

## Beyaz peynir üretiminde *Enterococcus faecium*'un starter kültür olarak kullanılması\*

Muammer GÖNCÜOĞLU<sup>1</sup>, Fatma Seda BİLİR ORMANCI<sup>1</sup>, Aylın KASIMOĞLU DOĞRU<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara. <sup>2</sup> Kırıkkale Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Kırıkkale.

**Özet:** Bu çalışmada, *Enterococcus faecium*'un yüksek sıcaklıkta pastörize edilen süttten üretilen peynirlerin olgunlaşma süreleri ve yapı bozuklukları üzerine etkilerinin incelenmesi ve dolayısıyla Türk beyaz peynirinde fonksiyonel starter kültür olarak kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda, iki tip (klasik - yüksek pişirme) beyaz peynir üretilmiştir. Peynir grupları vakum ambalajlanarak, 4°C'de 90 gün olgunlaştırılmış ve olgunlaşma periyodunun farklı aşamalarında mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşsal nitelikler yönünden incelenmiştir. Olgunlaşma süresi sonuna kadar, her iki peynir tipine ait deneme gruplarında *E. faecium* FAIR-E 198'in, 10<sup>7</sup> kob/g düzeyinin üzerinde olduğu saptanmıştır. Laktik asit yönünden iki peynir tipi arasında farklılık belirlenememesine karşın, kuru madde, kuru maddede yağ, kuru maddede tuz ve protein içeriği yönünden iki peynir tipi arasında farklılık bulunmuştur. En yüksek duyuşsal puanların ise klasik peynirin deneme grubuna ait olduğu gözlenmiştir. Çalışma bulguları doğrultusunda, *E. faecium* FAIR-E 198'in beyaz peynirin daha kısa sürede tüketime sunulmasını sağlayabileceği ve beyaz peynir üretiminde fonksiyonel starter kültür olarak kullanılabilirliği sonucu elde edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Beyaz peynir, *Enterococcus faecium* FAIR-E 198, starter kültür.

### Usage of *Enterococcus faecium* as starter culture in white cheese production

**Summary:** The objectives of the present study was to determine the function of *Enterococcus faecium* as a starter culture in Turkish white cheese and to investigate the effects on the ripening period and the texture defects. Two types (traditional - white cheese made with high temperature pasteurized milk) of white cheeses were produced. All groups were ripened in vacuum pack at 4°C for 90 d. Cheese samples were assessed for microbiological and compositional properties, proteolysis, and sensory evaluation at different ripening stages. *E. faecium* FAIR-E 198 survived to numbers 10<sup>7</sup> cfu/g in two type of cheeses until 90 d of ripening. Although lactic acid was not significantly different in two types, dry matter, salt in dry matter, fat in dry matter and total protein were significantly different between two types of cheeses. Treatment group of the traditional cheese had the highest sensory scores of all cheeses. Consequently, *E. faecium* FAIR-E 198 could be used as a functional starter for white cheese and be shorten ripening time.

Key words: *Enterococcus faecium* FAIR-E 198, starter culture, white cheese.

### Giriş

Türkiye'de klasik (standart) beyaz peynirin, genellikle 72°C'de 20 saniye pastörize edilen süttten, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* ve *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* kullanılarak üretilmesi öngörülmektedir (26). Buna karşın uygulamada; süt serum proteinlerinin denatüre olarak telemede kalması, bu şekilde randımanın artması ve maliyetin düşürülmesi amacıyla beyaz peynir, 72°C'nin oldukça üzerindeki sıcaklık derecelerinde ve daha uzun süre pastörize edilen süttten üretilerek (25), piyasada "kültürlü peynir" olarak bilinen, klasik peynirlere oranla daha ucuz beyaz peynirler üretilmektedir. Ayrıca, starter kültür olarak pH'yı daha çabuk düşüren *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kombinasyonu kullanılmaktadır (26). Süte uygulanan yüksek ısı

işlemi ve starter kültür farklılığı, beyaz peynirde yapı, lezzet ve kalite farklılıklarını beraberinde getirmekte, yüksek sıcaklıkta pastörize edilen süttten üretilen beyaz peynirlerin pütürlü ve kolay parçalanabilen yapıya, lor veya yoğurt tadına sahip oldukları ve olgunlaşma indekslerinin düşük olduğu gözlenmektedir (25).

Enterokokların düşük pH ve yüksek tuz konsantrasyonlarına dayanıklı olmaları ile yüksek enzimatik aktiviteleri nedeniyle süt ürünleri teknolojisinde starter veya ek starter olarak kullanılabilirlikleri bildirilmektedir (12). Ancak starter kültür olarak kullanılacak enterokok türlerinin belirlenmesinde, suşun apatojen olması yanında, antibiyotiklere dirençliliğinin olmaması gerekliliği vurgulanmaktadır. (17). Bu kapsamda Cheddar, Manchego, Feta gibi çeşitli peynirlerin üretiminde mevcut starter kültürlerin yanında apatojen enterokok

\* Bu çalışma, Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar (Proje No: 02/09-02-03) Birimi tarafından desteklenmiştir.

suşlarının da kullanılmasına yönelik çalışmalar mevcut olup enterokokların starter kültür olarak kullanıldıklarında, gerek duysal gerekse olgunlaşma süresi bakımından olumlu sonuçlar alındığı belirtilmiştir (8, 11, 22, 24). Peynir starter kültürleri ile birlikte *Enterococcus faecium* suşlarının antibakteriyel maddeler (enterosin) oluşturmaları, ürünün hijyenik kalitesi için de avantaj olarak görülmektedir (20). Moreno ve ark. (20), *E. faecium* B1 ve B2'nin oluşturdukları enterosin P, enterosin L50A ve enterosin L50B'nin, Ennahar ve ark. (9) ise enterosin 81'in, *Listeria monocytogenes* gibi gram pozitif bakteriler üzerine inhibitör etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca piyasa taramalarında Enterokokların, beyaz peynir benzeri yumuşak peynirlerden izole edildiği bildirilmiştir (3, 4, 6). Ancak *E. faecium*'un Türk beyaz peyniri üretiminde starter kültür olarak kullanılmasına ilişkin çalışmaya rastlanamamıştır.

Türkiye'de beyaz peynirin olgunlaşma süresi uzun (90 gün) olsa da, ekonomik nedenlerle 15-20 gün gibi kısa sürelerde tüketime sunulmakta, bu kısa süre içerisinde arzu edilen aroma ve yapı oluşmamaktadır. Bu çalışma, enterokokların proteolitik, lipolitik özellikleri ve üreme koşulları göz önünde bulundurularak, starter kültür olarak kullanılmasının, beyaz peynirin olgunlaşma süresini kısaltabileceği, yüksek sıcaklıkta pastörize edilen süttten üretilen peynirlerde oluşan yapı bozukluklarının çözümlenebileceği düşünülerek planlanmıştır. Bu kapsamda, Türk beyaz peynirinde *E. faecium* FAIR-E 198'in starter kültür olarak kullanılabilirliğinin araştırılması ve yüksek sıcaklıkta pastörize edilen süttten üretilen peynirlerin yapı bozuklukları ile olgunlaşma süreleri üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

### Materyal ve Metot

*Peynir üretiminde kullanılan starter kültürler:* Non-hemolitik, vankomisine ve teikoplanine karşı dirençli olmayan, enterosin oluşturan *Enterococcus faecium* FAIR-E 198 test suşu süte % 1 oranında ve  $10^8$  kob/ml düzeyinde katılarak kullanıldı.

Chr. Hansen R 707 peynir starter kültürü (*Lactococcus lactis* ssp. *lactis* ve *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*, Chr. Hansen's Lab, Horsholm, Denmark) konsantre freeze-dried kültürler steril skim milk içerisinde eşit konsantrasyonda (1:1) 37°C'de 16-18 saat inkübe edildikten sonra klasik beyaz peynir gruplarında starter kültür olarak kullanıldı.

Joghurt V1 ve JoMix VM 1-30 (*Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, Wiesby, Niebüll, Germany) yoğurt starter kültürleri antibiyotik rezidü ve prezervatif madde yönünden test edilen, tam yağlı steril süte inokule edilerek, 43°C'de final pH'sı 4.6 olana kadar (yaklaşık 3.5 saat) inkübe edildikten sonra, yüksek

sıcaklıkta pastörize edilen süttten üretilen beyaz peynir gruplarında starter kültür olarak kullanıldı.

*Peynir üretimi:* Deneysel peynir üretimi Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı'na ait süt ünitesinde yapıldı. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nden temin edilen 400 l inek sütü 200 l lik 2 gruba ayrılarak, farklı sıcaklık-zaman parametreleri ile standart üretim tekniği uygulanarak 2 tip beyaz peynir (klasik beyaz peynir ve yüksek pişirme peynir) üretildi. Her iki peynir tipi de 2 alt gruba ayrılarak, kontrol amacıyla farklı starter kültür kombinasyonları kullanılarak toplam 4 grup beyaz peynir üretildi. Gruplar klasik beyaz peynir kontrol grubu (KPK), klasik beyaz peynir deneme grubu (KPE), yüksek pişirme peynir kontrol grubu (YPK) ve yüksek pişirme peynir deneme grubu (YPE) olarak dizayn edildi.

KPK'da 72°C'de 20 saniye pastörizasyon uygulanan süt ve % 2 oranında *L. lactis* ve *L. cremoris* starter kültürleri; KPE'de, 72°C'de 20 saniye pastörizasyon uygulanan süt ve % 1 oranında *L. lactis* ve *L. cremoris* ile % 1 oranında *E. faecium* FAIR-E 198 starter kültürleri; YPK'da, 85°C'de 5 dakika ısı işlemi uygulanan süt ve % 2 oranında *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* starter kültürleri; YPE'de, 85°C'de 5 dakika ısı işlemi uygulanan süt ve % 1 oranında *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* ile % 1 oranında *E. faecium* FAIR-E 198 starter kültürleri kullanıldı.

Peynir üretimi için asitlik derecesi %  $0.17 \pm 0.01$  LA, yağ oranı %  $3.4 \pm 0.1$ , yağsız kuru maddesi (YKM) %  $9 \pm 0.2$  ve dansitesi 1.031-1.032 olan, inhibitör madde ve antibiyotik kalıntısı olmayan inek sütü kullanıldı. Süt gruplarına göre pastörize edildikten sonra, 32°C'ye soğutulmuş beyaz peynir teknelerine boşaltıldı. Kalsiyum klorür (klasik peynir için 20 g /100 l, yüksek pişirme peynir için 30 g /100 l), gruplara göre belirtilen oranlarda starter kültür ve 1/15000 kuvvetinde peynir mayası (klasik peynir için 20 ml /100 l, yüksek pişirme peynir için 30 ml /100 l) ilave edildi. Mayalanan sütte pıhtılaşma zamanı ve kesme zamanı saptandı. Bu süre sonunda oluşan pıhtılar 2x2x2 cm boyutlarında kesilerek, peynir altı suyundan ayrılması için 15 dakika kendi halinde bırakıldıktan sonra yaklaşık 3 saat baskıda (20 kg/100 kg) bırakıldı. Süre sonunda peynir altı suyunun asitliği kontrol edildi. Asitliğin 13 SH'a ulaştığı tespit edilince teleme kitlesi 8x8x8 cm boyutlarında kesildi. Peynir kalıpları 16 Baume'lik pastörize salamurada ve üzerlerine tuz serpilerek  $12 \pm 0.5$  saat bekletildi. Salamuradan çıkarılan peynir kalıpları, asitlikleri % 1.8 LA'ya ulaşana kadar tutuldu ve peynir kalıpları poliamid bileşimli torbalarda vakumla ambalajlandı (26). Peynir üretimi farklı tarihlerde 3 defa tekrarlandı.

Peynir grupları, 4°C'de 90 gün olgunlaştırıldı. Mikrobiyolojik, kimyasal ve duysal analizler, olgunlaşma

periyodunun 1, 7, 15, 30, 60 ve 90. günlerinde yapıldı. Ayrıca peynir üretimi esnasında pastörize sütler, starter kültür katılan sütler ve telededen alınan örnekler mikrobiyolojik yönden incelendi.

**Mikrobiyolojik analizler:** Aseptik şartlarda, her peynir grubundan steril numune poşetine 10 g örnek tartılarak, 90 ml steril peptonlu su (Oxoid CM009, Hampshire, England) ile 2 dakika süreyle homojenize edildi (Labblender 400 stomacher, Sewardlaboratory, London, UK). Steril peptonlu su içeren tüplerde (9 ml, 0.1g pepton 100 ml<sup>-1</sup>) seri dilüsyonları hazırlandı. Plate Count Agar'da (Oxoid CM0325) 30°C'de 48 saat tutularak aerob mezofil genel canlı; M17 agar'da (Oxoid CM0785) 37°C'de 48 saat tutularak starter laktokoklar ve *S. thermophilus*; MRS agar'da (Oxoid CM0361) 43°C'de 48 saat anaerob ortamda (Oxoid Anaerogen, AN0025A) tutularak *L. bulgaricus*; Kanamycin Sulphate Selective Supplement (Oxoid SR 0092) ile hazırlanan Kanamycin Aesculin Azide Agar'da (Oxoid CM0591) 37°C'de 24 saat tutularak *E. faecium* FAIR-E 198; Baird Parker Agar'da (Oxoid CM0275) 37°C'de 24-48 saat tutularak stafilokok-mikrokok, Violet Red Bile Agar'da (Oxoid CM0107) 37°C'de 24-48 saat tutularak koliform bakterilerin sayımları yapıldı (28).

**Kimyasal analizler:** Peynir örnekleri, tuz içeriği (14), yağ tayini (15), rutubet miktarı (13), protein miktarı

(Nitrojen analizörü, LECO, FP-528 Protein/Nitrogen Analyser Version 1.2; LECO Corporation, 3000 Lakeview Avenue, St. Joseph, MI 49085-2396, USA) ve asitlik oranı (7) yönünden incelendi.

**Proteoliz analizi:** Peynir örneklerinin suda eriyebilen ekstraktları (pH 4.6) hazırlanarak (19), ekstraktlardaki nitrojen miktarı, nitrojen analizörü ile belirlendi. Sonuçlar suda eriyebilen nitrojen miktarının total nitrojen miktarına oranı olarak hesaplandı.

**Duyusal değerlendirme:** Peynir örnekleri 10 kişilik panelist grubu tarafından, TS 591'de yer alan peynir skor kartlarına göre derecelendirilerek (27), verilen puanların ortalamaları alındı. Bu kapsamda lezzet 45 puan, yapı ve tekstür 30 puan, görünüm 15 puan, renk ise 10 puan üzerinden değerlendirildi.

**pH ölçümü:** Örneklerin pH değerleri 900 NEL pH metre ile ölçülerek, hata payını minimize etmek için ölçümler 5 dakika içerisinde 2 kere tekrarlandı.

**İstatistik analizler:** Farklı tarihlerde yapılan üç üretime ait sonuçların ortalaması alınarak iki yönlü varyans analizi uygulandı (SPSS Inc. Chicago, USA).

## Bulgular

Olgunlaşma periyodu süresince peynir örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 1'de görülmektedir. Mikrobiyolojik analizler sonucunda, KPE ve YPE

Table 1. Microbiological analysis results of cheeses made from pasteurized milk with different heat-time parameters by using different starter cultures.

Tablo 1. Farklı sıcaklık-zaman parametreleri uygulanarak pastörize edilen sütlerden, farklı starter kültür kombinasyonları ile üretilen peynirlerin olgunlaşma periyodu boyunca elde edilen mikrobiyolojik analiz sonuçları.

Günler	0	1	7	15	30	60	90
KPK							
AMGC	8.94±0.08	8.85±0.15	8.67±0.09	7.62±0.16	7.38±0.33	6.90±0.11	6.84±0.06
Lc	8.86±0.11	8.62±0.14	8.22±0.16	7.51±0.15	7.10±0.19	6.72±0.51	6.54±0.08
FAIR-E 198	0	0	0	0	0	0	0
KPE							
AMGC	9.08±0.15	8.97±0.14	8.79±0.16	8.79±0.14	8.52±0.14	8.59±0.16	8.17±0.18
Lc	8.86±0.11	8.79±0.15	8.63±0.09	7.62±0.10	6.90±0.13	6.85±0.10	6.73±0.11
FAIR-E 198	8.49±0.21	8.38±0.17	8.25±0.19	8.21±0.20	8.01±0.24	8.06±0.07	7.19±0.32
YPK							
AMGC	8.72±0.13	8.51±0.17	8.39±0.15	7.64±0.32	6.76±0.22	6.32±0.22	5.75±0.12
St	8.60±0.14	7.84±0.09	7.43±0.12	7.17±0.16	6.56±0.23	5.84±0.27	5.43±0.20
Lb	8.66±0.15	7.73±0.14	7.37±0.17	7.05±0.18	6.49±0.14	5.65±0.21	5.56±0.18
FAIR-E 198	0	0	0	0	0	0	0
YPE							
AMGC	8.96±0.24	8.79±0.17	8.58±0.14	8.55±0.13	8.08±0.13	7.51±0.20	7.27±0.16
St	8.60±0.14	8.43±0.09	7.38±0.14	7.15±0.17	6.72±0.15	6.55±0.10	5.77±0.27
Lb	8.66±0.15	8.38±0.24	7.30±0.23	7.25±0.32	6.70±0.24	5.85±0.13	5.46±0.21
FAIR-E 198	8.50±0.18	8.42±0.28	8.08±0.26	8.07±0.20	8.03±0.27	7.42±0.30	7.36±0.39

KPK	: Klasik beyaz peynir kontrol grubu
KPE	: Klasik beyaz peynir <i>E. faecium</i> deneme grubu
YPK	: Yüksek pişirme peynir kontrol grubu
YPE	: Yüksek pişirme peynir <i>E. faecium</i> deneme grubu
AMGC	: Aerob mezofilik genel canlı
Lc	: <i>Lactococcus</i> ( <i>L. lactis</i> ssp. <i>lactis</i> ve <i>L. lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> )
St	: <i>Streptococcus thermophilus</i>
Lb	: <i>Lactobacillus bulgaricus</i>
FAIR-E 198	: <i>Enterococcus faecium</i> FAIR-E 198

grupları arasında farklılık bulunamamış olup ( $p>0.05$ ), *E. faecium* FAIR-E 198 sayısının olgunlaşma periyodu sonunda (90. gün),  $10^7$  kob/g düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Laktokok sayısı yönünden KPK ve KPE grupları arasında farklılık olduğu belirlenmesine ( $p<0.05$ ) karşın, termofilik starter bakteri sayısı yönünden ise YPK ve YPE grupları arasında farklılık saptanamamıştır ( $p>0.05$ ). Peynir gruplarının üretiminde kullanılan pastörize sütte, üretim esnasında ve olgunlaşma periyodu boyunca peynir örneklerinde koliform bakteri ve stafilokok-mikrokok sayısının saptama sınırının ( $<1.0 \times 10^2$  kob/g)

altında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca üretimde kullanılan sütün pastörizasyonu sonunda *Enterococcus* spp. sayısı  $<1.0 \times 10^1$  kob/ml olarak saptanmıştır.

Proje kapsamında üretilen klasik ve yüksek pişirme beyaz peynirlere ait kontrol ve deneme gruplarının (KPK, KPE, YPK ve YPE) olgunlaşma periyodu boyunca yapılan kimyasal analiz sonuçları Tablo 2'de görülmektedir. Peynir tipleri arasında kurumadde (min. % 40), kuru maddede yağ (% 40), kurumaddede tuz (% 10) ve protein oranları yönünden farklılık bulunmuş olup ( $p<0.05$ ) elde edilen değerler, Türk Standartları Enstitüsü tarafından

Table 2. Chemical and sensorial analysis results of cheeses made from pasteurized milk with different heat-time parameters, by using different starter cultures.

Tablo 2. Farklı sıcaklık-zaman parametreleri uygulanarak pastörize edilen sütlerden, farklı starter kültür kombinasyonları ile üretilen peynir örneklerinin olgunlaşma periyodu boyunca elde edilen kimyasal ve duyuşsal analiz sonuçları.

Günler	1	7	15	30	60	90
KPK						
LA	1.76±0.08	1.94±0.14	2.10±0.09	2.17±0.01	2.20±0.01	2.23±0.01
KM	49.32±0.44	49.34±0.52	49.88±0.02	49.86±0.23	50.03±0.07	49.79±0.31
YKM	38.29±0.60	39.17±0.30	39.24±0.21	39.38±0.20	39.33±0.17	39.61±0.18
TKM	7.38±0.15	7.42±0.26	7.44±0.23	7.46±0.31	7.48±0.35	7.67±0.28
Protein	16.16±0.23	16.19±0.48	16.09±0.14	15.74±0.37	16.51±0.28	16.37±0.14
NS/NT	5.24±0.35	11.76±0.26	13.80±0.36	15.33±0.64	16.99±0.45	18.26±0.50
Duyusal	80.00±0.00	86.76±1.44	91.58±1.26	94.85±0.30	96.17±0.30	97.26±0.40
KPE						
LA	1.80±0.01	2.3±0.02	2.33±0.01	2.37±0.01	2.40±0.01	2.40±0.02
KM	49.32±0.44	49.39±0.22	49.22±0.43	49.45±0.53	49.77±0.39	49.76±0.49
YKM	38.29±0.60	38.23±0.23	38.63±0.22	38.74±0.49	39.02±0.21	39.35±0.26
TKM	7.38±0.15	7.30±0.21	7.51±0.27	7.50±0.49	7.94±0.06	7.92±0.24
Protein	16.16±0.23	15.94±0.13	16.20±0.09	16.34±0.12	16.12±0.39	16.28±0.33
NS/NT	6.34±0.35	12.89±0.48	15.84±0.73	20.61±0.57	21.88±0.29	22.91±0.45
Duyusal	80.00±0.00	95.36±0.95	97.13±1.95	99.33±0.62	100.00±0.00	100.00±0.00
YPK						
LA	1.69±0.05	1.83±0.06	1.90±0.05	2.01±0.04	2.04±0.05	2.23±0.03
KM	43.20±1.11	43.82±0.86	44.08±0.67	44.18±0.28	44.91±0.13	44.98±0.43
YKM	39.41±0.30	39.76±0.30	39.85±0.42	40.39±0.41	40.89±0.30	40.99±0.39
TKM	7.61±0.25	7.90±0.26	8.15±0.29	8.51±0.34	8.57±0.56	8.81±0.33
Protein	15.30±0.22	15.60±0.45	15.88±0.30	15.92±0.44	15.93±0.61	16.39±0.28
NS/NT	5.12±0.11	8.88±0.62	10.22±0.63	11.26±0.80	13.58±0.30	14.30±0.22
Duyusal	69.00±1.00	70.00±1.00	71.00±0.33	70.33±1.15	72.66±0.57	73.00±1.00
YPE						
LA	1.69±0.05	2.30±0.02	2.33±0.01	2.37±0.01	2.40±0.01	2.40±0.02
KM	43.20±1.11	43.37±0.97	44.11±0.34	44.41±0.27	45.23±0.35	45.25±0.65
YKM	39.41±0.30	39.06±0.35	39.46±0.17	39.91±0.27	41.17±0.36	41.02±0.35
TKM	7.61±0.25	8.02±0.20	8.11±0.32	8.05±0.19	8.88±0.32	9.05±0.38
Protein	15.30±0.22	15.70±0.49	15.99±0.34	16.15±0.34	16.26±0.16	16.54±0.26
NS/NT	6.32±0.11	12.92±0.34	15.22±0.52	20.31±0.91	21.53±0.22	22.41±0.26
Duyusal	69.00±1.00	71.00±1.00	72.00±0.57	72.66±0.57	73.66±0.57	73.33±0.57

- KPK : Klasik beyaz peynir kontrol grubu  
 KPE : Klasik beyaz peynir *E. faecium* deneme grubu  
 YPK : Yüksek pişirme peynir kontrol grubu  
 YPE : Yüksek pişirme peynir *E. faecium* deneme grubu  
 LA : Laktik asit  
 KM : Kuru madde  
 YKM : Kuru maddede yağ  
 TKM : Kuru maddede tuz  
 NS/NT : Olgunlaşma indeksi

belirlenen kaliteli beyaz peynir değerlerine uygunluk göstermektedir (27). Peynir tiplerinin kendi içerisinde kontrol ve deneme grupları arasında (KPK ve KPE, YPK ve YPE) proteoliz yönünden farklılık belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Benzer olarak, KPK ve YPK gruplarına ait proteoliz değerlerinin de istatistiki olarak farklı olduğu ( $p<0.05$ ) saptanmıştır.

Duyusal analiz skorlarının en yüksekte en düşüğe doğru sıralaması KPE, KPK, YPE ve YPK şeklindedir (Tablo 2). Duyusal analizlerde esas alınan yapı, görünüm, lezzet özelliklerine ait puanlamalar incelendiğinde, *E. faecium* FAIR-E 198 ile üretilen gruplarda aromanın daha üstün olduğu, fakat yapı ve görünüme katkısı olmadığı belirlenmiştir. YPE ve YPK gruplarına ait olgunlaşma indekslerinin farklılığı ( $p<0.05$ ) (Tablo 2), *E. faecium* FAIR-E 198'in, olgunlaşma özelliği zayıf olan bu beyaz peynir tipinin olgunlaşmasına önemli ölçüde katkısı olduğunu göstermektedir. KPE ve YPE gruplarına ait olgunlaşma indeks değerlerinin (NS/NT), KPK ve YPK gruplarına ait değerlerden belirgin şekilde yüksek olması (Tablo 2), *E. faecium* FAIR-E 198'in beyaz peynirin olgunlaşma süresini önemli ölçüde kısalttığını ifade etmektedir.

### Tartışma ve Sonuç

Olgunlaşma periyodu süresince peynir örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları, Sarantinopoulos ve ark. (24) tarafından Yunan Feta peynirinde elde edilen sonuçlara paralellik göstermektedir. Çalışma sonuçları benzer şekilde Gardiner ve ark. (11) tarafından Cebreiro peynirinde belirlenen *E. faecium* oranları ile de uyum göstermektedir. Starter laktokoklar ve termofilik starter sayısında olgunlaşmanın 1. gününden itibaren gözlenen azalma ise peynir örneklerinin tuz konsantrasyonu (2) ve laktokokların asidik ortamda yavaş üreme özellikleri (21) ile açıklanabilir. Nitekim, laktokok sayısı yönünden klasik beyaz peynire ait kontrol ve deneme grupları arasındaki farklılığın peynirin asitliği ile doğru orantılı olduğu görülmektedir (Tablo 2). Çalışma sonuçları Akgün (1)'ün klasik beyaz peynir kontrol grubunda elde ettiği laktokok sayıları ile uyum göstermektedir.

Projede elde edilen kimyasal analiz sonuçları, Özdemir (23)'in vakum paketli klasik beyaz peynir kontrol grubunda olgunlaşma periyodu boyunca belirlediği değerlere ve Karaman (16)'ın 85°C de 5 dk pastörize edilen sütten termofilik starter kültür (*L. bulgaricus* ve *S. thermophilus*) ile ürettiği peynir örneklerinde elde ettiği değerlere paraleldir.

Her iki tip beyaz peynire ait kontrol (KPK, YPK) ve deneme grupları (KPE, YPE) arasında proteoliz yönünden belirlenen farklılık ( $p<0.05$ ), enterokokların proteolitik aktivitesinin kullanılan starter bakterilerden üstün olmasından kaynaklanabilir (6, 10, 24). Yine yüksek pişirme beyaz peynir ile klasik beyaz peynirin

kontrol gruplarının proteoliz değerlerinin farklı olması ( $p<0.05$ ), süte uygulanan yüksek pastörizasyon işleminin sütün yapısında meydana getirdiği değişikliklerden ileri gelebilir (18). Her iki tip peynire ait duyusal analiz sonuçlarının da mevcut çalışmalarla paralel olduğu gözlenmektedir (23, 25) ve peynirlerin olgunlaşma periyodundaki duyusal değerlerinde görülen artış, proteoliz oranındaki artış ile ilişkilendirilebileceği gibi (30, 31), *E. faecium* FAIR-E 198'in asetoin ve diasetil gibi aroma maddelerini üreterek aromaya katkıda bulunmasına atfedilebilir (29).

Üründe duyusal veya teknolojik öneme sahip olan laktik asit bakterileri (LAB) fonksiyonel starter kültür olarak tanımlanmaktadır. Bu kapsamda; bakteriyosin üretimi, ekzopolisakkarit üretimi (termofilik bakteriler için) ve aroma oluşumu yer almaktadır (5). Çalışma bulguları incelendiğinde, test suşu olarak kullanılan *E. faecium* FAIR-E 198'in, klasik ve yüksek pişirme beyaz peynirlerin olgunlaşma indekslerini olumlu yönde etkileyerek ürünün daha kısa sürede tüketime sunulmasını sağlayabilmesi ve aroma oluşumunu desteklemesi özelliklerine sahip olduğu görülmektedir. Bu kapsamda *E. faecium* FAIR-E 198'in klasik beyaz peynir ve yüksek pişirme beyaz peynir üretiminde fonksiyonel starter kültür olarak kullanılabileceği sonucu elde edilmiştir.

### Teşekkür

Çalışma süresince eşsiz tecrübeleriyle çalışmamıza katkıda bulunan Sayın Prof. Dr. Sadi Akgün'e ve *E. faecium* FAIR-E 198 test suşunun temin edilmesini sağlayan Dr. Effie Tsakalidou'ya teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

1. **Akgün S** (1995): *Beyaz peynir üretiminde Lactobacillus sake'nin starter kültür olarak kullanılması*. Ankara Üniv Vet Fak Derg, **42**, 271-279.
2. **Akgün S, Anar Ş** (1991): *Vakum paketlenmiş beyaz peynirlerde tuzun difüzyonu üzerine araştırmalar*. Gıda-Yem Bil Teknol Derg, **1**, 14-19.
3. **Aleksieva V** (1980): *Enterococcal and coliform content in white brine cheese*. Vet Med Nauki, **17**, 85-91.
4. **Aleksieva V** (1983): *Enterococci and coliforms in yellow sheep cheese*. Vet Med Nauki, **20**, 58-65.
5. **Anonymous** (2001): *Research group of industrial microbiology, fermentation technology and downstream processing*. Brussel Faculty of Sciences Institute of Molecular Biology, Pp 37.
6. **Arizcun C, Barcina Y, Torre P** (1997): *Identification and characterization of proteolytic activity of Enterococcus spp. isolated from milk and Roncal and Idiazabal cheese*. Int J Food Microbiol, **38**, 17-24.
7. **British Standards Organisation** (1963): *Methods For The Chemical Analysis of Cheese, BS 770*. British Standard Inst, London.
8. **Centeno JA, Menendez S, Rodriguez-Otero JL** (1996): *Main microbial flora present as natural starters in*

- Cebreiro cow's-milk cheese (northwest Spain)*. Int J Food Microbiol, **33**, 307-313.
9. **Ennahar S, Aoude-Werner D, Assobhei O, Hasselmann C** (1998): *Antilisterial activity of enterocin 81, a bacteriocin produced by Enterococcus faecium WHE 81 isolated from cheese*. J Appl Microbiol, **85**, 521-526.
  10. **Garcia de Fernando GD, Sanz B, Asensio MA, Ordonez, JA** (1992): *Effect of extracellular proteinase of Enterococcus faecalis subsp. liquefaciens on protein breakdown in cheese*. Milchwissenschaft, **47**, 420-422.
  11. **Gardiner GE, Ross RP, Wallace JM, Scanlan FP, Jagers PP, Fitzgerald GF, Collins JK, Stanton C** (1999): *Influence of a probiotic adjunct culture of Enterococcus faecium on the quality of cheddar cheese*. J Agric Food Chem, **47**, 4907-4916.
  12. **Giraffa G, Carminati D, Neviani E** (1997): *Enterococci isolated from dairy products: a review of risks and potential technological use*. J Food Prot, **60**, 732-738.
  13. **International Dairy Federation** (1958): *Determination of Dry Matter in Cheese and Processed Cheese, Standart 4*. IDF, Brussels.
  14. **International Dairy Federation** (1988): *Determination of Salt Content, Standart 12*. IDF, Brussels.
  15. **International Standards Organization** (1975): *Determination De La Teneur En Matière Grasse. Methode van Gulik. ISO-3433 Fromages*. ISO, Geneva.
  16. **Karaman T** (1996): *Farklı Koşullarda Olgunlaştırılan Beyaz Peynirlerin Olgunlaşma İndekslerinin Saptanması*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara.
  17. **Klare I, Konstabel C, Badstübner D, Werner G, Witte W** (2003): *Occurrence and spread of antibiotic resistances in Enterococcus faecium*. Int J Food Microbiol, **88**, 269-290.
  18. **Koçak C, Devrim H** (1989): *Isıl işlemin inek ve koyun sütlerinin peynir mayası ile pıhtılaşma yeteneği üzerine etkisi*. Gıda Derg, **14**, 3-8.
  19. **Kuchroo CN, Fox PF** (1982): *Soluble nitrogen in Cheddar cheese. Comparison of extraction procedures*. Milchwissenschaft, **37**, 331-335.
  20. **Moreno MR, Leisner JJ, Tee LK, Ley C, Radu S, Rusul G, Vancanneyt M, De Vuyst L** (2002): *Microbial analysis of Malaysian tempeh, and characterization of two bacteriocins produced by isolates of Enterococcus faecium*. J Appl Microbiol, **92**, 147-157.
  21. **Mundt JO** (1986): *Streptococcus*. 1065-1066. In: Sneath PHA, Mair NS, Sharpe M E, Holt JG (Eds) Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Williams & Wilkins, Los Angeles.
  22. **Nunez M, Rodriguez JL, Garcia E, Gaya P, Medina M** (1997): *Inhibition of Listeria monocytogenes by enterocin 4 during the manufacture and ripening of Manchego cheese*. J Appl Microbiol, **83**, 671-677.
  23. **Özdemir E** (1998): *Klasik Yöntem ve Lactobacillus sake ile Üretilen Beyaz Peynirin Vakum Ambalajda Dayanıklılık Süresinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara.
  24. **Sarantinopoulos P, Kalantzopoulos G, Tsakalidou E** (2002): *Effect of Enterococcus faecium on microbiological, physicochemical and sensory characteristics of Greek Feta cheese*. Int J Food Microbiol, **76**, 93-105.
  25. **Şimşek O** (1989): *Yüksek Derecelerde Isıtılan Süttten Beyaz Peynir Yapımı, Peynirin Özellikleri, Randıman ve Dayanıklılığı Üzerinde Araştırmalar*. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü, İzmir.
  26. **Tekinşen OC** (1997): *Peynir Teknolojisi*. In: Süt Ürünleri Teknolojisi. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi, Konya.
  27. **Türk Standartları Enstitüsü** (1995): *Beyaz Peynir TS 591*. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
  28. **Vanderzant C, Splittoeser DF** (1992): *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. American Public Health Association Inc, Washington, D.C.
  29. **Vaningelgem F, Ghijssels V, Tsakalidou E, De Vuyst L** (2006): *Cometabolism of citrate and glucose by Enterococcus faecium FAIR-E 198 in the absence of cellular growth*. Appl Environ Microbiol, **72**, 319-326.
  30. **Vicente MS, Ibanez FC, Barcina Y, Barron L JR** (2001): *Casein breakdown during ripening of Idiazabal cheese: influence of starter and rennet type*. J Sci Food Agric, **81**, 210-215.
  31. **Yorgancıoğlu A, Tunail N, Halkman K** (1987): *Beyaz peynirlerden izole edilen N grup ve D grup streptokokların starter olarak bazı özelliklerinin kıyaslanması*. Kükem Derg, **10**, 66-67.

Geliş tarihi: 16.10.2007 / Kabul tarihi: 25.07.2008

#### Yazışma adresi

Aylin Kasımoğlu Doğru

Kırkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi,  
Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı,  
71451 Yahşihan-Kırkkale  
e-mail: akasimoglu@superonline.com