



## Ticari *Salmonella* Faj Preparatının Beyaz Peynirde *Salmonella* spp. Üzerine Etkisinin Araştırılması

Esra Uğur\*, Zübeyde Öner

Süleyman Demirel Üniversitesi, Gıda mühendisliği Bölümü, 32000 Merkez/Isparta, Türkiye

### MAKALE BİLGİSİ

#### Araştırma Makalesi

Geliş 31 Ocak 2018  
Kabul 06 Haziran 2018

#### Anahtar Kelimeler:

Bakteriyofaj  
Beyaz peynir  
Patojen  
Olgunlaşma  
Biyokontrol

#### \*Sorumlu Yazar:

E-mail: esra.ugr@hotmail.com

### ÖZ

Bu çalışmada, ticari faj preparatının çiğ süttten yapılmış beyaz peynirde *Salmonella* kontrolü üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla *Salmonella* faj preparatı kullanılmıştır. Beyaz peynir üretimi 4 grupta yapılmıştır. Bunlar; 1-kontrol grubu (çiğ süt), 2-çiğ süt+patojen (*Salmonella* Typhi, %0,05), 3- çiğ süt+faj ilave edilen (%0,1), 4-patojen (%0,05) + faj (%0,1) grubu olarak belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşmanın 0., 30., 60. ve 90. günlerinde fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır. Yapılan fiziko-kimyasal analizler; pH, titrasyon asitliği (°SH), kuru madde, kuru maddede yağ, tuz ve kuru maddede tuz tayinidir. Mikrobiyolojik analizler; toplam aerobik mezofil bakteri, laktik asit bakterileri, Stafilocok spp., koliform grubu bakteri, *Salmonella* spp. ile faj ilave edilen peynir örneklerinde faj titresi analizidir. Ayrıca faj ilave edilen örneklerin sütlerinde ve peynir altı sularında faj titresi durumu incelenmiştir. Peynir örneklerinde, faj uygulamasının veya söz konusu bir patojen bulaşmasının örnekler arasında fiziko-kimyasal ile genel mikrobiyolojik özellikleri bakımından farklılık gösterici etkisinin olmadığı elde edilen veriler sonucunda belirlenmiştir. Bu değerler tüm peynir gruplarında sadece süreye göre değişkenlik göstermiştir. *Salmonella* spp. sayısında ise 90. günde 2 ve 4 numaralı grup arasındaki fark kontrol grubuna göre kıyaslandığında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bunun haricinde *Salmonella* spp. sayıları gruplar arasında farklı bulunmamış, sadece olgunlaşmanın doğal süreci olarak günlere göre azalış göstermiştir. Bu çalışma sonucunda, çiğ süttten yapılan beyaz peynirlerde bakteriyofaj ilavesinin peynirin fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etki etmediği ve faj etkisi ile patojen bakteri sayısında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(8): 995-1001, 2018

### Investigation of the Effect of The Commercial *Salmonella* Phage Preparation *Salmonella* spp in Beyaz (White) Cheese

#### ARTICLE INFO

#### Research Article

Received 31 January 2018  
Accepted 06 June 2018

#### Keywords:

Bacteriophage  
Beyaz cheese  
Pathogen  
Ripening  
Biocontrol

#### \*Corresponding Author:

E-mail: esra.ugr@hotmail.com

#### ABSTRACT

In this study, the effect of commercial phage preparation on the control of *Salmonella* in Beyaz cheese made from raw milk was investigated. The *Salmonella* phage preparation was used for this purpose. Beyaz cheese production was carried out in 4 groups; 1-control group (raw milk), 2-raw milk and pathogen (*Salmonella* Typhi, 0,05%), 3-raw milk and phage (0,1%), 4-pathogen (0,05%) and phage (0,1%). Physico-Chemical and microbiological analyses were performed on at 0, 30, 60 and 90 days of ripening in Beyaz cheese samples. Physico-Chemical analyses were made; pH, titratable acidity(°SH), dry matter, fat in dry matter, salt and salt in dry matter. Microbiological analyses were made; total aerobic mesophilic bacteria, lactic acid bacteria, *Staphylococcus* spp., coliform group bacteria, *Salmonella* spp. and phage titre analysis in cheese samples added phage. In addition, the phage titre status of the samples added with phage was investigated in milk and whey. It has been determined that in cheese samples phage application or a pathogenic contamination didn't show difference effect between the samples in Physico-Chemical and general microbiological properties. These values varied only according time in all cheese groups. *Salmonella* spp. count was statistically significant when comparing the difference between groups 2. and 4. on day 90 compared to the control group. Apart from this, *Salmonella* counts were not different among the groups but only decreased as compared with the days of ripening as a natural process. As a result of this study it was determined that the addition of bacteriophage in Beyaz cheeses made from raw milk did not affect the Physico-Chemical and microbiological properties of the cheese and there was no significant difference on count of pathogenic bacteria by the phage.

## Giriş

İnsan yaşamındaki öneminden dolayı süt üretimi ve ürünlere işlenmesi gıda endüstrisinde önemli bir yere sahiptir. Bir süt ürünü olan beyaz peynir; sütün çiğ olarak ya da pastörize edildikten sonra enzimatik yolla pıhtılaştırılması sonucu elde edilen, yumuşak yapıda, tuzlu ve ekşimsi tada sahip, salamurada olgunlaştırılan bir peynir çeşidimizdir (Anonim, 1999; Hayaloğlu ve ark., 2002). Ülkemizde üretimi ve tüketimi çok olan peynirde, patojen mikroorganizmaların varlığı gıda güvenliği açısından risk oluşturmakta ve bu tip ürünlerde bulunması arzu edilmemektedir. Patojen mikroorganizmalar gıda güvenliği açısından önemliken peynirde bulunabilecek bozulma etmeni mikroorganizmalar ise ürünün tat, koku, görünüş ve yapısı ile raf ömrünü değiştirmektedir (Weimer, 2001). Yaşam şartlarının değişmesiyle birlikte tüketiciler taze veya çok az işlem görmüş, mikrobiyolojik açıdan güvenli olan gıdaları tercih etmektedirler. Bu nedenle, yeni işleme ve koruma yöntemleri geliştirilmektedir. Kaliteli ve güvenli gıda üretimi için geliştirilen alternatif yöntemler arasında olan, uygulaması kolay ve düşük maliyetli biyokoruma yöntemlerinin amacı, ürünün raf ömrüyle birlikte hijyenik kalitesini de arttırmak ve kolayca bozulan gıdaların besinsel özelliklerine zarar vermeden gıdayı koruyabilmektir (Seçkin ve Baladura, 2010; Kalkan ve ark., 2010). Biyokoruma yöntemlerinden birisi olan bakteriyofaj uygulaması; bakteriler gibi prokaryot hücrelere etki eden, insanlar için patojen olmayan viral ajanlar ile gıda güvenliğini tehdit eden bakterilerin öldürülmesi amacıyla kullanılan bir uygulamadır. Bu uygulama, gıdanın yapısında, ambalajında, alet, ekipman gibi gıda ile bağlantılı araçlarda bulunan patojenlerin elimine edilmesi için kullanılmaya başlanmıştır. Bakteriyofajların bu etkilerinden dolayı gıda güvenliğinin sağlanması için *Salmonella* spp., *Listeria* spp., *Staphylococcus* spp., *Campylobacter* spp. gibi patojen mikroorganizmalar üzerinde faj ile ilgili çalışmalar yoğunlaşmıştır (Goode ve ark., 2003; Carlton ve ark., 2005; Guenther ve Loessner, 2011; Raghu ve ark., 2012; Grant ve ark., 2015).

Bu çalışmada, laboratuvar koşullarında klasik beyaz peynir üretimi gerçekleştirilmiştir. Peynirlerin olgunlaşması sırasında bakteriyofajın etkisini incelemek amacı ile peynirler 3 ay olgunlaştırılmıştır. Kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerindeki değişim aylık periyotlar halinde analiz edilerek belirlenmiştir.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Beyaz peynir denemeleri 4 farklı grup olarak laboratuvar şartlarında üretilmiştir. Çalışmada kullanılan bakteriyofaj Hollanda'dan Microos firmasından (Phage-Guard S) temin edilmiştir.

### Beyaz Peynir Üretimi

Yapılan ön denemeler ve firmanın kullanım doz önerisi doğrultusunda, peynir yapımında süte %0,1 oranında bakteriyofaj, %0,05 oranında patojen bakteri kültürü ilave edilmiştir. Süte peynir yapımı sırasında eklenen fajın titresini  $10^9$  plak oluşturan birim /mL (pob/mL), bakteri kültürü ise  $10^8$  koloni oluşturan birim/mL (kob/mL) düzeyindedir.

Beyaz peynir üretimi 4 grupta yapılmıştır: 1-kontrol grubu (çiğ süt), 2-çiğ süt+*Salmonella* Typhi (%0,05), 3-çiğ süt+faj ilave edilen (%0,1), 4- çiğ süt +*Salmonella* Typhi (%0,05) + faj (%0,1) grubu olarak belirlenmiştir. Peynir yapımı sırasında çiğ süte rennet ilavesinden önce patojen ile bakteriyofaj ilave edilmiştir. Baskılama aşamasında çıkan peynir altı suyundaki faj titresini tespit edebilmek amacı ile de peynir altı suyu analiz edilmiştir. Baskı sonrası ise kapama asitliğe gelen peynirler  $10^7$ luk pastörize salamuraya alınmış ve +4°C'de depolanmıştır. Peynirler 3 tekerrür, analizler 2 paralel olarak yapılmıştır. Depolanan peynirlerin olgunlaştırma süreleri boyunca, 0. gün başlangıç olmak üzere 30, 60 ve 90. günlerde mikrobiyolojik ve fiziko-kimyasal analizleri yapılmıştır.

### Peynirde Yapılan Mikrobiyolojik Analizler

Peynir örneklerinde *Salmonella* spp. sayımı, stafilocok sayımı ve koliform grubu bakteri sayımı Halkman (2005)'e göre, toplam aerobik mezofil bakteri sayımı, laktobasil ve laktokok sayımı ise Özbaş (1991) ve Kasimoğlu ve ark. (2004)'a göre yapılmıştır. *Salmonella* spp. sayımı için yapılan ekimlerden sonra besiyerinde *Salmonella* olarak belirlenen şüpheli kolonilerin doğrulanması için Wehr ve Frank (2004)'a göre üreaz testi yapılmıştır. Süt, peynir altı suyu ve peynir örneklerinde faj titresini belirlemek için çift tabaka agar ekim yöntemi ile yapılmıştır (Öner, 1986, Carlton ve ark., 2005; Garcia ve ark., 2007).

### Peynirlerde Yapılan Fiziko-kimyasal Analizler

Peynir örneklerinde kuru madde tayini IDF (1987)'ye göre, yağ tayini Gerber yöntemiyle Anonim (1978)'e göre, tuz tayini Mohr titrasyon yöntemi Bradley (1992)'ye göre, titrasyon asitliği Soxhlet Henkel yöntemi, Anonim (1995)'ya göre yapılmıştır. Ayrıca pH ölçümleri, pH-metre kullanılarak peynir örneklerinde doğrudan yapılmıştır.

### İstatistiksel Analiz

Peynir denemelerindeki istatistiksel analizler, Minitab 16 istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Depolamanın ardından olgunlaştırma süresince peynir örnekleri arasındaki fark Tukey çoklu karşılaştırma testine göre en az  $p < 0.05$  önem düzeyinde test edilmiş ve peynir örneklerinin sonuçları buna göre değerlendirilip yorumlanmıştır.

## Araştırma Bulguları ve Tartışma

### Süt, Peynir Altı Suyu ve Peynir Örneklerinde Faj Titresi Sonuçları

Denemede peynir yapımı için kullanılan sütlere rennet ilavesi öncesinde, titresini  $10^9$  pob/mL olarak ayarlanmış faj, süt hacminin %0,1'i kadar süte ilave edilmiştir. Yapılan 3 tekerrür peynirin sütlərindeki faj titresini sayısı ortalama ve standart sapması ile birlikte hesaplanmıştır. Tablo 1'de görüldüğü üzere, sadece faj ilave edilen 3. grubun sütünde faj titresini  $5,86 \pm 0,98$  log pob/mL, hem faj hem de *S. Typhi* ilave edilen 4. grubun sütünde faj titresini  $5,36 \pm 1,03$  log pob/mL olarak belirlenmiştir. Peynir yapım işleminden sonra alınan peynir altı suyunda faj titresini 3

numaralı grupta  $5,02 \pm 0,52$  log pob/mL olurken 4 numaralı grupta  $5,52 \pm 0,41$  log pob/mL olmuştur (Tablo 1). Peynir örneklerinde ölçülen faj titresinde (Tablo 2) 0.günden 30.güne olan düşüşler 3 numaralı grup için önemli görülürken ( $P < 0,05$ ), 4 numaralı grupta önemli bulunmamıştır ( $P > 0,05$ ). 60.günde ise her iki grup için titrede artış görülmüş ancak 30.güne göre değerlendirildiğinde fark görülmemiştir ( $P > 0,05$ ). Fakat 90.günde 4 numaralı gruptaki azalış yine önemli bulunmazken ( $P > 0,05$ ), 3 numaralı grup için azalış 60.güne göre önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ).

Modi ve ark. (2001) yaptıkları çalışmada çiğ ve pastörize süttten Cheddar peyniri üretimi sırasında aldıkları peynir altı suyunda, ilk başta ölçülen faj titresine göre 6 saat sonunda titrede düşüş olduğunu tespit etmişlerdir. Çiğ süttten üretilen telemede faj titresinin azalması nedeniyle peynir kitlelerinde 24 saat sonrasında titrenin  $2,5 \times 10^5$  pob/g olduğunu araştırmacılar belirlese de 90 gün sonrasında titrenin  $3,5 \times 10^7$  pob/g değerine çıktığını gözlemişlerdir. Bu nedenle araştırmacılar faj aktivitesinin ilk başta azalmasına rağmen sonra arttığı şeklinde yorumlamışlardır. Çalışmamızda ise süte faj ilavesi ile peynir yapıldığında peynir altı suyuna faj partiküllerinin geçişi olduğu ve bu nedenle telemedeki faj titresinin azaldığı sonucu bu literatür ile paralellik gösterse de Modi ve ark. (2001)'nin bulguları bu çalışmada elde edilen bulgulardan yüksektir.

Fajların konakçıya tutunması ve ortamdaki inaktivasyonu hem fiziko-kimyasal koşullara hem de faj türüne bağlıdır. Faj inaktivasyonu, viral kapsit proteinlerinin ve nükleik asitlerinin parçalanması

nedeniyle oluşur. Fajların ortam içerisindeki taşınması ve yayılması sırasında inaktivasyon oranlarını etkileyen önemli etkenler sıcaklık, partiküler maddeye adsorpsiyon, bulunduğu ortamın mikrobiyal aktivitesi, metal oksitlerin varlığı, kalsiyum konsantrasyonu, pH ve ortamın nemidir (Gerba, 1984; Harvey ve Ryan, 2004; Schijven ve ark., 2016). Bu çalışmadaki peynir örneklerinde faj titresinin zamanla değişkenlik göstermesi bu ortam şartlarından faj partiküllerinin olumsuz etkilenmesine ve ortamda konakçısı ile karşılaşmayıp çoğalamamasına bağlanabilir. Yapılan bir çalışmada asit ve rennet olmak üzere iki farklı şekilde pıhtılaştırılarak üretilen lor peynirlerinde *Staphylococcus aureus* üzerinde fajın biyokontrolü için pastörize süte starter kültürü ile birlikte faj  $1,2 \times 10^4$  pob/mL düzeyinde ilave edildikten sonra pH ilerleyişi ile birlikte fajın titresinin durumu incelenmiştir. Asit ile pıhtılaştırılarak üretilen lor peynirlerinde faj titresini, 12 saatlik bir süre boyunca yaklaşık 2 log birimi azadığı belirlenmiştir. Bu azalışın özellikle, pH 6,19'dan 5,38'e düştüğü zaman 4-6 saat arasında daha keskin bir şekilde olduğu tespit edilmiştir. Bunun aksine, enzimatik lor üretimi sırasında faj titresinin sabit kaldığı gözlenmiştir (Garcia ve ark., 2007). Bir başka çalışmada ise *S.aureus* patojenine taze ve sert peynirlerde fajın etkisi araştırılmış ve çalışmada taze peynirlerde faj titresinin peynirin yapıldığı ilk 3 saatte artış gösterdiği, 6 saat boyunca stabil olarak kaldığı belirlenmiştir. Ancak daha sonra peynirdeki yüksek asitlikten dolayı faj titresinde azalış görülmüştür (Bueno ve ark., 2012). Bu çalışmalar, faj titresinin, peynirin gelişen asitliğinden olumsuz etkilendiğini göstermiştir.

Tablo 1 Peynir yapımı sırasındaki faj titreleri (log pob / mL örnek)  
Table 1 Phage titration during the cheese making (log pfu / mL)

Örnekler	Gruplar	
	3.Grup	4. Grup
Süt	5,86±0,98	5,36±1,03
Peyniraltı suyu	5,02±0,52	5,52±0,41

Tablo 2 Peynirlerde bulunan faj titresini (log pob/ g peynir)  
Table 2 Phage titres of the cheeses (log pfu / g)

Örnekler	Olgunlaşma Süreleri			
	0.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
3	5,85±1,74 <sup>Aa</sup>	4,70±0,34 <sup>Aab</sup>	5,04±0,55 <sup>Aab</sup>	3,58±2,62 <sup>Ab</sup>
4	4,96±2,14 <sup>Aa</sup>	4,58±0,64 <sup>Aa</sup>	4,86±0,50 <sup>Aa</sup>	4,34±0,42 <sup>Aa</sup>

3: Bakteriyofaj ilave edilen peynir, 4: *Salmonella* Typhi ve bakteriyofaj ilave edilen peynir. Büyük harfler peynir çeşitleri arasındaki farklılığı, küçük harfler ise peynir çeşitlerinin günler arasındaki farklılığı göstermektedir ( $P < 0,05$ ).

#### Peynir Örneklerinin Fiziko-kimyasal Analiz Sonuçları

Peynir örneklerinde olgunlaşma boyunca fiziko-kimyasal analizlerin sonuçları Tablo 3'de verilmiştir. Tablo 3'de görüldüğü üzere tüm peynir örneklerinde olgunlaşma boyunca asitlik 60,67- 68,33 °SH arasında, pH değerleri ise 4,64- 4,73 arasında değişmiştir. SH değerinin olgunlaşmanın 30. ve 60.günlerinde azaldığı, pH değerinin ise arttığı görülmektedir. Ancak bu değişimler önemli bulunmamıştır ( $P > 0,05$ ). Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin asitlik değerlerinde meydana gelen önemsiz değişiklikler proteolitik aktiviteye ve tuzda bulunan iyonların laktik asitle reaksiyona girmesi sonucuna bağlanabilir (Yetişmeyen, 1987). Laktozun parçalanma ürünleri ve tuz, pH'yi önemli ölçüde azaltır. Organik asitlerin birikimi ile

telemenin pH'sı 4,5 – 5,3 arasında değiştiği literatürde bildirilmiştir ve bu çalışmadaki peynir örneklerinin pH değerleri literatüre ve beyaz peynir standardına uymaktadır (Anonim, 1995; Tekinşen ve Tekinşen, 2005). Faj ile *Salmonella* spp. biyokontrolü için yapılmış bir çalışmada, çiğ ve pastörize süttten yapılan Cheddar peyniri örneklerinde 5 ve 10°C'lik sıcaklıklarda 5-8 aylık bir depolama sonunda pH örneklerinin 5,2 ile 5,4 aralığında değiştiği görülmüştür (Modi ve ark., 2001). Bu değerlerin Cheddar peyniri için uygun olduğu belirtilmiştir. Faj biyokontrolünün peynirler üzerinde uygulandığı bir başka çalışmada, hem peynir gruplarında pıhtılaşma sürecinin sonunda pH değerinin 6,6'dan 4,24- 4,25'e düştüğü ve depolama sırasında da hafif bir artış gözlemlendiği rapor edilmiştir (Bueno ve ark., 2012).

Tablo 3 Peynirlerde fiziko-kimyasal analiz sonuçları  
 Table 3 Physico-chemical analysis results of the cheeses

Analizler	Günler	Farklı Peynir Örnekleri			
		1	2	3	4
SH	0	67,33±4,61 <sup>Aa</sup>	64,33±4,04 <sup>Aa</sup>	67,33±7,02 <sup>Aa</sup>	65,33±2,52 <sup>Aa</sup>
	30	62±2,00 <sup>Aa</sup>	61±4,00 <sup>Aa</sup>	61,33±0,58 <sup>Aa</sup>	61,67±2,08 <sup>Aa</sup>
	60	62,67±3,06 <sup>Aa</sup>	61,67±4,16 <sup>Aa</sup>	63,33±2,89 <sup>Aa</sup>	60,67±4,04 <sup>Aa</sup>
	90	68,33±5,13 <sup>Aa</sup>	66,67±2,08 <sup>Aa</sup>	67,33±2,31 <sup>Aa</sup>	67,33±1,53 <sup>Aa</sup>
pH	0	4,65±0,06 <sup>Aa</sup>	4,663±0,04 <sup>Aa</sup>	4,7±0,08 <sup>Aa</sup>	4,643±0,02 <sup>Aa</sup>
	30	4,71±0,11 <sup>Aa</sup>	4,7±0,12 <sup>Aa</sup>	4,68±0,08 <sup>Aa</sup>	4,65±0,03 <sup>Aa</sup>
	60	4,67±0,102 <sup>Aa</sup>	4,72±0,09 <sup>Aa</sup>	4,70±0,07 <sup>Aa</sup>	4,73±0,06 <sup>Aa</sup>
	90	4,65±0,101 <sup>Aa</sup>	4,66±0,105 <sup>Aa</sup>	4,64±0,11 <sup>Aa</sup>	4,65±0,09 <sup>Aa</sup>
Kuru Madde (%)	0	50,85± 4,80 <sup>Aa</sup>	53,29±1,13 <sup>Aa</sup>	50,05±7,35 <sup>Aa</sup>	50,26±3,63 <sup>Aa</sup>
	30	42,31±2,33 <sup>Ab</sup>	43,25±3,11 <sup>Ab</sup>	43,95±0,70 <sup>Ab</sup>	43,14±2,53 <sup>Ab</sup>
	60	45,06±1,32 <sup>Ab</sup>	43,95±1,84 <sup>Ab</sup>	45,29±2,25 <sup>Ab</sup>	44,55±2,51 <sup>Ab</sup>
	90	43,92±1,342 <sup>Ab</sup>	45,07±2,47 <sup>Ab</sup>	45,18±1,53 <sup>Ab</sup>	44,57±1,48 <sup>Ab</sup>
Kuru Maddede Yağ (%)	0	48,33±2,16 <sup>Ab</sup>	47,10±3,70 <sup>Aa</sup>	50,72±3,70 <sup>Aa</sup>	49,65±2,97 <sup>Aa</sup>
	30	51,28±2,18 <sup>Ab</sup>	48,31±2,64 <sup>Aa</sup>	49,51±2,80 <sup>Aa</sup>	49,95±2,79 <sup>Aa</sup>
	60	48,64±1,17 <sup>ABab</sup>	47,39±1,91 <sup>Ba</sup>	49,25±2,06 <sup>ABa</sup>	50,10±3,64 <sup>Aa</sup>
	90	52,20±0,89 <sup>Aa</sup>	50,69±1,05 <sup>Aa</sup>	50,41±1,69 <sup>Aa</sup>	50,60±1,93 <sup>Aa</sup>
Tuz (%)	0	3,70±0,64 <sup>Ab</sup>	4,72±1,58 <sup>Aa</sup>	3,78±0,93 <sup>Ab</sup>	4,99±0,71 <sup>Aa</sup>
	30	5,42±0,80 <sup>Aa</sup>	5,81±0,88 <sup>Aa</sup>	5,34±1,06 <sup>Aa</sup>	5,57±1,102 <sup>Aa</sup>
	60	5,50±0,92 <sup>Aa</sup>	5,38±0,84 <sup>Aa</sup>	5,38±0,47 <sup>Aa</sup>	5,61±0,66 <sup>Aa</sup>
	90	5,61±0,87 <sup>Aa</sup>	5,73±0,57 <sup>Aa</sup>	5,42±0,62 <sup>Aa</sup>	5,61±0,29 <sup>Aa</sup>

1: Çiğ süten yapılan peynir, 2: *Salmonella*Typhi ilave edilen peynir, 3: Bakteriyofaj ilave edilen peynir, 4: *Salmonella*Typhi ve bakteriyofaj ilave edilen peynir. Büyük harfler peynir çeşitleri arasındaki farklılığı, küçük harfler ise peynir çeşitlerinin günler arasındaki farklılığı göstermektedir (P<0,05).

Bu çalışmada olgunlaşma süresince asitlik değerlerine bağlı peynirlerde kuru maddede değişim olduğu görülmüştür. Asitlik değerlerinin değişim gösterdiği olgunlaşmanın 30.gününde kuru madde değeri tüm peynir örneklerinde azalmıştır (P<0,05). Çalışmamızda peynirin asitliğinin azalması ile kuru maddede azalış tespit edilirken, tersi olduğunda da peynir örneklerinde kuru maddenin yükseldiği literatürde belirtilmiştir (Karaca, 2007). Salamurada olgunlaştırılarak tüketilen peynirlerin asitliğinin 4,70-4,80 pH olması gerektiği, yüksek pH değerinin peynirin tekstürünü bozduğu literatürde belirtilmiştir (Berg ve Exterkate, 1993). Bu çalışmadaki pH değerleri Berg ve Exterkate (1993)'in belirttiği değerlere olgunlaşma süresi boyunca uyumuş ve peynirin tekstüründe gözle görülen bir değişim olmamıştır.

Kuru maddede yağ değerleri ise Tablo 3'de görüldüğü üzere olgunlaşma süresince %47,10- %52,20 arasında değişmiştir. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nde olgunlaştırılmış peynirlerin kuru maddede yağ içeriklerine göre süt yağı %45'ten fazla olan peynirlerin tam yağlı olduğu belirtilmiştir (Anonim, 2015). Kuru maddede yağ değerleri açısından çalışmamızda üretilen peynirlerin olgunlaşma süresi boyunca bu kritere uyduğu ve tam yağlı peynir grubuna girdikleri belirlenmiştir. Tablo 3'de belirtilen genel ortalamalar göz önüne alındığında beyaz peynirlerde olgunlaşmanın 0.gününden sonraki günlerde tuz oranında artış olduğu görülmektedir. Peynir örneklerinden 1 ve 3 numaralı grubun örneklerinde 30.günde görülen tuz oranındaki artış sadece bu iki grupta önemli bulunmuş (P<0,05), diğer gruplarda önemli bulunmamıştır (P>0,05). Peynir örneklerinde kuru maddede tuz oranlarında olgunlaşmanın 0.gününden 30.gününe hızlı bir artış görülmüştür (P<0,05). Bu artış 60.günde durmuş ve 30.güne göre istatistiksel bir değişim görülmemiştir (P>0,05). Yapılan bir çalışmada, olgunlaştırılmış beyaz peynir üzerinde yapılan bazı tuz

değerlerinin %2,20–8,70 arasında değiştiği bildirilmiştir (Çelik ve Uysal, 2009). Üçüncü (2008) ise salamurada olgunlaştırılan peynirlerin tuz oranının %3-6 arasında değişebildiğini belirtmiştir. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne göre olgunlaştırılmış beyaz peynirde ise en çok %6,5 olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2015). Bu çalışmadaki peynir örneklerinin hem tuz hem kuru maddede tuz değerlerinin verilen literatürlere uyduğu görülmektedir.

Modi ve ark. (2001) tarafından yapılan çalışmada peynir örneklerinde bulunan yağ değerlerinin %29 ile 31 arasında, tuz değerlerinin ise %1,33-1,63 arasında değiştiği ve bu değerlerin Cheddar peynirleri için uygun olduğu rapor edilmiştir. Benzer bir başka çalışmada da hem kontrol hem de faj uygulanmış peynir örneklerinde kuru maddede yağ değerlerinin ortalama %45,91 civarında olduğu, kuru madde değerleri ve tuz değerleri 5. ve 8.günlerde birbirine yakın bulunduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar, peynir örneklerinin fiziko-kimyasal özelliklerinde faj uygulaması nedeniyle oluşan bir farklılık olmadığını belirtmişlerdir (Bueno ve ark., 2012). Bizim çalışmamızda da benzer şekilde, peynir örneklerinde fajın veya ilave edilen *S. Typhi*'nin tuz, kuru madde ve kuru maddede yağ açısından fark ettirici özelliği olmadığı belirlenmiştir.

#### *Peynir Örneklerinde Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları*

Peynir örneklerinde olgunlaşma boyunca yapılan mikrobiyolojik analizlerin sonuçları Tablo 4'de verilmiştir. Toplam aerobik mezofil bakteri (TAMB) sayısında 0.günden 30.günde tüm peynir örneklerinde azalış olduğu görülmektedir. 30.günden sonra sadece 90.günde 1 numaralı kontrol grubu peynir grubunda azalış önemli bulursa da gruplar arasında olgunlaşma süresi boyunca TAMB sayısında farklılık görülmemiştir. Literatürde de faj uygulanan peynirler ile

uygulanmayanlar arasında toplam canlı bakteri sayısı açısından fark ettirici bir özellikte olmadığı çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Modi ve ark., 2001; Guenther ve Loessner, 2011).

Olgunlaşmanın 30. ve 60.günlerindeki laktobasil sayısındaki azalışlar önemli bulunmuş (P<0,05), 90.gündeki azalış ise önemli bulunmamıştır (P>0,05). Laktokok sayısında ise olgunlaşmanın 30.gündeki azalış önemli bulunmuş (P<0,05), 60. ve 90.günlerdeki azalışlar ise önemli bulunmamıştır (P>0,05). Peynir örneklerinde Tablo 4’de görüldüğü üzere stafilokok sayısında 30.gündeki azalış önemli bulunmuş, 90.günde ise tüm gruplarda stafilokok değerleri tespit edilebilir değerin altına inmiştir (P<0,05). Koliform sayısında da olgunlaşma süresince 4.grup peynir örnekleri hariç diğer gruplarda önemli bir değişim görülmemiş (P>0,05), 4.gruptaki değişimler ise önemli bulunmuştur (P<0,05).

Olgunlaşmanın 0.gününde *S. Typhi* ilave edilen 2 numaralı peynir örneklerinde *Salmonella* spp. sayısı  $8,12 \pm 0,43$  log kob/g ile en yüksek değeri verirken kontrol grubu olan 1 numaralı grup  $7,2 \pm 0,023$  log kob/g ile en düşük değeri vermiştir (P>0,05). Ancak 90.günde en yüksek *Salmonella* spp. değeri *S. Typhi* ilave edilen 2 numaralı grup peynirlerde  $5,16 \pm 0,34$  log kob/g olarak belirlenmiş ve diğer 3 gruba göre farklı bulunmuştur (P<0,05). En düşük *Salmonella* spp. değeri ise hem faj hem *S. Typhi* ilave edilen 4 numaralı grup peynirlerde  $4,45 \pm 0,65$  log kob/g olarak belirlenmiş ve diğer 3 gruba göre farklı bulunmuştur (P<0,05). Kontrol grubu olan 1 numaralı grup ile sadece faj ilave edilen 3 numaralı grup arasındaki fark istatistiksel olarak aynı olduğu (P>0,05) ancak diğer 2 gruba göre farklı olduğu (P<0,05)

belirlenmiştir. Gıdanın fizikokimyasal özellikleri (sıcaklık, pH, aw vb.), koruyucu bileşenleri ve depolama koşulları ile uygulanan bakteriyofaj konsantrasyonunun yetersizliği gibi bakteriyofajların etkinliğini olumsuz yönde etkileyen durumlar kullanımlarını kısıtlamaktadır (Cooper, 2016). Fajın gıda sistemine uygulanan konsantrasyonunun önemi Guenther ve Loessner (2011) de yaptıkları çalışmada vurgulanmıştır. Carlton ve ark. (2005)’in çalışmasında da Muenster tipi peynirde yüksek oranda faj ilave edilen örneklere göre düşük oranda faj ilave edilen peynirlerde daha az patojen eliminasyonu sağlandığı görülmüştür. Bu durum uygulanan faj titresinin patojen biyokontrolünde önemli olduğunu göstermektedir. Fajlar ile biyokoruma sonucunun değerlendirilmesi, fajların yüksek spesifitesine ve ortam sıcaklığında ve nötr pH’da çalışabilme kabiliyetine bağlı olduğu bilinmektedir. Bir diğer deyişle ortamdaki aşırı sıcaklık ve fajların pH’ya duyarlılıkları ile konakçı hücrelerin suyun bulunduğu bir ortamda bulunan vejetatif hücreler şeklinde olup olmamasının faj ile çalışmanın sonucunu etkilediği Gill (2010) tarafından belirtilmiştir. Genel olarak, fajların enfekte edebilme yeteneklerinin pH 6,0 ve 8,0 arasında stabil olduğu belirtilmiştir (Feng ve ark., 2003; Sridhar, 2014). Bu literatürlere göre değerlendirme yapıldığında, peynir örneklerin olgunlaşma boyunca pH değerleri 4,64-4,73 değiştiği için peynir matriksi içinde fajın enfekte edebilme yeteneğinin azaldığı sonucuna varılmıştır. Leverentz ve ark. (2001), faj ile *Salmonella* biyokontrolünde uygulamanın verimliliğinin faj stabilitesine, bunun da ortamdaki pH’ya bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Tablo 4 Peynirlerde mikrobiyolojik analiz sonuçları  
Table 4 Microbiological analysis results of the cheeses

Analizler	Günler	Farklı Peynir Örnekleri			
		1	2	3	4
Salmonella spp. sayısı (logkob/g)	0	$7,2 \pm 0,023^{Aa}$	$8,12 \pm 0,43^{Aa}$	$7,42 \pm 0,45^{Aa}$	$7,6 \pm 0,45^{Aa}$
	30	$6,57 \pm 0,17^{Ab}$	$6,60 \pm 0,28^{Ab}$	$6,52 \pm 0,24^{Ab}$	$6,36 \pm 0,45^{Ab}$
	60	$5,33 \pm 0,24^{Ac}$	$5,63 \pm 0,04^{Ac}$	$5,38 \pm 0,14^{Ac}$	$5,15 \pm 0,43^{Ac}$
	90	$4,95 \pm 0,34^{ABc}$	$5,16 \pm 0,34^{Ac}$	$4,99 \pm 0,29^{ABc}$	$4,45 \pm 0,65^{Bc}$
TAMB (logkob/g)	0	$8,78 \pm 0,16^{Aa}$	$8,89 \pm 0,12^{Aa}$	$8,86 \pm 0,19^{Aa}$	$8,74 \pm 0,11^{Aa}$
	30	$8,15 \pm 0,46^{Ab}$	$8,03 \pm 0,27^{Ab}$	$7,83 \pm 0,20^{Ab}$	$7,72 \pm 0,36^{Ab}$
	60	$7,64 \pm 0,35^{Ab}$	$7,84 \pm 0,40^{Ab}$	$7,63 \pm 0,43^{Ab}$	$7,83 \pm 0,36^{Ab}$
	90	$7,56 \pm 0,27^{Ac}$	$7,84 \pm 0,32^{Ab}$	$7,60 \pm 0,15^{Ab}$	$7,70 \pm 0,25^{Ab}$
Laktobasil sayısı (logkob/g)	0	$7,38 \pm 1,16^{Aa}$	$7,25 \pm 1,28^{Aa}$	$7,17 \pm 1,40^{Aa}$	$7,07 \pm 1,45^{Aa}$
	30	$6,66 \pm 0,21^{Aab}$	$6,34 \pm 0,36^{Aab}$	$6,38 \pm 0,19^{Aab}$	$6,24 \pm 0,38^{Aab}$
	60	$5,83 \pm 0,37^{Ab}$	$5,80 \pm 0,46^{Ab}$	$5,80 \pm 0,58^{Ab}$	$5,75 \pm 0,64^{Ab}$
	90	$5,88 \pm 0,32^{Ab}$	$5,59 \pm 0,61^{Ab}$	$5,80 \pm 0,51^{Ab}$	$5,79 \pm 0,64^{Ab}$
Laktokok sayısı (logkob/g)	0	$8,41 \pm 0,52^{Aa}$	$8,70 \pm 0,02^{Aa}$	$8,72 \pm 0,10^{Aa}$	$8,55 \pm 0,09^{Ab}$
	30	$6,92 \pm 0,75^{Ab}$	$6,93 \pm 0,88^{Ab}$	$6,96 \pm 0,81^{Ab}$	$6,92 \pm 0,71^{Ab}$
	60	$6,19 \pm 0,34^{Ab}$	$6,32 \pm 0,33^{Ab}$	$6,33 \pm 0,26^{Ab}$	$6,24 \pm 0,48^{Ab}$
	90	$6,26 \pm 0,24^{Ab}$	$6,16 \pm 0,212^{Ab}$	$6,27 \pm 0,28^{Ab}$	$6,27 \pm 0,37^{Ab}$
Stafilokok sayısı (logkob/g)	0	$4,52 \pm 0,15^{Aa}$	$4,60 \pm 0,095^{Aa}$	$4,4 \pm 0,32^{Aa}$	$4,29 \pm 0,23^{Aa}$
	30	$3,15 \pm 0,28^{Ab}$	$3,25 \pm 0,502^{Aab}$	$3,10 \pm 0,54^{Ab}$	$3,20 \pm 0,19^{Ab}$
	60	$1,53 \pm 1,97^{Ab}$	$2,01 \pm 1,62^{Ab}$	$1,93 \pm 1,51^{Ab}$	$1,42 \pm 1,57^{Ab}$
	90	$<10^{Ac}$	$<10^{Ac}$	$<10^{Ac}$	$<10^{Ac}$
Koliform grubu bakteri sayımı (logkob/g)	0	$6,38 \pm 0,41^{Aa}$	$6,28 \pm 0,32^{Aa}$	$6,29 \pm 0,27^{Aa}$	$6,33 \pm 0,51^{Aa}$
	30	$6,16 \pm 0,37^{Aa}$	$6,17 \pm 0,43^{Aa}$	$6,22 \pm 0,396^{Aa}$	$6,18 \pm 0,18^{Aa}$
	60	$5,88 \pm 0,31^{Aa}$	$5,81 \pm 0,35^{Aa}$	$5,92 \pm 0,301^{Aa}$	$5,66 \pm 0,59^{Ab}$
	90	$5,93 \pm 0,15^{Aa}$	$5,84 \pm 0,28^{Aa}$	$5,92 \pm 0,31^{Aa}$	$5,95 \pm 0,25^{Aab}$

1: Çiğ süttten yapılan peynir, 2: *Salmonella*Typhi ilave edilen peynir, 3: Bakteriyofaj ilave edilen peynir, 4: *Salmonella*Typhi ve bakteriyofaj ilave edilen peynir. Büyük harfler peynir çeşitleri arasındaki farklılığı, küçük harfler ise peynir çeşitlerinin günler arasındaki farklılığı göstermektedir (P<0,05).

Peynirlere ilave edilen bakteriyofajın *Salmonella* spp. varlığını engelleyici özelliği açısından Tablo 4'deki veriler değerlendirildiğinde; fajın istenilen etkisinin 90.günde sadece *S. Typhi* ilave edilen 2 numaralı gruba göre hem faj hem de *S.Typhi* ilave edilen 4 numaralı grupta 0,71 logaritmik bir azalışın olduğu görülmüş ve bu önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Fajlar konakçılara spesifikler ve ancak ortamda spesifik olduğu konakçı eşliğinde çoğalabilirler (Hudson ve ark., 2010). Bueno ve ark. (2012)'nin çalışmasında belirttiğine göre çalışmada kullandıkları fajın yüksek özgünlükleri nedeniyle, fajların başlangıç sayıları ile olgunlaşma sürecinde fark görülmemiştir. Çalışmamızda 3 numaralı (*S. Typhi* ilave edilmeyen) peynir denemesinde çiğ süttten gelen *Salmonella* spp.'ya fajın azaltıcı etkisi belirlenmemiştir ( $P>0,05$ ). Bu durum, faj preparatının peynirde daha düşük titrede bulunmasına (Tablo 2) ve ülkemizdeki *Salmonella* türlerinin hepsine aynı spesifikasyonu göstermemiş olmasına bağlanmıştır.

Leverentz ve ark. (2004)'nın yaptığı bir araştırma sonucunda faj etkinliğinin, gıdaya uygulanma titresine, gıdanın kimyasal kompozisyonuna ve kendine özgü matriksi gibi durumlara bağlı olduğu ve sonucu bu durumların direkt olarak etkilediği belirtilmektedir. Schijven ve ark (2016) yaptıkları çalışmada, sodyum konsantrasyonu arttıkça faj inaktivasyonunun arttığını belirlemişlerdir. Bu çalışmada peynir örneklerinde tuz konsantrasyonu olgunlaşma boyunca %3,70- %5,81 arasında değişiklik göstermiş ve ortamdaki bu tuz oranı nedeniyle faj aktivitesi olumsuz etkilenmiştir. Gıdanın yapısındaki çözünür proteinler, amino asitler ve şekerler gibi bileşenler, fajın etkinliği açısından önemlidir (Lillford ve Hord, 2002). Gill ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmaya göre süt proteinlerinin hücre yüzeyine faj adsorbsiyonunu engelleyici etkisi olduğu görülmüştür. Çiğ süttten yapılan peynire göre pastörize süttten yapılan peynirlerde daha yüksek *Salmonella* spp. redüksiyonu yapılan çalışmalarda izlenmiştir. Araştırmacılar bu durumu ısı işlem nedeniyle pastörize süttteki proteinlerin denatüre olmasına ve bu nedenle koagülasyonun sertliğinin azalmasına, bununla birlikte peynir altı suyunun drenajı azaldığı için telemede oluşan yapı farklılığı nedeniyle fajın daha aktif olabilmesine bağlamışlardır (Johnson ve ark., 1990; Modi ve ark., 2001).

## Sonuç

Bu çalışmada peynir örneklerinde olgunlaşma süresi boyunca istenilen yüksek patojen redüksiyonu gözlenmemiştir. Bu patojen redüksiyonunun düşük olmasında bazı nedenler bulunmaktadır. Peynire ilave edilen faj titresini, *Salmonella* spp. sayısının azalması için yeterli olmamıştır. Peynir matriksinde bulunan ve konakçıya fajın adsorbe olmasını engelleyen bazı bileşenler ve fajın peynir matriksi içerisindeki spesifik olduğu konakçı hücre ile karşılaşmaması, peynirin asitliliği ve ortamdaki tuzun faj aktivitesini olumsuz etkilemesi düşük patojen redüksiyonu nedenler arasındadır. Çalışmada kullanılan faj preparatındaki fajın da ülkemizdeki *Salmonella*'nın bütün türlerine yüksek bir spesifikasyon göstermemesi de sonuçları etkilemiştir. Bu nedenle de yapılan denemelerde istenilen oranda bir patojen redüksiyonu gözlenmemiştir. Sonuç olarak; faj ile

gıdalarda patojenlerin kontrolü üzerinde yapılacak ilerleyen çalışmalarda, çiğ süttten yapılan ve salamurada olgunlaştırılarak tüketilen peynirlerdeki kullanımı ile ilgili faktörler daha iyi tanımlanmalı ve faj uygulaması bu faktörler göz önüne alınarak peynirlerde uygulanmalıdır. Özellikle kullanılan faj preparatının ülke koşullarında elde edilmesi gerekmektedir. Ayrıca fajın titresini, konsantrasyonu ile peynire fajın uygulanma şekli ve katım aşaması hakkında daha fazla çalışma yapılması uygulamanın verimliliğini artırıcı yönde etki etmesi açısından gelecekteki çalışmalara öncülük edecektir.

## Teşekkür

Bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (4862- YL1- 17) tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Anonim. 1978. Peynirde Yağ Miktarı Tayini (Van Gulik Metodu). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. Erişim: <https://intweb.tse.org.tr>, Erişim Tarihi: 30.01.2018.
- Anonim. 1999. MIDI Manual. Newark, DE, 19713, USA.
- Anonim. 1995. Türk Standartları Enstitüsü, Beyaz Peynir Standardı, TS 591, Ankara. Erişim: <https://intweb.tse.org.tr>, Erişim Tarihi: 30.01.2018.
- Anonim. 2015. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği, Resmî Gazete, 8 Şubat 2015, Sayı:29261, No:2015/16.Erişim: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/02/20150208-16.htm>, Erişim Tarihi: 30.01.2018.
- Berg G, Exterkate FA. 1993. Technological Parameters Involved in Cheese Ripening. Int. Dairy J., 3(4-6): 485-507.
- Bradley RL, Arnold E, Barbano DM, Semerad RG, Smith DE, Vines BK. 1992. Chemical and physical methods. In: Marshall T (ed). Standart methods for the examination of dairy products American Public Health Association. pp. 433-531.
- Bueno E, García P, Martínez B, Rodríguez A. 2012. Phage inactivation of *Staphylococcus aureus* in fresh and hard-type cheeses. Int. J. Food Mic., 158: 23–27.
- Carlton RM, Noordman WH, Biswas B, de Meester ED, Loessne MJ. 2005. Bacteriophage P100 for control of *Listeria monocytogenes* in foods: Genome sequence, bioinformatic analyses, oral toxicity study, and application. Regul. Toxic. Phar., 43: 301–312.
- Cooper IA. 2016. A review of current methods using bacteriophages in live animals, food and animal products intended for human consumption. Journal of Microbiological Methods, 130: 38-47.
- Çelik Ş, Uysal Ş. 2009. Beyaz Peynirin Bileşim, Kalite, Mikroflora ve Olgunlaşması. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Der., 40 (1): 141-151.
- Feng YY, Ong SL, Hu JY, Tan XL, Ng WJ. 2003. Effects of pH and temperature on the survival of coliphages MS2 and Q beta. The J. Ind. Mic. Bio. 30: 549-552.
- Garcia P, Madera C, Martinez B, Rodriguez A. 2007. Biocontrol of *Staphylococcus aureus* in curd manufacturing processes using bacteriophages. Int. Dairy J., 17: 1232-1239.
- Gerba CP. 1984. Applied and theoretical aspects of virus adsorption onto surface. Adv. Appl. Microbiol., 30: 133-168.
- Gill JJ. 2010. Practical and theoretical considerations for the use of bacteriophages in food systems. In: Sabour PM, Griffiths MW (eds). Bacteriophage in the Control of Food- and Waterborne Pathogens, ASM Press, pp. 217-235.
- Gill JJ, Sabour PM, Leslie KE, Griffiths MW. 2006. Bovine whey proteins inhibit the interaction of *Staphylococcus aureus* and bacteriophage K. J. App. Mic., 01: 377–386.

- Goode D, Allen VM, Barrow PA. 2003. Reduction of experimental *Salmonella* and *Campylobacter* contamination of chicken skin by application of lytic bacteriophages. Appl. Envir. Mic., 69: 5032–5036.
- Grant A, Hashem H, Parveen S. 2015. *Salmonella* and *Campylobacter*: Antimicrobial resistance and bacteriophage control in poultry. Food Microbiology, 53: 104-109.
- Guenther S, Loessner MJ. 2011. Bacteriophage biocontrol of *Listeria monocytogenes* on soft ripened white mold and red-smear cheeses. Bacteriophage, 1(2): 94-100.
- Halkman AK (Ed.). 2005. Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Başak Matbaacılık, 358s,
- Harvey RW, Ryan JN. 2004. Use of PRD1 bacteriophage in groundwater viral transport, inactivation, and attachment studies. Mic. Ecol., 49: 3-16.
- Hayaloğlu AA, Güven M, Fox PF. 2002. Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White Cheese 'Beyaz Peynir'. Int. Dairy J., 12: 635-648.
- Hudson JA, McIntyre L, Billington C. 2010. Application of bacteriophages to control pathogenic and spoilage bacteria in food processing and distribution. In: Sabour PM, Griffiths MW (eds). Bacteriophage in the Control of Food- and Waterborne Pathogens, ASM Press. pp. 119-135.
- IDF. 1987. Determination of Total Solids Content. IDF standard 21B. Brussels, Belgium: International Dairy. Erişim: [https://books.google.com.tr/books/about/International\\_IDF\\_Standard\\_21B\\_1987.html?id=KFLKYgEACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.tr/books/about/International_IDF_Standard_21B_1987.html?id=KFLKYgEACAAJ&redir_esc=y), Erişim Tarihi: 30.01.2018.
- Johnson EA, Nelson JH, Johnson M. 1990. Microbiological safety of cheese made from heat-treated milk, part I. Executive summary, introduction and history. J. Food Prot., 53: 441–452.
- Kalkan S, Ünal E, Erginkaya Z. 2010. Biocontrol of some foodborne pathogenic bacteria by bacteriophage. 1. International Congress on Food Technology. Antalya, 03-06 Kasım. pp. 311.
- Karaca OB. 2007. Mikrobiyel Kaynaklı Proteolitik ve Lipolitik Enzim Kullanımının Beyaz Peynirlerin Özellikleri ve Olgunlaşmaları Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Adana.
- Kasımoğlu A, Göncüoğlu M, Akgün S. 2004. Probiotic White Cheese With *Lactobacillus Acidophilus*, Int. Dairy J., 14: 1067-1073.
- Leverentz B, Conway WS, Alavidze Z, Janisiewicz WJ, Fuchs Y, Camp MJ, Chighladze E, Sulakvelidze A. 2001. Examination of bacteriophage as a biocontrol method for *Salmonella* on fresh-cut fruit: a model study. J. Food Prot., 64: 1116–1121.
- Leverentz B, Conway WS, Janisiewicz WJ, Camp MJ. 2004. Optimizing concentration and timing of a phage spray application to reduce *Listeria monocytogenes* on honeydew melon tissue. J. Food Prot., 67: 1682-1686.
- Lillford PJ, Holt CB. 2002. In vitro uses of biological cryoprotectants. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biol. Sci., 357: 945-951.
- Modi R, Hirvi Y, Hill A, Griffiths MW. 2001. Effect of phage on survival of *Salmonella enteritidis* during manufacture and storage of Cheddar cheese made from raw and pasteurized milk. J. Food Prot., 64: 927–933.
- Öner Z. 1986. Peynir ve Peyniraltı Suyunda Bulunan Laktik Streptokokların Özgül Fajlarını Aranması ve Konakçıları Belli Bazı Laktik Fajlara Karşı Özgüllüklerinin Saptanması. Ankara Üniv. Zir. Fak., Doktora Tezi. Ankara.
- Özbaş ZY. 1991. Acidophilus'lu Yoğurt Üretim Teknikleri. Hacettepe Üniv. Fen Bil. Enst., Doktora Tezi. Ankara.
- Raghu HV, Manju G, Manjunatha BM, Mishra S, Sawale P. 2012. Beneficial Face of Bacteriophages: Applications in Food Processing. Int. J., 67: 579 – 664.
- Schijven JF, Sadeghi G, Hassanizadeh SM. 2016. Long-term inactivation of bacteriophage PRD1 as a function of temperature, pH, sodium and calcium concentration. Water Res., 103: 66-73.
- Seçkin AK, Baladura E. 2010. Gıdaların Muhafazasında Bakteriyosin ve Bakteriyofaj Uygulamaları. Celal Bayar Üniv. Gıda, 35 (6): 461-467.
- Sridhar H. 2014. Physico-chemical characterization of *Salmonella* Phages. Diversity and distribution of *Salmonella* specific phages in Tamil Nadu and their phage therapy efficiency. PhD Thesis, Manonmaniam Sundaranar Univ. India.
- Tekinşen OC, Tekinşen KK. 2005. Süt ve süt ürünleri: Temel bilgiler teknoloji kalite kontrolü. Selçuk Üniv. Basımevi.
- Üçüncü M. 2008. A' dan Z' ye Peynir Teknolojisi (I. ve II. Cilt), Meta Basım Matbaacılık.
- Wehr HM, Frank JF. 2004. Standard Methods for the Examination of Dairy Products. Apha Press.
- Weimer PJ. 2001. Microbiology of the dairy animal. In: Marth EH, Steele JL (Eds). Applied Dairy Microbiology, Marcel Dekker Inc., USA. pp. 1-59.
- Yetişmeyen A. 1987. Ultrafiltre Sütten Beyaz Peynir Üretiminin Araştırılması. Gıda, 12(1): 13-17.