

Harun KESENKAŞ¹
Özek KINIK¹
Kemal SEÇKİN²
Pelin GÜNÇ ERGÖNÜL³
Ecem AKAN¹

Keçi Sütünden Üretilen Sinbiyotik Beyaz Peynirde *Enterococcus faecium*, *Bifidobacterium longum* ve *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* Sayılarının Değişimi

¹ Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, 35100, İzmir/Türkiye
² Bursa Teknik Üniversitesi, Doğa Bilimleri, Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 16190, Bursa /Türkiye
³ Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 45140, Manisa /Türkiye
Sorumlu Yazar: harun.kesekas@ege.edu.tr

Variation of *Enterococcus faecium*, *Bifidobacterium longum* and *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* counts in Synbiotic White Cheese Produced from Goat Milk

Alınış (Received): 20.10.2015

Kabul tarihi (Accepted): 05.01.2016

Anahtar Sözcükler:

Sinbiyotik, beyaz peynir, keçi sütü, prebiyotik, prebiyotik

Key Words:

Synbiotic, white cheese, goat milk, probiotic, prebiotic

ÖZET

Çalışmamızda destek kültür olarak *Enterococcus faecium*, *Bifidobacterium longum* ve *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* ilavesiyle üretilen inülin ve oligofruktoz ilaveli sinbiyotik beyaz keçi peynirinde depolama başlangıcı ve sonunda prebiyotik bakterilerin canlılığı araştırılmıştır. Araştırma sonuçları prebiyotik içeren peynirlerde prebiyotik canlılığının daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bunun yanında hem kontrol gruplarında hem de sinbiyotik peynir gruplarında 90 günlük depolama sonunda *E. faecium*, *B. longum* ve *Lb. paracasei* ssp. *paracasei* canlı sayılarında önemli düşüş olmadığı peynir örneklerinin yeterli terapötik etkiyi sağlayabilecek düzeyde (6-7 log kob/g) bakteri içerdiği saptanmıştır.

ABSTRACT

In our study the viability of probiotics in synbiotic white goat cheese produced with addition of inulin and oligofruktose was researched at the beginning and at the end of storage period. In the production of synbiotic goat cheese *Enterococcus faecium*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* are used as adjunct cultures. Research results show that viabilities of probiotics are much higher in cheeses containing prebiotics. However, there is no significant reduction of viable count of *E. faecium*, *B. longum* and *Lb. paracasei* ssp. *paracasei* in both control and experimental groups end of the 90 days storage and cheese samples had adequately viable bacteria (6-7 log cfu/g) that ensure therapeutic effect.

GİRİŞ

Tüketiciler sağlıklarına olumlu etkileri bulunan fonksiyonel gıdaları son yıllarda özellikle tercih etmektedir. İnsan beslenmesinde oldukça önemli bir yere sahip süt ve süt ürünleri ise fonksiyonel gıda üretimi için son derece uygundur. Bu durumun avantajı kullanılarak süt ve süt ürünlerinin fonksiyonel özelliklerinin artırılması ile ihtiyaç duyulan besin öğelerinin alınması mümkün olabilmekte ve fonksiyonel süt ürünleri pazarı oluşturulabilmektedir.

Fonksiyonel süt ürünleri içerisinde raf ömrünün daha uzun olması ve lezzeti açısından peynir ayrı bir öneme sahiptir (Stanton et al., 1998).

Diğer taraftan peynir, pH'sı, yağ içeriği, oksijen seviyesi ve depolama koşulları dikkate alındığında üretimi ve depolanması sırasında prebiyotik mikroorganizmaların uzun süre canlılıklarını sürdürmesine diğer ürünlere kıyasla daha fazla katkıda bulunabilmektedir (Stanton et al., 2001; Ross et al., 2002; Boylston et al., 2004). Cheddar (Phillips et al.,

2006), Gouda (Gomes et al., 1995), Cottage (Arau'jo et al., 2010; Blanchette et al., 1996), Beyaz peynir, Arjantin peyniri (Bergamini et al., 2005) gibi peynirlere probiyotik özellik kazandırmak amacıyla önemli çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla çoğu probiyotik peynirde, bifidobakteriler ve *Lb. paracasei* ssp. *paracasei*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus* (Ong et al., 2006) gibi starter olmayan fakat probiyotik özellikte laktik asit bakterisi kullanılmıştır. Son dönemde bazı *Enterococcus* türleri de bu gruba dahil olmuştur. Yapılan çalışmalarda probiyotik bakteri suşlarını destek starter olarak içeren peynirlerde aroma ve lezzetin olumlu etkilemesinin yanında, olgunlaşma süresinin de kısalabileceği bunun da ekonomik avantajları olduğu belirtilmiştir (Stanton and Ross, 2000).

En yaygın prebiyotiklerden olan oligosakkaritler, gastrointestinal mikroflora kompozisyonunda ve/veya aktivitesinde yararlı değişiklikler yapabilen seçici olarak fermente edilen bileşiklerdir (Shin et al., 2000). Oligosakkaritler, ince bağırsakta hidrolize veya absorbe edilemezken, kolon bölgesinde özellikle *Lactobacillus* spp. ve *Bifidobacterium* spp. tarafından fermente edilebilmekte ve prebiyotik özellik göstermektedirler (Marks et al., 2000; Gibson and Roberfroid, 2008). İnülin ve oligofruktoz en çok çalışılan ve en iyi anlaşılmiş prebiyotikler arasında yer almaktadır (Gibson et al., 2004).

Sinbiyotik terimi, probiyotik ve prebiyotiklerin birlikte kullanılması sonucu ortaya çıkan sinerjik etkiden adını almıştır. Sinbiyotikler üzerine yapılan çalışmalarda probiyotik ve prebiyotik kombinasyonlarının insan sağlığı üzerine daha olumlu etkilerinin olduğu ortaya konulmuştur (Oliveira et al., 2009).

Keçi sütü; çeşitli fiziksel fonksiyonlar sağlama, çocukların ve yetişkinlerin beslenmesinde mükemmel bir gıda olması ve inek sütü alerjisi olan bireylerce rahatlıkla tüketilebilmesi gibi birçok sayıda özelliğinden dolayı pazarda kendisine özel bir yer edinmeyi başarmıştır. Birçok araştırmacı keçi sütünü yüksek besin değeri ve kronik hastalıkların riskini azaltması gibi sağlığa olan yararlarından dolayı fonksiyonel bir gıda olarak nitelendirmektedir (Riberio and Riberio, 2010).

Keçi sütünün beslenme ve özellikle sağlık üzerine olumlu etkilere sahip olması, elde edilen ürünlerin karakteristik hoş bir tat ve aromaya sahip olması da dünyada keçi yetiştiriciliğinin önem kazanmasını sağlamıştır (Kılıç ve ark., 2002). Keçi sütündeki yüksek protein ve fosfat içeriği inek sütüne göre tamponlama kapasitesinin daha yüksek olmasını sağlar (Coşkun ve Öndül, 2004). Ayrıca keçi sütü kazein, albümin ve

globülin oranları açısından da anne sütüne inek sütünden daha yakın bir süt çeşididir (Antepüzümü, 2005). Keçi sütü diğer sütlere göre 2-3 kat daha çok A vitamini içerir. Riboflavin, niasin, kalsiyum, potasyum, çinko, demir, magnezyum ve özellikle yüksek oranda selenyum içermektedir. Selenyumun antioksidan ve antikanserojen özelliği keçi sütünün besleyici ve terapötik etkisini arttırmaktadır (Slacanac et al., 2010).

Probiyotikler kullanılarak fonksiyonel bir fermente süt ürününün üretilmiş olduğundan bahsedilebilmesi için, probiyotik özellikleri, yapılan çalışmalarla kanıtlanmış kültürlerin kullanılması, kültürlerin ürünün üretimi ve olgunlaşması boyunca canlılıklarını sürdürebilmesi ve ürünün kompozisyonu, tekstürü ve duysal özelliklerini olumsuz yönde etkilememesi gerekmektedir (Stanton et al., 1998). Probiyotiklerin fizyolojik etkinliği doza bağlı olduğundan tüketime sunulacak ürünlerde canlı probiyotik mikroorganizma sayısı özel önem gerektiren bir husustur. Bu bakımdan probiyotik türlerin gıdanın depolama ya da olgunlaşma periyodu boyunca canlılıklarını sürdürebilmeleri önemlidir.

Yukarıda belirtilenlerin ışığı altında gerçekleştirilen bu çalışmada keçi sütü, probiyotik bakteriler (*E. faecium*, *Lb. paracasei* ssp. *paracasei* ve *B. longum*) ve prebiyotikler (inülin ve oligofruktoz) kullanılarak fonksiyonel özelliği artırılmış sinbiyotik beyaz peynir üretimi amaçlanmış ve kullanılan probiyotiklerin depolama boyunca canlı kalma oranları incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırmada kullanılan keçi sütü Şemsi Egi Gıda Ürünleri İmalat San. Ltd. Sti.'den (İzmir) temin edilmiştir. Peynir mayası olarak 1:15.000 kuvvetinde Ren-na marka (TSI® Inc. Lakeville, USA) rennin enzimi kullanılmıştır. Peynir mayasının kuvvet tayini ve süte ilave edilecek maya miktarının belirlenmesi Üçüncü (2004)'e göre yapılmıştır. Probiyotik kültür olarak; United States Department of Agriculture (USDA), (Illinois, USA) tarafından sağlanan *E. faecium* NRRL B-2354, *B. longum* NRRL B-41409 ve *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* NRRL B-4560 bakteri kültürleri kullanılmıştır. Üretimde kullanılan peynir kültürü (*Lactococcus lactis* ssp. *lactis* + *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*) dondurularak kurutulmuş formda Maysa Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den (Kozyatağı, İstanbul) temin edilmiştir. Salamura hazırlanmasında piyasadan temin edilen kaya tuzu kullanılmıştır. Ön olgunlaştırmada %16, ambalajlamada %11 konsantrasyonda (ağırlık/

hacim) hazırlanan salamuralar 90 °C de 10 dakika pastörize edilmiş ve soğutulmuştur. Salamuraların asitlik derecesi, %95'lik laktik asit kullanılarak taze peynirin asitlik derecesi ile aynı olacak şekilde ayarlanmıştır (Üçüncü, 2004).

Yöntem

Sinbiyotik beyaz peynir üretimi

Tam yağlı keçi sütü ilk olarak 25 °C'ye ısıtılmış, eşit kısımlara ayrılır ve ayrı ayrı olmak üzere %3 inülin, %3 oligofruktoz, %1.5 inülin + %1.5 oligofruktoz ve bunların birebir karışımları ilave edilerek erimeleri sağlanmıştır. Her parti 66-67 °C'de 15 dakika ısıtılma tabi tutulmuş ve daha sonra sütlere %0.02 oranında CaCl₂ ilavesi yapılmıştır. Kültür ilavesi ardından sıcaklığı

30-32 °C olan süte, yaklaşık 90 dakikada pıhtılaştırarak şekilde peynir mayası 10 katı kadar sulandırılarak ilave edilmiştir. Oluşan teleme yaklaşık 1 cm³ boyutlarında kesilmiş ve kendi halinde 15-20 dakika bekletilmiştir. Baskılama ve kesimi takiben, beyaz peynir kalıpları sıcaklığı 12-14 °C olan %16'lık salamurada 3-4 saat bekletilmiştir. Salamuradan çıkarılan peynirler ön olgunlaştırma için oda sıcaklığında 12 saat civarında bekletilerek ambalajlanmıştır. Sonuç olarak Çizelge 1'de gösterildiği şekilde 13 farklı beyaz peynir üretimi gerçekleştirilmiştir. Deneme 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve 3 aylık olgunlaşma süresi içinde depolamanın 1., 15., 30., 45., 60., 75. ve 90. günlerinde peynirlerde kullanılan probiyotik bakteri ve peynir kültür bakterisi sayıları tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Üretimde kullanılan probiyotik ve prebiyotik bakteriler
Table 1. Probiotics and prebiotics used in cheese production

Peynir kodu	Kullanılan kültür	Peynir tipi
K	Peynir kültürü	Kontrol
EF-K		Prebiyotik içermeyen kontrol
EF-İ		İnülin katkılı (%3)
EF-O		Oligofruktoz katkılı (%3)
EF-İO		İnülin(%1.5)+Oligofruktoz(%1.5)
LP-K		Prebiyotik içermeyen kontrol
LP-İ		İnülin Katkılı (%3)
LP-O		Oligofruktoz Katkılı (%3)
LP-İO		İnülin(%1.5)+Oligofruktoz(%1.5)
BL-K		Prebiyotik içermeyen kontrol
BL-İ		İnülin Katkılı (%3)
BL-O		Oligofruktoz Katkılı (%3)
BL-İO		İnülin(%1.5)+Oligofruktoz(%1.5)

Mikrobiyolojik analizler

Mikrobiyolojik sayımlar için peynirlerden olgunlaşma periyodu içerisindeki analiz günlerinde aseptik olarak 10 g örnek alınmıştır. Alınan peynir örnekleri %2'lik (ağırlık/hacim) steril trisodyum sitrat ile (seyretme oranı=1:9) Colworth Stomacher 400 (Seward Laboratory, U.K.) marka stomacher kullanılarak emülsiyeye edilmiş, ardından *Enterococcus faecium* için yapılacak seyreltmede maksimum kazanım dilüenti (Maximum recovery diluent, Merck KGaA, Darmstadt, Germany) ve diğer kültürler için Ringer çözeltisi (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) kullanılarak uygun dilüsyonlar hazırlanmıştır (Gobbetti et al., 1998; Gardiner et al., 1999; Yılmaztekin et al., 2004).

Enterococcus faecium'un sayımında kanamisin eskülin azid agar (KAAA, Merck KGaA, Darmstadt, Germany) besiyeri kullanılmıştır. Sterilize edilen KAAA ile dökme plak yöntemi kullanılarak ekim gerçekleştirilmiştir. Petri kapları 37 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılarak etrafında siyah halkalar olan

kolonilerin sayımı gerçekleştirilmiştir (Gardiner et al., 1999).

Bifidobacterium longum'un sayımı nalidiksik asit, neomisin sülfat, lityum klorür ve paromisin sülfat'ı inhibitör ajan olarak içeren NNLP-MRS agar besi ortamında yapılmıştır (Dave and Shah, 1997). Steril MRS agar besiyerine petri plaklarına dökümden hemen önce 0.45µm'lik Sartorius Minisart® (Sartorius AG, Goettingen, Germany) marka tek kullanımlık steril filtre ile sterilize edilen NNLP karışımı ilave edilmiştir. Petri kapları 37 °C'de 72 saat 2.5 L hacimli anaerobik jarlar içerisinde inkübasyona bırakılmıştır. Anaerobik ortam Anaerocult® A (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) marka anaerobik kitler ile sağlanmıştır.

Lactobacillus paracasei ssp. *paracasei*'nin sayımı için MRS agar besi ortamı kullanılmıştır (Hansen et al., 2001). Petri plaklarına ekimi takiben probiyotik laktobasiller 37 °C'de 72 saat anaerobik koşullarda inkübe edilerek süre sonunda sayımları yapılmıştır.

Starter kültür olarak kullanılan laktokoklar ise M17 agarda, 37 °C'de 48 saat süren aerobik inkübasyondan sonra sayılmıştır (Terzaghi and Sandine, 1975).

İstatistiksel Analizler

Üretilen peynirler arası farkı ve olgunlaşma süresinin etkilerini belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (One-way Anova) uygulanmıştır. Bu amaçla SPSS versiyon 15.0 (SPSS Inc. Chicago, Illinois) istatistik analiz paket programı kullanılmıştır. Varyans analizi sonucunda önemli olan veriler Duncan çoklu karşılaştırma testine göre $P<0.05$ düzeyinde test edilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Probiyotik bakteri sayıları

Peynir örneklerindeki *E. faecium* sayısının depolama süresince değişimi Çizelge 2'de verilmiştir.

Depolamanın 1. gününde EF-K, EF-İ, EF-O ve EF-İO örneklerinde *E. faecium* sayısı sırasıyla 9.23, 9.23, 9.23 ve 9.22 log kob/g olarak belirlenmiştir. EFİ ve EF-O örneklerindeki *E. faecium* sayılarının depolama boyunca azaldığı görülürken, EF-İO örneğinde 15. gündeki, EF-K örneğinde ise 30. gündeki artışlardan sonra yine depolama sonuna doğru azalmalar tespit edilmiştir ($P<0.05$). Depolamanın sonunda *E. faecium* bakımından en düşük sayıya prebiyotik ilave edilmeyen EF-K örneğinin sahip olduğu, EF-İ ve EF-O örneklerindeki sayıların ise birbirine oldukça yakın oldukları belirlenmiştir. Örnekler kendi aralarında değerlendirildiğinde ise 15., 30., 45., ve 90. günlerde *E. faecium* sayıları arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Ayrıca depolamaya bağlı olarak meydana gelen azalmalara rağmen bir ürünün probiyotik olarak kabul edilebilmesi için gerekli olan 6-7 log kob/g seviyesini tüm peynir örneklerinin depolama süresince koruduğu saptanmıştır.

Çizelge 2. Sinbiyotik keçi peynirlerinde *E. faecium* sayısının depolama süresince değişimi (log kob/g).

Table 2. Changes in counts of *E. faecium* in synbiotic goat cheeses during storage period (log cfu/g).

Ürün kodları ¹	1.gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün	75. gün	90. gün
EF-K	9.23±0.04 ^V	8.79±0.02 ^{aW}	9.68±0.07 ^{cU}	8.73±0.09 ^{aZW}	8.59±0.10 ^{YZ}	8.50±0.07 ^Y	7.67±0.03 ^{aX}
EF-İ	9.23±0.07 ^V	9.05±0.02 ^{bW}	9.00±0.0 ^{bZW}	8.93±0.02 ^{bYZW}	8.89±0.07 ^{YZ}	8.83±0.09 ^Y	8.59±0.04 ^{cX}
EF-O	9.23±0.04 ^V	9.02±0.02 ^{bW}	8.96±0.02 ^{abZW}	8.89±0.02 ^{bYZ}	8.86±0.03 ^Y	8.84±0.04 ^Y	8.51±0.02 ^{cX}
EF-İO	9.22±0.08 ^Z	9.95±0.07 ^{cW}	8.86±0.0 ^{aY}	8.83±0.02 ^{abY}	8.78±0.13 ^Y	8.75±0.07 ^Y	8.35±0.07 ^{bX}

¹: Ürün kodlarının açıklamaları Çizelge 1'de verilmiştir.

^{a, b, c}: aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0.05$)

^{x, y, z, w, v, u}: aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0.05$)

Benzer konuda çalışan Gürsoy (2005) destek kültür olarak kullandığı *E. faecium*'un depolama süresince sayısının azaldığını ancak depolama sonunda dahi sayının 6 log kob/g seviyesinin üzerinde olduğunu bildirmiştir. Sarantinopoulos et al. (2002) yaptığı çalışmada, *E. faecium*'u peynir örneklerine %0.5 oranında aşılama ve depolamanın 1. gününde 6 log kob/g olan sayının 60 günlük depolama sonunda 7 log kob/g düzeyine yükseldiğini bildirmiştir. Cheddar peynirlerde yapılan bir başka çalışmada 2×10^7 kob/g düzeyinde aşılama *E. faecium*'un 9 ay sonunda 3×10^8 kob/g düzeyinde olduğu tespit edilmiştir (Gardiner et al, 1999). Çalışmamızda (Seçkin ve ark., 2009) konu itibari makalede değinilmemiş olan %3.28 ve %5.67 arasında değişen peynir kitlesindeki yüksek diye değerlendirebilecek tuz konsantrasyonlarına karşın *E. faecium* sayılarının yüksek olması, kullanılan prebiyotiklerin stimüle edici etkisi ile beraber söz

konusu bakterinin yüksek tuz konsantrasyonuna dayanıklılığı ile açıklanabilir.

Probiyotik kültür olarak kullanılan *Lb. paracasei* ssp. *paracasei* içeren peynirlerin depolama sırasındaki değişimleri Çizelge 3'de verilmiştir. *Lb. paracasei* ssp. *paracasei* sayısı, LP-K örneğinde 45., diğer örneklerde ise 60. depolama gününe kadar başlangıçtaki düzeyine oldukça yakın seyretmiş ve daha sonra depolama sonuna kadar önemli bir azalma tespit edilmiştir ($P<0.05$). *Lb. paracasei* ssp. *paracasei* sayılarında depolama sonunda başlangıca göre azalma olmasına rağmen popülasyonun 6-7 log kob/g sınırının oldukça üstünde olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucu sadece depolamanın 60. gününde örnekler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Söz konusu olgunlaşma döneminde en düşük *Lb. paracasei* ssp. *paracasei* sayısı 8.69 log kob/g ile LP-K örneğinde bulunmuştur.

Çizelge 3. Sinbiyotik keçi peynirlerinde *Lb. paracasei* ssp. *paracasei* sayısının depolama süresince değişimi (log kob/g).
Table 3. Changes in counts of *Lb. paracasei* ssp. *paracasei* in synbiotic goat cheeses during storage period (log cfu/g).

Ürün kodları ¹	1.gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün	75. gün	90. gün
LP-K	9.23±0.06 ^W	9.23±0.07 ^W	9.25±0.02 ^W	9.19±0.13 ^W	8.69±0.10 ^{aY}	8.89±0.0 ^Z	8.40±0.04 ^X
LP-İ	9.28±0.42 ^Z	9.28±0.0 ^Z	9.29±0.11 ^Z	9.24±0.02 ^Z	9.17±0.04 ^{bZ}	8.99±0.0 ^Y	8.78±0.04 ^X
LP-O	9.28±0.0 ^Z	9.27±0.13 ^Z	9.28±0.5 ^Z	9.23±0.06 ^Z	9.20±0.07 ^{bZ}	8.96±0.01 ^Y	8.71±0.01 ^X
LP-İO	9.27±0.01 ^Y	9.26±0.13 ^Y	9.27±0.7 ^Y	9.23±0.01 ^Y	9.15±0.06 ^{bY}	8.69±0.01 ^X	8.52±0.04 ^X

¹: Ürün kodlarının açıklamaları Çizelge 1’de verilmiştir.

^{a, b}: aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05)

^{x, y, z, w}: aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05)

Gürsoy (2005) yaptığı çalışmada *Lb. paracasei* ssp. *paracasei* sayısının depolama başlangıcında 2.54×10^9 kob/g iken 90. gün sonunda 1.11×10^8 kob/g düzeyine düştüğünü bildirmiştir. Araştırmacı *Lb. paracasei* ssp. *paracasei* sayısının depolamanın 15. gününe kadar azaldığını daha sonraki 15. gün içinde ise arttığını belirtmiştir. Benzer bir sonuç Stanton et al. (2000) tarafından yapılan çalışmada bildirilmiş, *Lb. paracasei* ssp. *paracasei* 338 suşunun 6 aylık olgunlaşma süresince Cheddar peynirlerinde 10^8 kob/g düzeyinde canlılığının devam ettiği tespit edilmiştir. Araştırmacıların sonuçları ile çalışma sonuçlarımız arasında benzerlik görülmektedir. Depolamaya bağlı olarak *Lb. paracasei* ssp. *paracasei* sayılarında meydana gelen azalma ise olgunlaşma sırasında ortaya çıkan kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlara ve peynirlerin asitlik ve kitledeki tuz miktarı gibi değişiklikler ile mikroorganizmalar arasındaki interaksiyonlara bağlı olarak meydana geldiği ifade edilebilir.

Probiyotik kültür olarak kullanılan *B. longum*’un peynirlerin olgunlaşması sırasındaki değişimleri Çizelge 4’de gösterilmiştir. Peynir örnekleri incelendiğinde depolamanın 1. günündeki *B. longum* sayıları BL-K örneğinde 9.35 log kob/g, diğer örneklerde ise 9.36 log kob/g olarak belirlenmiştir. *B. longum* sayıları, BL-İO örneği için depolamanın 60. gününe, diğer örnekler içinse depolamanın 45. gününe kadar istatistiksel açıdan önemli bir değişim göstermemiş ancak daha sonraki dönemlerde her örnekte önemli düzeyde azalmalar tespit edilmiştir (P<0.05). Depolama sonunda BL-K’da 8.91, BL-İ’de 8.66, BL-O’da 5.59 ve BL-İO örneğinde 8.51 log kob/g seviyesinde olduğu bulunmuştur. *B. longum* sayıları bakımından örnekler arasındaki fark incelendiğinde sadece depolamanın 90. gününde istatistiksel olarak önemli bir fark görülmüştür (P<0.05). Depolama sonunda *B. longum* da diğer probiyotik bakteriler gibi 6-7 log kob/g sınırının oldukça üzerinde olmuş ve ürünün probiyotik özelliği depolama boyunca korunmuştur.

Çizelge 4. Sinbiyotik keçi peynirlerinde *B. longum* sayısının depolama süresince değişimi (log kob/g).

Table 4. Changes in counts of *B. longum* in synbiotic goat cheeses during storage period (log cfu/g).

Ürün kodları ¹	1.gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün	75. gün	90. gün
BL-K	9.35±0.06 ^Z	9.26±0.09 ^Z	9.28±0.02 ^Z	9.26±0.02 ^Z	9.10±0.05 ^Y	8.91±0.03 ^X	8.91±0.02 ^{cX}
BL-İ	9.36±0.05 ^W	9.31±0.04 ^W	9.35±0.02 ^W	9.32±0.05 ^W	9.13±0.12 ^Z	8.96±0.02 ^Y	8.66±0.02 ^{bX}
BL-O	9.36±0.07 ^W	9.32±0.03 ^W	9.35±0.02 ^W	9.32±0.02 ^W	9.20±0.02 ^Z	8.99±0.0 ^Y	8.59±0.05 ^{abX}
BL-İO	9.36±0.04 ^W	9.32±0.02 ^{ZW}	9.34±0.03 ^{ZW}	9.31±0.09 ^{ZW}	9.20±0.09 ^Z	9.00±0.03 ^Y	8.51±0.04 ^{aX}

¹: Ürün kodlarının açıklamaları Çizelge 1’de verilmiştir.

^{a, b, c}: aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05)

^{x, y, z, w}: aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05)

Yapılan bir çalışmada *B. longum*’un kullanıldığı Crescenza peynirinde 14 gün olgunlaştırma sonunda söz konusu bakteri popülasyonunun yaklaşık olarak 7 log kob/g seviyelerinde olduğu bulunmuştur (Gobbetti et al., 1998).

Starter bakteri (laktokok) sayıları

Çizelge 5’de sinbiyotik peynirlere ve kontrol örneğine ait laktokok sayıları verilmiştir. Depolamanın başlangıcında bütün peynirlerdeki laktokok bakteri

sayıları 9 log kob/g düzeyinde olmasına rağmen peynir grupları arasında her depolama döneminde kültürler arasındaki interaksiyonlardan kaynaklanabileceği düşünülen farklılıklar tespit edilmiştir (P<0.05). *B. longum* kullanılan örneklerdeki peynir kültürü sayıları 15. gün hariç hemen hemen her dönemde en yüksek bulunmuştur. Depolama süresince değişimine bakıldığında ise *E. faecium* kullanılan sinbiyotik peynirlerde dalgalanmaların meydana geldiği

görülmektedir ($P<0.05$). Diğer peynir örneklerinde ise depolamanın 75. gününden itibaren istatistiksel olarak önemli azalmalar tespit edilmiştir ($P<0.05$). Kontrol örneği de dahil olmak üzere her sinbiyotik peynir örneği en düşük laktokok sayısına olgunlaşma sonunda sahip iken EF-İÖ örneğine ait en düşük sayı 75. günde belirlenmiştir. Depolamanın sonunda ise en yüksek laktokok sayısı 8.90 log kob/g ile EF-İÖ örneğinde, en düşük sayı ise 7.82 log kob/g ile kontrol (K) örneğinde tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarımız

Gürsoy (2005)'un yaptığı çalışmada elde ettiği bulgular ile benzerlik göstermektedir. Fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanılan starter bakteriler ile probiyotik bakterilerin etkileşimlerinin belirlendiği çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Ancak söz konusu etkileşimler hem probiyotik bakterilerin süt ürünlerindeki canlılıklarını ve çoğalmalarını hem de peynir kültürlerinin gelişme karakteristiklerini etkileyerek peynir kalitesini belirleyen önemli bir faktör olabilmektedir (Gürsoy, 2005).

Çizelge 5. Örneklerdeki peynir kültürü olarak kullanılan laktokok sayılarının depolama süresince değişimi (log kob/g).

Table 5. Changes in counts of lactococci used as cheese culture in synbiotic goat cheeses during storage period (log cfu/g).

Ürün kodları ¹	1.gün	15.gün	30.gün	45.gün	60.gün	75.gün	90.gün
K	9.56±0.04 ^{dW}	9.55±0.02 ^{cW}	9.62±0.03 ^{dW}	9.58±0.07 ^{dW}	8.54±0.03 ^{aZ}	8.25±0.01 ^{aY}	7.82±0.01 ^{aX}
EF-K	9.19±0.16 ^{aW}	9.79±0.01 ^{dU}	8.74±0.03 ^{aZ}	9.46±0.04 ^{cV}	9.68±0.04 ^{dU}	8.57±0.03 ^{bY}	8.05±0.07 ^{abX}
EF-İ	9.19±0.03 ^{aW}	9.86±0.02 ^{dV}	8.85±0.01 ^{aZ}	8.83±0.03 ^{aZ}	9.80±0.04 ^{dV}	8.62±0.01 ^{bY}	8.08±0.07 ^{bX}
EF-O	9.19±0.16 ^{aW}	9.86±0.03 ^{dV}	8.85±0.01 ^{aZ}	8.84±0.02 ^{aZ}	9.79±0.02 ^{dV}	8.63±0.01 ^{bY}	8.05±0.04 ^{abX}
EF-İÖ	9.18±0.12 ^{aZ}	9.87±0.02 ^{dW}	8.85±0.02 ^{aY}	9.85±0.0 ^{eW}	9.80±0.04 ^{dW}	8.63±0.04 ^{bX}	8.90±0.04 ^{fY}
LP-K	9.35±0.04 ^{abW}	9.30±0.05 ^{aZW}	9.31±0.04 ^{bW}	9.27±0.09 ^{bZW}	9.15±0.06 ^{bZ}	8.88±0.06 ^{cY}	8.27±0.01 ^{bcX}
LP-İ	9.38±0.07 ^{bcZ}	9.28±0.0 ^{aZ}	9.29±0.08 ^{bZ}	9.28±0.02 ^{bZ}	9.14±0.08 ^{bYZ}	8.89±0.01 ^{cXY}	8.58±0.33 ^{dX}
LP-O	9.39±0.04 ^{bcdW}	9.29±0.05 ^{aW}	9.29±0.02 ^{bW}	9.28±0.05 ^{bW}	9.14±0.06 ^{bZ}	8.89±0.01 ^{cY}	8.41±0.02 ^{cdX}
LP-İÖ	9.37±0.04 ^{bcW}	9.31±0.01 ^{aW}	9.30±0.06 ^{bW}	9.28±0.0 ^{bW}	9.14±0.08 ^{bZ}	8.89±0.01 ^{cY}	8.37±0.02 ^{cdX}
BL-K	9.53±0.05 ^{cdW}	9.48±0.0b ^{cW}	9.49±0.01 ^{cW}	9.45±0.04 ^{cZW}	9.37±0.07 ^{cZ}	8.90±0.01 ^{cY}	8.28±0.03 ^{bcX}
BL-İ	9.52±0.01 ^{cdW}	9.49±0.04 ^{bcW}	9.49±0.09 ^{cW}	9.47±0.06 ^{cdW}	9.40±0.07 ^{cW}	8.90±0.02 ^{cY}	8.44±0.06 ^{cdX}
BL-O	9.52±0.04 ^{cdW}	9.47±0.05 ^{bW}	9.46±0.10 ^{cW}	9.45±0.06 ^{cW}	9.39±0.04 ^{cW}	8.89±0.02 ^{cY}	8.42±0.04 ^{cdX}
BL-İÖ	9.53±0.01 ^{cdW}	9.49±0.02 ^{bcW}	9.50±0.09 ^{cW}	9.47±0.04 ^{cdZW}	9.40±0.0 ^{cZ}	8.90±0.05 ^{cY}	8.40±0.03 ^{cdX}

¹: Ürün kodlarının açıklamaları Çizelge 1'de verilmiştir.

a, b, c, d, e, f; aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0.05$)

x, y, z, w, v, u; aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0.05$)

SONUÇ

Kullanılan destek kültürleri sayıları depolamanın başından sonuna kadar kabul görmüş probiyotik tanımı için gerekli olan 6 log kob/g düzeyini depolama süresinde azalmalar olsa da korumuştur. Peynirlerimizin gramında >6 log kob seviyelerinde probiyotik bakteri olduğu göz önüne alınırsa söz konusu peynirler "Probiyotik" ya da "Fonksiyonel Gıda" olarak değerlendirilebilir.

Sonuç olarak ülkemizde üretilen beyaz peynir ve diğer peynirler çalışmamızda olduğu gibi geleneksel peynir yapım teknolojisinde hiçbir değişikliğe gidilmeden ya da çok az bir değişim ile sinbiyotik olarak üretilebilirlerse, bu durum hem tüketicilere

daha sağlıklı gıdalar sunulmasını sağlayacak hem de üreticiler açısından bu tip ürünlerin ticari üretimi daha cazip hale gelecektir. Ayrıca süt ve süt ürünleri tüketiminin oldukça düşük olduğu ülkemizde, en çok tüketilen peynir türümüz olan beyaz peynirin fonksiyonel olarak diğer bir ifade ile sinbiyotik olarak üretilmesinin, süt ürünleri tüketimindeki büyük açığı kapatılmasına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmayı TOVAG 106 O 763 numaralı proje ile destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Antepüzümü, F. 2005. Bal ve glikoz şurubu kullanımının Kahramanmaraş tipi dondurmaların kalitesi üzerine etkileri. (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Araújo, E.A., Carvalho, A.F., Leandro, E.S., Furtado, M.M. and C.A. Moraes. 2010. Development of a symbiotic cottage cheese added with *Lactobacillus delbrueckii* UFV H2b20 and inulin. *Journal of Functional Foods*, 2: 85–89.
- Bergamini, C.V., Hynes, E.R., Quiberoni, A., Suarez, V.B. and C.A. Zalazar. 2005. Probiotic bacteria as adjunct starters: influence of the addition methodology on their survival in semi-hard Argentinean cheese. *Food Research International*, 38: 597-604.
- Blanchette, L., Roy, D., Belanger, G. and S.F. Gauthier. 1996. Production of Cottage cheese using dressing fermented by *Bifidobacteria*. *Journal of Dairy Science*, 79: 8-15.
- Boylston, T.R., Vinderola, C.G., Ghoddusi, H.B. and J.A. Reinheimer. 2004. Incorporation of *Bifidobacteria* into cheeses: challenges and rewards. *International Dairy Journal*, 14 (5): 375-387.
- Coşkun, H. ve E. Öndül. 2004. Keçi sütü ve insan beslenmesindeki önemi. *Gıda*, 29 (6): 413-418.
- Dave, R.I. and N.P. Shah. 1997. Viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts made from commercial starter cultures. *International Dairy Journal* 7, 31-41.
- Gardiner, G.E., Ross, R.P., Wallace, J.M., Scanlan, F.P., Jagers, P.P.J.M., Fitzgerald, G.F., Collins, J.K. and C. Stanton. 1999. Influence of a probiotic adjunct culture of *Enterococcus faecium* on the quality of Cheddar cheese. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*. 47:4907-4916.
- Gibson, G.R., Probert, H.M., van Loo, J.A.E., Rastall, R. A. and M.B. Roberfroid. 2004. Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutrition Research Reviews*, 17: 259-275.
- Gibson, G.R. and M. Roberfroid. 2008. *Handbook of prebiotics*: CRC Press, Taylor and Francis Group. 7-451.
- Gobbetti, M., Corsetti, A., Smacchi, E., Zocchetti, A. and M. De Angelis. 1998. Production of Crescenza cheese by incorporation of *Bifidobacteria*. *Journal of Dairy Science*, 81(1):37-47.
- Gomes, A.M.P., Malcate, F.X., Klaver, F.A.M. and H.G. Grande. 1995. Incorporation and survival of *Bifidobacterium* spp. strain Bo and *Lactobacillus acidophilus* strain Ki in a cheese product. *Netherlands Milk and Dairy Journal*, 49: 71-95.
- Gürsoy, O. 2005. Bazı probiyotik bakterilerin destek kültür olarak beyaz peynir üretiminde kullanımı (Doktora Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- Hansen, B.V., Houlberg, U. and Y. Ardö. 2001. Transamination of branched-chain amino acids by a cheese related *Lactobacillus paracasei* strain. *International Dairy Journal*, 11(4-7): 225-233.
- Seçkin, A. K., Kınık, Ö. Nergiz, C., Gönc, S., Kesenkaş, H., Ergönül, P.G. 2009. Sinbiyotik Keçi Peyniri Üretim Olanakları Üzerine Araştırmalar. TÜBİTAK Araştırma Projesi No: 106 O 763.
- Kılıç, S., Karagözlü, C., Uysal, H. ve N. Akbulut. 2002. İzmir piyasasında satılan bazı peynir çeşitlerinin Ca, P, Na ve K düzeyleri üzerine bir değerlendirmesi, *Gıda* 27(3): 229-234.
- Marks, M.A., Zaccaro, S.J. and J.E. Mathieu. 2000. Performance implications of leader briefings and team-interaction training for team adaptation to novel environments. *Journal of Applied Psychology*, 85: 971–986.
- Oliveira, R.P.S., Perego, P., Converti, A. and M.N. Oliveira. 2009. Effect of inulin on growth and acidification performance of different probiotic bacteria in co-cultures and mixed culture with *Streptococcus thermophilus*. *Journal of Food Engineering*, 91 pp. 133–139.
- Ong, L., Henriksson, A. and N.P. Shah. 2006. Development of probiotic Cheddar cheese containing *Lb. acidophilus*, *Lb. paracasei*, *Lb. casei* and *Bifidobacterium* spp. and the influence of these bacteria on proteolytic patterns and production of organic acid. *International Dairy Journal*, 16: 446–456.
- Phillips, M., Kailasapathy, K. and L. Tran. 2006. Viability of commercial probiotic cultures (*L. acidophilus*, *Bifidobacterium* sp., *L. casei*, *L. paracasei* and *L. rhamnosus*) in cheddar cheese. *International Journal of Food Microbiology*. 108(2): 276-280
- Riberio, A.C. and S.D.A. Riberio. 2010. Specialty products made from goat milk. *Small Ruminant Research*, 89(2-3): 225-233.
- Ross, R.P., Fitzgerald, G., Collins, K. and C. Stanton. 2002. Cheese Delivering Biocultures-probiotic Cheese. *Australian Journal of Dairy Technology*, 57: 71-78.
- Sarantinopoulos, P., Kalatzopoulos, G. and E. Tsakalidon. 2002. Effect of *Enterococcus faecium* on microbiological, physicochemical and sensory characteristics of Greek Doktora Feta cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 76:93-105.
- Shin H.S., Lee H., Pestka J.J. and Z. Ustünel. 2000. Growth and viability of commercial *Bifidobacterium* spp. in skim milk containing oligosaccharides and inulin. *Journal of Food Science*, 65: 884-887.
- Slačanac, V., Božanić, R., Hardi, J., Szabó, J.R. and V. Krstanović. 2010. Nutritional and therapeutic value of fermented caprine milk. *International Journal of Dairy Technology*, 63 (2): 171-189.
- Stanton, C., Gardiner, G., Lynch, P.B., Collins, J.K., Fitzgerald, G. and R.P. Ross. 1998. Probiotic cheese. *International Dairy Journal*, 8: 491-496.
- Stanton, C. and R.P. Ross. 2000. *New Probiotic Cheddar Cheese*. End of Project Report. ISBN: 1 84170 122 X, ARMIS No. 4266, DPRC No. 29. Irish Agriculture and Food Development Authority, Dairy Products Research Centre Teagasc, Moorepark, Fermoy, Co., Cork, Ireland.
- Stanton, C., Gardiner, G., Meehan, H., Collins, K., Fitzgerald, G., Lynch, P. B. and R.P. Ross. 2001. Market Potential for Probiotics. *American Journal of Clinical Nutrition*. 73: 476-483.
- Terzaghi, B.E. and W.E. Sandine. 1975. Improved medium for lactic streptococci and their bacteriophages. *Applied Microbiology*, 29:807-813.
- Üçüncü, M. 2004. A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi (Cilt 1). Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova/İzmir.
- Yılmaztekin, M., Özer, B. and Atasoy, F. 2004. Survival of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and *Bifidobacterium bifidum* BB-02 in white brined cheese. *International Journal of Food Science and Technology* 55: 53-60.