



Türkiye’de üretilen enzim modifiye süt ürünlerinin lipolitik ve proteolitik olgunlaşma düzeylerinin incelenmesi

Investigation of lipolytic and proteolytic ripening degrees of enzyme-modified dairy products manufactured in Turkey

Zafer ERBAY^{1*}, Pelin SALUM², Gökçe GÖVCE³

¹Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Adana, Türkiye.
zafererbay@yahoo.com

²Gıda Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye.
pelinsalum@gmail.com

³Nanoteknoloji ve Mühendislik Bilimleri, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Adana, Türkiye.
gokcegovce@hotmail.com

Geliş Tarihi/Received: 01.06.2016, Kabul Tarihi/Accepted: 22.08.2016

doi: 10.5505/pajes.2016.48830

* Yazışılan yazar/Corresponding author

Araştırma Makalesi/Research Article

Öz

Süt ürünlerinin doğrudan tüketiminin yanı sıra, son yıllarda endüstriyel üretimde lezzet artırıcı olarak kullanılmasının arttığı görülmektedir. Peynirler başta olmak üzere, süt ürünlerinin özgün lezzeti uzun olgunlaşma süreçleri sonucunda gerçekleşmektedir. Olgunlaşma sürecinin kontrollü koşullarda, enzimatik reaksiyonlarla taklit edilmesi ile hedeflenen özgün lezzete çok kısa sürelerde ulaşmak mümkündür. Enzim modifiye süt ürünleri olarak isimlendirilen bu ürünlerin gıda endüstrisinde katkı maddesi olarak kullanımı yaygındır. Ülkemizde bu ürünlerin üretimlerine son yıllarda başlanmıştır, ancak bu üretimlerde geleneksel lezzetlerin üretimleri henüz gerçekleştirilememiştir. Bu çalışmada, ülkemizde üretilen 8 farklı enzim modifiye peynir (EMP) ve 2 farklı enzim modifiye tereyağı örnekleri piyasadan toplanmış, bu örneklerin temel kimyasal özellikleri, serbest yağ asidi bileşimi ve miktarları ile proteolitik olgunlaşma düzeyleri analiz edilmiştir. Koyun ve keçi peyniri lezzetlerinde üretilen EMP’lerde hem proteoliz, hem de lipoliz parçalanma ürünlerinin çok olduğu, Edam’da ise bu bileşiklerle daha az karşılaşıldığı belirlenmiştir. Parmesan ve Cheddar lezzetinin EMP olarak üretiminde proteolitik olgunlaşmanın yüksek düzeylerde gerçekleştirildiği, peynirimsi lezzetin üretiminde ise lipolizin ön plana çıktığı saptanmıştır. Farklı peynir lezzetlerinin elde edilmesi için çok farklı lipolitik ve proteolitik olgunlaşma düzeylerine ulaşıldığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Enzim modifiye peynir, Enzim modifiye tereyağı, Olgunlaşma, Lezzet artırıcı

Abstract

The usage of dairy products as flavor enhancer is recently increased in addition to the direct consumption. The specific flavor of dairy products, especially cheeses, can be obtained after long ripening processes. It is possible to mimic the ripening process and to develop specific flavor in a short time under controlled conditions by the aid of enzymatic reactions. These products which are named as enzyme-modified dairy products are widely used as food additive. Enzyme modified dairy products are recently begun to be produced in Turkey. However, the enzyme modified dairy products with traditional flavors have yet to be produced in Turkey. In the present study, 8 different enzyme-modified cheese (EMC) and 2 different enzyme-modified butter samples which were commercially manufactured in Turkey were supplied and the principle chemical properties, free fatty acid content & amounts, and proteolytic ripening degrees of them were analyzed. The EMCs produced with sheep and goat flavors had high amounts of proteolytic and lipolytic ripening degradation products, while EMC with Edam flavor had low amounts. It is detected that Parmesan and Cheddar EMCs had high proteolytic ripening degrees, whereas EMC with cheesy flavor came to the front with its high lipolytic ripening degree. It is concluded that varied proteolytic and lipolytic ripening degrees were achieved to produce different cheese flavors.

Keywords: Enzyme-modified cheese, Enzyme-modified butter, Ripening, Flavor enhancer

1 Giriş

Hazır yemek ve gıda endüstrisindeki gelişmelerin etkisi sonucu, lezzet arttırıcıların son yıllardaki önemi artmıştır. Süt ürünleri de lezzet arttırıcı olarak çeşitli ürünlerde kullanılmaktadır. Özellikle olgun peynir ve tereyağı en yaygın kullanılan ürünlerdir. Ancak, olgun peynir çeşitlerinin ve tereyağının doğrudan gıda katkısı olarak kullanılmasında önemli problemlerle karşılaşmaktadır. Hem mevsimsel, hem de üretimden kaynaklı farklılıklardan ötürü bu ürünlerin katkı olarak kullanılmasında standart son ürün eldesinde zorlanılmaktadır. Aynı zamanda, olgun peynirlerin doğrudan ilavesinde, yetersiz peynir lezzeti, aşırı laktoz veya yağ düzeyleri, yüksek üretim maliyetleri ve endüstriyel üretime uygulanabilirliği gibi teknik ve ekonomik sorunlarla da karşılaşmaktadır. Tüm bu nedenlerden dolayı, alternatif

peynir ve tereyağı lezzet katkılarının geliştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır [1]-[4].

Peynir lezzeti sağlayan katkılar, üretim tekniğine bağlı olarak doğal, doğala özdeş veya yapay olabilmektedir. Ancak, hem peynir lezzetinin kompleks yapısından, hem de üretim tekniklerinde karşılaşılan sorunlardan ötürü doğal olmayan peynir lezzetlerinin üretimleri oldukça zordur ve maliyetleri de oldukça yüksektir. Buna ek olarak, “doğal” ürünlere yönelik ilginin son yıllarda artması, doğal lezzet katkılarının kullanılmasını ön plana çıkartmaktadır [3]-[5]. Peynir lezzeti sağlayan doğal katkı maddeleri, peynir tozları ve enzim modifiye peynirler (EMP) olmak üzere iki temel grupta toplanabilirken; tereyağı lezzeti sağlayan katkı maddeleri ise krema/tereyağı tozları ile enzim modifiye tereyağları (EMT) olarak yer almaktadır [1],[6]-[8].

Peynir lezzetinin geliştirilmesi, yoğunlaştırılması veya bir başka ifadeyle olgunlaşma süresinin kısaltılması için peynirin enzim ile işlenmesi sonucu elde edilen ürüne EMP denilmektedir. Benzer şekilde, süt yağının lipolitik enzimlerle işlenmesi ile elde edilen yoğun tereyağı lezzetine sahip ürün ise EMT olarak adlandırılmaktadır [4],[9]. Enzim modifiye süt ürünlerinin üretiminde, kontrollü koşullarda olgunlaşma süreci taklit edilmektedir. Bu amaçla substrata (EMP için peynir pıhtısı, EMT için ise sadece yağ veya krema) bazı enzimler ilave edilmekte ve karışım inkübe edilmektedir. İnkübasyon sonucunda 1-7 gün gibi bir süre sonunda, aylarca veya yıllarca sürebilen olgunlaştırma ile elde edilebilen süt ürünlerinin lezzetine (EMP'ler için olgun peynirlerden 15-30 kat kadar daha yoğun olacak şekilde) düşük maliyetli, besleyici ve doğal bir yolla ulaşılmaktadır [3],[8].

EMP üretiminde son ürün bileşimi açısından uluslararası mevzuatla veya Türkiye'nin kendi iç mevzuatıyla belirlenmiş bir sınır yoktur, ancak literatürde karşılaşılan hamur kıvamlı olan peynirler %40-60 nem içerirken, peynir tozları %5-10 nem içermektedir. Hamur kıvamındaki EMP'ler eritme peynirlerinde ve peynir soslarında kullanıma daha uygunken, toz formdakiler hem uzun raf ömürleri, hem de her tür endüstriyel işleme uygulanabilirliği ile öne çıkmaktadır [8],[10]. Ülkemizde de son yıllarda enzim modifiye süt ürünleri üretilmeye başlanmıştır. Ancak, bu çalışmanın yazarlarının yaptığı piyasa araştırması sonucunda ülkemizde bu üretim tekniği ile ticari ürününü piyasaya sürebilmiş sadece bir firmayla karşılaşılmıştır ve üretilen ürünlerin de karşılaşılan teknolojik zorluklardan ötürü toza dönüştürülemediği görülmüştür.

Literatürde enzim modifiye süt ürünleri ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır. Piyasada çeşitli EMP'lerin bulunmasına karşın, bu ürünleri bileşim ve proteolitik parametrelerine dair literatürdeki ilk çalışmalara son 20 yılda rastlanmaktadır ve bu çalışmalar da Cheddar lezzetli EMP'lere odaklanmıştır [11]. Aradan geçen 20 yılda Cheddar lezzetli EMP'lerin üretimine ve karakterizasyonuna dair kimi çalışmalar yapılmış olmasına karşın [5],[12],[13], diğer peynir lezzetleri incelenmemiş ve ülkemizde de herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Literatürde EMP üretiminde proteaz, peptidaz, lipaz ve esteraz enzimlerinin kullanıldığı ve bunların hemen hemen tamamının hayvansal ya da mikrobiyal kökenli olduğu belirtilmektedir. Bu enzimlerin kullanımına dair kimi çalışmalar yapılmış olmakla beraber, üretilmesi hedeflenen her farklı lezzet için ayrı araştırmalara ve optimizasyon çalışmalarına ihtiyaç bulunmaktadır [10],[14]. Aynı zamanda, aşırı proteolizin sebep olduğu acılık başta olmak üzere çeşitli lezzet sorunları ile karşılaşılabilmekte ve bu sorunun çözümüne dair de araştırmalar yapılmaktadır [12],[15]-[18]. Üretilmiş olan EMP'lerin ürünlere uygulanmasına dair çalışmalara da literatürde son 10 yıldır rastlanmaktadır [14],[19]-[22].

Ülkemizde enzim modifiye süt ürünlerinin üretimi son birkaç yıl içerisinde gerçekleştirilmeye başlanmış olsa da, yerel peynir lezzetlerine sahip enzim modifiye ürün üretiminde zorluklar yaşanmaktadır. Hem geleneksel peynirlerin lezzetlerinin bilimsel olarak tanımlanması (lezzeti karakterize eden bileşikler ve miktarları), hem de enzim modifikasyonları ile bu lezzetlerin elde edilmesi konularında ülkemizde akademik çalışmalar sınırlı kalmıştır. Bu koşullarda piyasanın Ar-Ge kapsamında yürütmeye çalıştığı çalışmaların üzerine yükseleceği bir zemin bulunmamakta, piyasadaki Ar-Ge çalışmaları yurtdışında üretilmiş ürünlerin/lezzetlerin benzerlerinin üretilmesi ile sınırlı kalmaktadır. Bu çalışma ile

ülkemizde üretilen farklı enzim modifiye süt ürünlerinin bileşim ve olgunlaşma özelliklerinin belirlenmesi ile ürün çeşitliliğini arttırmaya dönük yapılabilecek çalışmalara veri sağlanması amaçlanmıştır.

2 Materyal ve yöntem

2.1 Materyal

Bu çalışmada Türkiye'de üretimi gerçekleştirilen, piyasada ticari olarak bulunan ve endüstriyel katkı maddesi olarak da kullanılan 8 farklı EMP ile 2 farklı EMT kullanılmıştır. Piyasadan tedarik edilen örneklerin tamamı hamur kıvamında üretilmiştir. Çalışmada incelenen 8 EMP örneği farklı peynir lezzetlerinin elde edilmesi amacıyla üretilmiş ürünlerdir. Bu ürünler; peynirimsi lezzete, Ezine peyniri lezzetine, koyun peyniri lezzetine, keçi peyniri lezzetine, Cheddar peyniri lezzetine, Parmesan peyniri lezzetine, Edam peyniri lezzetine ve mavi damarlı peynir lezzetine sahiptirler. Tedarik edilen örnekler, analiz edilinceye kadar 4 °C'de muhafaza edilmiştir.

2.2 Kimyasal analizler

EMP ve EMT örneklerinin kuru madde ile kül oranları gravimetrik yöntemle, yağ oranı Gerber yöntemiyle, titrasyon asitliği ise % laktik asit cinsinden belirlenmiştir [23]. pH ölçümlerinde bire iki oranında örnekler seyreltildikten ve homojenize edildikten sonra pH/iyon metre (Mettler Toledo Seven Compact) kullanılmıştır.

Örneklerin lipolitik olgunlaşma düzeylerine dair fikir edinilmesi amacıyla, yağ içerisinde bulunan toplam asit miktarının ölçümüne dayanan asitlik derecesi analizi yapılmıştır [24]-[26]. Bunun yanı sıra, örneklerin serbest yağ asidi bileşimi ve miktarı De Jong ve Badings (1990) ile Deeth ve diğ. (1983)'te tarif edilen yöntemle belirlenmiştir. Bu yöntemle göre örneklerden serbest yağ asitleri katı faz ekstraksiyonu ile özütlenmiş ve gaz kromatografisi (GC) ile ayrıştırılmıştır. Katı faz ekstraksiyonunda örneklerdeki yağ hekzan-dietil eter (1:1) çözgenine geçirilmiş, çözgen vakum manifoldu aracılığıyla bond elute kolonlarında bulunan deaktive edilmiş alüminadan süzülüş, sonrasında ise alümina kurutulmuş ve serbest yağ asitleri dietil eterde %3'lük formik asit çözeltisine geçirilerek GC'ye enjekte edilmiştir. GC'de ayırım için DB-FFAP (30 m x 0.25 µm x 0.25 mm, Agilent) kolon kullanılmıştır. GC fırın sıcaklığı başlangıçta 90 °C'ye ayarlanmış, bu sıcaklıkta 1 dk. tutulmuş, ardından 7 °C/dk. artışla 240 °C'ye getirilmiş ve bu sıcaklıkta 15 dk. tutulmak suretiyle, 2 mL/dk sabit helyum akış hızında analiz gerçekleştirilmiştir. Enjeksiyon sıcaklığı 250 °C, FID sıcaklığı 260 °C'ye ayarlanmıştır. Her bir ekstraktan 0.5 µL enjekte edilmiş ve 1:10 split oranı kullanılarak analizler yapılmıştır. Bileşiklerin tanımlanması ve miktarlarının belirlenmesinde iç ve dış standart teknikleri kullanılmıştır [27],[28].

Proteolitik olgunlaşma düzeyinin analizinde örneklerin toplam azot (TA) miktarı, suda çözünür azot (SÇA) miktarı, trikloroasetik asitte çözünür azot (TCA-ÇA) miktarı, fosfotungstik asitte çözünür azot (PTA-ÇA) miktarı ve bu analizlerin sonuçlarının farklı şekillerde oranlanmasıyla elde edilen olgunlaşma indeksi değerleri kullanılmıştır. TA miktarının tayini Dumas yöntemini temel alan Dumas azot analizörü (Velp Scientifica, NDA 701) ile gerçekleştirilmiştir [29],[30]. SÇA, TCA-ÇA ve PTA-ÇA miktarlarının belirlenmesinde Butikofer ve diğ. (1993)'te açıklanan yöntemlerden yararlanılmış ve azot miktarları yine Dumas

azot analizörü kullanılarak belirlenmiştir [31]. Örneklerin proteolitik olgunlaşma düzeylerinin belirlenmesi için literatürde bulunan indeksler kullanılmıştır. Buna göre, olgunlaşma uzama indeksi (OUİ) SA/TA oranı, olgunlaşma yoğunluk indeksi (OYİ) TCA-A/TA oranı ve serbest aminoasit indeksi (SAİ) PTA-A/TA oranı ile hesaplanmıştır [32].

2.3 İstatistiksel değerlendirme

İncelenen kalite özelliklerinin örneklerle değişiminin önemliliği, tek değişkenli varyans analizi ile saptanmıştır. Belirlenen nemlilik derecelerine göre örneklerin gruplandırılmasında ise Duncan testinden yararlanılmıştır. İstatistiksel analizde %95 güven aralığı hedeflenmiş ve analizler için SPSS istatistik paket programı (SPSS ver.13, SPSS inc.) kullanılmıştır.

3 Bulgular ve tartışma

3.1 Enzim modifiye peynire ilişkin bulgular

Piyasadan tedarik edilen EMP rneklerinin kimyasal niteliklerine ilişkin bulgular Tablo 1’de verilmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde EMP rneklerinin tüm özelliklerinde önemli farklılıklar ($P<0.05$) saptanmıştır. Örneklerin nem içerikleri %44.9-80.3 aralığında, yağ içerikleri %5.1-44.3 aralığında, protein içerikleri %1.1-19.9 aralığında, kül miktarları ise %1.7-5.8 aralığında tespit edilmiştir. Örneklerden nem içeriği açısından sadece peynirimsi lezzete sahip olanı %50’den düşük nem içeriğine sahipken, mavi damarlı peynir lezzetine sahip örnek %70’in üzerinde nem içeriğine sahiptir. Yağ içerikleri açısından ise örneklerden peynirimsi lezzete sahip olanı %44.3 yağ içeriğinde iken, diğer örneklerin yağ içerikleri %16.6’nın altındadır. Mavi damarlı peynir lezzetine sahip EMP %1.1, peynirimsi lezzete sahip EMP %6.9 protein içeriğine sahip iken, diğer 6 EMP örneğinin protein içerikleri %13.7-19.9 aralığında değişmiştir. Cheddar lezzetine sahip ticari EMP’ler üzerine yapılan bir çalışmada, hamur kıvamındaki örneklerin nem içeriklerinin %45.0-65.3, yağ içeriklerinin %13.9-35.6, protein içeriklerinin %10.4-19.5 ve kl içeriklerinin %3.1-10.5 aralığında değiştiği belirtilmiştir [11],[13]. Bu çalışmada incelenen Cheddar lezzetli EMP’nin yağ içeriğinin literatürdeki benzerlerinden daha düşük olduğu belirlenirken, diğer özellikleri benzer bulunmuştur. Taze pıhtının farklı enzimlerle işlenmesi ile EMP retimi yapılan bir çalışmada örneklerin nem içeriği %59.3-60.6, yağ içeriği %25.2-25.3 ve protein içeriği %11.3-11.6 aralığında saptanmıştır [16].

EMP’lerin titrasyon asitliği değerleri %0.78-3.00 aralığında, pH değerleri 4.78-5.87 aralığında değişmiştir. En yüksek titrasyon asitliği değeri %3.00 ile koyun peyniri lezzetine sahip EMP’de saptanmışken, en düşük değer ise peynirimsi lezzete sahip EMP’de bulunmuştur. Cheddar lezzetine sahip EMP’ler üzerine yapılmış çalışmalarda pH değerlerinin 3.54-5.37 aralığında değiştiği rapor edilmiş iken, bu çalışmada analiz edilen Cheddar lezzetli EMP’de pH değeri 5.07 bulunmuştur [11],[13]. Lipolitik olgunlaşma düzeyinin belirlenmesi amacıyla ölçülmüş olan asitlik derecesi değerleri 14.0-61.4 aralığında saptanmıştır (Tablo 1). Buna göre lipolitik açıdan en olgun EMP’nin keçi peyniri lezzetine sahip olan EMP olduğu belirlenmiş ve diğer tüm örneklerden istatistiksel olarak farklı ($P<0.05$) tanımlanmıştır. Keçi peyniri lezzetine sahip EMP’yi, Cheddar peyniri, koyun peyniri ve peynirimsi lezzete sahip EMP rnekleri izlemiştir ve bu örnekler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark saptanmamıştır ($P<0.05$). Parmesan lezzetine sahip EMP ise en düşük lipolitik olgunlaşma düzeyine sahiptir.

Lipoliz düzeyinin daha ayrıntılı incelenmesi ve daha doğru sonuçlara ulaşılması amacıyla, EMP örneklerindeki serbest yağ asidi bileşimi ve miktarı da belirlenmiştir (Tablo 2). Asitlik derecesi ile yağdaki asitlik belirlenmektedir, ancak peynirlerde yüksek miktarlarda asetik asit bulunur ve asitlik derecesinde asetik asit de ölçülür. Buna karşın, asetik asit temelde lipoliz sonucu değil, laktat fermentasyonu sonucu oluşur [33]-[35]. Dolayısıyla, lipoliz düzeyine dair daha kesin sonuçlar serbest yağ asidi miktarının belirlenmesi ile elde edilir.

Tüm EMP örneklerinde palmitik, oleik, miristik, bütirik ve stearik asit miktarları belirgin şekilde yüksek bulunmuştur. Bu serbest yağ asitlerinin miktarı, tüm EMP’lerde toplam miktarın %78’inden fazlasını oluşurmaktadır. Palmitik ve oleik asidin serbest yağ asitleri içerisindeki oranı tüm örneklerde %17’nin üzerindeyken, miristik asit özel olarak peynirimsi lezzete sahip EMP’de, stearik asit Cheddar, Parmesan ve keçi peyniri lezzetindeki EMP’lerde oransal olarak fazla bulunmuştur. Peynirimsi lezzete sahip EMP ile Cheddar, Ezine, keçi ve koyun peyniri lezzetine sahip EMP’lerde ise bütirik asit oranının yüksekliliği dikkat çekmektedir. Peynirimsi lezzete sahip EMP ortalama 7163.7 mg/100 g EMP ile en yüksek toplam serbest yağ asidine (TSYA) sahip örnektir. Bunu sırasıyla keçi, koyun, mavi damarlı ve Ezine peynir lezzetine sahip EMP’ler 1907.5-2381.1 mg/100 g EMP aralığındaki değerlerle izlemektedir.

Tablo 1: Enzim modifiye peynir (EMP) rneklerinin kimyasal bileşimi (ortalama \pm standart sapma).

EMP rneği	zellikler						
	Nem (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Kül (%)	Titrasyon Asitliği (%) ¹	Asitlik Derecesi	pH
Peynirimsi Lezzet	44.85 \pm 0.79 ^a	44.25 \pm 0.35 ^g	6.90 \pm 0.42 ^b	1.68 \pm 0.01 ^a	0.78 \pm 0.00 ^a	53.98 \pm 0.97 ^e	5.16
Ezine Peyniri	63.86 \pm 0.10 ^e	12.13 \pm 0.18 ^e	14.31 \pm 0.18 ^c	3.31 \pm 0.02 ^b	1.09 \pm 0.00 ^b	40.20 \pm 0.28 ^d	4.78
Koyun Peyniri	51.18 \pm 0.50 ^b	11.13 \pm 0.18 ^c	19.27 \pm 0.50 ^e	3.93 \pm 0.03 ^c	3.00 \pm 0.18 ^e	55.00 \pm 0.65 ^e	5.04
Kei Peyniri	52.27 \pm 0.11 ^c	11.88 \pm 0.53 ^{de}	17.62 \pm 0.71 ^d	3.77 \pm 0.06 ^c	1.99 \pm 0.04 ^c	61.35 \pm 1.91 ^f	4.72
Cheddar	53.53 \pm 0.06 ^d	5.88 \pm 0.18 ^b	19.21 \pm 0.51 ^e	4.65 \pm 0.41 ^d	2.62 \pm 0.08 ^d	55.75 \pm 1.06 ^e	5.07
Parmesan	51.01 \pm 0.02 ^b	5.13 \pm 0.18 ^a	19.92 \pm 0.46 ^e	5.82 \pm 0.02 ^e	1.95 \pm 0.00 ^c	14.01 \pm 0.01 ^a	5.51
Edam	69.68 \pm 0.45 ^f	11.25 \pm 0.35 ^{cd}	13.70 \pm 0.56 ^c	3.70 \pm 0.03 ^c	1.22 \pm 0.14 ^b	29.74 \pm 0.94 ^c	5.87
Mavi Damarlı Peynir	80.33 \pm 0.21 ^g	16.63 \pm 0.18 ^f	1.10 \pm 0.06 ^a	1.65 \pm 0.01 ^a	0.85 \pm 0.11 ^a	23.65 \pm 0.51 ^b	4.88

^{a-g}: Her bir sütundaki farklı üst indisler istatistiksel farklılığı göstermektedir ($P<0.05$). ¹: Laktik asit cinsinden.

Tablo 2: Enzim modifiye peynir (EMP) örneklerinin serbest yağ asidi (mg/100 g örnek) içerikleri (ortalama ± standart sapma).

Serbest Yağ Asidi	Peynirimsi Lezzet	Ezine Peyniri	Koyun Peyniri	Keçi Peyniri	Cheddar	Parmesan	Edam	Mavi Damarlı Peynir
Bütirik Asit (C _{4:0})	982.2 ± 9.9 ^e	210.5 ± 17.2 ^c	213.7 ± 17.4 ^c	260.7 ± 24.6 ^d	97.0 ± 3.6 ^b	4.1 ± 0.3 ^a	110.5 ± 5.9 ^b	125.1 ± 4.9 ^b
Kaproik Asit (C _{6:0})	305.9 ± 6.1 ^e	69.1 ± 2.3 ^d	97.4 ± 6.1 ^e	123.1 ± 10.2 ^f	38.9 ± 1.8 ^{bc}	2.2 ± 0.1 ^a	52.6 ± 2.7 ^c	34.3 ± 1.0 ^b
Kaprilik Asit (C _{8:0})	239.8 ± 3.2 ^f	32.2 ± 2.7 ^c	53.7 ± 2.7 ^d	71.0 ± 6.5 ^e	13.6 ± 1.1 ^b	1.6 ± 0.1 ^a	31.8 ± 0.9 ^c	31.3 ± 0.8 ^c
Kaprik Asit (C _{10:0})	427.7 ± 1.5 ^f	62.2 ± 6.2 ^c	131.6 ± 5.0 ^d	169.7 ± 13.9 ^e	23.1 ± 1.9 ^b	3.0 ± 0.1 ^a	61.1 ± 1.7 ^c	67.7 ± 1.2 ^c
Laurik Asit (C _{12:0})	453.8 ± 5.0 ^f	73.1 ± 7.1 ^c	98.8 ± 2.5 ^e	86.8 ± 5.5 ^d	28.1 ± 1.7 ^b	3.7 ± 0.3 ^a	76.4 ± 2.4 ^{cd}	73.9 ± 0.9 ^c
Miristik Asit (C _{14:0})	1485.4 ± 54.9 ^e	203.8 ± 12.6 ^{bc}	322.9 ± 51.8 ^d	281.8 ± 29.3 ^{cd}	114.0 ± 36.9 ^b	8.3 ± 0.2 ^a	214.7 ± 2.7 ^c	244.3 ± 8.2 ^{cd}
Palmitik Asit (C _{16:0})	1483.2 ± 75.9 ^d	565.4 ± 32.0 ^c	594.4 ± 48.3 ^c	569.3 ± 45.1 ^c	252.9 ± 8.1 ^b	30.4 ± 0.7 ^a	493.1 ± 56.3 ^c	540.9 ± 7.6 ^c
Stearik Asit (C _{18:0})	433.1 ± 33.5 ^e	192.7 ± 3.2 ^c	191.5 ± 17.2 ^c	293.5 ± 32.6 ^d	113.8 ± 6.9 ^b	11.5 ± 2.8 ^a	123.0 ± 23.9 ^b	183.8 ± 5.0 ^c
Oleik Asit (C _{18:1})	1220.5 ± 99.2 ^d	454.3 ± 7.1 ^c	433.9 ± 37.0 ^c	468.0 ± 30.1 ^c	167.9 ± 11.5 ^b	25.5 ± 1.6 ^a	279.8 ± 51.0 ^b	554.8 ± 36.9 ^c
Linoleik Asit (C _{18:2})	106.1 ± 6.8 ^e	36.1 ± 1.2 ^c	42.3 ± 4.5 ^{cd}	41.8 ± 2.7 ^{cd}	13.0 ± 1.0 ^b	2.6 ± 0.1 ^a	15.3 ± 1.6 ^b	51.4 ± 4.0 ^d
Linolenik Asit (C _{18:3})	20.1 ± 1.7 ^e	7.9 ± 0.3 ^c	5.1 ± 0.3 ^b	15.5 ± 1.2 ^d	2.2 ± 0.8 ^a	0.4 ± 0.0 ^a	5.4 ± 0.7 ^b	8.3 ± 0.4 ^c
TUSYA ¹	1961.5 ± 6.9 ^e	374.1 ± 14.3 ^d	496.3 ± 27.7 ^e	624.5 ± 54.5 ^f	172.7 ± 4.4 ^b	10.9 ± 0.4 ^a	256.1 ± 9.1 ^c	285.5 ± 7.8 ^c
TSYA ²	7163.7 ± 259.1 ^f	1907.5 ± 23.2 ^d	2185.1 ± 158.4 ^{de}	2381.1 ± 195.1 ^e	864.7 ± 58.5 ^b	93.2 ± 4.3 ^a	1463.9 ± 128.3 ^c	1915.9 ± 29.1 ^d

^{a-e}: Her bir satırdaki farklı üst indisler istatistiksel farklılığı göstermektedir ($P < 0.05$).¹:TUSYA: Toplam uçucu serbest yağ asidi. ²: TSYA: Toplam serbest yağ asidi.

Parmesan peyniri lezzetindeki EMP'nin TSYA içeriği ortalama 93.2 mg/100 g EMP ile belirgin şekilde düşüktür. Lipolitik olgunlaşma düzeyinin belirlenmesinde kullanılan asitlik derecesi ölçümü sonuçları ile serbest yağ asidi miktarları arasında genel bir uyum olmakla birlikte, Cheddar örneğinde belirgin farklılık dikkat çekmektedir. Bunun önemli bir nedeninin, Cheddar lezzetli EMP'nin düşük yağ içeriğine sahip olması, ancak TSYA miktarının hesaplanmasında örneğin toplam ağırlığının esas alınmasının etkisi vardır. Hesaplamalar yağ bazında yapıldığında TSYA miktarı açısından sıralama keçi, koyun, peynirimsi, Ezine, Cheddar, Edam, mavi damarlı ve Parmesan şeklinde olmakta ve asitlik derecesi analiz sonuçlarıyla daha uyumlu değerler elde edilmektedir.

Serbest yağ asitlerinden 4-10 karbonlu olanları uçucu serbest yağ asidi grubunda ele alınmaktadır. Bu gruptaki serbest yağ asitlerinin algılanma eşiği düşüktür ve lezzet üzerindeki etkisi yüksektir [36]. Toplam uçucu serbest yağ asidi (TUSYA) miktarının TSYA içindeki oranı incelendiğinde ise %11.3 ile en düşük oran Parmesan'dadır ve onu mavi damarlı peynir ile Edam peyniri lezzetindeki EMP'ler %20'nin altındaki oranlarla izlemektedir. Peynirimsi lezzete sahip EMP ile keçi peyniri lezzetindeki EMP'de ise bu oranlar %26'nın üzerine çıkmaktadır. Çalışma kapsamında saptanan TSYA miktarları, peynirlerle ilgili yapılmış olan çalışmalardan elde edilen değerlerden 10 ile 100 kat aralığında daha yüksektir [33]-[39]. Bu durum, EMP ile sağlanan peynir lezzeti yoğunluğunun, doğrudan peynir kullanımı ile sağlanandan çok daha yüksek olduğu bilgisi ile de uyumludur [3],[8].

Tablo 3'te EMP örneklerinin proteolitik olgunlaşma düzeyleri ile ilgili analiz sonuçları sunulmuştur. Analizlerde mavi damarlı peynir lezzetine sahip EMP örneğinin protein içeriğinin çok düşük (%1.1) olması nedeniyle TCA-ÇA ve PTA-ÇA değerleri saptanamamıştır. İncelenen EMP örneklerinin SÇA değerleri %0.035-2.347 aralığında değişirken, TCA-ÇA değerleri %0.042-2.113 aralığında ve PTA-ÇA değerleri ise %0.012-1.642 aralığında değişmiştir. EMP'lerin olgunlaşma düzeylerini belirlemek için hesaplanan olgunlaşma indeksi değerlerinde ise SÇA temel olarak hesaplanan OÜİ değerleri %9.5-82.7 arasında değişirken, %66'nın üzerinde değere sahip dört EMP belirlenmiştir. Bunlardan OÜİ değeri en yüksek olan

keçi peyniri lezzetine sahip EMP iken, bunu koyun peyniri, Cheddar peyniri ve Parmesan lezzetine sahip EMP'ler izlemiştir. TCA-ÇA ölçümlerini temel alan OYİ değerleri %3.9-76.5 aralığında saptanmıştır. OYİ değerlerinde de bu dört EMP'nin diğerlerinden belirgin şekilde yüksek değerlere (%61'in üzerinde) sahip olduğu görülmüştür. PTA-ÇA verilerine dayanan SAİ hesaplamalarında da aynı dört EMP yüksek değerlerle öne çıkmıştır. Ancak SAİ değerlerine göre Cheddar peyniri lezzetine sahip EMP %54.5 ile en yüksek değere sahipken, bunu koyun peyniri ve Parmesan lezzetine sahip EMP'ler izlemiştir ve bu EMP'lerin hesaplanan değerleri %41'in üzerinde çıkmıştır. Ticari olarak piyasada bulunan Cheddar lezzetine sahip EMP'lerin bileşimi ve olgunlaşma özellikleri ile ilgili yapılmış bir çalışmada, Cheddar peynirinin kendisinin OÜİ değerleri %13.1-28.4 aralığında değişirken, ticari EMP'lerde bu değer %26.8-84.6 aralığında değişmiştir [5],[11]. Aynı çalışmada, SAİ değerleri ise Cheddar peynirinde %1.4-7.5 aralığında değişirken, ticari EMP'lerde %5.3-65.5 aralığında belirlenmiştir [5],[11]. Bir başka çalışmada ise taze pıhtıdan üretilen EMP'lerin OÜİ %63.4-66.2 aralığında, SAİ ise %7.8-8.3 aralığında belirlenmiştir [16].

EMP analiz sonuçlarına göre, koyun peyniri ve keçi peyniri lezzetine sahip EMP'lerin hem lipolitik, hem de proteolitik olarak yüksek derecelerde olgunlaştığı görülmektedir. Ancak keçi peynirindeki proteolitik olgunlaşmada düşük molekül ağırlıklı peptitlerin ve serbest aminoasitlerin oluşumu diğer iki EMP'ye göre daha düşük düzeylerde kalmıştır. Parmesan ve Cheddar lezzetli EMP'lerde ise proteolitik olgunlaşma yüksek derecelerde gerçekleştirilirken, lipolitik olgunlaşma düşük düzeylerde kalmıştır. Peynirimsi lezzet ile Ezine peyniri lezzetine sahip EMP'lerde ise lipolitik olgunlaşma göreceli olarak yüksek düzeylerde gerçekleşirken, proteolitik olgunlaşma düşük düzeylerde kalmıştır. Peynirimsi lezzete sahip EMP'nin dikkat çeken bir diğer özelliği ise yüksek yağ içeriğine sahip olmasıdır. Edam ve mavi damarlı peynir lezzetine sahip EMP'lerde hem lipolitik, hem de proteolitik olgunlaşmanın orta düzeylerde gerçekleştiği görülmüş, mavi damarlı peynir lezzetine sahip EMP'de ise düşük protein içeriği dikkat çekmiştir.

Tablo 3: Enzim modifiye peynir (EMP) örneklerinin proteolitik olgunlaşma değerleri (ortalama ± standart sapma).

EMP Örneği	Özellikler					
	SÇA (%) ¹	TCA-ÇA (%) ²	PTA-ÇA (%) ³	OÜİ (%) ⁴	OYİ (%) ⁵	SAİ (%) ⁶
Peynirimsi Lezzet	0.103 ± 0.010 ^a	0.042 ± 0.008 ^a	0.012 ± 0.001 ^a	9.53	3.89	1.13
Ezine Peyniri	0.364 ± 0.064 ^b	0.172 ± 0.006 ^a	0.113 ± 0.006 ^b	16.24	7.65	5.05
Koyun Peyniri	2.347 ± 0.040 ^e	1.941 ± 0.141 ^b	1.295 ± 0.013 ^d	77.71	64.28	42.89
Keçi Peyniri	2.285 ± 0.073 ^e	2.113 ± 0.071 ^c	0.768 ± 0.008 ^c	82.71	76.51	27.80
Cheddar	2.238 ± 0.070 ^e	1.958 ± 0.118 ^b	1.642 ± 0.068 ^e	74.33	65.02	54.52
Parmesan	2.061 ± 0.143 ^d	1.905 ± 0.047 ^b	1.286 ± 0.016 ^d	66.01	61.01	41.18
Edam	0.593 ± 0.070 ^c	0.174 ± 0.029 ^a	0.074 ± 0.003 ^b	27.60	8.09	3.43
Mavi Damarlı Peynir	0.035 ± 0.010 ^a	ND ⁷	ND	20.35	ND	ND

^{a-e}: Her bir sütündeki farklı üst indisler istatistiksel farklılığı göstermektedir ($P < 0.05$).¹: SÇA: Suda çözünür azot. ²: TCA-ÇA: Trikloroasetik asitte çözünür azot. ³: PTA-ÇA: Fosfotungstik asitte çözünür azot. ⁴: OÜİ: Olgunlaşma uzama indeksi (Suda çözünür azot cinsinden) (SÇA/Toplam Azot). ⁵: OYİ: Olgunlaşma yoğunluk indeksi (Suda çözünür azot cinsinden) (TCA-ÇA/Toplam Azot). ⁶: SAİ: Serbest aminoasit indeksi (Suda çözünür azot cinsinden) (PTA-ÇA/Toplam Azot).⁷: ND: Tespit edilemedi.

3.2 Enzim modifiye tereyağına ilişkin bulgular

Süt yağının enzimatik olarak kontrollü koşullarda ve hızlandırılmış hidrolizi ile üretilen iki EMT örneği çalışma kapsamında incelenmiştir. EMT örneklerinin kimyasal nitelikleri Tablo 4'te sunulmuştur. İki EMT örneği arasında bileşim açısından önemli farklılıklar ($P < 0.05$) olduğu görülmektedir. Örneklerin nem içerikleri %79.9 ve %52.1 iken, yağ içerikleri %18.3 ve %45.5'tir. EMT-1 ve EMT-2 örneklerinin protein içeriği %1'in, kül içeriği ise %1.5'in altındadır. Titrasyon asitliği değerleri birbirine yakın olan EMT örneklerinin (0.63 ve 0.71) pH değerleri ise Tablo 4'te de görüldüğü üzere belirgin farklılık göstermektedir (6.03 ve 4.56). Lipolitik olgunlaşma düzeyine dair bilgi veren asitlik derecesi değerleri incelendiğinde, EMT-1'in 56.6 değerine karşın EMT-2'nin asitlik derecesi değeri 81.2'dir.

Bu değerleri EMP'lerden elde edilen asitlik derecesi değerleri ile kıyaslandığı zaman, EMT-2 örneğinin tüm EMP örneklerinden çok daha fazla lipolitik olgunlaşmaya maruz kaldığı görülmektedir. EMT-1 örneği ise keçi peyniri lezzetine sahip EMP dışında tüm EMP'lerden yüksek asitlik derecesine sahiptir.

Tablo 4: Enzim modifiye tereyağı (EMT) örneklerinin kimyasal bileşimi (ortalama ± standart sapma).

Özellikler	EMT Örneği	
	EMT-1	EMT-2
Nem (%)	79.94 ± 0.14	52.09 ± 0.90
Yağ (%)	18.25 ± 0.35	45.50 ± 0.71
Protein (%)	0.21 ± 0.04	0.75 ± 0.09
Kül (%)	1.40 ± 0.14	0.76 ± 0.02
Titrasyon Asitliği (%) ¹	0.63 ± 0.03	0.71 ± 0.00
Asitlik Derecesi	56.57 ± 0.78	81.23 ± 0.90
pH	6.03	4.56

¹: Laktik asit cinsinden.

Analiz edilen EMT örneklerinin serbest yağ asidi içeriği Tablo 5'te verilmiştir. EMT-2 örneğinin TSYA miktarı EMT-1 örneğinden 4 kat yüksektir. Buna karşın, EMT-2 örneğinin TSYA miktarı EMT-1 örneğinden 10 kata yakın fazladır. EMT-1'de oleik, palmitik ve miristik asitlerin oransal toplamı TSYA'nin %72'sini oluştururken, bu oran EMT-2'de %58.5'te kalmaktadır. EMT-2 örneğinde bütirik asit miktarı ve oranı dikkat çekici şekilde yüksektir (Tablo 5). TSYA miktarları arasındaki farklılıkta, örneklerin yağ içeriklerinin farklılığının önem taşıdığı görülmektedir. Ancak, TSYA değerlerinin farklılığının nedeni, hedeflenen lezzete ulaşmak için farklı

lipolitik enzimlerin kullanılmış olması olabilir. Farklı kaynaklardan elde edilen lipolitik enzimlerle üretilen lipolize süt yağı örneklerinin serbest yağ asidi bileşiminin incelendiği çalışmada bu durum açıkça gösterilmiştir [40].

Tablo 5: Enzim modifiye tereyağı (EMT) örneklerinin serbest yağ asidi (mg/100 g örnek) içerikleri (ortalama ± standart sapma).

Serbest Yağ Asidi	EMT-1	EMT-2
Bütirik Asit (C _{4:0})	68.0 ± 4.8	1034.7 ± 47.4
Kaproik Asit (C _{6:0})	33.6 ± 2.2	302.6 ± 10.2
Kaprilik Asit (C _{8:0})	31.6 ± 1.7	207.9 ± 6.3
Kaprik Asit (C _{10:0})	61.7 ± 2.7	360.7 ± 10.8
Laurik Asit (C _{12:0})	67.9 ± 6.6	363.0 ± 11.9
Miristik Asit (C _{14:0})	210.8 ± 9.3	1446.6 ± 70.6
Palmitik Asit (C _{16:0})	485.0 ± 28.2	1404.6 ± 85.3
Stearik Asit (C _{18:0})	153.2 ± 9.4	446.9 ± 28.4
Oleik Asit (C _{18:1})	506.2 ± 30.6	1157.0 ± 73.4
Linoleik Asit (C _{18:2})	49.0 ± 3.9	100.6 ± 6.7
Linolenik Asit (C _{18:3})	5.1 ± 0.3	17.0 ± 1.5
TUSYA ¹	194.8 ± 11.3	1906.0 ± 67.4
TSYA ²	1672.1 ± 90.5	6841.6 ± 283.4

^{a-b}: Her bir satırdaki farklı üst indisler istatistiksel farklılığı göstermektedir ($P < 0.05$). ¹: TUSYA: Toplam uçucu serbest yağ asidi. ²: TSYA: Toplam serbest yağ asidi.

4 Sonuçlar

Ülkemizde katkı maddesi üretiminde gelişmeler olmakla beraber, kalite ve çeşitlilik açısından sorunlar sürmekte, halen endüstride kullanılan katkıların önemli bir kısmı ithal edilmektedir. Son yıllarda enzim modifiye süt ürünlerinin ticari olarak üretimi ülkemizde başlamış olmakla beraber, geleneksel peynirlerin üretimlerinin yaygınlaşması için karakterizasyon çalışmalarına ihtiyaç vardır. Ayrıca, enzim modifiye süt ürünleri konusunda akademik çalışmalar sınırlı düzeyde kalmıştır.

Bu çalışmada, Türkiye'de üretilen ve ticari olarak piyasada bulunan enzim modifiye peynir ve tereyağı örneklerinin temel kimyasal özellikleri, serbest yağ asidi bileşim ve miktarları ile proteolitik olgunlaşma parametreleri incelenmiştir. Farklı peynir lezzetlerinde örneklerin elde edilmesi için çok farklı olgunlaşma düzeylerine ulaşıldığı görülmüştür. Koyun ve keçi peyniri lezzetinin elde edilmesi için EMP üretimindeki lipoliz sonucu oluşan serbest yağ asitleri ve proteoliz sonucu oluşan parçalanma ürünlerinin miktarlarının fazla olduğu görülmüştür. Edam lezzeti için ise aynı parçalanma ürünlerinin miktarlarının düşük olduğu saptanmıştır.

Peynirimsi lezzet elde etmek için üretilen EMP'deki lipoliz düzeyi diğer örneklere göre fazla iken, proteoliz düzeyinin tüm örnekler içerisinde en alt düzeyde olduğu belirlenmiştir. Cheddar ve Parmesan lezzetlerinin elde edildiği EMP'lerde lipolitik olgunlaşma düşük, proteolitik olgunlaşma ise yüksek düzeyde gerçekleştirilmiştir.

Piyasada bulunan örneklerin ayrıntılı analizlerinin ve karakterizasyonunun yapılması, bu alanda veri birikiminin sağlanması açısından önemlidir. Kullanılabilecek lipolitik ve proteolitik enzimlerin eşitleri ile kombine kullanımları, işlem koşullarının son ürün üzerindeki etkileri ve işlem optimizasyonuna dair çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu tür çalışmalar sayesinde, hem ülkemizin yerel lezzetlerini (zellikle geleneksel peynir lezzetlerini) sunan enzim modifiye süt ürünlerinin üretilmesi sağlanabilecek, hem de endüstriyel olarak yabancı peynir lezzetlerinin egemenliği ile bu tür ürünlerin ithalatının zorunluluğu ortadan kaldırılabilecektir.

5 Teşekkür

Yazarlar, "Olgun beyaz peynir lezzetine sahip mikroenkapsüle enzim modifiye peynir tozu üretimi" başlıklı 1150229 numaralı projeye mali desteğinden ve ilgisinden dolayı TÜBİTAK'a (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu) teşekkür etmektedir.

6 Kaynaklar

- [1] Guinee TP. *Cheese as a Food Ingredient*. Editors: Fuquay JW, Fox PF, McSweeney PLH. Encyclopedia of Dairy Sciences, 822-832, London, UK, Academic Press, 2011.
- [2] Missel D. "Selecting the right ingredients for adding the flavor of cheese". *Food Production Design*, 6(5), 51-61, 1996.
- [3] Kilcawley KN, Wilkinson MG, Fox PF. "Enzyme-modified cheese". *International Dairy Journal*, 8(1), 1-10, 1998.
- [4] Sibeijn M, Wouters JA. *Production of Dairy Aromas and Flavors: New Directions*. Editor: Corredig M. Dairy-Derived Ingredients: Food and Nutraceutical Uses, 470-481, Boca Raton, FL, USA, CRC Press, 2009.
- [5] Kilcawley KN, Wilkinson MG, Fox PF. "A novel two-stage process for the production of enzyme-modified cheese". *Food Research International*, 39(5), 619-627, 2006.
- [6] Fox PF, Guinee TP, Cogan TM, McSweeney PLH. *Fundamentals of Cheese Science*. Gaithersburg, Maryland, USA, Aspen Publication, 2000.
- [7] Guinee TP, Kilcawley KN. *Cheese as an Ingredient*. Editors: Fox PF, McSweeney PLH, Cogan TM, Guinee TP. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Volume 2, 395-428, London, UK, Academic Press, 2004.
- [8] West S. *Production of Flavours, Flavour Enhancers And Other Protein-Based Speciality Products*. Editor: Rastall R. Novel Enzyme Technology for Food Application, 183-204, Boca Raton, FL, USA, CRC Press, 2007.
- [9] Moskowitz GJ, Noelck SS. "Enzyme-modified cheese technology". *Journal of Dairy Science*, 70(8), 1761-1769, 1987.
- [10] Wilkinson AG, Doolan IA, Kilcawley KN. *Enzyme-Modified Cheese*. Editors: Fuquay JW, Fox PF, McSweeney PLH. Encyclopedia of Dairy Sciences, 799-804, London, UK, Academic Press, 2011.
- [11] Kilcawley KN, Wilkinson MG, Fox PF. "A survey of the composition and proteolytic indices of commercial enzyme-modified Cheddar cheese". *International Dairy Journal*, 10(3), 181-190, 2000.
- [12] Kilcawley KN, Wilkinson MG, Fox PF. "A survey of lipolytic and glycolytic end-products in commercial Cheddar enzyme-modified cheese". *Journal of Dairy Science*, 84(1), 66-73, 2001.
- [13] Hulin-Bertaud S, Kilcawley KN, Wilkinson MG, Delahunty CM. "Sensory and compositional relationships between commercial Cheddar-flavored enzyme-modified cheeses and natural Cheddar". *Journal of Food Science*, 65(6), 1076-1082, 2000.
- [14] Azarnia S, Lee BH, Yaylayani V, Kilcawley KN. "Proteolysis development in enzyme-modified Cheddar cheese using natural and recombinant enzymes of *Lactobacillus rhamnosus* S93". *Food Chemistry*, 120(1), 174-178, 2000.
- [15] Habibi-Najafi MB, Lee BH. "Debittering of tryptic digests from β -casein and enzyme modified cheese by x-prolyl dipeptidylpeptidase from *Lactobacillus casei* ssp. LLG". *Iranian Journal of Science and Technology, Transaction A*, 31(3), 263-270, 2007.
- [16] Lee BH, Kilcawley KN, Hannon JA, Park SY, Wilkinson MG, Beresford TP. "The use of viable and heat-shocked *Lactobacillus helveticus* DPC 4571 in enzyme-modified cheese production". *Food Biotechnology*, 21(2), 129-143, 2007.
- [17] Sudhir K, Jha YK, Pratibha S. "Influence of adjuncts as a debittering aids in encountering the bitterness developed in cheese slurry during accelerated ripening". *International Journal of Food Science and Technology*, 45(7), 1403-1409, 2010.
- [18] Kumar S, Jha YK, Singh P. "Influence of adjuncts as debittering aids on the sensory and biochemical properties of enzyme modified cheese-base". *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B - Biological Sciences*, 83(3), 347-355, 2013.
- [19] Miri MA, Habibi-Najafi MB. "The effect of adding enzyme-modified cheese on sensory and texture properties of low- and high-fat cream cheeses". *International Journal of Dairy Technology*, 64(1), 92-98, 2001.
- [20] Hassan AN, Awad S, Mistry VV. "Reduced fat process cheese made from young reduced fat Cheddar manufactured with exopolysaccharide-producing cultures". *Journal of Dairy Science*, 90(8), 3604-3612, 2007.
- [21] Noronha N, Cronin DA, O'Riordan D, O'Sullivan M. "Flavouring of imitation cheese with enzyme-modified cheeses (EMCs): Sensory impact and measurement of aroma active short chain fatty acids (SCFAs)". *Food Chemistry*, 106(3), 905-913, 2008.
- [22] Noronha N, Cronin DA, O'Riordan D, O'Sullivan M. "Flavouring reduced fat high fibre cheese products with enzyme-modified cheeses (EMCs)". *Food Chemistry*, 110(4), 973-978, 2008.
- [23] Association of Analytical Communities (AOAC) International. *Official Methods of Analysis*. 19th ed. Washington DC, USA, Association of Official Analytical Chemists, Inc., 2012.
- [24] Park YW. "Proteolysis and lipolysis of goat milk cheese". *Journal of Dairy Science*, 84, 84-92, 2001.
- [25] Park YW, Lee JH. "Effect of freezing on organic acid contents and lipolytic index of plain soft and Monterey Jack goat milk cheeses". *Small Ruminant Research*, 63(1-2), 58-65, 2006.

- [26] Hayaloğlu A, Topçu A, Koca N. *Peynir Analizleri*. Editörler: Hayaloğlu A, Özer B. *Peynir Biliminin Temelleri*, 489-562, İzmir, Türkiye, Sidas Medya Ajans Tanıtım Danışmanlık Ltd. Şti., 2011.
- [27] De Jong C, Badings HT. "Determination of free fatty acids in milk and cheese procedures for extraction, clean up, and capillary gas chromatographic analysis". *Journal of High Resolution Chromatography*, 13(2), 94-8, 1990.
- [28] Deeth HC, Gerald F, Snow J. "A gas chromatographic method for the quantitative determination of free fatty acids in milk and milk products". *New Zealand Journal of Dairy Science and Technology*, 18, 13-20, 1983.
- [29] Simonne AH, Simonne EH, Eitenmiller RR, Mills HA, Cresman III CP. "Could the Dumas method replace the Kjeldahl digestion for nitrogen and crude protein determinations in foods". *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 73(1), 39-45, 1997.
- [30] ISO-IDF. "Milk and Milk Products–Determination of Nitrogen Content–Routine Method Using Combustion According to the Dumas Principle". International Organization for Standardization, Brussels, Belgium, International Standard ISO 14891:2002, IDF 185:2002, 2002.
- [31] Bütikofer U, Rüegg M, Ardö Y. "Determination of nitrogen fractions in cheese: Evaluation of a collaborative study". *Food Science and Technology*, 26(3), 271-275, 1993.
- [32] Pereira CI, Gomes EO, Gomes AMP, Malcata FX. "Proteolysis in model Portuguese cheeses: Effects of rennet and starter culture". *Food Chemistry*, 108(3), 862-868, 2008.
- [33] Kondyli E, Katsiari MC, Masouras T, Voutsinas LP. "Free fatty acids and volatile compounds of low-fat Feta-type cheese made with a commercial adjunct culture". *Food Chemistry*, 79(2), 199-205, 2002.
- [34] Akın N, Aydemir S, Koçak C, Yıldız MA. "Changes of free fatty acid contents and sensory properties of white pickled cheese during ripening". *Food Chemistry*, 80(1), 77-83, 2003.
- [35] Simsek B, Gün I. "Free fatty acid composition of Akçakatik cheese, A traditional Turkish dairy product". *Asian Journal of Chemistry*, 21(8), 5923-5928, 2008.
- [36] Collins Y, McSweeney PLH, Wilkinson MG. "Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge". *International Dairy Journal*, 13(11), 841-866, 2003.
- [37] Calzada J, del Olmo A, Picon A, Nunez M. "Effect of high-pressure-processing on lipolysis and volatile compounds of Brie cheese during ripening and refrigerated storage". *International Dairy Journal*, 39(2), 232-239, 2014.
- [38] Karaman AD, Akalin AS. "Improving quality characteristics of reduced and low fat Turkish White cheeses using homogenized cream". *LWT-Food Science and Technology*, 50(2), 503-510, 2013.
- [39] Atasoy AF, Türkoğlu H. "Lipolysis in Urfa cheese produced from raw and pasteurized goats' and cows' milk with mesophilic or thermophilic cultures during ripening". *Food Chemistry*, 115(1), 71-78, 2009.
- [40] Regado MA, Cristovao BM, Moutinho CG, Balcao VM, Aires-Barros R, Ferreira JPM, Malcata FX. "Flavour development via lipolysis of milkfats: changes in free fatty acid pool". *International Journal of Food Science and Technology*, 42(8), 961-968, 2007.