

YAĞ İÇERİĞİ AZALTIKMIŞ BEYAZ PEYNİR ÜRETİMİNDE ISIL İŞLEM UYGULANAN *LACTOBACILLUS HELVETICUS* VE *LACTOBACILLUS BULGARICUS* KÜLTÜRLERİNİN KULLANIMI*

USE OF HEAT-TREATED CULTURES OF *LACTOBACILLUS HELVETICUS* AND *LACTOBACILLUS BULGARICUS* FOR THE MANUFACTURE OF REDUCED FAT WHITE PICKLED CHEESE

Ayşe GÜRİSOY, Ebru ŞENEL, Asuman GÜRSEL, Orgun DEVECİ, Ebru KARADEMİR, Şenay YAMAN

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü, Ankara

ÖZET: Bu çalışmada, yağ içeriği azaltılmış Beyaz peynir örneklerinde, proteolizi teşvik ederek olgunlaşmayı hızlandırmak ve böylece yapı ve tadı iyileştirmek amacıyla, ısıtılmış *L. helveticus* ve *L. bulgaricus* kültürlerinden yararlanılmıştır. Bunun için kurumaddeye %20 yağ içerecek şekilde peynir üretimi gerçekleştirilmiş, ayrıca karşılaştırma amacıyla yağlı peynir örneği (kurumaddeye %40 yağ) de üretilmiştir. Peynirler 7±1°C'de olgunlaşmaya bırakılarak 0, 7, 15, 30, 60 ve 90. günlerde fiziksel, kimyasal ve duyuşsal nitelikleri yönünden analiz edilmiştir. Isıl işlem uygulamasıyla yardımcı kültür haline getirilen *L. helveticus* ve *L. bulgaricus* kullanımı az yağlı beyaz peynir örneklerinin genel bileşimini etkilememiş olgunlaşmanın hızlandırılmasında da fazla etkili olmamıştır.

ABSTRACT: In this research, the heat-treated culture of *L. helveticus* or *L. bulgaricus* was used for the manufacture of low-fat White pickled cheese as an adjunct culture to accelerate the ripening and to get an improvement in the texture and flavour characteristics of cheese. Experimental samples containing 20 % and 40% (as a control) fat-in-dry matter were stored at 7±1°C and analyzed for their chemical, physical and organoleptic properties. The heat-treated cultures did not show a good performance for acceleration of the ripening in low-fat White pickled cheese samples. With regard to the rheological and organoleptic properties, heat-treated culture of *L. helveticus* gave better results than that of *L. bulgaricus* adjunct.

GİRİŞ

Tüketiciler beslenme konusunda giderek daha bilinçli hale geldikleri için, besinlerle yağ ve kolesterol alımına dikkat etmekte ve az yağlı ürünleri tüketme eğilimi göstermemektedir. Buna bağlı olarak az yağlı ürünlere duyulan talebin giderek arttığı anlaşılmaktadır (BAER ve ark., 1996). Ancak, peynirde yağ oranının azaltılması istenilen tat ve aroma ile düzgün yapı ve tekstüre sahip ürün eldesini güçleştirmektedir (BANKS ve ark., 1989; JAMESON, 1990; ANDERSON ve ark., 1993). Yağ oranı azaldıkça, protein matriksi daha sıkı ve daha az boşluk bulunduran bir yapıya dönüşebilmekte, bu da tekstürü etkilemektedir (BRYANT ve ark., 1995). Peynirin tekstürel özellikleri ile proteoliz düzeyi arasında sıkı bir ilişki bulunduğu için proteolitik ve peptidolitik enzimlerin ilavesiyle az yağlı peynirlerde olgunlaşmanın hızlandırılabilmesi ve böylece yapı ve tadın iyileştirilebileceği ortaya konmuştur (VANDEN BERG, 1990; EL-SODA ve ark., 1991). Ancak, enzimlerin ortama direk olarak ilavesi bazı yasal güçlükleri de beraberinde getirdiği için, olgunlaşmanın hızlandırılmasında "yardımcı kültür" adı verilen asit üretim yeteneği zayıflatılmış starter kullanımının daha uygun olabileceği bildirilmektedir (COULSON ve ark., 1992). Bu yolla, olgunlaşmada rol oynayan enzimler starter kültür formunda ortama katılmış olmaktadır.

Yardımcı kültürlerin asit üretim yeteneğini zayıflatmak için ısıtma ya da dondurma gibi işlemler uygulanmaktadır (ABDEL BAKY ve ark., 1986; FREY ve ark., 1986a ve b; BARTELS ve ark., 1987a ve b; VAFPOULOU ve ark. 1989; EZZAT ve EL-SHAFFI, 1991; BANKS ve ark., 1993; SALOMSKIENE, 1998). Söz konusu işlemler hücre duvarını tahrip ederek hücrenin lize olmasına yol açmakta, bunun sonucunda hücreye

*Ankara Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenen 97.11.14.02. nolu projenin bir bölümüdür.

bağlı amino peptidazlar açığa çıkmaktadır. Aktif peptidazlardan bu yollarla yararlanılması enzimlerin stabil olmayan direk katımına kıyasla daha fazla yarar sağlamakta, ayrıca aminopeptidaz aktivitesinin yüksek olması durumunda acı peptitler de parçalanarak peynirde acı tat oluşumu önlenebilmektedir (DRAKE ve SWANSON, 1995).

Bu çalışmada da yağ içeriği azaltılmış Beyaz peynirde, olgunlaşmanın hızlandırılması amacıyla, ısı işlem uygulanan *Lactobacillus helveticus* ve *Lactobacillus bulgaricus* mikroorganizmalarının "yardımcı kültür" olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Araştırmada kullanılan inek sütü, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kenan Evren Araştırma ve Uygulama Çiftliği Hayvancılık İşletmesi'nden sağlanmıştır. *Lactobacillus helveticus* (LH100, Texel Groupe Rhone-Poulenc, Romain/France) veya *Lactobacillus bulgaricus* (Lb-12, Chr. Hansen's Laboratorium Copenhagen Denmark) mikroorganizmalarını bulduran starter kültürleri yardımcı kültür olarak; *Streptococcus cremoris* ve *Streptococcus lactis* mikroorganizmalarını içeren laktik kültür (R-707, Chr. Hansen's Laboratorium, Copenhagen/Denmark) ise asitlik gelişimi sağlamak üzere kullanılmıştır. Peynir mayası olarak, "Mayasan Pınar" marka 1/10.000 kuvvetindeki ticari sıvı şirden mayasından yararlanılmıştır. Peynirlerin tuzlanmasında ticari rafine tuz yardımıyla %14 ve %10 konsantrasyonlarında hazırlanan ve 85°C'de 20 dakika süreyle pastörize edilen salamuralar kullanılmıştır. Peynir örnekleri dıştan içe doğru sırasıyla "polietilen-sorlin-poliamid" katmanlarından ibaret 3 katlı plastik poşetlere paketlenmiştir.

Metot

Starter kültürlerin hazırlanması

S. lactis ve *S. cremoris* mikroorganizmalarını içeren DVS formundaki laktik kültür kazan sütüne ilave edilmeden önce 1 litre pastörize sütle çözündürülmüştür. Yardımcı kültür eldesi için %10 oranında yağsız kurumadde içeren rekonstitüe sütler 90°C'de 30 dakika süreyle ısı işlem uygulamasından sonra 42°C'ye soğutulmuş ve ayrı ayrı *L. helveticus* ve *L. bulgaricus* mikroorganizmaları ile aşılmalıdır; yaklaşık pH 5.2'ye kadar inkübasyonun sonunda kültürler hızla soğutulmuş, daha sonra PETERSSON ve SJÖSTRÖM (1975) tarafından bildirildiği şekilde yaklaşık 65°C'de 15-20 saniye ısı işleme tabi tutulmuştur.

Peynir yapımı

Peynir sütünün yağ oranı peynir kurumaddesinde yaklaşık %20 (yarım yağlı) ve %40 (yağlı) yağ bulunacak şekilde iki farklı değere ayarlanmıştır. Her iki kısım süt Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Eğitim Araştırma ve Uygulama İşletmesinde mevcut plakalı pastörizatörde (ALFA LAVAL Plate Heat Exchanger, Sweden) 72°C'de 1 dakika süreyle ısı işlem uygulamasını takiben mayalama sıcaklığına (32±2°C) soğutulmuştur. Daha sonra yarım yağlı peynire işlenecek olan süt üç kısma ayrılarak kazanlara 40'ar litre olarak paylaştırılmış ve yağlı kontrol peynirine işlenecek süt de dahil olmak üzere 4 süt örneği elde edilmiştir. Her bir kazan sütü, önce %0.02 oranında kalsiyum klorür katılarak 10 dakika süreyle, ardından *S. lactis* ve *S. cremoris* içeren laktik kültürden % 1 oranında ilave edilerek 20 dakika süreyle bekletilmiştir. Süre sonunda yarım yağlı peynire işlenecek olan sütlerden birisi kontrol örneği olarak ayrılmış, diğer iki kazandan birisine ısı işlem uygulanmış *L. helveticus* diğerine de *L. bulgaricus* içeren yardımcı kültürlerden % 0.5 oranlarında aşılmalıdır. Tüm sütlere, bekletilmeksizin 90 dakikada pıhtı kesim olgunluğuna ulaşmayı sağlayacak miktarda peynir mayası katılmıştır. Süre sonunda pıhtı, özel kesme bıçağıyla 1 cm³lük parçalar halinde kesilmiş ve peyniraltı suyunun ayrılması için 10-15 dakika beklendikten sonra içinde cendere bezi bulunan kalıplara aktarılmıştır. Yarım saat kendi halinde süzülmesi sağlanan pıhtıya yaklaşık 3 saat süreyle de baskılı süzme işlemi uygulanmıştır. Baskı işleminin sonunda telemeler porsiyonlanarak %14 oranında tuz içeren salamurada 2.5 saat süreyle bekletilmiştir. Daha sonra kalıplar salamuradan çıkartılmış ve peyniraltı suyunun uzaklaşması

için bir süre çevre sıcaklığında tutulmuştur. Plastik poşetlere birer peynir kalıbı yerleştirilerek üzerlerine %10'luk salamura ilave edildikten sonra, poşetlerin ağzı vakum paketleme düzeni yardımıyla kapatılmıştır. Peynirler $7\pm 1^\circ\text{C}$ 'lik soğuk hava depolarına yerleştirilerek 3 ay süreyle olgunlaşmaya bırakılmış ve 1., 7., 15., 30., 60. ve 90. günlerde analize alınmıştır.

Uygulanan analizler

Yardımcı kültürlerde formol titrasyon sayısı (ANONYMOUS, 1977) ve tirozin (HULL, 1947); peynir örneklerinde; toplam kurumadde (TSE, 1995), yağ (TSE, 1995), tuz (TSE, 1989), titrasyon asitliği (TSE, 1989) laktik asit (STEINSHOLT ve CALBERT, 1960), pH (Orion 420 pH-metre ile), azotlu maddeler (ARDÖ ve POLYCHRONIADOU, 1999) ve tirozin (Hull, 1947) tayinleri yapılmış; peynir kıvamı penetrometre yardımıyla (Stanhope-Seta Surrey, England) ve 162.29 gram ağırlığında 30° 'lik konik başlık kullanılarak ölçülmüştür. Deneme peynirlerinin mikrostrüktürel yapısı Scanning Elektron Mikroskobu (Jeol) ile görüntülenmiştir. Peynir örneklerinde ayrıca 10 kişilik panel grubu tarafından duyuşal değerlendirme yapılmıştır (TSE, 1995). Araştırma tesadüf blokları deneme tertibinde 2 tekerrürlü olarak düzenlenmiş (DÜZGÜNEŞ ve ark., 1987) sonuçların istatistiksel değerlendirilmesinde MINITAB 7.1 programının 2 (ANOVA) komutu kullanılmış (RYAN ve ark., 1985) ve ortalamalar arası farklılığı ortaya koymak için MStat paket programındaki Duncan testinden yararlanılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Yardımcı kültürlerde saptanan ortalama formol titrasyon sayısı ve tirozin değeri Çizelge 1'de verilmiştir. Isıtma işleminden önceki ve sonraki değerler arasında gözlenen farklılıktan, bu işlemin her iki mikroorganizma kültürünün proteolitik aktivitesinde artış yarattığı söylenebilir.

Çizelge 1. Yardımcı Kültürlerin Formol Titrasyon Sayıları ve Tirozin Değerleri

	<i>Lactobacillus helvecicus</i>		<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	
	Isıl işlemden önce	Isıl işlemden sonra	Isıl işlemden önce	Isıl işlemden sonra
Formol titrasyon sayısı (ml 0.1 N NaOH)	5.48±0.28	6.20±0.10	5.28±0.13	5.73±0.53
Tirozin (mg/g)	0.45±0.01	0.56±0.04	0.62±0.14	0.70±0.14

Çizelgedeki değerler iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 2'de deneme peynirlerinin ortalama genel bileşim ve pıhtı sıklığına ilişkin değerleri standart hatalarıyla birlikte sunulmuştur.

Çizelgeye göre ilk 15 günlük dönemde örnekler arasında toplam kurumadde içeriği bakımından önemli bir farklılık belirlenmemiş, 30. günden itibaren yağlı kontrol örneği (D) diğer örneklerden daha yüksek ($p<0.01$) toplam kurumadde içeriğine sahip olmuştur. Olgunlaşma döneminde tüm örneklerin kurumadde içeriklerinde azalma diğer bir ifade ile nem içeriklerinde artış gözlenmiştir. Hem peptit bağlarının parçalanarak yeni iyonik grupların oluşması (MANOLKIDIS ve ark., 1970; ALICHANIDIS ve ark., 1981; CREAMER ve OLSON, 1982) hem de düşük asitlikteki peynirlerin alçak sıcaklık derecelerinde depolanması oda sıcaklığında depolamaya göre, proteinlerin şişerek su absorbe etmesine ve nem içeriğinin artmasına yol açmaktadır (MARKIN ve POLLACK, 1959; SALAMA ve ark., 1982).

Peynir sütünün yağ oranı başlangıçta iki farklı değere ayarlandığı için yağlı kontrol örneği (D) doğal olarak diğer örneklerden daha yüksek yağ içeriğine sahiptir. Olgunlaşma dönemi sonunda tüm örneklerin yağ içerikleri başlangıçtakine göre azalma göstermiştir. Bunun nedeni, peynirlerin su içeriğindeki değişime bağlı olarak yağ oranında meydana gelen değişimlerdir (KINIK, 1987).

Isıl işlem ile *L. helvecicus* ve *L. bulgaricus* mikroorganizmalarının asit üretim yetenekleri zayıflatıldığından deneme peynirlerinde asitlik gelişiminin yalnızca *S. cremoris* ve *S. lactis* mikroorganizmalarını içeren laktik kültürün faaliyetinden ileri gelmesi beklenmektedir. Yağlı ve yarım yağlı örnekler arasında titrasyon asitliği ve pH değerleri ile laktik asit içerikleri bakımından önemli bir farklılık

bulunmaması bu varsayımı doğrulamaktadır. Olgunlaşma dönemi sonunda örneklerin titrasyon asitliğinde ve laktik asit içeriklerinde bir azalma meydana gelmiştir. Bu durum kitledeki laktik asidin bir kısmının salamuraya geçmesinden (TURNER ve THOMAS, 1980; GURSEL ve ark. 1994) ve ayrıca olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin tuz oranlarındaki artışın starter bakterilerinin faaliyetini engelleyici etki yapmasından (IVANOV ve TODOROV, 1960; DILANYAN, 1973; GAHUN 1981) kaynaklanmaktadır. Örneklerin pH değerlerinde ise 90. gün sonunda başlangıca göre genellikle çok az bir gerileme meydana gelmiştir. pH değerlerindeki gerilemeye VEINOGLU ve ark. (1979) tarafından farklı starter kültürleri kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerde de rastlanmıştır.

Tuz içeriği bakımından olgunlaşmanın 7. ve 15. günlerinde örnekler arasında önemli ($p<0.01$) bir farklılık saptanmıştır. Olgunlaşmanın 7. gününde yağlı kontrol örneği (D) en düşük tuz oranına sahip olmuş ve bunu *L. bulgaricus* katkılı (C) örnek takip etmiştir. Yarım yağlı kontrol (A) ile *L. helveticus* katkılı (B) örnekler arasındaki farklılık ise istatistiksel açıdan önemsiz ($p>0.01$) bulunmuştur. Olgunlaşmanın 15. gününde de yağlı kontrol örneği (D) yine en düşük tuz oranını vermiştir. Tüm peynirlerde tuz içeriği 15. güne kadar artma, 30. günde azalma ve daha sonra tekrar artma yönünde bir değişim göstermiştir. Bu durum olgunlaşma dönemlerinde peynir ve salamura arasındaki geçişlerden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 2. Beyaz Peynir Örneklerinin Bazı Niteliklerinde Olgunlaşma Döneminde Belirlenen Değişimler

Nitelikler	Olgunlaşma dönemi (gün)	Örnekler			
		A	B	C	D
Toplam Kurumadde (%)	0	41.51±2.88	42.24±4.76	39.28±1.87	46.94±1.63
	7	38.63±0.56	35.19±2.74	38.10±2.65	42.29±1.27
	15	36.90±2.39	36.51±3.14	36.68±2.43	42.55±0.60
	30	36.97±0.29 ^b	35.72±0.84 ^b	34.72±1.80 ^b	40.59±1.43 ^a
	60	34.46±1.56 ^b	34.19±0.55 ^b	33.33±0.67 ^b	38.43±0.19 ^a
	90	33.90±0.05 ^a	33.19±0.47 ^a	33.11±1.59 ^a	39.05±0.82 ^a
Yağ (%)	0	9.38±0.63	8.75±1.75	9.38±0.63	22.75±1.75
	7	8.00±0.00	7.25±0.25	8.50±0.25	22.38±0.63
	15	8.13±0.13	8.00±0.00	7.83±0.13	22.88±1.12
	30	8.25±1.00	7.38±0.13	7.00±0.00	21.75±0.75
	60	8.00±0.50	7.88±0.13	7.00±0.00	18.88±0.13
	90	8.25±0.25	7.63±0.38	7.75±0.75	18.88±0.13
Titrasyon Asitliği (% laktik asit)	0	1.01±0.02	0.93±0.01	0.99±0.12	0.94±0.04
	7	0.87±0.04	0.76±0.02	0.80±0.03	0.82±0.05
	15	0.77±0.04	0.76±0.06	0.86±0.06	0.82±0.01
	30	0.84±0.01	0.94±0.07	0.87±0.03	0.81±0.04
	60	0.77±0.12	0.93±0.03	0.99±0.01	0.95±0.08
	90	0.86±0.07	0.87±0.09	0.86±0.11	0.88±0.04
pH	0	4.84±0.02	4.95±0.04	4.89±0.02	4.89±0.05
	7	4.97±0.13	4.99±0.11	5.08±0.21	4.98±0.21
	15	4.93±0.02	4.93±0.02	4.80±0.13	4.90±0.08
	30	4.97±0.02	4.96±0.01	5.00±0.03	4.97±0.08
	60	4.87±0.01	4.85±0.04	4.86±0.05	4.82±0.06
	90	4.89±0.02	4.84±0.05	4.98±0.10	4.93±0.12
Laktik asit (mg/g)	0	14.89±1.55	13.98±2.09	14.16±0.86	14.80±0.01
	7	11.07±0.31	9.93±0.81	10.93±0.86	11.28±0.30
	15	10.57±2.39	9.94±0.70	11.36±0.09	11.54±0.14
	30	11.46±0.92	10.94±0.44	10.66±1.39	11.50±1.00
	60	10.49±1.26	10.60±0.54	9.10±0.27	11.13±0.02
	90	9.86±0.27	10.68±0.32	9.41±0.43	10.48±0.80
Tuz (%)	0	2.35±0.27	2.84±0.22	2.66±0.17	2.00±0.20
	7	4.41±0.12 ^{***}	4.60±0.05 ^{***}	3.97±0.02 ^{***}	3.49±0.10 ^{***}
	15	5.37±0.42 ^{***}	5.49±0.48 ^{***}	4.88±0.18 ^{***}	4.17±0.25 ^{***}
	30	4.58±0.16	4.22±0.14	4.68±0.03	3.99±0.05
	60	5.11±0.18	4.64±0.21	4.45±0.26	4.19±0.01
	90	5.34±0.14	5.36±0.22	4.68±0.25	4.38±0.05
Penetrometre değerleri (X1/10)	0	110.10±28.6	104.70±32.9	130.30±17.1	137.00±17.2
	7	135.80±20.5	180.90±42.2	157.40±35.2	177.80±37.1
	15	149.40±10.7	137.60±0.00	149.30±11.2	175.50±21.4
	30	216.60±12.7	223.70±50.7	256.50±29.4	257.50±28.6
	60	249.50±26.5	265.00±31.0	292.00±41.0	259.50±38.5
	90	259.40±20.7	254.25±8.05	352.10±30.9	244.90±22.3

Çizelgedeki değerler iki tekrerin ortalamasıdır.

Aynı satırda farklı üst simgeyle gösterilen örnek ortalamaları arasındaki farklılık önemlidir (* $p<0.05$, ** $p<0.01$)

Örnekler: A= Yarım yağlı kontrol; B= *L. helveticus* yardımcı kültürü kullanılan, yarım yağlı; C= *L. bulgaricus* yardımcı kültürü kullanılan, yarım yağlı; D= Yağlı kontrol

Peynirin yapısı hakkında fikir edinilmesini sağlayan penetrometre ölçümlerine göre, yarım yağlı peynir örnekleri başlangıçta yağlı kontrol örneğinden daha düşük değerler göstermiştir. Yağlı kontrol örneğinde (D), yağın süzülme geciktirmesi ve su moleküllerinin matriks içinde tutulması bu örnekte söz konusu değerlerin yüksek çıkmasına neden olmuştur. Olgulaşmanın ilerleyen periyotlarında yardımcı kültür katkılı yarım yağlı örneklerde (B ve C) yapının giderek yumuşadığı penetrometre değerlerindeki yükselmeden anlaşılmıştır. Bu durumun muhtemel nedenleri, söz konusu peynirlerde kurumadde oranındaki azalmanın daha fazla olması ve ayrıca yardımcı kültürlerin faaliyetine bağlı olarak proteoliz düzeyinin artmasıdır. Peynir örneklerinden özellikle *L. bulgaricus* katkılı peynir (C) olgunlaşmanın sonlarına doğru biraz daha yüksek penetrometre ölçümleri vermiş, yarım yağlı kontrol (A) örneği de genellikle en sert peynir olma özelliği göstermiştir. İstatistiksel değerlendirme sonuçlarına göre ise, örnekler arasında penetrometre değerleri bakımından belirlenen farklılık önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

Deneme örneklerinin olgunlaşma sürecinde toplam azot, suda eriyen azot, protein olmayan azot, fosfotungustik asitte eriyen azot içerikleri ve tirozin değerlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelgeye göre, yağlı kontrol örneğinin (D) yapısal matriksi içerisinde proteinin daha düşük oranda yer almasından dolayı bu örnekteki toplam azot içeriği yarım yağlı olanlardan daha yüksek bulunmuştur. Yarım yağlı örnekler birbirleriyle karşılaştırıldığında, yardımcı kültür katkılı olanların (B ve C), kontrol örneğinden (A) genellikle daha düşük toplam azot oranı verdiği görülmektedir. Az yağlı Feta ve Domiati peynirleri üzerinde yürütülen çalışmalarda da benzeri sonuçlara rastlanmıştır ve su bağlama kapasitesindeki artışın bu duruma neden olabileceği belirtilmiştir (EL-NESHAWY ve ark., 1988; KATSIARI ve VOUTSINAS, 1994). Olgunlaşma

Çizelge 3. Beyaz Peynir Örneklerinin Azotlu Maddeler ve Tirozin Değerlerinde Olgunlaşma Döneminde Belirlenen Değişimler

Nitelikler	Olgunlaşma dönemi (gün)	Örnekler			
		A	B	C	D
Toplam azot (%)	0	4.66±0.31 ^{ab}	4.59±0.23 ^{ab}	5.22±0.08 ^{ab}	3.72±0.30 ^{ab}
	7	4.16±0.38	3.54±0.30	4.30±0.65	4.00±0.15
	15	4.14±0.70	3.63±0.38	3.44±0.02	3.10±0.04
	30	3.65±0.15	3.14±0.11	3.38±0.13	2.89±0.00
	60	3.31±0.37	2.83±0.31	2.88±0.05	2.36±0.05
	90	2.92±0.15	2.84±0.18	2.70±0.07	2.56±0.19
Suda eriyen azot (%)	0	0.39±0.02	0.40±0.01	0.41±0.01	0.43±0.05
	7	0.45±0.05	0.40±0.04	0.42±0.00	0.40±0.02
	15	0.48±0.00	0.46±0.03	0.44±0.04	0.49±0.01
	30	0.58±0.01	0.56±0.01	0.56±0.03	0.52±0.05
	60	0.54±0.07	0.55±0.09	0.57±0.07	0.56±0.04
	90	0.60±0.04	0.63±0.00	0.59±0.01	0.58±0.06
Protein olmayan azot (%)	0	0.24±0.01	0.26±0.02	0.27±0.02	0.28±0.04
	7	0.29±0.01	0.26±0.00	0.26±0.02	0.25±0.02
	15	0.32±0.03	0.32±0.03	0.30±0.01	0.32±0.01
	30	0.41±0.02	0.40±0.05	0.36±0.02	0.35±0.01
	60	0.41±0.02	0.36±0.02	0.35±0.01	0.34±0.01
	90	0.36±0.10	0.36±0.08	0.35±0.07	0.36±0.10
Fosfotungustik asitte eriyen azot (%)	0	0.17±0.00	0.13±0.04	0.16±0.01	0.15±0.00
	7	0.15±0.02	0.14±0.02	0.15±0.01	0.15±0.01
	15	0.15±0.01	0.16±0.00	0.16±0.02	0.16±0.00
	30	0.20±0.03	0.17±0.01	0.17±0.01	0.19±0.01
	60	0.11±0.03	0.08±0.04	0.10±0.03	0.12±0.02
	90	0.10±0.03 ^b	0.12±0.03 ^b	0.10±0.02 ^b	0.14±0.02 ^a
Tirozin (mg/g)	0	0.58±0.02	0.41±0.14	0.49±0.14	0.47±0.15
	7	0.58±0.01	0.55±0.06	0.63±0.10	0.63±0.02
	15	0.87±0.22	0.88±0.17	0.90±0.08	0.97±0.16
	30	0.81±0.12	0.86±0.00	0.83±0.05	0.79±0.07
	60	1.27±0.20	1.11±0.09	1.19±0.01	1.28±0.06
	90	1.78±0.30	1.84±0.18	1.78±0.08	1.99±0.01

Çizelgedeki değerler iki tekerrürün ortalamasıdır.

Aynı satırda farklı üst simgeyle gösterilen örnek ortalamaları arasındaki farklılık önemlidir (* $p<0.05$, ** $p<0.01$)

Örnekler: A= Yarım yağlı kontrol; B= *L. helveticus* yardımcı kültürü kullanılan, yarım yağlı; C= *L. bulgaricus* yardımcı kültürü kullanılan, yarım yağlı; D= Yağlı kontrol

döneminde örneklerin toplam azot içerikleri giderek azalmıştır. Hem proteoliz sonucu suda eriyen bileşiklerin salamura taşınması hem de toplam kurumadde içeriğindeki değişimler bu azalmaya yol açmaktadır (EL-NESHAWY ve ark., 1988; KATSIARI ve VOUTSINAS, 1994). İstatistiksel değerlendirme sonuçları ise, örnekler arasında depolanmanın yalnızca 1. günündeki farklılığın önemli ($p < 0.05$) olduğunu göstermiştir.

Peynirde olgunlaşmanın ölçüsü sayılan suda eriyen azot oranı tüm peynirlerde olgunlaşma süresince birbirine yakın değerler göstermiştir. İstatistiksel değerlendirme sonuçları da, örnekler arasındaki farklılığın önemsiz ($p > 0.05$) olduğunu ortaya koymuştur. Olgunlaşma döneminde tüm örneklerde suda eriyen azot içeriği artış göstermiş ve 90 gün sonunda en yüksek değerlerine ulaşmıştır.

Suda çözünen azotun önemli bir kısmını oluşturan protein olmayan azot miktarı bakımından örnekler arasında bir farklılık gözlenmemiş ve birbirlerine yakın değerler elde edilmiştir. İstatistiksel değerlendirme sonucunda da örnekler arasındaki farklılık önemsiz ($p < 0.05$) bulunmuştur. Örneklerin protein olmayan azot içerikleri olgunlaşmanın 30. gününe kadar artmış ve bundan sonraki dönemlerde de nispeten değişmeden kalmıştır. Aynı konuda başka araştırmacıların yürüttüğü çalışmalarda ise, ısı işlem uygulanmış *L. helveticus* yardımcı kültürü kullanılarak üretilen peynirlerde olgunlaşma süresince protein olmayan azot içeriğinin arttığı ve kontrol peynirine göre daha yüksek sonuçların elde edildiği belirtilmiştir (BARTELS ve ark., 1987a ve b).

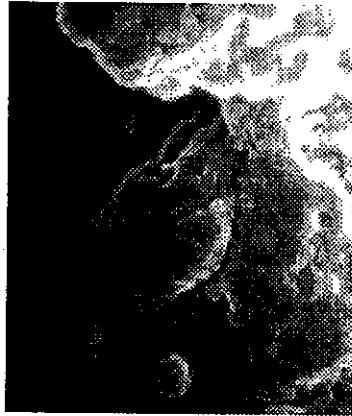
Kazeinin parçalanma ürünlerinden olan küçük moleküllü bileşikler ve oligopeptitler ile nötral ve asit karakterli amino asitler hakkında bilgi veren, dolayısıyla olgunlaşmanın bir ölçüsü sayılan fosfotungstik asitte eriyen azot içeriği bakımından deneme örnekleri arasında 90. güne kadar önemli bir farklılık saptanmamıştır. Olgunlaşmanın 90. gününde ise yağlı kontrol örneği (D) en yüksek ($p < 0.05$) değere sahip olmuştur. Olgunlaşma döneminde tüm

örneklerde fosfotungstik asitte eriyen azot içerikleri 30. güne kadar artış göstererek en yüksek değerine ulaşmış, daha sonra bir miktar azalmış ve bu düzey genellikle 90. gün sonuna kadar korunmuştur.

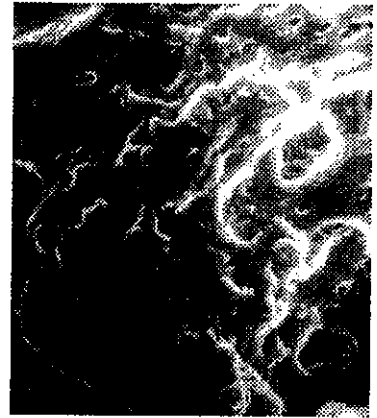
Deneme peynirlerinin tirozin değerleri arasında da önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0.05$). Peynir örneklerinin tirozin değerleri olgunlaşma süresince artış göstermiştir.

Peynir örneklerinin elektron mikroskop görüntüleri Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir.

Araştırmada yardımcı kültürlerin kullanımı ile peynirde



A (X800 büyütme)



B (X800 büyütme)

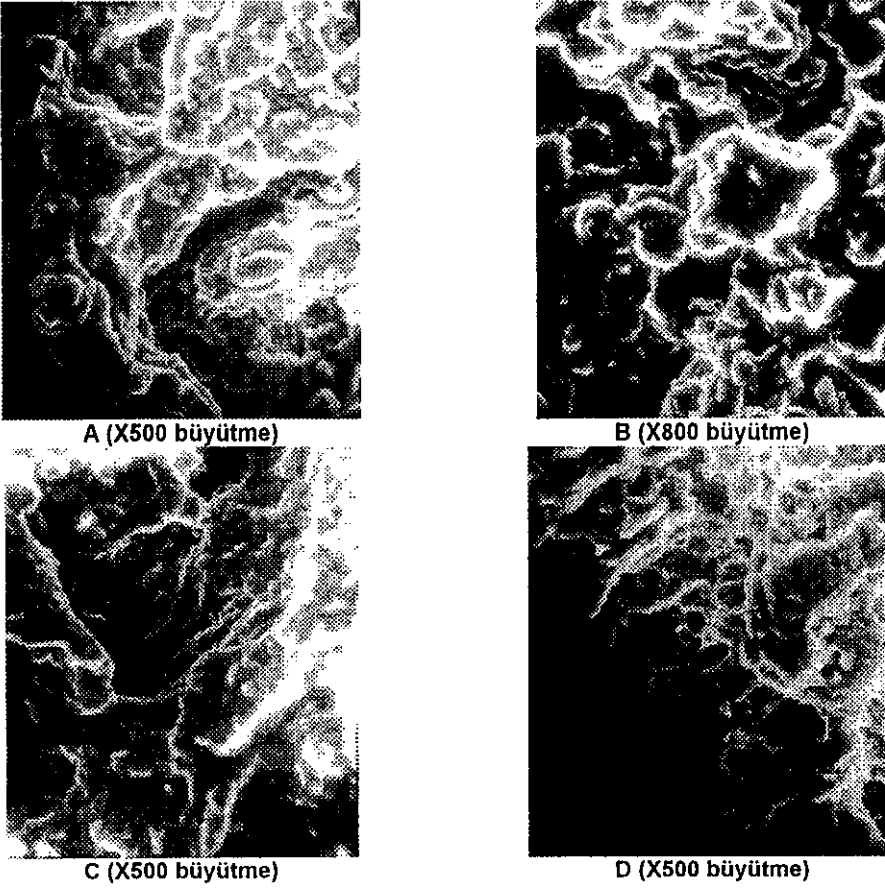


C (X500 büyütme)



D (X800 büyütme)

Şekil 1. Peynir Örneklerinin 1. gün Elektromikrografları (SEM) Örnekler: A Yarım yağlı kontrol; B= *L. helveticus* yardımcı kültürü kullanılan, yarım yağlı; C *L. bulgaricus* yardımcı kültürü kullanılan, yarım yağlı; D= Yağlı kontrol



Şekil 2. Peynir Örneklerinin 30. gün Elektromikrografları (SEM) Örnekler: A Yarım yağlı kontrol; B *L. helveticus* yardımcı kültürü kullanılan, yarım yağlı; C *L. bulgaricus* yardımcı kültürü kullanılan, yarım yağlı; D Yağlı kontrol

olgunlaşma süresinin kısaltılması amaçlandığı, için, yalnızca 1. ve 30. günlerde görüntüleme yapılmıştır. MISTRY ve ANDERSON (1993) tarafından elektron mikroskobu kullanılarak yapılan bir araştırmanın sonuçlarına göre, yağlı peynirde yapının tabakalı bir görünüm arzettiği ve yumuşak yüzeyli bir matriksin hakim bulunduğu, buna karşın yağ içeriği azaltılmış peynirlerde yapının nispeten daha sert ve yoğun olduğu belirtilmektedir. Dene peynirlerinin elektron mikroskop görüntüleri de benzeri bir durumu ortaya koymaktadır. Özellikle yarım yağlı kontrol (A) örneği ile yağlı

kontrol (D) örneğinin yapıları arasındaki farklılıklar açıkça görülmektedir.

Olgunlaşmanın 15. gününden itibaren yürütülen duyuusal değerlendirme sonuçları Çizelge 4'de yer almaktadır.

Çizelge 4. Peynir Örneklerinin Duyusal Değerlendirme Sonuçları

Örnekler	Olgunlaşma dönemi (gün)	Görünüş	Renk	Kitle ve yapı	Koku	Tat	Toplam
A	15	12.6	13.2	24.5	9.8	24.0	84.1
	30	12.0	12.2	21.5	9.7	24.0	79.4
	60	12.8	9.0	18.0	9.3	22.5	71.6
	90	14.3	11.9	21.3	9.1	24.0	80.6
B	15	11.6	13.2	25.5	9.8	22.0	82.1
	30	11.5	12.2	21.5	9.7	23.7	78.6
	60	13.3	9.0	19.0	9.4	21.5	72.2
	90	14.3	11.9	21.3	9.1	23.5	80.1
C	15	12.1	13.2	25.5	9.7	22.5	83.1
	30	11.5	12.2	21.2	9.7	22.5	77.1
	60	12.3	9.0	19.0	9.3	20.1	69.7
	90	13.3	11.9	20.8	9.1	23.0	78.1
D	15	12.7	13.3	29.0	9.8	28.5	93.3
	30	11.5	12.2	21.2	9.7	27.0	81.6
	60	15.0	9.5	19.5	9.6	25.0	78.6
	90	13.6	12.4	24.0	9.3	28.5	87.8

Çizelgedeki değerler iki tekerrürün ortalamasıdır.

Örnekler: A= Yarım yağlı kontrol; B= *L. helveticus* yardımcı kültürü kullanılan, yarım yağlı; C= *L. bulgaricus* yardımcı kültürü kullanılan, yarım yağlı; D= Yağlı kontrol

Görünüş bakımından yardımcı kültür katkılı örnekler (B ve C) başlangıçta yarım yağlı ve yağlı kontrol örneklerinden daha düşük puanlarla değerlendirilmiş, ancak ilerleyen dönemlerde birbirlerine yakın puanlara sahip olmuşlardır. Renk ve koku yönünden örnekler arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Kitle ve yapı bakımından, başlangıçta en yüksek puanı yağlı kontrol örneği almış, bunu sırasıyla yardımcı kültür katkılı örnekler ve yarım yağlı kontrol örneği izlemiştir. Bunun nedeni yağ oranının azaltılmasıyla nispeten sert bir yapının ortaya çıkmasıdır. Fakat olgunlaşmanın ilerlemesiyle yağlı ve yarım yağlı örnekler arasındaki farklılık ortadan kalkmış ve değerlendirmede birbirlerine yakın puanlar almışlardır. Olgunlaşma döneminde örneklerin kitle ve yapı puanları giderek azalmıştır. Bu durum, peynire salamura geçişine bağlı olarak yapının bozulmasından kaynaklanmaktadır. Tüm depolama dönemlerinde en yüksek tat puanını yağlı peynir örneği almıştır. Yardımcı kültür kullanılarak üretilen peynir örnekleri arasında *L. helveticus* katkılı örnek (B) tat yönünden *L. bulgaricus* katkılı örneğe (C) göre genellikle biraz daha fazla beğeni toplamıştır.

SONUÇ

Isıl işlem uygulanarak yardımcı kültür haline getirilen *L. helveticus* ve *L. bulgaricus* kültürlerinin az yağlı Beyaz peynir üretiminde kullanımı, olgunlaşmanın göstergesi olarak kabul edilen suda eriyen azot, protein olmayan azot ve fosfotungstik asitte eriyen azot içerikleri ile tirozin değerine önemli bir etki yaratmamıştır. Olgunlaşma döneminde peynir örneklerinin kurumadde içeriklerindeki azalmaya ve ilerleyen proteoliz düzeyine bağlı olarak tüm örneklerde yapı giderek yumuşamış ve bu durum *L. bulgaricus* yardımcı kültürünün kullanıldığı örnekte daha belirgin olarak gözlenmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, yardımcı kültür katkılı örneklerden *L. helveticus* kültürünün kullanıldığı örnek daha fazla tercih edilmiştir.

Bu bulgulardan, ısıl işlem uygulanan *L. helveticus* ve *L. bulgaricus*'ün az yağlı Beyaz peynir üretiminde başarılı bir sonuç vermediği söylenebilir.

KAYNAKLAR

- ABDEL BAKY, A.A., A.A., EL-NESHAWY, A.M. RABIE ve M. ASHOUR. 1986. Heat shocked Lactobacilli for accelerating flavour development of Ras cheese. Food Chemistry, 21: 301-313.
- ALICHANIDIS, E., A. POLYCHRONIADOU, N. TZANETAKIS ve VAFPOULOU. 1981. Terleme cheese from deep-frozen curd. J. Dairy. Sci., 64: 7332-7339.
- ANDERSON, D.L., V.V. MISTRY, R.L. BRANDSMA ve K.A. BALDWIN. 1993. Reduced fat Cheddar cheese from condensed milk. I. Manufacture, composition and ripening. J. Dairy Sci., 76: 2832-2844.
- ANONYMOUS, 1977. Laboratory Manual. The FAO Regional Development And Training Centre For The Near East. Spring 1977, section: 2, p: 14.
- ARDÖ ve A. POLYCHRONIADOU. 1999. Laboratory Manual for Chemical Analysis of Cheese. EUR 18890-COST 95. Luxembourg: Office for Publication of the European Communities. ISBN 92-828-6599-1. p. 123.
- BAER, R.J., M.R. LENTSCH, D.J. SCHINGOETHE, R.J. MADISON-ANDERSON ve K.M. KASPERSON. 1996. Characteristics of milk and reduced fat Cheddar cheese from cows fed extruded soybeans and niacin. J. Dairy Sci., 79: 1127-1136.
- BANKS, J.M., E.A. HUNTER ve DD.D. MUIR, 1993. Sensory properties of low fat Cheddar cheese: Effect of salt content and adjunct culture. J. Soc. Dairy Technol., 46: 119-123.
- BANKS, J.M., E.Y. BRECHANY ve W.W. CHRISTIE. 1989. The production of low fat Cheddar-type cheese. J. Soc. Dairy Technol., 42: 6-9.
- BARTELS, H.J., M.E. JOHNSON ve N.F. OLSON. 1987a. Accelerated ripening of Gouda cheese. 1. Effect of heat-shocked thermophilic lactobacilli and streptococci on proteolysis and flavor development. Milchwissenschaft, 42: 83-88.
- BARTELS, H.J., M.E. JOHNSON ve N.F. OLSON. 1987b. Accelerated ripening of Gouda cheese. 2. Effect of freeze-shocked thermophilic lactobacilli and streptococci on proteolysis and flavor development. Milchwissenschaft, 42: 139-144.
- BRYANT, A., Z. ÜSTÜNOL ve J. STEFFE. 1995. Texture of Cheddar cheese as influenced by fat reduction. J. Food Sci., 30: 1216-1219, 1236.
- COULSON, J., D. PAWLETT ve R. WIVELL. 1992. Accelerated ripening of Cheddar cheese. In: "Fermentation-produced enzymes and accelerated ripening in cheesemaking". Bulletin Int. Dairy Fed. No: 269, International Dairy Federation, 41, Square Vergote, B-1040 Brussels, Belgium.

- CREAMER, L.K. ve N.F. OLSON. 1982. Rheological evaluation of maturing Cheddar cheese. *J. Food Sci.*, 47: 631-638, 646.
- DILANYAN, Z. Kh., A.N. ANDREEV, L.A. OSTROUMOV ve M.S. UMANSKII. 1973. Effect of the duration of salting on the ripening of and the quality of Sovetskii cheese. *Dairy Sci. Abstr.*, 35: 334.
- DRAKE, M.A. ve SWANSON. 1995 Reduced and low-fat cheese technology: A review. *Trends in Food Sci. and Technol.*, 6: 366: 369.
- DÜZGÜNEŞ, O., T. KESİCİ, O. KAVUNCU ve F. GÜRBÜZ 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları-II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 2021. s. 381. Ankara.
- EL-NESHAWY, A.A., S.M. FARAHAT ve H.A. WHABAH. 1988 Production of soft cheese with low fat and salt contents. *Food Chemistry*, 28: 219-224.
- EL-SODA, M., C. CHEN B. RIESTERER ve N. OLSON. 1991 Acceleration of low-fat cheese ripening using lyophilized extracts or freeze shocked cells of some cheese related microorganism. *Milchwissenschaft*, 46: 358-360.
- EZZAT, N. ve H., EI-SHAFGEI. 1991. Accelerated ripening of Ras cheese using freeze and heat-shocked *Lactobacillus helveticus*. *Egyptain J. Dairy Sci.*, 19: 347-358.
- FREY, J.P., E.H. MARTH M.E. JOHNSON, F. OLSON. 1986a. Peptidases and proteases of lactobacilli associated with cheese. *Milchwissenschaft*, 41: 622-624.
- FREY, J.P., E.H. MARTH, M.E. JOHNSON, F. OLSON. 1986b. Heat-and freeze-shocking cause changes in peptidase and protease activity of *Lactobacillus helveticus*. *Milchwissenschaft*, 41: 681-685.
- GAHUN, Y. 1981. Salamuradan Beyaz peynire tuz geçiş olgusu ve olgunlaşma sırasında tuzun peynirin bazı özelliklerine etkisi üzerine araştırmalar. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü, İzmir. (Yayımlanmamıştır).
- GÜRSEL, A., N. TUNAİL, A. GÜRSOY, E. ERGÜL ve L.Y. AYDAR 1994. Yerli ve ithal fekal ve laktik streptokoklar ile laktobasil içeren starter kombinasyonlarını Beyaz peynir üretiminde kullanılması. *Kükem Derg.*, 17: 1-14.
- HULL, M.E. 1947 Studies on milk proteins. II. Colorimetric determination of the partial hydrolysis of the proteins in milk. *J. Dairy Sci.*, 30: 881-884.
- IVANOV, M. ve D. TODOROV. 1960. Some relationships between cheese and brine during ripening of white pickled cheese. *Dairy Sci., Abstr.*, 22: 286.
- JAMESON, GW. 1990. Cheese with less fat. *aust J. Dairy Technol.*, November, 93-98.
- KATSIARI, M.L ve L.P. VOUTSINAS. 1994. Manufacture of low-fat cheese. *Food Chemistry*, 49: 53-60.
- KINIK, Ö. 1987. Salamura sıcaklığı ve tuz konsantrasyonunun peynire tuz geçişine etkisi üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü, İzmir.s. 47. (Yayımlanmamıştır).
- MANOLKIDIS, C., A. POYLCHRONIA DOU ve E. ALICHANIDIS. 1970. Variations dans la composition du fromage "Teleme" au cours de sa maturation. *Le Lait*, 50, No: 491-492, 38-47.
- MARKIN, L.ve F.G. POLLACK. 1959. Studies on birend white sheep's cheese (Brinza) II. Manufacture and storage methods. 15th Int. Dairy Congress, Vol. 2, 887-892.
- MISTRY, V.V. ve D.L. ANDERSON 1993. Composition and microstructure of commercial full and low fat Cheddar cheeses. *Food Structure*, 12: 259-266.
- PETTERSON, H.E., ve G. SJÖSTRÖM. 1975. Accelerated cheese ripening: a method for increasing the number of lactic starter bacteria in cheese without detrimental effect to the cheese-making process and its effect on the cheese ripening. *J. Dairy Res.*, 42: 313-326.
- RYAN, F.B., B.L. JOINER ve T.A. RYAN. 1985 Minitab Handbook. Second Edition. Pws-Kent Publishing Company. p. 386.
- SALAMA, F.A., A.A. ISMAIL, A.M. YOUSSEF ve S.A. SALEM. 1982. Comparative studies on white pickled Brinza cheese made from cows' and buffaloes' milk in Egypt. *Egyptian. J. Dairy Sci.*, 10: 243-252.
- SALOMSKIENE, J. 1998. Use of heat-treated starter for the intensification of cheese ripening. *Milchwissenschaft*, 53: 28-30.
- STEINSHOLT, T.K. ve H.E. CALBERT. 1960. A rapid colorimetric method for the determination of lactic acid in milk and milk products. *Milchwissenschaft*, 15: 7-11.
- TURNER, K.W. ve T.D. THOMAS. 1980. Lactose fermentation in Cheddar cheese and the effect of salt. *New Zealand J. Dairy Sci. Technol.*, 15: 265-276.
- TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ (TSE). 1994. Beyaz peynir. TS 591. Ankara.
- TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ (TSE). 1989. Beyaz peynir. TS 591. Ankara.
- VAFOPOULOU, A., E. ALICHANIDIS ve G. ZERFIRIDIS. 1989. Accelerating ripening of Feta cheese, with heat-shocked cultures or microbial proteinases. *J. Dairy Res.*, 56: 285-296.
- VAN DEN BERG G. 1990. New technologies for hard and semi-hard cheese. *Proceedings of the XXIII International Dairy Congress*, vol: 3, 1864-1874.
- VEINOGLU, B.C., E.S. BOYAZOGLU ve E.D. KOTOUZA. 1979. The effect of starters on the production of Feta cheese. *Dairy Ind. Int.*, 44: 29-33.