimler görölmüştür ($p<0.01$).

Elde edilen sonuçların ışığı altında, stirred tip yoğurt üretiminde düşük asitlik ve serum ayrılması, yüksek viskozite, daha iyi görünüm ve yapı-kıvam oluşturmaları nedeniyle viskoz kültürlerin kullanılmasının uygun olduğu belirlenmiştir. Ancak aroma açısından incelendiğinde, viskoz olmayan kültürlerle üretilen yoğurtların yüksek asetaldehit içeriği nedeniyle daha çok tercih edildiği kaçınılmaz bir gerçektir. Yağ içeriğinin azalması örneklerin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerinde kalitenin düşmesine neden olmakla birlikte viskoz kültürler ile üretilen yarım yağlı örneklerde bu özellikler tam yağlı örneklere yakın değerler göstermiştir. Viskoz kültürler kullanılarak üretilen yoğurtlarda özellikle duyuşal olarak yağlılık hissini arttığı gözlemlenmiştir.

Araştırmamızda, viskoz kültür ile üretilen yoğurtların tekstürel ve duyuşal özelliklerinin viskoz olmayan kültür ile üretilen yoğurtlara göre daha iyi olduğu belirlenmiştir. Viskoz kültürler ile üretilen yoğurtlar kendi aralarında karşılaştırıldığında, bu yoğurtların fiziksel ve duyuşal özelliklerinin birbirinden farklı olduğu görölmüştür. Bu durumun kullanılan kültür suşlarının ürettikleri EPS miktarının ve yapısının birbirinden farklı olmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak, kaliteli bir stirred yoğurt üretimi için kullanılacak kültürlerin dikkatlice seçilmesi gerektiği kanısına varılmıştır.

KAYNAKLAR

- AKALIN, S. A., ve GÖNÇ, S., 1999. Katı Kıvamlı Yoğurdun Reolojik ve Duyusal Özellikleri, Aroma Maddeleri ve Starter Bakteri Sayıları Üzerine Viskoz Kültürlerin Etkisi, Gıda, 24: 319-325
- AKIN, N., 1998. İnek ve Koyun Sütünden Üretilen Konsantre Yoğurdun Su Tutma Kapasitesi İndeksinin Belirlenmesi, Gıda Mühendisliği Kongre Sergisi, Gaziantep, Türkiye, Eylül, 16-18s.
- AMATAYAKUL, T., HALMAS, A. L., SHERKAT, F., and SHAH, N. P., 2005. Physical Characteristics of Yoghurt Made Using Exopolysaccharide-Producing Starter Cultures and Varying Casein to Whey Protein Ratios. International Dairy Journal, 1:1-11.
- ANONİM, 1989. TS 1330 Yoğurt. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 10s
- ANONİM, 1999. TS 2530 Süt ve Süt Mamulleri-Numune Alma. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- ANONİM, 2001. Fermente Süt Ürünleri Tebliği, Türk Gıda Kodeksi, 23964 Sayılı Resmî Gazete.
- ANONYMOUS, 1993. Milk Determination of Nitrogen Content. IDF: 208, International Dairy federation: 41 Brussels, p.12
- ANONİM, 1994. TS 1018 Çiğ İnek Sütü, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 15s.
- ATAMER, M., and SEZGİN, E., 1986. Yoğurtlarda Kurumadde Artırımının Pıhtının Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. Gıda, 6: 327-331.
- BENEZECH, T., and MIANGANNOT, J. F., 1994. Characterization of the Reoljical Properties of Yoghurt- A Review, Journal Food Engineering, 21:447-472.
- BODYFELT, F., W., TOBIAS, J., and TROUT, G., M., 1988. The Sensory Evaluation of Dairy Products, Van Nostrand Reinhold, New York, 227-299p.
- CERNING, J., 1995. Production of Exopolysaccharides by Lactic Acid Bacteria and Dairy Propionibacteria. Lait, 75:463-472.
- CERNING, J., 1990. Exocellular Polysaccharide Produced by Lactic Acid Bacteria. FEMS Microbial Reviews, 87: 113-130.
- DAVE, A. M., and SHAH, N. P., 1996. Evaluation of Media for Selective Enumeration of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacteria*. Journal of Dairy Science, 79: 1529-1536.
- DE KEE, D., CODE, R. K., and TURCOTTE, G., 1983. Flow Properties of Time Dependent Foodstuffs, Journal of Rheology. 27: 581-604.
- DE VUYST, L., ZAMFIR, M., MOZZI, F., ADRIANY, T., MARSHALL, V., DEGEEST, B., and VANİNGELGEM, F., 2003. Exopolysaccharide-Producing *Streptococcus thermophilus* Strains as Starter Cultures in The Production of Fermented Milks. International Dairy Journal, 1:1-11.
- DEGEEST, B., and DE VUYST, L., 2000. Corelation of Activities of The Enzymes α -Phosphoglucomutase, UDP-Galactose-4-Epimerase and UDP-Glucose Pyrophosphorylase With Exopolysaccharides Biosynthesis by *Streptococcus thermophilus* LY03. Applied and Environmental Microbiology, 66: 3519-3527.
- DEGEEST, B., VANİNGETGEM, F., and DE VUYST, L., 2001. Microbial Physiology, Fermentation, Kinetics and Process Engineering of

- Heteropolysaccharide Production by Lactic acid Bacteria. *International Dairy Journal*, 11: 747-757.
- DOCO, T., WIERUSZESKI, J. M., FOURNET, B., CARCANO, D., RAMOS, P., and LOONES, A., 1990. Structure of an Exocellular Polysaccharide Produced by *Streptococcus thermophilus*. *Carbohydrate Research*, 198: 313-321.
- DUBOC, P., and MOLLET, B., 2001. Application of Exopolysaccharides in the Dairy Industry. *International Dairy Journal*, 11:759-768.
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O., ve GÜRBÜZ, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik metodları II). A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, 1021, Ankara, 381s.
- FABER, E. J., ZOON, P., KAMERLING, J. P., and VLIEGENHART, J. F. G., 1998. The Exopolysaccharides Produced by *Streptococcus thermophilus* Strains and Strains Have the Same Repeating Unit But Differ in the Viscosity of Their Milk Cultures. *Carbohydrate Research*, 310: 269-276.
- FAJARDO-LIRA, C., GARIBAY, M. G., RODARTE, C. V., FARRES, A., and MARSHALL, V. M., 1997. Influence Water Activity on the Fermentation of Yoghurt Made with Exacellular Polysaccharide-Producing or Non-Producing Starter. *International Dairy Journal*, 7: 279-281.
- FOLKENBERG, D. M., DEJMAK, P., SKRIVER, A., GULDAGER, H. S., and IPSEN, R., 2005. Sensory and Rheological Screening of Exopolysaccharide Producing Strain of Bacterial Yoghurt Cultures, *International Dairy Journal*, 46: 279-284.
- FORSEN, R., HEISKA, E., HEVA, E., ILOMMI, H., 1987. Immunobiological Effects of *Streptococcus cremoris* from Cultured Milk "Viili"; Application of Human Lymphocyte Culture Techniques. *International Journal of Food Microbiology*, 5:41-47.
- GAAFAR, A.M., 1992. Volatile Flavour Compounds of Yoghurt. *International Journal of Food Science and Technology*, 27:87-91.
- GARTI, N., and REICHMAN, D., 1993. Hydrocolloids as Food Emulsifiers and stabilizers. *Food Structure*, 12: 411-426.
- GROBBEN, G. J., BOELS, I. C., SIKKEMA, J., SMITH, M. R., and DE BONT, J.A.M., 2001. Influence of Ions on Growth and Production Exopolysaccharides by *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* NCFB 2772. *Journal of Dairy Research*, 67:131-135.
- GROBBEN, G. J., SMITH, M. R., SIKKEMA, J., and DE BOND J. A. M., 1996. Influence of Fructose and Glucose on The Production of Exopolysaccharides and The Activities of Enzymes Involved in the Sugar Metabolism and the Synthesis of Sugar Nucleotides in *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* BCFB 2772. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 46: 279-284.
- GÜZEL-SEYDİM, Z. B., SEZGİN, E., ve SEYDİM, A. C., 2004. Influences of Exopolysaccharide Producing Cultures on the Quality of Plain Set Type Yogurt, *Food Control*, 16: 205-209
- GÜLER-AKIN, M. B., 2005. The Effect 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.
- HANSEN, P. M., T., NISHINARI, K., and DOI, E., 1994. Food Hydrocolloids in Dairy Industry- Food Hydrocolloids Structure Properties and Functions. Plenum Press., New York, pp. 211-224.

- HAQUE, A., RICHARDSON, R. K., and MORRIS, E. R., 2001. Effect of Temperature on the Rheology of Set and Stirred Yogurt, *Food Hydrocolloids*, 15: 593-602.
- HASSAN, A. N., FRANK, J. F., and SHALABI, S. I., 2001. Factors Affecting Capsule Size and Production by Lactic Acid Bacteria Used As Dairy Starter Cultures. *International Journal of Food Microbiology*, 64:199-203.
- HASSAN, A. N., FRANK, J. F., SCHMIDT, K. A., and SHALABI, S. I., 1996. Rheological Properties of Yoghurt Made With Capsulated Non Ropy Lactic Cultures. *Journal of Dairy Science*, 79: 2091-2097.
- HELLIGA, C., SOMSAN, D.J., and KOERAADS, J.P.T.M., 1986. Viskosity of Stirred Yoghurt: Modern Techniques Useful in Analysing and Improving Routine Measurements. *Netherlands Milk and Dairy Journal*, 40:217-240.
- HESS, S. J., ROBERTS, R. F., and ZEIGLER, G. R., 1997. Reolojical Properties of Non Fat Yoğhurt Stabilized Using *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* Producing Exopolysaccharides or Using Commercial Stabilizer System. *Journal of Dairy Science*, 80:252-263.
- KESSLER, H. G., and KAMMERLAHNER, J., 1982. Factors Affecting the Stability of Naturel Set Yoghurt, XXI. *International Dairy Congress*. Vol 1, Moscow, U.S. S., 283.
- KILIÇ, S., 2001. Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri. Ege Üniversitesi Ziraat fakültesi Yayınları Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 181-195 s.
- KILIÇ, S., KARAGÖZLÜ, C., ve AKBULUT, N., 2000. Ekzopolisakkarit Üreten Yoğurt Bakterilerinin Meyveli Yoğurt Yapımında Kullanımı Üzerinde Bir Çalışma. Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı maddeleri. VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı. (Ed. M.Demirci). 21-22 Mayıs 2000, Tekirdağ, 57-69s
- KITAZAWA, H., TOBO, T., KUMANO, N. ADACHI, S., and YAMAGUCHI, T., 1991. Antitumoral Activity of Slime Forming Encapsulated *Lactobacillus lactis* ssp *cremoris* Isolated from Scandinavian Ropy Sour Milk “Viili”, *Animal Science and Technology (Japan)*, 62: 277-283.
- KREUDER, K., STROHMAIER, W., SCH FER A., 1994. Einsatzjefriergetrackneter direktstarterkulturen für die herstellung von Stiohfestem Joghurt. *Deutsche Milchwirtschaft* 45(9): 408-411.
- LAWS, P. A., and MARSHALL, V. M., 2001. The Relevance of Exopolysaccharidess to Reolojical Properties in Milk Fermented With Ropy Strains of Lactic Acid Bacteria. *International Dairy Journal*, 11:709-721.
- LEE, K. D., LO, G. C., RICHTER, R. L., and DILL, C. W., 1995. Effect of Milk Composition on the Partion Coefficients of Diacetyl, Acetaldehyde, and Ethanol in Acidified Milk Products, *Journal of Dairy Science*, 78: 2666-2674
- LING, R., 1963. *Dairy Chemistry*. 1 Chapman and Hall ltd. London, p. 227.
- LOOIJESTEIJN, P. J., VAN CASTEREN, W. H. M., TUINIER, R., DOES WIJKVORAGEN, C. H. L., and HUGENHOLTZ, J., 2000. Influence of Differed Substrate Limitations on The Yield Composition and Molecular Mass of Exopolysaccharides Produced by *Lactobacillus lactis* ssp. *cremoris* in Contnous Cultures. *Journal of Applied Microbiology*, 89: 116-122.
- LOOIJESTEIJN, P., TROPET, L., DE VRIES, E., ABEE, T., and HUGENHOLTZ, H., 2001. Physiological Function of Exopolysaccharides Produced by *Lactobacillus lactis*. *International Journal of Food Microbiology*, 64: 71-80.

- LUCEY, J. A., SINGH, H., 1998. Formation and Physical Properties of Acid Milk Gels: a Review. *Food Research International*, 30: 529-542
- MARSHALL, V.M., and RAWSON, H.L., 1999. Effect of Exopolysaccharide-Producing Strain on Thermophilic Lactic Acid Bacteria on The Texture of Stirred Yoghurt. *International Journal of Food Science and Technology*, 34: 137-143.
- MCCAY, L. L., SENDINE, W. E., and ELLIKIER, P. R., 1971. Lactose utilization by Lactic Acid Bacteria: A Review *Dairy Science Abstracts*, 33: 493-499.
- MISTRY, V. V., and HASSAN, H. N., 1991. Manufacture of Nonfat Yogurt from a High Milk Protein Powder, *Journal of Dairy Science*, 75: 947-957.
- MOZZI, F., OLIVER, G., DE GIÒRGI, G. S., and DE VALDEZ, G. F., 1985. Influence of Temperature on The Production of Exopolysaccharides by Thermophilic lactic Acid Bacteria, *Milwissenschaft*, 50:80-82.
- OTT, A., GERMOND, J. E., BAUMGARTNER, M., and CHAINTERAU, A., 1999. Aroma Comparison of Traditional and Mild Yogurts Headspace Gas Chromatography Quantification of Volatiles and Origin of Alpha-diketones. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 47: 2379.
- OZER, B., and ATASOY, F., 2002. Effect of Addition of Amino Acid Treatments With Galactosidase and Use of Shocked cultures on Acetaldehyde Level in Yoghurt, *International Journal of Dairy Technology*, 55 (4): 1-5.
- OZER, B., ROBINSON, R. K., GRANDISON, A. S., and BELL, A. E., 1997. Comparison of Techniques for Measuring the Rheological Properties of Labneh (Concentrated Yoghurt). *International Journal of Dairy Technology*, 50 (4): 129-133.
- PETTE, J.W., and LOLKEMA, H., 1950. Symbiosis and Antibiosis in Mixed Culture of *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. *Netherlands Milk and Dairy Journal*, 4: 209-224.
- PLEJSIER, M. T., DE BONT, P. W., VREEKER, R., and LEDEBOER, A M., 2000. Functional Properties of Exocellular Polysaccharides in Dairy Based Foods. 2nd International Symposium on Food Rheology and Structure, Zürich, Switzerland, March, pp. 12-16.
- POTANIN, A. A., 1991. On The Mechanizm of Aggregation on The Shear Flow Suspension. *Journal of Colloid and Interface Science*, 145: 140-157.
- POTANIN, A. A., and URIEW, N.B., 1991. Microrheological Models of Aggregated Suspension in Shear Flow. *Journal of Colloid and Interface Science*, 142: 385-395.
- RAMAWAMY, H. S., and BASAK, S., 1991b. Rheology of Stirred Yoghurts. *Journal Texture Stud.*, 22:231-241.
- RAWSON, H. L., and MARSHALL, V. M., 1997. Effect of Ropy Strain of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* on Rheology of Stirred Yoghurt, *International Journal of Food Science and Technology*, 32: 213-220.
- ROBINSON, R. K., and TAMIME, A. Y., 1993. Manufacture of Yoghurt and the Other Fermented Milks. *Modern Dairy Technology*, Volume 2, *Advances in Milk Products*, 2nd edition, (Ed. R. K. Robinson), London, pp. 1-48.
- ROBINSON, R. K., TAMIME, A. Y., and CHUBB, L. W., 1977. Acetaldehyde as an Indicator of Flavour Intensity in yoghurt, *Milk Industry*, 79: 4-6

- ROBIJN, G. W., THOMAS, J. R., HAAS, H., VAN DEN BERG, D. J. C., KAMERLING, J.P., and VLIËGENHART, J. F. G., 1995a. The Structure of Exopolysaccharide Produced by *Lactobacillus helveticus* 766, Carbonhydrate Research, 276: 137-154.
- ROBIJN, G. W., VAN DEN BERG, D. J. C, HAAS, H., KAMERLING, J. P., and VLIËGENHART, J. F.G., 1995b. Detetmination of Structure of *the* exopolysaccharide Produced by *Lactobacillus sake* 0-1. Carbonhydrate Research, 276: 117-136.
- RUAS-MADIEDO, P., ALTING, C. A., and ZOON, P., 2005. Effects of Exopolysaccharides and Proteolytic Activity of *Lactobacillus lactis* ssp. *Cremoris* Strains on the Viskosity and Structure of Fermented Milks. International Dairy Journal, 15:155-164.
- RUAS-MADIEDO., P., and ZOON, P., 2003. Effect of Exopolysaccharide-producing Lactococcus lactis Strains and Temperature of Skim Milk Gels, Colloids and Surfaces A: Physicochem Eng. Aspect, 213: 245-253.
- RUAS-MADIEDO, P., HUGENHOLTZ, J., and ZOON, P., 2002. An Overview of The Functionality of Exopolysaccharides Produced by Lactic Acid Bacteria. International Dairy Journal, 12: 123-171.
- RYBKA, S., and KAILASAPHATY, K., 1996. Media for Enumeration of Yoghurt Bacteria. Internaitonal Dairy Journal, 6: 839-847.
- SCHELLAAS, S. M., and MORRIS, H. A., 1985. Rheological and Scanning Electron Microscopic Examination of Skim Milk Gels Obtained by Fermenting With Ropy and Non -Ropy Strain of Lactic Acid Bacteria. Food Microstructure, 4: 279-287.
- SCHMIDT, D. G., 1982. Association of Casein Micelle Structure. In. P. Fox. (Ed), Developments in Dairy Chemistry, Applied Science, London, 61-85 .
- SEBASTIANI, H., and ZELGER, G., 1998. Texture of Formation by Thermophilic Lactic Acid Bacteria. Milchwissenschaft, 53: 15-20.
- SKRIVER, A., ROEMER, H., and OVIST, K. B., 1993. Rheological of Stirred Yoghurt Viskometry. Journal of Texture Studies, 24: 185-198.
- ŞİMŞEK, Ö., ve ÇON, A. H., 2003. Laktik Asit Bakterilerinde Ekzopolisakkarit Üretimi ve Ekzopolisakkaritlerin Süt Ürünlerindeki Fonksiyonları. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu Tebliğler Kitabı, (Ed. N. Akbulut), 22-23 Mayıs, İzmir, s.87-94
- TAMIME, A. Y., and ROBINSON, R., 1999. Yoghurt Science and Technology.CRC Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, UK, 432-484 p.
- TAMIME, A. Y., and ROBINSON, R. K., 1985. Microbiology of Yoghurt Starter Cultures and Biochemistry of Fermentation. Science and Technology Pergamon Pres. Oxford (UK), 425p.
- TORINO, M. I., SESMA, F., and DE VALDEZ, F., 2000. Semi-Defined Media for The Exopolysaccharide Production by Lactobacillus Helveticus ATCC 15807 and Evaluation of the Componenets Interfering With The Exopolysaccharide Quantification. Milwissenschaft, 55: 314-316.
- TUINIER, R., 1999. An Exocellular Polysaccharide and Interactions With Proteins. Ph. D. Thesis, University of Utrecht, The Netherlands.
- TUINIER, R., VAN CASTEREN, W. H. M., LOOIJESTEIJN, P. J., SCHOOL, H. A., VORAGEN, A. G. J., and ZOON, P., 2001. Effects of Structural

- Modifications on Some Physical Characteristics of Exo-polysaccharides from *Lactococcus lactis*. *Biopolimers*, 59: 160-166.
- VAN DEN BERG, D. J. C., ROIJN, G. W., JANSSEN, A. C., GUISEPPIN, M. L. F., VREEKER, R., KAMERLING, J. P., VLIEGENHART, J. F. G., LEDEBOER, A. M., and VERRIPS, C. T., 1995. Production of A Novel Extracellular Polysaccharide by *Lactobacillus sake* 0-1 and Characterization of Polysaccharide. *Applied and Environmental Microbiology*, 61: 2840-2844.
- VAN MARLE, M. E., and ZOON, P., 1995. Permeability and Rheological Properties of Microbially and Chemically Acidified Skim-Milk Gels. *Netherlands Milk and Dairy Journal*, 49:47-65.
- VAN MARLE, M. E., VAN DEN ENDE, D., DE KRUIF, C. G., and MELLEMA, J., 1999. Steady-Shear Viscosity of Stirred Yoghurt With Varying Ropines. *The Society of Rheology, Inc.*, 1643-1662.
- WOOD, B. J. B., 1997. *Microbiology of Fermented Foods*. Blackie Academic and Professional, London, pp.124-130.
- YÖNEY, Z., 1973. Süt Mamülleri Muayene ve Analiz Metodları. A. Ü. Ziraat fakültesi Yayınları, 491, A. Ü. Basımevi, Ankara, 182s.
- ZOON, P., and VAN MARLE, M. E., 1998. Relation Between the Consistency of Stirred Yoghurt and The Structure of Yoghurt Gel. *Texture of Fermented Milk Products and Dairy Desserts*, Vicenza, Italy, May 5-6, pp.75-79.

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Şanlıurfa'ya bağlı Viranşehir ilçesinde doğan Aziz KORKMAZ ilk ve ortaöğrenimini doğduğu yerde tamamladı. 1997 yılında Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2001'de aynı bölümden mezun olduktan sonra 2002 yılında Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans yapmaya başladı. Aynı dönemde Şanlıurfa'da çeşitli özel sektör kuruluşlarında da gıda mühendisi olarak çalışırken yüksek lisans öğrenimine kısa bir ara vererek 2004 yılında Kısa Dönem olarak askerliğini yaptı. 2005 yılı başlarında Şanlıurfa Tarım İl Müdürlüğünde Gıda Mühendisi olarak memurluk hayatına başladı ve halen Ceylanpınar Tarım İlçe Müdürlüğünde aynı kadroda çalışmaktadır.

EKLER

Ek 1

Duyusal analiz formu

	Özellikler	Örnekler								
		Kontrol			V1			V2		
AROMA 10 PUAN	Yağ İçeriği (%)	3.0	1.5	0.5	3.0	1.5	0.5	3.0	1.5	0.5
	Puan									
	Kusursuz									
	Asetaldehit (ham)									
	Acı Tat									
	Pişmiş Tat									
	Yabancı Tat									
	Yüksek Asitlik									
	Yetersiz Aroma									
	Bayat Tat									
	Düşük Asitlik									
	Okside Tat									
	Ransid Tat									
	Doğal Olmayan Aroma									
	Temiz Olmayan Tat									
YAPI VE TEKSTÜR 5 PUAN	Puan									
	Kusursuz									
	Sıkı-Jelatinimsi Yapı									
	Kumlu-Pütürlü									
	Viskoz									
	Çok Katı									
	Yumuşak (zayıf Jel)									
GÖRÜNÜM 5 PUAN	Puan									
	Kusursuz									
	Değişik Renk									
	Serum Ayrılmış									
	Topaklı									
	Büzülmüş									
	Yüzeyi Küflü									
	TOPLAM PUAN									

1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9)

Not: Lütfen örnekleri tercihinize göre sıralayınız

Ek 2

Duyusal analiz puan cetveli

ÖZELLİKLER	Kusurun yoğunluğu		
	Hafif	Belirgin	Çok belirgin
AROMA			
Kusursuz	10		
Asetaldehit (ham)	9	7	5
Aşırı Asitlik	9	7	5
Düşük Asitlik	9	8	6
Acı Tat	9	7	5
Pişmiş Tat	9	8	6
Yetersiz Aroma	9	8	7
Bayat Tat	8	7	6
Doğal Olmayan Aroma	8	6	4
Okside- Metalik Tat	6	4	1
Temiz olmayan Tat	6	4	1
Yabancı Tat	5	3	0
YAPI VE TEKSTÜR			
Kusursuz	5		
Sıkı-Jelatinimsi Yapı	4	3	2
Kumlu-Pütürlü	4	3	2
Çok sıkı yapı	4	3	2
Yumuşak (zayıf Jel)	4	3	2
Viskoz	3	2	1
GÖRÜNÜM			
Kusursuz	5		
Doğal Olmayan Renk	4	3	2
Topaklı	4	3	2
Büzülmüş	4	3	2
Serum Ayrılmış	4	3	2
Yüzeyi Küflü	2	1	0

Ek 3

Yoğurtlarda depolama boyunca saptanan bazı kimyasal ve fiziksel değerler*

Özellik	Kültür ¹	Yağ ^{**} (%)	Depolama Süresi ^{***}				
			1. gün	7. gün	14. gün	21. gün	
pH	Kontrol	3.0	4.42±0.21 ^{aA1}	4.14±0.02 ^{aA2}	4.19±0.00 ^{aA2}	4.10±0.07 ^{aA3}	
		1.5	4.33±0.04 ^{aAB1}	4.20±0.05 ^{aAB2}	4.18±0.06 ^{aAB2}	4.02±0.04 ^{aAB3}	
		0.5	4.25±0.01 ^{Ab1}	4.16±0.04 ^{aB2}	4.14±0.02 ^{aB2}	4.07±0.01 ^{aB3}	
	V1	3.0	4.48±0.00 ^{aA1}	4.20±0.05 ^{aA2}	4.21±0.06 ^{aA2}	4.14±0.04 ^{aA3}	
		1.5	4.48±0.03 ^{aAB1}	4.14±0.01 ^{aAB2}	4.11±0.05 ^{aAB2}	4.07±0.02 ^{aAB3}	
		0.5	4.29±0.01 ^{ab1}	4.15±0.04 ^{aB2}	4.14±0.03 ^{aB2}	4.11±0.03 ^{aB3}	
	V2	3.0	4.47±0.08 ^{bA1}	4.34±0.02 ^{bA2}	4.32±0.08 ^{bA2}	4.29±0.03 ^{bA3}	
		1.5	4.56±0.04 ^{bAB1}	4.30±0.11 ^{bAB2}	4.37±0.03 ^{bAB2}	4.25±0.06 ^{bAB3}	
		0.5	4.50±0.07 ^{bb1}	4.28±0.00 ^{bB2}	4.32±0.02 ^{bB2}	4.20±0.01 ^{bB3}	
	Asitlik (% l a)	Kontrol	3.0	0.098±0.012 ^{aA1}	0.121±0.014 ^{aA2}	0.120±0.032 ^{aA3}	0.119±0.021 ^{aA4}
			1.5	0.108±0.070 ^{aB1}	0.122±0.007 ^{aB2}	0.123±0.007 ^{aB3}	0.126±0.014 ^{aB4}
			0.5	0.101±0.021 ^{aC1}	0.118±0.028 ^{aC2}	0.124±0.014 ^{aC3}	0.124±0.007 ^{aC4}
V1		3.0	0.102±0.022 ^{bA1}	0.119±0.021 ^{bA2}	0.120±0.006 ^{bA3}	0.123±0.041 ^{bA4}	
		1.5	0.106±0.028 ^{bB1}	0.125±0.042 ^{bB2}	0.130±0.000 ^{bB3}	0.128±0.071 ^{bB4}	
		0.5	0.107±0.042 ^{bBC1}	0.130±0.000 ^{bBC2}	0.128±0.007 ^{bBC3}	0.129±0.000 ^{bBC3}	
V2		3.0	0.096±0.000 ^{cA1}	0.107±0.021 ^{cA2}	0.110±0.014 ^{cA3}	0.109±0.007 ^{cA4}	
		1.5	0.096±0.000 ^{cAB1}	0.110±0.000 ^{cAB2}	0.110±0.014 ^{cAB3}	0.110±0.000 ^{cAB4}	
		0.5	0.096±0.000 ^{cC1}	0.113±0.014 ^{cC2}	0.113±0.021 ^{cC3}	0.114±0.007 ^{cC4}	
Asetaldehit (mg/kg)		Kontrol	3.0	20.3±0.011 ^{aA2}	24.5±0.001 ^{aA1}	18.2±0.004 ^{aA3}	12.4±0.005 ^{aA4}
			1.5	19.6±0.008 ^{aB2}	23.6±0.012 ^{aB1}	17.3±0.000 ^{aB3}	11.9±0.001 ^{aB4}
			0.5	19.1±0.011 ^{aC2}	22.8±0.001 ^{aC1}	16.9±0.004 ^{aC3}	10.6±0.001 ^{aC4}
	V1	3.0	18.5±0.011 ^{bA2}	20.4±0.004 ^{bA1}	16.1±0.001 ^{bA3}	9.5±0.001 ^{bA4}	
		1.5	17.7±0.006 ^{bB2}	19.9±0.009 ^{bB1}	15.2±0.002 ^{bB3}	8.7±0.004 ^{bB4}	
		0.5	16.8±0.001 ^{bC2}	18.1±0.001 ^{bC1}	14.5±0.004 ^{bC3}	8.5±0.003 ^{bC4}	
	V2	3.0	17.3±0.008 ^{cA2}	20.3±0.004 ^{cA1}	15.8±0.004 ^{cA3}	9.1±0.003 ^{cA4}	
		1.5	16.7±0.010 ^{cB2}	19.8±0.008 ^{cB1}	15.1±0.004 ^{cB3}	8.5±0.003 ^{cB4}	
		0.5	16.2±0.009 ^{cC2}	18.2±0.001 ^{cC1}	14.2±0.002 ^{cC3}	7.9±0.000 ^{cC4}	

(Ek 3'ün Devamı)

Serum Ayrılması (ml/25 g)	Kontrol	3.0	6.8±0.03 ^{bc1}	4.7±.02 ^{bc2}	5.2±0.33 ^{bc3}	4.1±0.06 ^{bc4}	
		1.5	7.1±0.74 ^{bb1}	6.1±0.49 ^{bb2}	5.4±0.12 ^{bb3}	4.8±0.05 ^{bb4}	
		0.5	7.6±0.23 ^{bc1}	6.4±.0.81 ^{bc2}	6.5±0.41 ^{bc3}	5.8±.0.14 ^{bc4}	
	V1	3.0	5.7±0.71 ^{cC1}	4.3±0.35 ^{cC2}	3.7±0.28 ^{cC3}	3.1±0.32 ^{cC4}	
		1.5	6.6±0.28 ^{cB1}	5.1±0.16 ^{cB2}	4.1±0.28 ^{cB3}	3.6±0.61 ^{cB4}	
		0.5	7.2±0.14 ^{cA1}	5.7±0.33 ^{cA2}	5.7±0.01 ^{cA3}	4.5±0.31 ^{cA4}	
	V2	3.0	5.9±0.28 ^{aC1}	5.7±0.25 ^{aC2}	5.7±0.73 ^{aC3}	5.5±.0.46 ^{aC4}	
		1.5	6.8±0.30 ^{aB1}	6.6±0.82 ^{aB2}	6.3±0.02 ^{aB3}	5.7±.01 ^{aB4}	
		0.5	7.4±0.51 ^{aA1}	7.1±0.96 ^{aA2}	6.5±0.34 ^{aA3}	6.4±0.19 ^{aA4}	
	Viskozite (cP)	Kontrol	3.0	68450±212 ^{ba4}	74200±283 ^{ba3}	86400±566 ^{ba2}	90000±000 ^{ba1}
			1.5	67450±495 ^{bb4}	70150±212 ^{bb3}	84450±212 ^{bb2}	87800±283 ^{bb1}
			0.5	50200±141 ^{bc1}	60900±141 ^{bc3}	68300±424 ^{bc2}	73100±141 ^{bc1}
V1		3.0	84500±141 ^{aA4}	91350±354 ^{aA3}	95650±141 ^{aA2}	103000±00 ^{aA1}	
		1.5	67100±141 ^{aB4}	90500±141 ^{aB3}	97000±000 ^{aB2}	97900±141 ^{aB4}	
		0.5	56550±212 ^{aC4}	72700±141 ^{aC3}	74200±283 ^{aC2}	85100±141 ^{aC1}	
V2		3.0	58600±283 ^{aA4}	63200±141 ^{aA3}	74100±141 ^{aA2}	77150±212 ^{aA1}	
		1.5	50500±141 ^{aB4}	60200±000 ^{aB3}	70400±283 ^{aB2}	74300±141 ^{aB1}	
		0.5	39200±000 ^{aC4}	49200±283 ^{aC3}	60100±141 ^{aC2}	6±3200±283 ^{aC1}	

¹ Yoghurt 632 (Kontrol), Yoghurt V1 ve Yoghurt V2 (viskoz)

* Kültür tipine göre her bir özellik için aynı sütun yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı harfle (küçük harf) belirtilen değerler birbirinden farklıdır (p>0.05).

** Yağ içeriğine göre her bir özellik için aynı sütun yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı harfle (büyük harf) belirtilen değerler birbirinden farklıdır (p>0.05).

*** Depolama süresine göre her bir özellik için aynı satır soldan sağa doğru incelendiğinde aynı rakamla belirtilen değerler birbirinden farklıdır (p>0.05)

Ek 4

Yoghurt örneklerine ait fermentasyon süreleri

Kültür ¹	Yağ İçeriği (%)	Fermentasyon Süresi (Saat)
Kontrol	3.0	3.4
	1.5	3.3
	0.5	2.9
V1	3.0	3.6
	1.5	3.4
	0.5	3.3
V2	3.0	3.9
	1.5	3.7
	0.5	3.1

¹ Yoghurt 632 (Kontrol), Yoghurt V1 ve Yoghurt V2 (viskoz)

Ek 5

Yoğurtlarda depolama süresince saptanan canlı bakteri sayıları, (log kob^a g⁻¹)*

Bakteri Türü	Kültür ¹	Yağ ^{**} (%)	Depolama Süresi ^{***}			
			1.gün	7.gün	14.gün	21.gün
<i>S. thermophilus</i>	Kontrol	3.0	9.18±0.141 ^{aA2}	8.60±0.008 ^{aA1}	9.78±0.099 ^{aA3}	8.43±0.007 ^{aA4}
		1.5	9.28±0.013 ^{aB2}	8.51±0.000 ^{aB1}	9.81±0.120 ^{aB3}	8.37±0.007 ^{aB4}
		0.5	9.47±0.064 ^{aC2}	8.78±0.000 ^{aC1}	9.93±0.156 ^{aC3}	8.52±0.014 ^{aC4}
	V1	3.0	9.65±0.007 ^{bA2}	8.54±0.007 ^{bA1}	9.92±0.014 ^{bA3}	8.11±0.014 ^{bA4}
		1.5	9.67±0.014 ^{bB2}	8.48±0.007 ^{bB1}	9.94±0.064 ^{bB3}	8.15±0.120 ^{bB4}
		0.5	9.83±0.000 ^{bC2}	8.56±0.007 ^{bC1}	10.00±0.02 ^{bC3}	8.18±0.078 ^{bC4}
	V2	3.0	9.45±0.007 ^{bA2}	8.30±0.021 ^{bA1}	9.81±0.064 ^{bA3}	8.13±0.071 ^{bA4}
		1.5	9.46±0.007 ^{bB2}	8.29±0.000 ^{bB1}	9.81±0.085 ^{bB3}	7.97±0.042 ^{bB4}
		0.5	9.50±0.049 ^{bC2}	8.41±0.000 ^{bC1}	9.84±0.000 ^{bC3}	8.15±0.028 ^{bC4}
<i>L. bulgaricus</i>	Kontrol	3.0	8.47±0.000 ^{aAB1}	7.91±0.028 ^{aAB2}	7.79±0.014 ^{aAB3}	7.53±0.064 ^{aAB4}
		1.5	8.49±0.042 ^{aB1}	7.92±0.057 ^{aB2}	7.81±0.028 ^{aB3}	7.58±0.049 ^{aB4}
		0.5	8.77±0.000 ^{aC1}	7.92±0.028 ^{aC2}	7.84±0.007 ^{aC3}	7.63±0.035 ^{aC4}
	V1	3.0	8.39±0.000 ^{bAB1}	7.81±0.000 ^{bAB2}	7.44±0.007 ^{bAB3}	7.05±0.071 ^{bAB4}
		1.5	8.35±0.000 ^{bB1}	7.92±0.049 ^{bB2}	7.25±0.021 ^{bB3}	7.15±0.028 ^{bB4}
		0.5	8.68±0.028 ^{bC1}	7.91±0.092 ^{bC2}	7.25±0.007 ^{bC3}	7.30±0.057 ^{bC4}
	V2	3.0	8.35±0.000 ^{bAB1}	8.28±0.000 ^{bAB2}	7.44±0.707 ^{bAB3}	7.32±0.021 ^{bAB4}
		1.5	8.44±0.156 ^{bB1}	7.79±0.049 ^{bB2}	7.49±0.014 ^{bB3}	7.37±0.049 ^{bB4}
		0.5	8.58±0.007 ^{bA1}	7.81±0.049 ^{bA2}	7.59±0.014 ^{bA3}	7.49±0.007 ^{bA4}

¹ Yoghurt 632 (Kontrol), Yoghurt V1 ve Yoghurt V2 (viskoz)

^a Koloni oluşturma birimi

* Kültür tipine göre her bir özellik için aynı sütun yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı harfle (küçük harf) belirtilen değerler birbirinden farklıdır (p>0.05).

** Yağ içeriğine göre her bir özellik için aynı sütun yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı harfle (büyük harf) belirtilen değerler birbirinden farklıdır (p>0.05).

*** Depolama süresine göre her bir özellik için aynı satır soldan sağa doğru incelendiğinde aynı rakamla belirtilen değerler birbirinden farklıdır (p>0.05)

Ek 6

Çizelge 4.5. Depolama boyunca duyuşsal özelliklere ait puan değerleri*

Özellik	Kültür ¹	Yağ ^{**} (%)	Depolama Süresi ^{***}			
			1.gün	7.gün	14.gün	21.gün
A R O M A	Kontrol	3.0	7.45±0.233 ^{bA1}	8.71±0.106 ^{bA2}	8.11±0.092 ^{cA3}	7.65±0.092 ^{cA1}
		1.5	7.58±0.092 ^{bB1}	8.05±0.106 ^{bB2}	7.70±0.106 ^{cB3}	7.86±0.078 ^{cB1}
		0.5	7.25±0.049 ^{bC1}	8.01±0.106 ^{bC2}	6.83±0.212 ^{cC3}	6.92±0.113 ^{cC1}
	V1	3.0	7.56±0.028 ^{cA1}	8.50±0.000 ^{cA2}	7.25±0.092 ^{bA3}	6.75±0.212 ^{bA1}
		1.5	7.67±0.156 ^{cB1}	8.05±0.212 ^{cB2}	6.96±0.233 ^{bb3}	6.95±0.078 ^{bB1}
		0.5	6.35±0.148 ^{cC1}	7.63±0.163 ^{cC2}	6.75±0.000 ^{bC3}	6.25±0.184 ^{bC1}
	V2	3.0	6.69±0.106 ^{aA1}	7.36±0.106 ^{aA2}	7.36±0.049 ^{aA3}	6.77±0.035 ^{aA1}
		1.5	6.62±0.177 ^{aB1}	7.01±0.141 ^{aB2}	6.79±0.014 ^{aB3}	6.91±0.120 ^{aB1}
		0.5	6.35±0.064 ^{aC1}	6.87±0.021 ^{ac2}	6.42±0.092 ^{aC3}	6.55±0.212 ^{aC1}
T E K S T Ü R	Kontrol	3.0	2.94±0.085 ^{aA23}	2.94±0.085 ^{aA2}	3.25±0.205 ^{aA3}	3.65±0.092 ^{aA1}
		1.5	2.35±0.064 ^{aB23}	2.94±0.085 ^{aB2}	2.89±0.014 ^{aB3}	3.35±0.177 ^{aB1}
		0.5	2.23±0.141 ^{aC23}	2.55±0.163 ^{aC2}	2.62±0.255 ^{aC3}	3.53±0.000 ^{aC1}
	V1	3.0	4.12±0.177 ^{cA23}	4.32±0.148 ^{cA2}	4.50±0.148 ^{cA3}	3.75±0.035 ^{cA1}
		1.5	3.71±0.113 ^{cB23}	3.87±0.014 ^{cA2}	3.92±0.085 ^{cA3}	4.19±0.028 ^{cA1}
		0.5	3.45±0.092 ^{cC23}	3.50±0.099 ^{cC2}	3.07±0.177 ^{cC3}	4.12±0.120 ^{cC1}
	V2	3.0	4.15±0.156 ^{bA23}	3.89±0.049 ^{bA2}	3.35±0.177 ^{bA3}	3.85±0.035 ^{bA1}
		1.5	3.85±0.212 ^{bB23}	3.71±0.049 ^{bB2}	3.65±0.000 ^{bb3}	4.25±0.141 ^{bb1}
		0.5	3.48±0.141 ^{bC23}	3.54±0.198 ^{bC2}	3.14±0.269 ^{bC3}	4.19±0.156 ^{bC1}
G Ö R Ü N Ü M	Kontrol	3.0	3.35±0.177 ^{cA1}	2.76±0.141 ^{cA2}	2.48±0.113 ^{cA2}	3.15±0.177 ^{cA2}
		1.5	3.27±0.148 ^{cB1}	2.99±0.141 ^{cB2}	2.76±0.057 ^{cB2}	2.75±0.000 ^{cB2}
		0.5	3.13±0.071 ^{cC1}	2.43±0.007 ^{cC2}	2.05±0.057 ^{cC2}	2.29±0.141 ^{cC2}
	V1	3.0	3.73±0.028 ^{bA1}	4.31±0.127 ^{bA2}	4.69±0.177 ^{bA2}	4.37±0.212 ^{bA2}
		1.5	3.73±0.099 ^{bB1}	4.07±0.099 ^{bB2}	4.29±0.092 ^{bb2}	4.05±0.064 ^{bb2}
		0.5	3.35±0.064 ^{bC1}	3.24±0.028 ^{bC2}	3.39±0.552 ^{bC2}	3.95±0.106 ^{bC2}
	V2	3.0	4.54±0.127 ^{cA1}	4.38±0.071 ^{cA2}	4.48±0.113 ^{cA2}	4.15±0.177 ^{cA2}
		1.5	4.25±0.177 ^{cB1}	4.45±0.205 ^{cA2}	3.89±0.156 ^{cA2}	4.06±0.092 ^{cA2}
		0.5	4.05±0.205 ^{cC1}	3.75±0.191 ^{cC2}	3.47±0.042 ^{cC2}	3.65±0.177 ^{cC2}
T O P L A M	Kontrol	3.0	13.05±0.34 ^{aA23}	13.05±0.049 ^{aA1}	13.10±0.141 ^{aA3}	12.65±0.305 ^{aA2}
		1.5	12.27±0.09 ^{aB23}	12.94±0.08 ^{aB1}	12.44±0.228 ^{aB3}	13.04±0.297 ^{aB2}
		0.5	11.75±0.13 ^{aB23}	11.85±0.191 ^{aB1}	11.04±0.221 ^{aB3}	11.79±0.055 ^{aB2}
	V1	3.0	15.42±0.22 ^{cA23}	17.14±0.212 ^{cA1}	17.30±0.431 ^{cA3}	16.05±0.071 ^{cA2}
		1.5	15.15±0.20 ^{cB23}	15.95±0.191 ^{cB1}	15.91±0.161 ^{cB3}	16.12±0.170 ^{cB2}
		0.5	13.05±0.24 ^{cB23}	14.35±0.233 ^{cB1}	13.29±0.441 ^{cB3}	14.97±0.177 ^{cB2}
	V2	3.0	16.44±0.33 ^{bA23}	16.98±0.438 ^{bA1}	15.38±0.255 ^{bA3}	14.65±0.106 ^{bA2}
		1.5	15.65±0.44 ^{bB23}	15.91±0.339 ^{bB1}	14.22±0.255 ^{bb3}	15.24±0.198 ^{bb2}
		0.5	14.35±0.06 ^{bb23}	15.25±0.516 ^{bb1}	13.45±0.064 ^{bb3}	13.94±0.622 ^{bb2}

¹ Yoghurt 632 (Kontrol), Yoghurt V1 ve Yoghurt V2 (viskoz)

* Kültür tipine göre her bir özellik için aynı sütun yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı harfle (küçük harf) belirtilen değerler birbirinden farklıdır (p>0.05).

** Yağ içeriğine göre her bir özellik için aynı sütun yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı harfle (büyük harf) belirtilen değerler birbirinden farklıdır (p>0.05).

*** Depolama süresine göre her bir özellik için aynı satır soldan sağa doğru incelendiğinde aynı rakamla belirtilen değerler birbirinden farklıdır (p>0.05)

ÖZET

Bu çalışmada eksopolisakkarit (EPS) üreten viskoz kültürler kullanılarak düşük yağ içeriğine sahip inek sütlerinden stirred tip yoğurt üretim olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla viskoz özellik göstermeyen klasik yoğurt kültürü (A) ve iki farklı tipteki viskoz kültürler (B ve C) ile yağ oranı % 3.0, % 1.5 ve % 0.5'e ayarlanmış sütlerden 9 farklı yoğurt örneği üretilmiştir. İki tekerrürlü olarak yapılan üretimde elde edilen yoğurt örneklerinde pH, titrasyon asitliği, asetaldehit düzeyi, serum ayrılması, viskozite, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* sayıları gibi analizler ve aroma, tekstür, görünüm gibi duyu analizleri yapılmıştır. Yapılan istatistiklere göre kültür tipi, yağ içeriği ve depolamanın stirred tip yoğurtların pH değeri, titrasyon asitliği, asetaldehit düzeyi, serum ayrılması canlı starter sayıları ve aroma, tekstür ve görünüm gibi duyu özellikleri üzerinde önemli farklılıklar oluşturduğu görülmüştür ($p < 0.01$). Viskoz kültürlerin viskoz olmayan kültüre ve yüksek yağ içeriğinin düşük yağ içeriğine göre yukarıda belirtilen özellikler stirred yoğurdun kalitesi üzerinde daha çok istenen yönde etkilediği gösterdiği belirlenmiştir. Genelde, B viskoz kültürün kullanıldığı ve yağ içeriği % 1.5 olan yoğurt örneklerinin duyu olarak panelistlerce daha çok tercih edildiği görülmüştür.

SUMMARY

In this study, nine different stirred type yogurts were manufactured from cow's milk, in which fat content was standardized to 3, 1.5 and 0.5%, by using non exopolysaccharide (EPS) producing (EPS⁻) and EPS-producing (EPS⁺) strains of yoghurt bacteria. The milks, used in the manufacture were divided into three batches and their fat contents were standardized to 3%, 1.5% and 0.5%. Each batch was also divided into three groups and the first group was inoculated with the EPS⁻ strains, the second and third groups were inoculated with different EPS-producing cultures. In the yogurt samples pH, titratable acidity, whey separation, viscosity and acetaldehyde were determined, *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* counts and all sensory analysis were evaluated at 1., 7., 14. and 21. days of storage. According to the results obtained, the effects of culture type, fat content and storage time on pH, titratable acidity, whey separation, viscosity and acetaldehyde, *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* counts and all sensory characteristics (aroma, consistence, color and appearance and total points) were significant (p<0.01). The pH, whey separation and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* counts of the samples decreased, but titratable acidity and viscosity contents of the samples increased during storage. Acetaldehyde contents *Streptococcus thermophilus* counts and sensory points of the samples increased up to 7 days of storage, and then decreased. In this research, the properties of yogurts produced with EPS⁺ strains, received higher sensory scores than EPS⁻ strains. In addition, the defects being more pronounced with decreasing fat content were less remarkable in the samples produced with EPS⁺ strains. Especially, it was determined that the properties of the samples, which fat content were standardized to 1.5% and produced with EPS⁺ strains had close sensory characteristics to the yoghurts containing higher fat contents and these samples were most preferred by the panel group.