

## Erzurum Çevresindeki Peynir İşletmelerinde Kullanılan Peynir Mayalarının Mikrobiyolojik, Duyusal ve Teknolojik Özellikleri

Ayşin Cantürk , Songül Çakmakçı  ✉

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum

Geliş Tarihi (Received): 22.02.2018, Kabul Tarihi (Accepted): 14.02.2019

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [cakmakci@atauni.edu.tr](mailto:cakmakci@atauni.edu.tr) (S. Çakmakçı)

☎ 0 442 231 24 91 📠 0 442 231 58 78

### ÖZ

Peynir kalitesine büyük etkisi olan peynir mayaları ile ilgili olarak bu araştırmada, ülkemizin peynir üretim potansiyelinde önemli bir yeri olan Erzurum ve çevresinde peynir üretimi yapan süt işletmelerinde kullanılan peynir mayalarının mevcut mikrobiyolojik, duysal, bileşim ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Erzurum ve çevresindeki süt işletmelerinden temin edilen 20 adet peynir mayası örneğinde, toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), koliform bakteri, maya ve küf sayıları tespit edilmiş; *Staphylococcus aureus*, anaerobik spor oluşturan bakteri ve *Salmonella* aranmıştır. Peynir mayası örneklerinde pH, % asitlik, % tuz ve maya kuvveti tespit edilmiş, duysal özellikler incelenmiştir. Araştırma sonuçları değerlendirildiğinde; peynir mayası örneklerinin çoğunun Türk Peynir Mayası Standardı'na (TS 3844) mikrobiyolojik, duysal ve teknolojik özellikler açısından uymadığı, ticari mayaların etiketleri üzerinde belirtilen maya kuvvetleri ile bu araştırmada elde edilen sonuçlar arasında farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Peynir mayalarının peynir üretimi ve kalitesini etkileyen en önemli unsurlardan biri olması nedeniyle, üretim, muhafaza, kullanım ve denetimde tüm özelliklerinin dikkate alınması gerektiği ve bu konuda çalışmaların artırılması gerektiği ortaya çıkmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Peynir mayası, Rennet, Maya kuvveti, Mikrobiyolojik kalite, Duyusal özellikler

### Microbiological, Sensorial and Technological Characteristics of Rennet Used in Cheese Production Facilities around Erzurum City in Turkey

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the microbiological, sensory, composition and technological properties of rennet samples used in dairy facilities in and around Erzurum city, which have an important role in the cheese production potential of Turkey. In 20 rennet samples obtained from dairy facilities, total aerobic mesophilic bacteria (TAMB), coliform bacteria, yeast and mold counts were determined as well as *Staphylococcus aureus*, anaerobic spore forming bacteria and *Salmonella*. pH, % acidity, % salt and milk clotting activity were determined in cheese rennet samples, and their sensory properties were investigated. There were differences among the results of the rennet clotting activity indicated on the labels of commercial rennet while most of the rennet samples did not comply with the TS 3844 Turkish Rennet Standard in terms of their microbiological, sensory and technological properties. Since rennet is one of the most important factors affecting cheese production and quality, it has emerged that all the characteristics of production, preservation, use and supervision should be taken into consideration and studies on this subject should be increased.

**Keywords:** Rennet, Milk coagulants, Clotting activity, Microbiology, Sensorial properties

## GİRİŞ

Sütün pıhtılaştırılması, peynir üretiminde en temel aşamadır. Peynirlerin büyük çoğunluğu, binlerce yıldır, geviş getiren hayvanların süt emme döneminde bulunan yavrularının şirdenlerinden (abomasum) elde edilen ve yüksek oranda rennin (kimozi) enzimi içeren "peynir mayası" ile pıhtılaştırılarak üretilmektedir [1, 2]. Kimozin (EC, 3.4.23.4) süt proteini  $\kappa$ -kazeini fenilalanin (105) - metionin (106) (Phe-Met) aminoasit bağından koparmak için spesifik olup aşırı bir proteoliz oluşturmadan proteinle peptitler arasında dengeyi sağlamakta ve peynirin acılaştırmasını önlemektedir [1, 3, 4]. Kimozin pepsine göre daha yüksek pıhtılaştırma aktivitesine sahip olup, bu özellik peynir üretiminde istenmektedir [2]. Günümüzde peynirler, rennetle pıhtılaştırılan (en çok kullanılan), asitle pıhtılaştırılan (izoelektrik nokta) ve ısı işlem + asit kombinasyonu ile pıhtılaştırılan (çok küçük bir grup) olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır [5, 6]. Ancak, Civil peynir asit, peynir mayası ve ısı işlemin birlikte kullanıldığı bir peynir çeşidi olduğundan dördüncü bir grup olarak eklenebilir [7, 8].

Uygulamada en yaygın kullanılan hayvansal kaynaklı enzim preparatı buzağı rennetidir. Bu nedenle "standart" kabul edilir ve diğer enzimlerle karşılaştırılır [9]. Rennet, hayvanın kesildiği yaşa, beslenme şekline ve kaynağına (buzağı veya sığır) bağlı olarak farklı oranlarda kimozi ve pepsin içermektedir. Ticari ürünlerde kimozi yaklaşık olarak %50-%95 arasında değişir [10]. Rennetteki kimozi pepsine oranı, teknolojik ve proteolitik özelliklerini etkilemektedir. Bu bakımdan peynir üreticileri, teknolojik ve ekonomik nedenlerle, sadece sütü pıhtılaştırma aktivitesini değil, aynı zamanda rennetin enzimatik bileşimini de bilmelidir [11].

Dünyada peynir üretimi ve tüketimi giderek artış gösterirken buzağı renneti temininin giderek azalması [12], araştırmacıları mikrobiyal, rekombinant ve bitkisel kaynaklı enzimler de dahil olmak üzere, peynir üretiminde buzağı rennetinin yerine geçecek, tatmin edici sonuçlar veren süt pıhtılaştırıcı enzimlerin keşfedilmesine yöneltmiştir [2, 10]. Ancak, proteolitik aktivitelerinin pıhtılaştırma aktivitelerine oranla çok daha fazla olması, bitkisel kaynaklı pıhtılaştırıcı enzimlerin kullanımını sınırlamaktadır. Proteolitik aktivitenin yüksek olması, randımanda düşüş, pıhtı niteliklerinde bozulma ve acı tat oluşumu gibi kusurlara neden olmaktadır [13].

Eskiden, pıhtılaştırıcı enzimler, temizlenmiş ve kurutulmuş şirdenlerin peyniraltı suyunda ekstraksiyonu ile elde edilmiştir. Kurutulmuş şirdenler günümüzde de mevcuttur ve neredeyse sadece ustalık gerektiren peynirlerde kullanılmaktadır [14]. Örneğin, Şavaklar tarafından yapılan Erzincan Tulum peyniri üretiminde; temizlenmiş genç buzağuların şirdenleri gölge ve kuru havada kurutulduktan sonra ince dilimler halinde doğranmakta, NaCl içeren peynir altı suyunda 1-2 hafta süreyle ara ara karıştırılarak rennetin ekstraksiyonu sağlanmaktadır [15, 16].

Buzağı kesiminin azalmasına bağlı olarak doğal rennet üretiminde sıkıntı yaşanırken, rekombinant kimozi üretimindeki gelişmeler ve Amerikan Gıda ve İlaç İdaresi

FDA'nın 1997'de GRAS (Generally Recognized as Safe-Genellikle Güvenli Kabul Edilen Katkılar) bileşen olarak kullanımına izin vermesi, ihtiyacın karşılanmasına katkı sağlamıştır. Günümüzde dünya peynir üretiminde %50'den fazla rekombinant kimozi kullanılmaktadır. Bu oran ABD ve Britanya'da %90 oranına ulaşmaktadır [17]. Buzağı rennetinin süt pıhtılaştırma aktivitesinin %5-50'si pepsinden kaynaklanabilirken, mikrobiyal rekombinant kimozi preparatları pepsin içermez. Bu nedenle bu iki enzimle yapılan peynirlerin proteolizlerinde küçük farklılıklar gözlenir [18].

Peynir mayasının özellikleri, peynir kalitesini için önemlidir. Örneğin, kullanılan peynir mayasının pıhtılaştırma kuvveti (enzim aktivitesi, enzim kompozisyonu), ambalaj ve depolamadaki hatalar maya kuvvetini değiştirmektedir [19]. Pıhtılaştırma gücü, peynir mayasının teknolojik özelliğini, dolayısıyla pıhtının sertliği ve yumuşaklığını etkilemektedir [20, 21]. Bu araştırmada, ülkemizin peynir üretim potansiyelinde önemli yeri olan Erzurum ve çevresinde, peynir üreten süt işletmelerinde kullanılan peynir mayalarının mevcut mikrobiyolojik, duyuşal, bileşim ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi; peynir kalitesi ile ilişkisi açıklanmaya çalışılmıştır. Böylece, peynir mayasının kaynağı, enzim içeriği/çeşidi, üretim süreci, saklama şartları ve kullanımının peynir kalitesi ile ilgili problemlerde öncelikle akla getirilmesine/önemine dikkat çekmek amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Araştırmada kullanılan 20 adet sıvı peynir mayası örneği (rennet) Erzurum ve çevresinde faaliyet gösteren, peynir üreten süt işletmelerinden temin edilmiştir. Örnekler 100 mL'lik steril kahverengi cam şişelere alınmış, alüminyum folyo ile kaplanmış ve en kısa sürede laboratuvara getirilip 4°C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir. Öncelikle mikrobiyolojik analizler tamamlanmış, bunu duyuşal ve diğer analizler takip etmiştir.

### Yöntem

Peynir mayası örneklerinde bazı mikrobiyolojik ve teknolojik analizler ile duyuşal değerlendirme yapılmış, maya kuvveti belirlenmiştir. Mikrobiyolojik analiz olarak; toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayısı Plate Count agar (PCA-Merck) (30-32°C'de 48 saat) [22, 23], koliform grubu bakteri sayısı Violet Red Bile agar (VRBA-Merck) (37±1°C'de 48 saat) [22, 24], maya ve küf sayıları Potato Dextrose Agar (PDA-Merck) %10'luk steril tartarik asit çözeltisi ile pH'sı ayarlanarak (pH 3,5±0,1) (20-25°C'de 5-7 gün) [22, 25], *S. aureus* sayısı Baird Parker Agar (BPA-Merck) (35-37°C'de 24 saat) [26], anaerob spor oluşturan bakteri sayısı Sulfite Polymyxin Sulfadiazine (SPS) Agar (30°C'de 72 saat) [27] kullanılarak belirlenmiştir. Salmonella spp'nin geleneksel kültür yöntemiyle izolasyonunda ISO 6579 (The International Organization for Standardisation) ve FDA tarafından belirlenen yöntem uygulanmıştır

(Anonim, 2007). 9 ml rennet örneğinde, selektif olmayan besiyerinde (90 ml steril tamponlanmış peptonlu su) ön zenginleştirme (37°C'de 24 saat inkübasyon), Rappaport Vassiliadis Buyyon (RVB) ve Selenite Cystine Broth Base ile selektif zenginleştirme ve Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) Agar ile XLT4 Agar selektif besiyerlerine çizme yöntemiyle ekim yapılarak (petriler 37°C'de 24-48 saatlik inkübasyon) tipik *Salmonella* spp kolonileri aranmıştır [28]. Sayım sonuçları, ilgili dilüsyon faktörü dikkate alınarak log kob/mL cinsinden ifade edilmiştir.

Titrasyon asitliği (% laktik asit cinsinden) Kurt ve ark. [29]'nin verdiği yöntem, tuz miktarı TS 3844 [30]'e göre ve Kurt ve ark. [29]'nin verdiği yöntemle göre, pH birleşik elektrotlu dijital pH metre (SevenCompactTM pH/lon S220 marka) ile tespit edilmiştir [31]. Maya kuvveti TS 3844 [30]'e göre, 1 birim (1 mL) peynir mayasının sabit şartlarda pıhtılaştırdığı sütün hacmine (mL) oranı hesaplanarak belirlenmiştir.

Peynir mayası örneklerinin duyuşsal özellikleri (renk, görünüş, koku) TS 3844 [30] Peynir Mayası Standardı'na göre yapılmıştır. Ayrıca, örneklerde gözlenen ve bundan sonra yapılacak ayrıntılı, objektif analizlere katkı amacıyla diğer bir duyuşsal değerlendirme yapılmış olup içerikte verilmiştir.

Peynir mayası örneklerinde yapılan analizler sonucunda elde edilen verilere ait standart sapmalar, SPSS 20.0 programı kullanılarak elde edilmiştir.

## ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Rennet ile sütün pıhtılaşması, peynir yapımında en önemli safha olup, üretilen peynirin özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Peynirin lezzeti ve tekstürü, olgunlaşma sırasında ortaya çıkan kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik olayların bir sonucudur [32, 33]. Peynir mayası örneklerine ait bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 1'de toplu olarak verilmiştir.

Peynir Mayası Standardı'nda [30], peynir mayasında en fazla  $10^3$  kob/mL TAMB bulunmasına izin verilmektedir. Tablo 1'de de görüldüğü gibi, 20 adet peynir mayası örneğinden 10 adedinin TAMB sayısının  $>10^3$  kob/mL olduğu ve TS 3844 [30]'e uygunluk göstermediği tespit edilmiştir. Benzer şekilde Çakmakçı ve Boroğlu [19], Türkiye genelinde faaliyet gösteren süt işletmelerinden aldıkları 25 adet ticari sıvı peynir mayası örneğinin 5 adedinde  $>10^3$  kob/mL düzeyinde TAMB tespit etmişlerdir. Tekinşen ve ark. [34], inceledikleri 20 adet sıvı şirden mayasına ait TAMB sayısının  $10^3$  kob/mL'den fazla olmadığını tespit etmiştir. Gürses ve Çakmakçı [14], Erzincan Tulum (Şavak) peyniri üreten Şavakların yaptıkları ev tipi sıvı peynir mayası örneklerinin TAMB sayısının  $1.9 \times 10^6$ -  $9.0 \times 10^6$  arasında değiştiğini ve bu değerlerin TS 3844'e uygunluk göstermediğini tespit etmişlerdir. Bunun nedenleri olarak, kullanılan kuru şirdenlerin kalitesi, uygunsuz üretim (Şavak peyniri üreten üreticilerin yaptıkları ev tipi sıvı peynir mayası için), kullanım ve muhafaza koşullarının kontaminasyona neden olduğunu göstermektedir.

Tablo 1. Peynir mayası örneklerinde yapılan bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/mL)

Örnek No	Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri	Koliform	Maya-Küf	<i>S. aureus</i>	Anaerobik Spor Oluşturan Bakteri	<i>Salmonella</i> (var-yok/25 mL)
1	<1	<1	<1	<1	<1	yok
2	2.67±0.52	<1	<1	<1	<1	yok
3	<1	<1	<1	<1	<1	yok
4	2.24±0.34	<1	2.15±0.21	<1	<1	yok
5	4.77±0.01	<1	1.24±0.34	<1	<1	yok
6	4.14±0.08	<1	<1	<1	<1	yok
7	3.84±0.08	<1	<1	<1	<1	yok
8	<1	<1	<1	<1	<1	yok
9	<1	<1	<1	<1	<1	yok
10	<1	<1	<1	2.69±0.30	<1	yok
11	7.14±0.13	<1	5.36±0.06	<1	<1	yok
12	7.13±0.03	2.72±0.17	5.45±0.09	<1	<1	yok
13	2.48±0.01	<1	1.82±0.05	<1	<1	yok
14	3.14±0.08	<1	<1	<1	<1	yok
15	3.78±0.01	<1	<1	<1	<1	yok
16	<1	<1	<1	<1	<1	yok
17	4.11±0.10	<1	3.17±0.02	<1	<1	yok
18	<1	<1	1.48±0.01	4.91±0.03	<1	yok
19	4.57±0.01	<1	2.18±0.25	<1	<1	yok
20	<1	<1	<1	<1	<1	yok
En düşük	<1	<1	<1	<1	<1	yok
En yüksek	7.14±0.13	2.72±0.17	5.45±0.09	<1	<1	yok

Peynir Mayası Standardı'na [30] göre, peynir mayasında bulunmasına izin verilmeyen mikroorganizmalardan biri olan koliform grubu bakteriye sadece 12 numaralı örnekte rastlanmıştır (2.72±0.17 log kob/mL) (Tablo 1).

Uraz [35], incelediği 19 adet peynir mayası örneğinin hiçbirinde koliform grubu bakteriye rastlanmadığını belirtmiştir. Gürses ve Çakmakçı [14], Erzincan Tulum (Şavak) peyniri üreten Şavakların yaptıkları ev tipi sıvı

peynir mayası örneklerinin sadece 1 adedinde koliform grubu bakteri ( $1.2 \times 10^3$  kob/mL) tespit etmişlerdir. Tekinşen ve ark. [34], 20 adet sıvı şirden mayası örneğinin hiçbirinde koliform grubu bakteriye rastlanmamışlardır. Çakmakçı ve Boroğlu [19] tarafından yapılan çalışmada, 25 adet ticari sıvı peynir mayası örneğinin hiçbirinde koliform grubu bakteriye rastlanmamıştır. Ev tipi peynir mayalarının mikrobiyolojik kalitesinin, öncelikle hammaddenin kalitesine, ayrıca hazırlama işlemlerine ve saklama koşullarına bağlı olduğu bildirilmektedir [36]. Koliform grubu bakteriler asitliğe duyarlıdır ve düşük pH değerlerine sahip rennetlerde kolay kolay bulunmazlar [37]. Ancak, 12 numaralı örneğin diğer maya örneklerinden daha düşük pH değerine sahip olmasına rağmen koliform grubu bakteri barındırıyor olması, ev tipi sıvı peynir mayası örneğinin hijyenik koşullarda üretilmediği veya muhafaza edilmediğini göstermektedir.

Peynir Mayası Standardı [30]'na göre, peynir mayasında en fazla  $10^2$  kob/mL maya ve küf bulunmasına izin verilmektedir. Peynir mayası örneklerinin maya ve küf sayıları (log kob/mL) incelendiğinde 4, 11, 12, 17 ve 19 numaralı peynir mayası örneklerinin TS 3844'e uymadığı, özellikle 11 ( $5.36 \pm 0.06$  log kob/mL) ve 12 ( $5.45 \pm 0.09$  log kob/mL) numaralı peynir mayası numunelerinin Standartta belirtilen sınırların oldukça üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Gürses ve Çakmakçı [14]'nin geleneksel şirden mayalarında tespit ettikleri sonuçlar ile karşılaştırıldığında, araştırmacıların tespit ettikleri değerlerin de ( $1.0 \times 10^5$ -  $3.6 \times 10^6$  kob/mL arasında değişen sayılarda maya ve küf) TS 3844'e uygunluk göstermediği bildirilmiştir. Tekinşen ve ark. [34], 20 adet sıvı şirden mayası örneğindeki maya ve küf sayısının  $<1 - 9.10$  kob/mL arasında değiştiğini, bu değerlerin de TS 3844'e uygunluk gösterdiğini bildirmişlerdir. Çakmakçı ve Boroğlu [19] tarafından yapılan çalışmada, 25 adet ticari sıvı peynir mayası örneğinin sadece 3 adedinde 10 kob/mL maya ve küf tespit edilmiştir.

İncelenen peynir mayası örneklerinin hiçbirinde, *S. aureus* ve anaerob spor oluşturan bakteri ( $<1$  log kob/mL) ile *Salmonella*'ya rastlanmamıştır (yok/25 mL). Bu sonuçlar bakımından TS 3844 [30]'e uygun bulunmuşlardır. Benzer şekilde Gürses ve Çakmakçı [14] ile Tekinşen ve ark. [34] peynir mayaları üzerinde yaptıkları çalışmalarda, *S. aureus* ve anaerob spor oluşturan bakteriye rastlanmadıklarını bildirmişlerdir. Çakmakçı ve Boroğlu [19], Türkiye genelinde faaliyet gösteren büyük kapasiteli süt işletmelerinden (peynir üreten) alınan 25 adet ticari sıvı peynir mayası örneğinin 4 adedinde anaerob spor oluşturan bakteriye rastladıklarını bildirmişlerdir. Koçak [20], ülke genelinde kullanılan sıvı şirden mayalarının farklı depolama şartlarındaki özelliklerini araştırmıştır. Oda sıcaklığı ve plastik ambalajın saklamaya uygun olmadığı ve bazı peynir mayalarının maya ve küf, koliform bakteri ve anaerob spor oluşturan bakteri içerdiği tespit edilmiştir.

Peynir mayası örneklerine ait bazı teknolojik analizlerin sonuçları Tablo 2'de toplu olarak verilmiştir. Örneklerin pH değerlerinin  $4.21 \pm 0.01$  ile  $6.12 \pm 0.02$  arasında değiştiği görülmektedir. En düşük pH değeri 11 numaralı

örnekte tespit edilmiş ( $4.43 \pm 0.01$ ), bunu 12 numaralı örnek takip etmiş ( $4.21 \pm 0.01$ ) ve bu örneklerin şirdenden geleneksel yöntemle yapılan ev tipi peynir mayası örnekleri olduğu dikkat çekmiştir. Gürses ve Çakmakçı [14] tarafından yapılan araştırma sonuçları ile karşılaştırıldığında, araştırmacıların ölçtükleri değerlerin 3.06–4.27 arasında değiştiği, Tekinşen ve ark. [34] tarafından ise pH değerlerinin 5.02–6.10 arasında değiştiği bildirilmiştir. Çakmakçı ve Boroğlu [19] da, örneklerin pH değerlerinin 5.08-5.85 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Moschopoulou ve ark. [37], ev yapımı kuzu ve oğlak rennetlerinin pH değerlerini  $4.74 \pm 0.22$  ve  $4.71 \pm 0.37$  olarak ölçmüştür. Aynı araştırmacılar, pH değerinin rennetin kararlılığını etkilediğinden kritik bir özellik olduğunu, incelenmiş rennetlerin düşük pH'sının muhtemelen abomasa'nın asit içeriğine bağlı olduğunu ve enzim inaktivasyonunu önlemek için nihai ürünün pH değerinin ayarlanması gerektiğini bildirmişlerdir.

Peynir mayası örneklerine ait % asitlik değerlerinin  $0.06 \pm 0.00$  (19 numaralı örnek) ile  $0.83 \pm 0.01$  (12 numaralı örnek) arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 2). 11 numaralı örneğin de ( $0.62 \pm 0.01$ ) asitlik değerinin diğer örneklerle kıyaslandığında, 12 numaralı örneğe benzer şekilde oldukça yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Gürses ve Çakmakçı'nın [14] tespit ettikleri titre edilebilir asitlik (laktik asit) değerlerinin  $0.9 - 1.67$  arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu araştırmada bulunan değerler ile karşılaştırıldığında, özellikle 11 ve 12 numaralı numuneler ile diğer 18 adet numune arasında, % asitlik değerleri açısından büyük oranda farklılık olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar 11 ve 12 numaralı örnekler ile Gürses ve Çakmakçı'nın [14] inceledikleri örneklerin şirdenden üreticiler tarafından evde yapılan peynir mayaları olduğu dikkat çekmektedir.

Rennetin stabilitesine katkıda bulunan tuz içeriği, sıvı rennetin önemli bir özelliğidir [38]. TS 3844'e göre, hayvansal peynir mayasının tuz oranının en az %15, mikrobiyel peynir mayasının tuz oranının ise en az %10 olması gerekmektedir. Bu durumda 2 (%9.33±0.04), 5 (%8.15±0.06), 9 (%7.05±0.04) ve 18 (%9.34±0.03) numaralı örneklerin her halükarda bu oranların altında bir değere sahip olduğu görülmektedir. Gürses ve Çakmakçı [14], geleneksel yöntemle yapılan şirden mayası örneklerinin tuz oranının %4.21–6.13 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Tekinşen ve ark. [34] ise, peynir mayası örneklerinin tuz oranının %12.91-18.79 arasında değiştiğini ve iki numune dışında bütün numunelerin TS 3844'te belirtilen kriterlere uyduğunu bildirmişlerdir. Çakmakçı ve Boroğlu [19], peynir mayası örneklerinin tuz oranının %4.83-14.05 arasında olduğunu, yani büyük farklılıklar gösterdiğini, bu durumun da peynir mayasının hazırlanması sırasında tuzun rastgele ilave edilmesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Peynir Mayası Standardı [30]'na göre, maya kuvveti en az 1/10.000 olan peynir mayaları 1. Sınıf, maya kuvveti en az 1/5.000 olan peynir mayaları 2. Sınıf, maya kuvveti en az 1/3.000 olan peynir mayaları ise 3. Sınıf peynir mayası olarak sınıflandırılmaktadır. Bu bilgiye dayanarak peynir mayası örnekleri sınıflandırıldığında, sadece 1 adet peynir mayası örneğinin (5 numaralı

örnek, 1/10561) 1. Sınıf, 15 adet peynir mayası örneğinin 2. Sınıf, 2 adet peynir mayası örneğinin ise 3. Sınıf olduğu görülebilir (Tablo 2). 11 (1/180) ve 12 (1/356) numaralı şirden mayası örneklerinin ise bu sınıflandırmanın dışında kaldığı görülmektedir. Gürses ve Çakmakçı [14] geleneksel yöntemle şirdenden yapılan peynir mayası örneklerinin süt pıhtılaştırma aktivitelerinin 1/160–1/1230 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu değerlerin Peynir Mayası Standardı [30]'nda belirtilen en düşük sınıflandırmanın da altında olduğu görülmektedir. Tekinşen ve ark. [30] da, 15 adet peynir mayası örneğinin TS 3844'e göre 1. Sınıf (1/10620- 1/51550 arasında değişen), 5 adet mayası

örneğinin 2. Sınıf (1/7270- 1/8420 arasında değişen) olarak değerlendirildiğini ve bulunan sonuçların etikette belirtilen sonuçlardan biraz düşük olduğunu bildirmişlerdir. Çakmakçı ve Boroğlu [19], 25 adet ticari sıvı peynir mayası numunesinin maya kuvveti değerlerinin 1/5670 ile 1/45450 arasında değiştiğini, örneklerin maya kuvvetlerinin birbirinden çok farklı olduğunu ve 11 adet örneğin maya kuvvetinin etikette belirtilenden daha yüksek bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu sonucun da farklı kaynaklardan, örneğin mikrobiyal kaynaklı peynir mayaları olabileceği ve zamanla peynir mayası kuvvetinin azalmasına bağlı olarak düşük yazılmış olabileceğini düşündürmektedir.

Tablo 2. Peynir mayası örneklerine ait bazı teknolojik analiz sonuçları

Örnek No	pH	Asitlik (%)	Tuz (%)	Maya Kuvveti	
				Etikette Belirtilen	Tespit Edilen
1	5.58±0.02	0.28±0.01	15.20±0.02	1/18000	1/6163
2	5.64±0.01	0.24±0.01	9.33±0.04	1/8000	1/5379
3	5.65±0.01	0.27±0.00	14.07±0.04	1/18000	1/5218
4	5.21±0.02	0.19±0.00	15.18±0.04	1/20000	1/9523
5	5.04±0.02	0.16±0.01	8.15±0.06	1/20000	1/10561
6	5.28±0.01	0.09±0.01	11.71±0.01	1/20000	1/8973
7	5.67±0.01	0.13±0.00	15.21±0.01	1/18000	1/3969
8	6.12±0.02	0.11±0.01	22.24±0.01	1/16000	1/7017
9	5.69±0.01	0.26±0.00	7.05±0.04	1/18000	1/5934
10	5.38±0.00	0.09±0.01	14.09±0.07	1/20000	1/8992
11	4.43±0.01	0.62±0.01	14.05±0.01	Ev tipi şirden M.*	1/180
12	4.21±0.01	0.83±0.01	11.60±0.14	Ev tipi şirden M.	1/356
13	5.64±0.01	0.29±0.01	11.71±0.01	1/18000	1/5576
14	5.88±0.01	0.17±0.01	12.85±0.04	1/18000	1/6115
15	5.65±0.03	0.27±0.01	11.71±0.01	1/18000	1/5396
16	5.85±0.01	0.16±0.01	15.19±0.03	1/18000	1/6008
17	6.08±0.02	0.14±0.00	11.68±0.04	1/16000	1/4873
18	5.63±0.00	0.22±0.00	9.34±0.03	1/18000	1/5333
19	5.58±0.00	0.06±0.00	12.86±0.01	1/20000	1/9698
20	5.54±0.02	0.08±0.01	17.54±0.02	1/20000	1/8278
En düşük	4.21±0.01	0.06±0.00	7.05±0.04	1/8000	1/180
En yüksek	6.12±0.02	0.83±0.01	22.24±0.01	1/20000	1/10561
Ortalama	5.48±0.48	0.23±0.19	13.04±3.43	-	-

\*Ev tipi şirden M.= Ev tipi şirden mayası

Erzurum ve civarında peynir yapan işletmelerden alınan 20 adet peynir mayası örneğine ait yöntemde belirtilen bazı duyuşsal değerlendirmeler Tablo 3'te verilmiştir. Ayrıca incelenen peynir mayalarında tarafımızdan yapılan diğer bazı duyuşsal değerlendirmeler de, mayaların duyuşsal özelliklerinin ortaya konulmasında yardımcı olabilecek ve aroma ile ilgili ileride yapılacak araştırmalar için temel teşkil edebilecek bazı özellikleri de Tablo 4'te verilmiştir. TS 3844 [30]'de, peynir mayasının kendine özgü renkte, kokuda ve görünüşte olması, tortusuz ve berrak olması gerektiği belirtilmiştir. 20 adet peynir mayası numunesinin 6 adedi tamamen renksiz bulunurken, geri kalan örneklerin renklerinin açık sarıdan karamela kadar farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir (Tablo 3). Gürses ve Çakmakçı [14], Tulum (Şavak) peyniri üreticilerinin kuru tuzlanmış şirdenden kendilerinin yaptıkları ev tipi sıvı peynir mayalarının sarı veya karamel benzeri renkte, bulanık görünüşte olduklarını ve küçükü büyüklü parçacıklar içerdiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Çakmakçı ve

Boroğlu [19], 25 adet ticari sıvı peynir mayası numunesinden 11 adedinin karamel renkte, 14 adedinin ise açık sarı renkte olduğunu belirtmişlerdir.

Tablo 3'te verildiği gibi, 11 ve 12 numaralı örnekler dışında bütün peynir mayası örneklerinin berrak ve tortusuz olduğu görülmüştür. 11 ve 12 numaralı örneklerin bulanık ve hafif tortulu görünmesi, örneklerin geleneksel yöntemle şirdenden evde yapılmış peynir mayası oluşunu desteklemektedir. Çünkü bu işlemde tülbenten süzme dışında bir berraklaştırma/saflaştırma yapılmamaktadır [14]. Çakmakçı ve Boroğlu [19], 25 adet peynir mayası örneğinden 1 örneğin bulanık, 1 örneğin de hafif tortulu olduğunu, bu durumun mayanın hammaddesinin temizliğinden ve işleme teknolojisindeki farklılıklardan kaynaklanmış olabileceğini vurgulamışlardır. Bu araştırmada incelenen 20 adet peynir mayası örneğinden 10 adedinin kendine has kokuda olduğu, 10 adedinin ise yabancı kokuda olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Peynir mayası (rennet) örneklerinin duyuşal özellikleri

Örnek No	Renk	Görünüş ve berraklık	Koku
1	Renksiz	Berrak, tortusuz	Kendine özgü
2	Renksiz	Berrak, tortusuz	Kendine özgü
3	Renksiz	Berrak, tortusuz	Kendine özgü
4	Karamel	Berrak, tortusuz	Yabancı koku
5	Açık karamel	Berrak, tortusuz	Kendine özgü
6	Karamel	Berrak, tortusuz	Yabancı koku
7	Çok açık karamel	Berrak, tortusuz	Yabancı koku
8	Çok açık karamel	Berrak, tortusuz	Yabancı koku
9	Renksiz	Berrak, tortusuz	Kendine özgü
10	Karamel	Berrak, tortusuz	Kendine özgü
11	Açık sarı	Bulanık, hafif tortulu	Yabancı koku
12	Açık sarı	Bulanık, hafif tortulu	Kendine özgü
13	Renksiz	Berrak, tortusuz	Kendine özgü
14	Sarımsı kahve	Berrak, tortusuz	Yabancı koku
15	Renksiz	Berrak, tortusuz	Kendine özgü
16	Sarımsı kahve	Berrak, tortusuz	Yabancı koku
17	Sarımsı kahve	Berrak, tortusuz	Yabancı koku
18	Sarı	Berrak, tortusuz	Kendine özgü
19	Karamel	Berrak, tortusuz	Yabancı koku
20	Karamel	Berrak, tortusuz	Yabancı koku

Tablo 4. Peynir mayası (rennet) örneklerinin tarafımızca belirlenen diğeryşal özellikleri

Örnek No	Renk	Görünüş ve Berraklık	Koku
1	Su gibi	Berrak	Keskin, çok beklemiş PAS*
2	Su gibi	Berrak	Keskin, çok beklemiş PAS
3	Su gibi	Berrak	Keskin, çok beklemiş PAS
4	Orta kahve	Berrak	İlk 3 örnekten çok farklı, esans gibi
5	Açık kahve	Berrak	Çok yoğun Tulum peynirimsi
6	Orta kahve	Berrak	Çok keskin asidimsi, kimyasalimsi
7	Çok çok açık kahve	Berrak	Çok değışik, çocuk şurubu gibi
8	Çok çok açık kahve	Berrak	Keskin, kimyasal madde kokusu
9	Su gibi	Berrak	Keskin, hafif fermente PAS
10	Orta kahve	Berrak	Çok keskin, peynir mayamsı, kimyasalimsi
11	Bulanık sarı (peynir suyu gibi)	Bulanık	Çok değışik kimyasal, fermente PAS
12	Bulanık sarı (peynir suyu gibi)	Bulanık	Çok keskin, fermente PAS
13	Su gibi	Berrak	Keskin, hafif fermente PAS
14	Sarımsı kahve	Berrak	Hafif kimyasalimsi
15	Su gibi	Berrak	Yoğun, beklemiş PAS
16	Sarımsı kahve	Berrak	Çok değışik kimyasalimsi
17	Sarımsı kahve	Berrak	Çok farklı kimyasalimsi
18	Sarı	Berrak	Keskin, beklemiş PAS
19	Orta ile açık kahve arası	Berrak	Çok keskin, çok kimyasalimsi
20	Orta kahve	Berrak	Çok keskin, kimyasalimsi

\*: PAS: peyniraltısu

Tablo 4'te ise, peynir mayası örneklerinin standartta belirtilen duyuşal kriterlere ek olarak, tarafımızca değılendirilen daha açıklayıcı bilgiler verilmek istenmiştir. Böylece bu konu ile ilgili yapılacak objektif analizlere dayalı araştırmalara katkı sağlayacağı düşünölmektedir. Tabloda göröldüğü gibi asidik ve kimyasal madde gibi algılanan kokular yabancı koku olarak değılendirilmiştir. Gürses ve Çakmakçı [14], Şavak'ların yaptığı ev tipi sıvı şirden mayasının kokusunun peynir suyu veya alkol kokusunu andırdığını tespit etmişlerdir. Çakmakçı ve Boroğlu [19] ise, 25 örneğin 8 adedinde yabancı koku tespit ettiklerini, diğeryş 17 örneğin kendine has kokuda olduklarını bildirmişlerdir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırmada, ölkemizin peynir üretim potansiyelinde büyük payı olan Erzurum ve çevresinde, peynir üretimi yapan süt işletmelerinin kullandıkları peynir mayalarındaki mikrobiyolojik, duyuşal, bileşim ve teknolojik özelliklerin belirlenmesi; bu sayede peynir üretiminde yaşanan kalite sorunlarını anlamada yardımcı olmak ve Peynir Mayası Standardı'na (TS 3844) uygunluğunun araştırılması ve bu konuya dikkat çekmek amaçlanmıştır. Yapılan araştırma sonucunda elde edilen bulguların tamamı değılendirildiğinde, oldukça yüksek düzeyde tüketim ölçğine sahip olan peynircilik sektöründe, verim kaybına neden olan başlıca etkenlerden birinin peynir mayası olabileceğine

dikkat çekmektedir. Gerek standart üretimin sağlanması, gerekse en az kayıpla en yüksek verimin elde edilmesi amacıyla, peynir mayalarının üretiminin teknolojik gelişmeler ışığında olduğu anlaşılmaktadır. Çeşitli peynirlerin kendilerine özgü niteliklerinin oluşması, lezzet ve tekstürde standardizasyon için peynir mayalarının da belli özellikleri taşımaları gerektiği; peynir mayalarının üretim, muhafaza ve kullanımında hijyenik şartların, mikrobiyolojik durumun, maya kuvvetlerinin ve taşıdıkları özelliklerin peynirlerin pıhtılaşma süre ve kalitesinde önemini bir kez daha ortaya çıkarmıştır.

## TEŞEKKÜR

Ayşin CANTÜRK'ün Yüksek Lisans Tezi'nden hazırlanan bu araştırma makalesinin laboratuvar çalışmaları sırasında yardımlarını gördüğümüz Gıda Yük. Müh. Hatice ERTEM ve Arş Gör. Yusuf ÇAKIR'a (Bingöl Üniv. Ziraat Fak. Süt Teknol. Böl.) teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- [1] Shamtsyan, M., Dmitriyeva, T., Kolesnikov, B., Denisova, N. (2014). Novel milk-clotting enzyme produced by *Coprinus lagopides* basidial mushroom. *Food Science and Technology*, 58, 343–347.
- [2] Çakmakçı, S., Cantürk, A., Çakır, Y. (2017). Peynir üretimi için sütü pıhtılaştırıcı enzimlere genel bir bakış ve bazı gelişmeler. *Akademik Gıda*, 15(4), 396–408.
- [3] Stepaniak, L. (2004). Dairy enzymology. *International Journal of Dairy Technology*, 57(2/3), 153–171.
- [4] Tejada, L., Abellán, A., Prados, F., Cayuela, J.M. (2008). Compositional characteristics of Murcia al Vino Goat's cheese made with calf rennet and plant coagulant. *International Journal of Dairy Technology*, 61 (2), 119–125.
- [5] Badgujar, S.B., Mahajan, R.T. (2014). Nivulian-II a new milk clotting cysteine protease of *Euphorbia nivulia* latex. *International Journal of Biological Macromolecules*, 70, 391–398.
- [6] Fox, P.F., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P.L.H., O'Mahony, J.A. (2015). Chemistry and Biochemistry of Cheese. Chapter 12. Dairy chemistry and biochemistry. Springer International Publishing. Switzerland.
- [7] Çakmakçı, S. (2011). *Türkiye Peynirleri* (19. Bölüm: 585–614). In: Peynir Biliminin Temelleri. (Editörler: A.A. Hayaloğlu ve B. Özer), ISBN: 978-605-87976-1-1, SİDAS Medya Ltd. Şti., İzmir, 643 s.
- [8] Çakmakçı, S., Hayaloglu, A.A., Dagdemir, E., Cetin, B., Gurses, M., Tahmas-Kahyaoglu, D. (2014). Effects of *Penicillium roqueforti* and whey cheese on gross composition, microbiology and proteolysis of mould-ripened Civil cheese during ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 67(4), 594–603.
- [9] Şahan, N., Yaşar, K. (2002). Peynir üretiminde kullanılan pıhtılaştırıcı enzimler. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(3), 21–30.
- [10] Jacob, M., Jaros, D., Rohm. (2011). Recent advances in milk clotting enzymes. A review. *International Journal of Dairy Technology*, 64, 14–33.
- [11] Rolet-Repecaud, O., Arnould, C., Dupont, D., Gavoye, S., Beuvier, E., Achilleos, C. (2017). Quantification of pepsin in rennet using a monoclonal antibody-based inhibition ELISA. *Food Science and Technology*, 76, 190–196.
- [12] Shieh, C.J., Thi, L.A.P., Shih, I.L. (2009). Milk-clotting enzymes produced by culture of *Bacillus subtilis* natto. *Biochemical Engineering Journal*, 43, 85–91.
- [13] Yetişemiyen, A. (2007). Süt Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 142 s.
- [14] Gürses, M., Çakmakçı, S. (2009). Şirdenden geleneksel olarak üretilen sıvı peynir mayalarının bazı kalite özellikleri. II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, s: 881–884, 27–29 Mayıs, 2009, Van.
- [15] Hayaloglu, A.A., Cakmakci, S., Brechany, E.Y., Deegan, K.C., McSweeney, P.L.H. (2007). Microbiology, biochemistry, and volatile composition of Tulum cheese ripened in goats skin or plastic bags. *Journal of Dairy Science*, 90, 1102–1121.
- [16] Çakmakçı, S., Dagdemir, E., Hayaloglu, A.A., Gurses, M., Gundogdu, E. (2008). Influence of ripening container on the lactic acid bacteria population in Tulum cheese. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 24(3), 293–299.
- [17] GMO-Compass. (2012). Information on genetically modified organisms. <http://www.gmo-compass.org/eng/database/enzymes/83.chymosin.html>.
- [18] Dervişoğlu, M., Aydemir, O., Yazıcı, F. (2007). Peynir yapımında kullanılan pıhtılaştırıcı enzimler ve kazein fraksiyonları üzerine etkileri. *Gıda*, 32(5), 241–249.
- [19] Çakmakçı, S., Boroğlu, E. (2004). Some quality characteristics of commercial liquid rennet samples. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28, 501–505.
- [20] Koçak, C. (1979). Türkiyede Kullanılan Sıvı Şirden Mayalarının Değişik Saklama Koşullarında Dayanıklılığı Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ankara.
- [21] Uraz, T. (1979). Peynir mayalarında pıhtılaştırıcı gücünün (kuvvet) saptanması üzerine bir araştırma. *Gıda*, 4(3), 103–109.
- [22] Harrigan, W.F. (1998). Laboratory Methods in Food Microbiology. Academic Press, San Diego, USA.
- [23] TS EN ISO 4833–2 Gıda Zinciri Mikrobiyolojisi-Mikroorganizmaların Sayımı İçin Yatay Yöntem-Bölüm 2: Yayma Plak Tekniğiyle 30°C'ta Koloni Sayımı (ISO 4833-2:2013).2014. Türk Standartları Enstitüsü, Necati Bey Cad. No: 112, Bakanlıklar, Ankara.
- [24] TS ISO 4832 (2010). Gıda ve Hayvan Yemleri Mikrobiyolojisi-Koliformların Sayımı İçin Yatay Yöntem- Koloni Sayım Tekniği. Türk Standartları Enstitüsü, Necati Bey Cad. No: 112, Bakanlıklar, Ankara.

- [25] Speck, M.L. (1984). Compendium of methods for the microbiological examination of foods. American Public Health Association, Washington.
- [26] Pichhardt, K. (2004). Gıda Mikrobiyolojisi (Gıda Endüstrisi için Temel Esaslar ve Uygulamalar). Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- [27] Baumgart, J., Firnhaber, J., Spicher, G. (1986). Microbiologische Untersuchung von Lebensmitteln, Behr's Verlag Hamburg, Germany.
- [28] Anonymous (2007). Food and Drug Administration (FDA), Salmonella. Bacteriological Analytical Manual 8th Edition, Chapter 5.
- [29] Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A. (2007). Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi (Genişletilmiş 9. Baskı). Atatürk Üniv. Yay. No: 252/d, Ziraat Fak. Yay. No: 18, Erzurum.
- [30] TS 3844 Peynir Mayası Standardı (1996). Türk Standartları Enstitüsü, Necati Bey Cad. No: 112, Ankara.
- [31] Savello, P.A., Ernstrom, C.A., Kalab, M. (1989). Microstructure and meltability of model process cheese made with rennet and acid casein. *Journal of Dairy Science*, 72, 1–11.
- [32] Çakmakçı, S. (1996). Peynir lezzeti ve oluşumu I ve II. *Gıda*, 21(4), 261–272.
- [33] Addis, M., Piredda, G., Pirisi, A. (2008). The use of lamb rennet paste in traditional sheep milk cheese production. *Small Ruminant Research*, 79, 2–10.
- [34] Tekinşen, K.K., Uçar, G., Köseoğlu, İ.E. (2006). Hayvansal peynir mayalarının bazı kalite nitelikleri. *Avrasya Veteriner Bilimleri Dergisi*, 22(3–4), 69–73.
- [35] Uraz, T. (1976). Türkiye Peynirciliğinde Kullanılan Mayalar ve Bunların Elde Edildiği Şirdenler Üzerinde Araştırmalar. (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No. 625, Ankara.
- [36] Moschopoulou, E. (2011). Characteristics of rennet and other enzymes from small ruminants used in cheese production. *Small Ruminant Research*, 101, 188–195.
- [37] Moschopoulou, E., Kandarakis, I., Anifantakis, E. (2007). Characteristics of lamb and kid artisanal liquid rennet used for traditional Feta cheese manufacture. *Small Ruminant Research*, 72, 237–241.
- [38] Chitpinyol, S., Crabbe, M.J.C. (1998). Chymosin and aspartic proteinases. *Food Chemistry*, 61(4), 395–418.
-