

LİPAZ ENZİMİ VE DESTEK KÜLTÜR KULLANIMININ KEÇİ PEYNİRİNİN OLGUNLAŞMASI ÜZERİNE ETKİLERİ

Hasan Uzkuç¹, Onur Güneşer², Yonca Karagül Yüceer^{1*}

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 17020, Çanakkale, Türkiye

²Uşak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 64200, Uşak, Türkiye

Geliş / Received: 13.11.2017; Kabul / Accepted: 23.01.2018; Online baskı / Published online: 22.02.2018

Uzkuç, H., Güneşer, O., Karagül Yüceer, Y. (2018). Lipaz enzimi ve destek kültür kullanımının keçi peynirinin olgunlaşması üzerine etkileri. *GIDA* (2018) 43 (2): 250-263 doi: 10.15237/gida.GD17102

Uzkuç, H., Güneşer, O., Karagül Yüceer, Y. (2018). *Effects of lipase enzyme and adjunct culture on goat cheese ripening. GIDA* (2018) 43 (2): 250-263 doi: 10.15237/gida.GD17102

ÖZ

Bu çalışmada lipaz enzimi ve destek kültür kullanımının keçi peynirinin bazı kimyasal ve duyuşsal özellikleri ve olgunlaşma karakteristiklerine etkisi araştırılmıştır. Keçi sütüne Capalase® K, Italase® C enzimleri ve *Staphylococcus carnosus* destek kültürü ilave edilerek üretilen keçi peynirleri 5±1°C'de 90 gün süreyle olgunlaştırılmıştır. Peynirlerin titrasyon asitliği ve azot fraksiyonlarında depolamayla birlikte artış olduğu gözlenmiştir. Lipolizin göstergesi olan hidrolitik ransidite değerleri enzim kullanılarak üretilen peynirlerde yüksek bulunmuştur. Etil butirat, etil hekzanoat, dodekanoik asit ve etil dodekanoat tüm peynirlerin sadece 90. gün örneklerinde belirlenmiş, 3-metil bütanoik asit, pentanoik asit, heptanoik asit ve nonanoik asit ise sadece enzim kullanılarak üretilen peynirlerin 90. günlerinde saptanmıştır. Pişmiş, kremamsı, peyniraltı suyu, sülfür, ransit, toz/çimento ve keçi aromaları peynir örneklerinin karakteristik tanımlayıcı aroma terimleri olarak panelistler tarafından geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Keçi peyniri, hızlı olgunlaştırma, uçucu bileşen

EFFECTS OF LIPASE ENZYME AND ADJUNCT CULTURE ON GOAT CHEESE RIPENING

ABSTRACT

The effects of using commercial lipase enzymes and adjunct culture on some chemical and sensory properties and ripening characteristics of goat cheese were investigated in this study. Goat cheeses produced by addition of Capalase® K, Italase® C enzymes and *Staphylococcus carnosus* adjunct culture to the goat milk ripened for 90 days at 5±1°C. Increase in titratable acidity and nitrogen fractions was observed in the cheeses during storage. Hydrolytic rancidity values as an indicator of lipolysis were higher in specifically enzyme used cheeses. Ethyl butyrate, ethyl hexanoate, dodecanoic acid and ethyl dodecanoate were only determined in the cheeses on 90. day of storage. 3-methyl butanoic acid, pentanoic acid, heptanoic acid and nonanoic acid were detected in only enzyme used samples on day 90. Cooked, creamy, whey, sulfur, rancid, dust/cement and goat aromas were characteristic descriptive aroma terms developed by panelists.

Keywords: Goat cheese, accelerated ripening, volatile compound

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ yoncayuceer@comu.edu.tr

☎ (+90) 286 218 0018/2272,

☎ (+90) 286 218 0541

GİRİŞ

Peynirin olgunlaşması; taze peynirlerin çeşidine özgü koku, tat, renk, kıvam, göz, delik ve beğeni gibi özellikleri kazanabilmesi için farklı koşul ve sürelerde bekletilmeleriyle gerçekleştirilen ve fiziksel, mikrobiyolojik ve enzimatik etkileşimlerle ortaya çıkan karmaşık biyokimyasal olayların tamamı olarak tanımlanmaktadır (Üçüncü, 2002). Peynirin olgunlaşmasında, peynir mayası, sütün doğal enzimleri, starter bakteriler ve enzimleri ve starter olmayan bakteriler rol oynamaktadır (Fox, 1989).

Peynirin olgunlaşması sütün orijinal enzimleri ile bazı mikroorganizmaların oluşturdukları enzimlerin metabolik aktivitesi yoluyla katalize edilir. Olgunlaşma sürecinde karakteristik mikrofloranın gelişimi, kalıntı laktozun ve sitratın metabolize olması, proteoliz, lipoliz ve ikincil reaksiyonlar (yağ asidi katabolizması, aminoasit katabolizması ve laktatın metabolize olması) gerçekleşir. Olgunlaşmanın ilk evrelerinde kalıntı laktozdan laktat, asetat, butirat, propiyonat veya sitrat gibi bileşikler oluşurken, peynirdeki çeşitli kaynaklardan elde edilen lipazlarla kataliz edilen lipoliz reaksiyonlarında serbest yağ asitleri ve peynir aromasına etki eden alkoller, metil ketonlar ve laktonlar gibi uçucu bileşikler oluşmaktadır (McSweeney, 2004).

Peynirde olgunlaşma kalitesi olgunlaşma sürecinin belirli bir aşamasında en üst seviyeye ulaşmakta ve bu aşamada her peynir çeşidi kendine özgü tekstürel ve duyuşsal özellikleri kazanmaktadır. Bu sürecin uzunluğu peynir çeşidine göre farklılık göstermekte ve genel olarak daha yüksek nem içeriğine sahip olan peynirler daha kısa sürede olgunlaşırken yarı sert ve sert peynirler daha uzun olgunlaşma süresine ihtiyaç duymaktadırlar (Fox vd., 1996). Beyaz peynir yaklaşık üç ay, Kaşar peyniri ise altı ay sonra ideal olgunlaşma karakteristiklerine kavuşmaktadır (Tunçtürk, 2005). Ezine peyniri istenen karakteristik duyuşsal özelliklerini kazanması için teneke ambalajlarda en az sekiz ay olgunlaştırıldıktan sonra satışa sunulmaktadır (Karagul-Yuceer vd., 2009).

Klasik yöntemlerle peynirlerin olgunlaştırılması, yüksek miktarda işletme sermayesinin yanı sıra depolamanın inşaatı, makine giderleri, enerji ve işçilik

giderleri, faiz yükü ve firelerin toplam maliyetteki payının yükselmesi gibi nedenlerden dolayı oldukça pahalı, yavaş ve tamamıyla kontrol edilemeyen bir işlemdir (Fox, 1989; Tunçtürk, 2005). Söz konusu maliyetlerin azaltılması ve peynirleri hızlı olgunlaştırması amacıyla, olgunlaşma sıcaklığının yükseltilmesi, enzim ilavesi, starter kültür kullanımında modifikasyonlar, peynir çeşidine özgü kültürlerle birlikte destek kültürlerin kullanılması, genetik modifiye kültürler veya yüksek basınç uygulamaları tercih edilmekte, özellikle ticari lipaz ve proteaz enzimleri ayrı ayrı veya birlikte başarı ile kullanılmaktadır (Fox, 1988; García vd., 1994; Law, 2001; McSweeney ve Sousa, 2000).

Bu çalışmada keçi sütünden ticari enzim ve destek kültür kullanımıyla peynir üretimi ve üretilen keçi peynirinin olgunlaşma süresinin hızlandırılarak bazı kimyasal ve duyuşsal özelliklerinin belirlenmesi ve depolama süresince olgunlaşma karakteristiklerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Peynir üretimi

Peynirlerin üretimi Ekozey A.Ş. (Gökçeada, Çanakkale) üretim tesislerinde gerçekleştirilmiştir. Mutlu Keçiler Çiftliği'nden (İmbroz Ltd. Şti., Gökçeada, Çanakkale) sağlanan 320 L organik keçi sütü (çiğ keçi sütü özellikleri; 6.70 pH, %12.38 kurumadde, %3.85 yağ oranı ve %3.66 protein oranı) $65\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 30 dakika süre ile ısı işleme tabi tutulduktan sonra, plakalı ısı değiştirici vasıtasıyla $34.5\pm 1^\circ\text{C}$ 'ye soğutulmuştur. Keçi sütünden kontrol grubu (K), Italase® C grubu (İ), Capalase® K grubu (C) ve destek kültür grubu (M) olmak üzere dört farklı peynir üretilmiş ve üretim iki tekerrürlü gerçekleştirilmiştir. Peynirlerin olgunlaşmasını hızlandırmak amacıyla kullanılan enzimler Cargill (Minneapolis, ABD) firmasından temin edilmiş olan hayvansal kaynaklı Italase® C (buzağı şirdeni) ve Capalase® K (oğlak şirdeni), destek kültür olarak ise Danisco (Kopenhag, Danimarka) firmasından temin edilen MVS LYO 10 D isimli *Staphylococcus carnosus* bakterisini içeren ticari destek kültürdür.

Kontrol grubuna enzim veya kültür ilavesi yapılmaksızın, Italase® C grubuna 55 g/1000 L

Italase® C enzimi, Capalase® K grubuna 55 g/1000 L Capalase® K enzimi ve destek kültür grubuna *Staphylococcus carnosus* ilave edilerek üretim gerçekleştirilmiştir. Otuz dakikalık ön olgunlaştırma işleminden sonra keçi sütleri Rumeli Maya (İstanbul) firmasından sağlanan 1/16000 kuvvetindeki hayvansal kaynaklı enzim (kimozi/pepsin oranı 90:10) kullanılarak mayalanmıştır. Üretilen ham peynirler %12 tuz konsantrasyonu, 5.60 pH ve 27.5°C sıcaklığındaki salamurada 48 saat bekletildikten sonra vakum altında Cryovac BK3550 (180mmx230mm) vakum shrink peynir torbalarında ambalajlanarak 5±1°C'deki soğuk hava deposunda 90 gün süreyle olgunlaştırılmıştır.

Peynirin bileşimi

Peynirlerde asitlik ve kurumadde (%) (Metin, 2006), yağ (%) (NEN, 1969), tuz (%), toplam protein ve kül (%) (AOAC, 2000) belirlenmiştir.

Azot fraksiyonları ve hidrolitik ransidite

Suda Çözünür Azot Oranı (SÇA), 20 g peynir örneği 40°C'de 40 mL su içinde Ultra Turrax karıştırıcı (Janke Kunkel KG, IKA, WERK) kullanılarak 2 dakika homojenize edilmiş ve aynı sıcaklıkta 1 saat süreyle su banyosunda bekletildikten sonra +4°C'de 3000 g'de 30 dakika santrifüj (Eppendorf Marka, 5810 R Model santrifüj, Hamburg, Almanya) edilmiştir. Santrifüj sonrası, üst kısımdaki yağ tabakası bir spatül ile uzaklaştırılarak, sıvı kısım Whatman No:42 filtre kâğıdından süzülmüştür (Kuchroo ve Fox, 1982). Filtrattan 10 mL alınarak, Mikro Kjeldahl metodu ile suda çözünen azot miktarı belirlenmiştir (IDF, 1993).

%12 trikloroasetik asitte (TCA) (IDF, 1993; Polychroniadou vd., 1999) ve %5 fosfotungustik asitte (PTA) çözünen miktarları (IDF, 1993; Jarrett vd., 1982) önerilen yöntemler kullanılarak saptanmıştır.

Saptanan suda çözünen azot miktarı, %12 TCA'da çözünen azot miktarı ve %5 PTA'da çözünen azot miktarı toplam azot miktarı ile oranlanarak olgunlaşma dereceleri hesaplanmıştır (Alais, 1984). Peynirlerde hidrolitik ransidite titrimetrik yöntemle belirlenmiştir (Renner, 1986).

Uçucu Bileşen Analizleri

Uçucu bileşenlerin tanımlanması ve miktar belirlenmesi için katı faz mikroekstraksiyon tekniği (SPME) Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC-MS) (GC 6890, MS 6890N, Agilent Technologies, Wilmington, DE, ABD) kullanılmıştır. Polar olmayan özellikteki HP-5MS kolonu (30 m x 0.250 mm id x 0.25 µm film kalınlığı) kullanılmıştır (J&W Scientific, Folsom, CA, ABD). Analizler için 5 g peynir, 40 mL SPME vialine (Supelco, Bellafonte, ABD) alınmış ve içerisine 1 g sodyum klorür ve 10 µL iç standart (1 mL'sinde 0.1 µL 2-metil valerik asit ve 0.6 µL 2-metil-3-heptanon içermektedir) ilave edilerek 40°C'lik su banyosunda (GFL, Model 1103, Burgwedel, Almanya) 20 dakika bekletilmiştir. Daha sonra SPME fiber (2 cm-50/30 µm DVB/Carboxen/PDMS stable flex, Supelco, Bellafonte, ABD) vial batırılarak 40°C'lik su banyosunda 20 dakika daha bekletilmiş ve GC-MS'e enjekte edilmiştir. Taşıyıcı gaz akışı 1.2 mL/dk, fırın programı başlangıç sıcaklığı 40°C'de 5 dakika, Ramp (10°C/dk, 230°C), son sıcaklık ve süre 230°C'de 20 dakikadır. Uçucu bileşenlerin tanımlanmasında National Institute of Standards and Technology (NIST, 2008) ve Wiley Registry of Mass Spectral Data (Wiley, 2005) kütüphanelerinden yararlanılmıştır. Uçucu bileşenlerin miktarlarının belirlenmesi ise oransal bolluklarına göre yapılmış olup sonuçlar µg/100 g olarak verilmiştir (Avsar vd., 2004).

Duyusal Analiz

Peynirlerin duyusal analizleri, eğitilmiş ve yaşları 25-45 arasında değişen 7 panelist (4 bayan, 3 erkek) tarafından *Spectrum*TM metodu kullanılarak yapılmıştır (Meilgaard vd., 1999). Panelistler peynir ve süt ürünlerinde lezzet profil analizi konusunda yaklaşık 100 saatlik eğitim almışlardır. Eğitim ve değerlendirmeler için 15 puanlı skala kullanılmıştır. Peynir örnekleri oda sıcaklığında, 15-20 g'lık porsiyonlar halinde sunulmuş olup örnekler arasında panelistlerin ağızlarını nötrlemek amacıyla ekme ve su kullanılmıştır. Daha önce belirledikleri tanımlar doğrultusunda her oturumda 4 peynir örneği paralel olacak şekilde panelistlere sunulmuş ve örnekleri değerlendirmeleri istenmiştir.

İstatistiksel analizler

Peynir çeşidi ve depolama süresinin peynirlerin kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla iki yönlü Varyans Analizi (*Two way ANOVA*) uygulanmıştır. Örnekler arasındaki farklılıklar ise Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile ortaya konmuştur. Olgunlaşmanın 1. ve 90. günlerinde peynirlerin uçucu bileşen analizi sonuçlarına göre geometrik dağılımı amacıyla Çok Boyutlu Ölçekleme tekniği (MDS) kullanılmıştır. Minitab (version 16) (Minitab, 2010), SPSS (Version 20) ve MSTAT-C istatistik paket programları kullanılarak istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Peynirlerin genel bileşimi depolamanın ilk gününde belirlenmiş olup sonuçlar Çizelge 1'de sunulmuştur. Peynirlere ait kurumadde değerleri %43.25-44.80; yağ değerleri %19.38-20.00; tuz değerleri %2.99-3.75; protein değerleri %16.14-

17.17 ve kül değerleri %5.87-6.70 arasında değişmektedir. Peynirlerin genel bileşen değerlerine ait ortalamalara uygulanan varyans analizi sonucuna göre peynir çeşitlerinin kurumadde, yağ, tuz, protein ve kül oranlarına ait ortalamalar arasında önemli bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). Hayaloglu vd. (2013) Saanen ırkı keçi sütü kullanılarak klasik yöntemle ürettikleri keçi peynirinde kurumadde oranını %37.56, yağ oranını %16.18, tuz oranını %4.43, protein oranını %14.40, kül oranını %3.80 değerlerinde bulmuşlardır. Tuz oranı dışında belirlenen diğer bileşen oranları çalışmada belirlenen değerlerden düşük bulunmuştur. Aynı çalışmadaki yağ, tuz, protein ve kül oranları kurumaddedeki oranlar bakımından çalışmamızla benzer bulunmuş, farklı bulunan %37.56 kurumadde oranının ise mevsim ve laktasyon dönemi farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir (Guo vd., 2001; Soryal vd., 2004).

Çizelge 1. Peynirlerin kimyasal özellikleri

Table 1. Chemical properties of cheeses

Peynir Cheese	Ortalama±S.E Mean±S.E				
	Kurumadde% Dry matter %	Yağ % Fat %	Tuz % Salt %	Protein % Protein %	Kül % Ash %
K	43.55±0.21	19.50±0.35	2.99±0.25	16.78±0.02	5.87±0.02
C	44.80±0.71	19.75±0.35	3.75±0.33	17.07±0.49	6.70±0.31
İ	43.25±0.49	19.38±0.18	3.72±0.46	16.14±0.30	6.15±0.76
M	44.55±0.35	20.00±0.01	3.32±0.59	17.17±0.58	6.10±0.99
P	0.074	0.232	0.370	0.288	0.642

S.E: Standart hata K: Kontrol peyniri, C: Capalase® K ilaveli peynir, İ: Italase® C ilaveli peynir, M: Destek kültür ilaveli peynir

S.E: Standard error K: Control cheese, C: Capalase® K added cheese, İ: Italase® C added cheese, M: Adjunct culture added cheese

Peynirlere depolamanın 1, 15, 30, 60 ve 90. günlerinde pH, tirasyon asitliği, toplam azot oranı, suda çözünen azot oranı, %12 TCA'da çözünen azot oranı, %5 PTA'da çözünen azot oranı belirlenmiş ve ortalamalar Çizelge 2'de sunulmuştur. pH ve tirasyon asitliği değerleri üzerine olgunlaştırma süresinin etkisi önemli ($P \leq 0.05$) bulunurken, olgunlaştırma yönteminin etkisi önemli bulunmamıştır ($P \geq 0.05$). Olgunlaştırma süresinin pH değerleri üzerine etkisi incelendiğinde, gün ortalamaları bakımından en yüksek ortalama 1. gün örneklerinde, en

düşük ortalama ise 90. gün örneklerinde saptanmıştır. Keçi sütünden üretilen peynirlerin olgunlaşma süresince pH değerlerinin incelendiği çalışmalarda çoğunlukla olgunlaşma boyunca pH değerlerinin azaldığı belirlenmiş, keçi peynirinin pH değerine etki eden en önemli faktörün peynir üretiminde keçi sütüne starter kültür ilave edilme durumlarının olduğu bildirilmiştir (Barac vd., 2016; Fresno ve Álvarez, 2012; Sert vd., 2014). Garcia vd. (2014) üç farklı starter kültür ve bitkisel pıhtılaştırıcı (*Cynara cardunculus*) kullanılarak 40 gün süreyle olgunlaştırdıkları keçi peynirlerinin pH

değerlerini olgunlaştırma süresi ve starter kültürün etkilediğini bildirmişlerdir. Karagül-Yüceer vd. (2009) klasik yöntemlerle starter kültür ilave edilmeden üretilen Ezine peynirinin 12 aylık olgunlaştırılma süresince pH değerlerini 5.13-5.72 aralığında belirlemişlerdir. Yapılan analizlerde C ve İ peynirlerinin K ve M peynirlerden daha yüksek titrasyon asitliği değerlerine sahip olduğu bulunmuştur. Hayaloglu vd. (2013) Saanen ırkı keçilerin sütlerinden üretilen peynirlerde 90 günlük olgunlaştırma boyunca asitlik değerlerini 0.15, 0.20, 0.44 ve 0.71 olarak saptanmışlardır.

Peynirlerde toplam azot oranı, suda çözünen, %12 TCA'da çözünen ve %5 PTA'da çözünen azot oranları üzerine olgunlaştırma süresinin etkisi önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$) (Çizelge 2). Depolamanın 1. ve 15. günlerinde düşük seviyelerde belirlenen toplam azot oranları depolama sonunda en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Guizani vd. (2006) keçi sütünden ürettikleri yarı sert keçi peynirinde 30 günlük olgunlaştırma süresince toplam azot oranlarının % 3.15-3.18 aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Depolama süresince suda çözünen azot oranı artarak %17.03 değerine ulaşmıştır. Azot fraksiyonlarından TCA ve PTA değerlerinde de depolama boyunca artış olduğu saptanmıştır. Fernandez-Garcia vd. (1994) ve Izco vd. (2000) tarafından yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre lipaz ilaveli peynirlerdeki düşük proteoliz oranı peynirdeki artan serbest yağ asitlerinin laktik asit bakterilerinin proteolitik aktiviteleri üzerine inhibe edici özelliğine bağlanmıştır. Keçi sütünden üretilen Beyaz (White-Brined) peynirlerde Kondyli vd. (2016) olgunlaşmanın 2. ve 60. günlerinde %12 TCA'da çözünen azot oranlarını 4.45-7.91 aralığında çalışmamızla benzer, Barac vd. (2016) 50 günlük olgunlaştırma süresince bu değerleri 1.95- 8.10 olarak çalışmamızdan daha geniş aralıkta bulmuşlardır. %5 PTA'da çözünen azot oranı değerlerine olgunlaştırma süresinin etkisi önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Enzim ilavesinin peynirlerdeki %5 PTA'da çözünen azot oranını destek kültürden daha çok etkilediği belirlenmiştir. González ve Zárata (2012) pastörize keçi sütünde ticari starter kültür kullanarak ürettikleri Tenerife keçi peynirinde %5 PTA'da çözünen azot değerini 90

günlük olgunlaştırma periyodunun başında 2.05 sonunda ise 4.00 olarak, çalışmada elde edilen sonuçlara benzer bulmuşlardır. Depolama süresinin etkisi gözardı edildiğinde enzim ve destek kültür kullanımının peynirlerin pH, tırasyon asitliği, toplam azot oranı, suda çözünen azot oranı ve %5 PTA'da çözünen azot oranı değerlerini önemli derecede etkilediği belirlenmiştir ($P \leq 0.05$). Peynirler arasında en düşük pH (5.50) ve en yüksek titrasyon asitliği (0.19) ortalaması İ peynirinde, K ve M peynirinden yüksek ve C peynirine benzer bulunmuştur. M peyniri toplam azot oranı (2.73) ve suda çözünen azot oranı (13.05) bakımından en yüksek değerleri almış ve kontrolden farklı bulunmuştur. % 5 PTA'da çözünen azot oranları bakımından C peyniri 3.89 ve İ peyniri 3.80 değerleri ile benzer bulunmuştur. Bu özellik için K ve M peynirleri sırasıyla 3.42 ve 3.27 değerlerini alarak kendi aralarında benzer ancak enzim kullanılarak üretilen peynirlerden düşük değerde bulunmuştur.

Süt yağındaki serbest yağ asidi miktarını belirleyen ve lipoliz seviyesinin bir göstergesi olan hidrolitik ransidite değerlerinin (Çizelge 3) olgunlaştırma süresince peynir çeşidine göre değiştiği bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Buna göre, İ peyniri depolamanın 90. gününde 4.07 (meq KOH/100 g yağ) ile en yüksek hidrolitik ransidite değerini almıştır. K ve M peynirlerinde 90 gün sonunda geldiği lipoliz seviyesine İ peyniri olgunlaştırmanın 30. gününden önce ulaşmıştır. Tüm peynirlerin hidrolitik ransidite değerleri olgunlaşma boyunca yükselmiştir. Capalase® K ve Italase® C ilave edilen peynirler olgunlaştırmanın 90. gününde kontrol ve destek kültür kullanılarak üretilen peynirlerden iki kat yüksek değerlere sahiptir. Destek kültür kullanılarak üretilen peynirler hidrolitik ransidite değerleri bakımından olgunlaştırma süresince kontrol peynirleri ile benzer değerler almıştır. Nouira (2011) yaptığı bir çalışmada tam yağlı keçi peynirinin hidrolitik ransidite değerlerinin 0.70 ile 1.34 arasında değiştiğini ve olgunlaştırma süresi boyunca arttığını bildirmiştir. Deeth ve Fithz-Gerald (1976) peynir örneklerinde hidrolitik ransidite değerlerinin 0.7-1.1 arasında olmasının yağda düşük hidroliz, 1.2-1.4 arasında olmasının ise

yağda yüksek bir hidrolizin olduğunun göstergesi olduğunu bildirilmiştir. Atasoy ve Türkoğlu (2009) çiğ keçi sütünden elde ettiği peynirde 90 günlük olgunlaştırma boyunca hidrolitik ransidite değerini 2.08-5.62 aralığında, pastörizasyon uygulayıp starter kültür ilave ettiği peynirlerde ise 0.91-1.49 aralığında bulmuştur. Literatür bilgileri ve araştırma bulgularımıza göre ısı işlem uygulamasının peynirlerde lipoliz olayını yavaşlattığı, bunun sütün doğal mikroflorasında

bulunan lipolitik aktiviteye sahip bakterilerin inhibisyonundan kaynaklandığı, lipolitik enzim kullanımıyla lipoliz seviyesinin yükseldiği söylenebilir. Yapılan diğer bir çalışmada, 63°C'de 120 dk ısı işlem uygulanan Plain Soft keçi peynirinde hidrolitik ransidite değerlerini, 63°C'de 30 dk ısı işlem uyguladığı Monterey Jack keçi peynirlerinin hidrolitik ransidite değerlerinden düşük bulunmuştur (Park vd., 2006).

Çizelge 2. Olgunlaştırma süresinin peynirlerde etki ettiği bazı kimyasal özellikler
Table 2. Some chemical properties of cheeses affected by ripening time

Gün Day	Ortalama±S.E Mean±S.E					
	pH	%Laktik Asit %Lactic Acid	TA	SÇA	TCA	PTA
1	6.04±0.12 ^A	0.13±0.02 ^B	2.63±0.09 ^B	7.41±0.15 ^C	4.68±0.42 ^D	3.24±0.41 ^C
15	5.75±0.18 ^B	0.13±0.02 ^B	2.58±0.05 ^B	10.01±0.71 ^B	5.47±0.30 ^{CD}	3.50±0.41 ^{BC}
30	5.77±0.16 ^B	0.14±0.02 ^B	2.74±0.04 ^A	10.13±0.75 ^B	6.41±1.07 ^{BC}	3.64±.042 ^{AB}
60	5.31±0.15 ^C	0.22±0.04 ^A	2.75±0.06 ^A	15.45±1.82 ^A	7.26±0.91 ^B	3.62±0.32 ^{ABC}
90	5.14±0.11 ^C	0.25±0.03 ^A	2.75±0.04 ^A	17.03±1.71 ^A	8.73±0.79 ^A	3.98±0.31 ^A

^{A-D} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$). S.E: Standart hata
TA: Toplam azot oranı, SÇA: Suda çözünen azot oranı, TCA: %12 Trikloroasetik asitte çözünen azot oranı, PTA: %5 Fosfotungstik asitte çözünen azot oranı

^{A-D} Means in the same column followed by different letters represent significant differences ($P \leq 0.05$), S.E: Standard error. TA: Total nitrogen, SÇA: Water soluble nitrogen ratio, TCA: 12% Trichloroacetic acid-soluble nitrogen ratio, PTA: 5% Phosphotungstic acid-soluble nitrogen ratio

Çizelge 3. Depolama süresince peynirlerdeki hidrolitik ransidite değerleri
Table 3. Hydrolytic rancidity values of cheeses during storage

Gün Day	Ortalama±S.E (meq KOH/100 g yağ) Mean±S.E (meq KOH/100 g fat)			
	K	C	İ	M
1	0.77±0.05 ^{Ba}	0.86±0.07 ^{Da}	1.36±0.05 ^{Ca}	0.82±0.01 ^{Ba}
15	0.71±0.01 ^{Bb}	1.27±0.02 ^{CDab}	1.63±0.04 ^{Ca}	0.77±0.00 ^{Bb}
30	0.86±0.01 ^{Bc}	1.57±0.09 ^{BCab}	1.92±0.13 ^{Ca}	1.06±0.27 ^{ABbc}
60	1.23±0.01 ^{ABc}	2.10±0.41 ^{Bb}	3.36±0.06 ^{Ba}	1.33±0.12 ^{ABc}
90	1.78±0.01 ^{Ab}	3.92±0.76 ^{Aa}	4.07±0.28 ^{Aa}	1.69±0.03 ^{Ab}

^{A-D} Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).^{a-c} Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$). S.E: Standart hata K: Kontrol peyniri, C: Capalase® K ilaveli peynir, İ: Italase® C ilaveli peynir, M: Destek kültür ilaveli peynir

^{A-D} Means in the same column followed by different superscript letters represent significant differences ($P \leq 0.05$), ^{a-c} Means in the same row followed by different lowercase letters represent the significant differences ($P \leq 0.05$), S.E: Standard error K: Control cheese, C: Capalase® K added cheese, İ: Italase® C added cheese, M: Adjunct culture added cheese

Keçi peynirlerinde uçucu bileşenler SPME-GC-MS tekniği kullanılarak olgunlaştırmanın 1. ve 90. günlerinde belirlenmiştir. Elde edilen bulgular Çizelge 4'te sunulmuştur. Keçi peynirlerinde keton (4), asit (9), ester (6), alkol (3), aldehit (1), lakton (2), terpen (2) ve diğer (1) gruplarından oluşan toplam 28 uçucu bileşen belirlenmiştir. Literatürde beyaz keçi peynirinde 45 (Kondyli vd., 2016), Malta keçi peynirinde 44 (Chiofalo vd., 2004), Arjantin Keçi peynirinde 38 (Oliszewski vd., 2013), Majorera keçisinin sütünden yapılan peynirlerde 28 (Castillo vd., 2007), Coalho keçi peynirinde 25 (Bezerra vd., 2017) uçucu bileşen belirlendiği bildirilmiştir. Tüm peynirlerde 13 adet ortak uçucu bileşen belirlenmiş olup bunlar; izoamilalkol, alfa pinen, hekzanoik asit, 2-nonanon, nonanal, oktanoik asit, etil oktanoat, delta oktalakton, dekanolik asit, etil dekanolat, karyofilen, delta dekalakton ve difenil sülfittir (Çizelge 4). Etil butirat, etil hekzanoat, dodekanoik asit ve etil dodekanoat tüm peynirlerin sadece 90. gün örneklerinde, 3-metil bütanoik asit, pentanoik asit, heptanoik asit ve nonanoik asit ise sadece enzim kullanılarak üretilen C ve İ peynirlerinin 90. gün örneklerinde saptanmıştır. Capalase® K ve Italase® C enzimleri keçi peynirlerinin olgunlaşması süresince aktivite göstererek C ve İ peynirlerinde kontrol ve destek kültür ilave edilerek üretilen peynirlere kıyasla uçucu bileşenler bakımından farklılıklar meydana getirmiştir.

Peynirin aromasına katkıda bulunan uçucu bileşenler ketonlar, aldehitler, asitler, esterler, alkoller ve laktonlar olarak sınıflandırılmaktadır (McSweeney ve Sousa, 2000). Ketonlar süt ve süt ürünlerinde mikroorganizmaların yağ asidi katabolizmasının bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Yapılan bu çalışmada keçi peynirlerinde belirlenen ketonlar 2-bütanon, asetoin, 2-heptanon ve 2-nonanon'dur. Bu ketonlar farklı keçi peyniri çeşitlerinde de belirlenmiştir (Castillo vd., 2007; Kondyli vd., 2016; Oliszewski vd., 2013). 2-bütanon keçi peynirinde miktarı en yüksek bulunan keton grubu uçucu bileşen olup, enzim ve destek kültür kullanılarak üretilen peynirlerin 90. gün örneklerinde yüksek miktarlarda tespit edilmiştir. 2-bütanon aynı zamanda Xinotyri keçi peynirinde

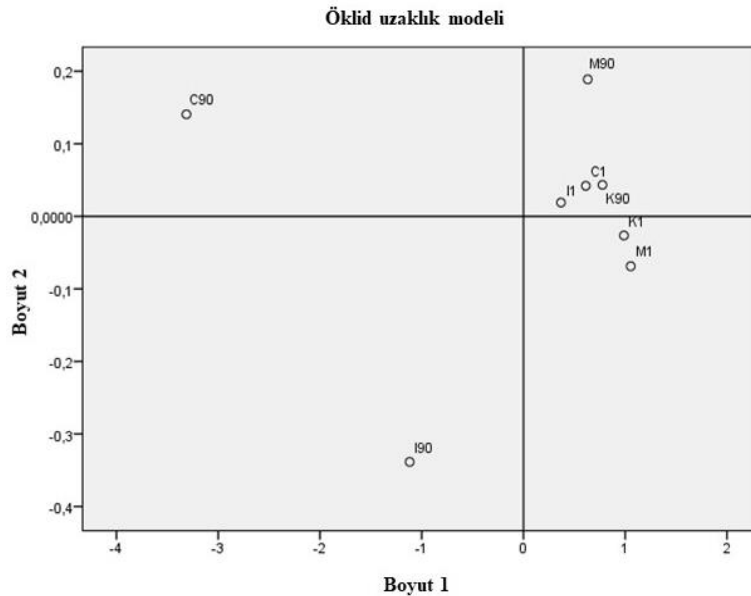
de en yüksek yoğunlukta bulunan keton grubu uçucu bileşendir (Bontinis vd., 2012). 2-heptanon ve 2-nonanon miktarı olgunlaşma boyunca K, C ve İ peynirlerinde azalmış, M peynirinde ise artmıştır. Bulgulara göre destek kültür kullanımı keçi peynirinde bu uçucu bileşenlerin miktarını olgunlaştırma boyunca artırmıştır. Attaie (2009) keçi sütünden üretilen Jack peynirinde 2-heptanon ve 2-nonanon'u karakteristik aroma bileşenleri arasında belirlemiştir.

Peynirlerin karakteristik uçucu bileşenlerinden olan asitler özellikle olgunlaşmış peynirlerde yüksek yoğunluklarda saptanmıştır. Bu asitler 3-metil bütanoik asit, bütanoik asit, pentanoik asit, hekzanoik asit, heptanoik asit, oktanoik asit, nonanoik asit, dekanolik asit ve dodekanoik asittir. Serbest yağ asitlerinden olan bütanoik asit peynirimsi ve ransit bir aromaya ve peynir aromasının oluşumunda önemli role sahiptir. Lipolitik enzim kullanımının keçi peynirlerinde bütanoik asit miktarını etkin bir şekilde artırdığı belirlenmiştir. Bütanoik asit diğer peynir çeşitlerinde de major uçucu bileşenlerden biri olarak tanımlanmış ve olgunlaşma ile bütanoik asit konsantrasyonunun arttığı bildirilmiştir (Karagül-Yüceer vd., 2009; Massouras vd., 2006). Pentanoik asit, heptanoik asit ve nonanoik asit peynir örnekleri içinde sadece enzim kullanılarak üretilen C ve İ peynirlerinin 90. gün örneklerinde saptanmıştır (Çizelge 4). Olgunlaşmış peynirin karakteristik uçucu bileşenleri olan bu asitlerin oluşumunda lipolitik enzimlerin pozitif etkili olduğu, destek kültürün ise etki etmediği bulunmuştur. Delgado vd. (2010) pentanoik ve heptanoik asitin Torta del Casar peynirinin tipik aroma bileşenlerinden olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada keçi peynirlerinde ester grubu uçucu bileşenlerden etil butirat, metil hekzanoat, etil hekzanoat, etil oktanoat, etil dekanolat ve etil dodekanoat saptanmıştır (Çizelge 4). Esterler, yağ asitleri ile alkollerin birleşmesi sonucu oluşan ve gıda aroması için oldukça önemli bileşenlerdir. Mikroorganizmaların faaliyeti sonucunda meydana gelen bu bileşikler "meyvemsi veya çiçeğimsi" aromaya sahiptirler (Gatfield, 1988). Keçi peynirinde baskın olan ester bileşiklerinin etil esterler olduğu belirlenmiştir. Etil butirat, etil dodekanoat ve etil hekzanoat keçi

peynirlerinin olgunlaştırma periyodunun başlangıcında hiçbir peynirde saptanamamış, olgunlaşmanın ilerlemesiyle bütün peynirlerde konsantrasyonunun arttığı gözlenmiştir. Olgunlaştırmanın etkisinin yanında etil butirat ve etil dodekanoat miktarlarının enzim ve destek kültür kullanımından da etkilendiği, enzime oranla destek kültürün artışta daha etkili olduğu ortaya konmuştur. Castillo vd. (2007) Majorero keçi peynirinde etil butirat ve etil hekzanoatı olgunlaşmanın 7. gününde tespit etmişler ve özellikle etil butirat konsantrasyonunun depolama boyunca arttığını bildirmişlerdir. Laktonlar önemli aroma maddeleridir ve ısıtma işleminin etkisiyle gama veya delta hidroksi asit veya trigliseritlerden oluşmaktadırlar. Genellikle pişmiş gıdalarda aromayı oluşturan başlıca bileşenlerdir. Bu bileşenler stabildirler ve “şeftalimsi, tatlımsı ve süte benzer” aroma özelliğine sahiptirler (Avsar vd., 2004). Yapılan bu çalışmada delta oktalakton ve delta dekalakton olgunlaştırmanın 1 ve 90. günlerinde tüm peynir örneklerinde düşük miktarlarda saptanmıştır. Her iki lakton Artisanal Palmero keçi peyniri (Hynes vd., 2002) ve Fresh Chevre (Carunchia Whetstine vd., 2003) keçi peynirlerinde belirlenmiştir.

Keçi peynirlerinde belirlenen diğer uçucu bileşenler; alfa pinen, karyofilen ve difenil sülfittir. Difenil sülfid olgunlaştırmanın 1. ve 90. günlerinde tüm peynir örneklerinde düşük miktarlarda 0.29-1.76 µg/100 g saptanmıştır. Alfa pinen ve karyofilen birer terpen bileşiği olup keçi peynirlerinde belirlenmiştir (Bezerra vd., 2017; Bontinis vd., 2012; Kondyli vd., 2016). Terpenler bitkisel kökenli aromatik bileşenlerdir (Mariaca vd., 1997). Keçi peynirlerinde belirlenen bu maddelerin keçi beslenmesinde kullanılan yemlerden kaynaklanmış ve süte geçmiş olabileceği veya peynirin olgunlaşması süresince gerçekleşen biyokimyasal olaylar sonucu oluşabileceği düşünülmektedir (Inglingstad vd., 2017; Rincon vd., 2017).

Keçi peynirlerinin uçucu bileşen analizleri sonuçlarına göre birbirleriyle olan ilişkinin geometrik dağılımı Şekil 1'de gösterilmiştir. Bazı örnekler birbirleriyle yakın ilişki içerisindeyken, bazı örnekler diğerlerinden farklı özellikler göstermektedir. Genel olarak olgunlaştırma başlangıcında taze peynirler birbirine benzer bulunmuşlardır.



Şekil 1. Olgunlaşmanın 1. ve 90. günlerinde peynirlerin uçucu bileşenlerine göre geometrik dağılımı

Figure 1. Geometrical distribution of the cheeses in terms of volatile compounds at days 1. and 90. of ripening.

RSQ = 0.99 S-stress = 0.005, K1, C1, İ1, M1 peynirlerin 1. gün örnekleri; K90, C90, İ90, M90 peynirlerin 90. gün örnekleri

RSQ = 0.99 S-stress = 0.005, K1, C1, İ1, M1 cheese samples at d 1., K90, C90, İ90, M90 cheese samples at day 90.

Çizelge 4. Peynirlerde depolamanın 1. ve 90. günlerinde belirlenen uçucu bileşenler
 Table 4. Volatile compounds of the cheeses at 1 d and 90 d of storage

Uçucu Bileşen <i>Volatile Compound</i>	Ortalama±S.E (µg/100 g) Mean±S.E (µg/100 g)							
	K		C		İ		M	
	1. gün <i>Day 1</i>	90. gün <i>Day 90</i>	1. gün <i>Day 1</i>	90. gün <i>Day 90</i>	1. gün <i>Day 1</i>	90. gün <i>Day 90</i>	1. gün <i>Day 1</i>	90. gün <i>Day 90</i>
2-Bütanon <i>2-Butanone</i>	-	-	-	1161±1384	-	866±375	-	2875±836
Asetoin <i>Acetoin</i>	60.03±11	67.10±22	36.82±4.29	-	296.20±36	-	82.31±5.39	386±142
İzoamilalkol <i>Isoamylalcohol</i>	133.7±32	53.50±37	107.40±36	119.90±56	372.40±48	83.60±32	158.50±61	112.40±46
2,3-Bütandiöl <i>2,3-Butanediol</i>	62.03±11	10.49±1.08	14.78±7.98	-	-	-	10.15±1.99	37.20±17
Etil bütirat <i>Butanoic acid, ethyl ester</i>	-	20.04±0.26	-	72.20±25.30	-	33.45±11.	-	106.70±17
Bütanoik asit <i>Butanoic acid</i>	-	453±179	986±380	13639±2779	1865±465	8069±4378	-	331±440
3-metil bütanoik asit <i>Butanoic acid, 3-methyl</i>	-	-	-	9.37±5.29	-	6.69±2.22	-	-
2-Heptanon <i>2-Heptanone</i>	5.58±0.61	4.24±0.81	8.39±3.75	-	27.22±7.02	10.52±4.13	3.15±1.90	12.34±1.93
Pentanoik asit <i>Pentanoic acid</i>	-	-	-	325±311	-	47.00±28	-	-
Metil hekzanoat <i>Hexanoic acid, methyl ester</i>	0.98±0.25	-	5.26±0.01	-	6.58±6.56	-	-	-
Alfa pinen <i>Alpha pinene</i>	2.56±0.29	2.76±0.06	3.41±1.73	3.89±1.65	9.12±0.90	2.96±1.92	2.43±0.17	15.42±3.76
Etil hekzanoat <i>Hexanoic acid ethyl ester</i>	-	2.86±0.28	-	9.36±0.30	-	5.59±5.33	-	15.03±11
2-Etilheksanol <i>2-Ethylhexanol</i>	9.13±0.37	8.87±3.90	9.58±4.05	-	-	-	9.73±0.61	36.51±10
Hekzanoik asit <i>Hexanoic acid</i>	290.30±78	1196±522	1707±524	14944±4609	2302±182	5912±3440	150.20±74	1722±1092
Heptanoik asit <i>Heptanoic acid</i>	-	-	-	198±280	-	177±159	-	-
2-Nonanon <i>2-Nonanone</i>	2.71±0.22	0.10±0.07	3.43±1.59	1.50±2.12	10.91±1.72	3.09±2.77	2.12±0.77	11.09±5.85
Nonanal	2.09±0.07	1.74±0.26	10.39±9.84	3.93±1.11	7.27±0.04	1.91±1.46	1.54±0.72	6.97±4.13
Oktanoik asit <i>Octanoic acid</i>	1014±261	1466±712	1769±611	7977±2744	2377±362	4676±3075	391.70±117	2746±1234
Etil oktanoat <i>Octanoic acid, ethyl ester</i>	2.70±0.01	0.96±0.12	4.37±1.93	2.52±0.34	9.74±7.37	15.70±14.3	1.97±1.16	36.50±27
Nonanoik asit <i>Nonanoic acid</i>	-	-	-	174.70±53	-	91.10±105	-	-
Delta oktalakton <i>Delta octalactone</i>	0.03±0.01	0.02±0.01	0.030±0.01	0.02±0.01	0.10±0.02	0.01±0.01	0.03±0.01	0.03±0.01
Dekanoik asit <i>Decanoic acid</i>	549±150	493±250	673±262	2279±924	988±262	1624±1232	189.70±64	894±336
Etil dekanooat <i>Decanoic acid, ethyl ester</i>	1.08±0.27	2.80±0.03	1.88±0.71	8.56±1.15	5.41±0.51	6.90±6.13	0.99±0.84	16.90±12
Karyofillene <i>Caryophyllene</i>	1.54±0.01	1.47±0.13	1.94±0.77	2.66±1	4.64±0.31	1.57±1.75	0.95±0.63	6.24±3.67
Delta dekalakton <i>Delta decalactone</i>	0.05±0.01	0.02±0.01	0.06±0.02	0.04±0.02	0.13±0.02	0.03±0.01	0.040±0.01	0.1±0.06
Dodekanoik asit <i>Dodecanoic acid</i>	-	46.50±16	-	104±45	-	73.70±74	-	90.70±20
Etil dodekanoat <i>Dodecanoic acid ethyl ester</i>	-	0.18±0.03	-	0.54±0.12	-	0.39±0.45	-	1.13±0.94
Difenil sülfid <i>Diphenyl sulfide</i>	0.29±0.18	0.34±0.08	0.61±0.47	0.68±0.26	1.76±1.25	0.42±0.39	0.43±0.24	1.70±1.07

"-" Tespit edilemedi, K: Kontrol peynir, C: Capalase® K ilaveli peynir, İ: Italase® C ilaveli peynir, M: Destek kültür ilaveli peynir. S.E: Standart hata "-" Not detected, K: Control cheese, C: Capalase® K added cheese, İ: Italase® C added cheese, M: Adjunct culture added cheese. S.E: Standard error

K1, K90, C1, İ1 ve M1 peynirleri uçucu bileşen özellikleri bakımından birbirlerine benzerken C90, İ90 ve M90 peynirlerinin uçucu bileşenler bakımından farklı olduğu görülmektedir. Özellikle C90 ve İ90 örneklerinin uçucu bileşen özellikleri bakımından diğer peynirlerden ayrılması ise Capalase® K ve Italase® C enzimlerinin keçi peynirlerinin olgunlaşması süresince aktivite

göstererek kontrol ve destek kültür ilave edilerek üretilen peynirlere kıyasla hissedilir farklılıklar meydana getirdiğini ortaya koymaktadır. 3-metil bütanoik asit, pentanoik asit, heptanoik asit ve nonanoik asit gibi uçucu bileşenlerin sadece C ve İ peynirlerinin 90. gün örneklerinde saptanması ise enzim kullanımının olgunlaşma süresince etkisini kanıtlamaktadır.

Çizelge 5. Olgunlaştırma süresince peynirlerde belirlenen bazı duyuşal özellikler
Table 5. Some sensory properties of cheeses during storage

Gün Day	Ortalama±S.E Mean±S.E					
	Pişmiş Cooked	PAS Whey	Toz/çimento Dust/cement	Tatlı Sweet	Tuzlu Salty	Umami Umami
1	2.54±0.15 ^A	2.35±0.14 ^A	1.03±0.47 ^B	1.47±0.14 ^{ABC}	11.13±0.51 ^A	0.59±0.15 ^{BC}
15	2.52±0.30 ^A	2.48±0.26 ^A	1.33±0.49 ^{AB}	1.27±0.15 ^C	7.93±0.26 ^B	0.77±0.07 ^A
30	2.32±0.17 ^{AB}	1.99±0.19 ^B	1.99±0.78 ^A	1.58±0.18 ^{AB}	5.99±0.52 ^C	0.65±0.11 ^{AB}
60	2.06±0.17 ^B	1.90±0.17 ^B	1.93±0.58 ^A	1.73±0.13 ^A	7.30±0.66 ^B	0.63±0.13 ^{ABC}
90	2.24±0.14 ^{AB}	1.46±0.05 ^C	1.91±0.99 ^A	1.30±0.36 ^{BC}	6.06±0.55 ^C	0.47±0.11 ^C

^{A-C}Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$). S.E: Standart hata. PAS: Peyniraltı suyu

^{A-C}Means in the same column followed by different letters represent significant differences ($P \leq 0.05$), S.E: Standard error. PAS: whey

Peynirlerde gerçekleştirilen tanımlayıcı duyuşal analizde 7 panelist tarafından pişmiş, peyniraltı suyu, kremamsı, sülfür, ransit, toz/çimento ve keçi aroma terimleri ile tatlı, tuzlu, ekşi ve umami tat terimleri belirlenmiştir. Olgunlaşma süresince değişimi önemli bulunan aroma ve tat terimleri Çizelge 5'te gösterilmiştir ($P \leq 0.05$). Peynirlerde belirlenen terimlerinden pişmiş aroma 1.89-2.87, peyniraltı suyu aroması 1.39-2.87, kremamsı aroma 1.71-4.07, sülfür aroması 0.68-1.68, ransit aroma 0.07-4.04, toz/çimento aroması 0.71-2.80 ve keçi aroması 1.36 ile 2.86 puan aralığında belirlenmiştir. Peynirlerdeki pişmiş aroma olgunlaşma boyunca azalma göstermiştir. Pişmiş aroma üzerine olgunlaştırma etkisi önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Bu aroma peynir üretimi sırasında süte uygulanan pastörizasyon ve telemeye uygulanan kısıtlı ısı uygulamalarından kaynaklı oluşmaktadır. Pişmiş aroma terimi İtalyan yarı sert keçi peyniri (Di Cagno vd., 2007)

ve Çerkez (Guneser ve Karagul-Yuceer, 2011) peynirlerde de karakteristik aroma terimi olarak belirlenmiştir. Peyniraltı suyu aroması olgunlaştırma etkisi ile önemli ($P \leq 0.05$) oranda azalmıştır. Bu sonuç olgunlaşmanın ilerlemesiyle peynirlerde gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan yeni lezzet bileşenlerinin peyniraltı suyu aromasını baskılamasına bağlanabilir. Enzim ve destek kültür kullanımının olgunlaştırma süresince keçi peynirinin kremamsı, sülfür, ransit ve keçi aromalarına etki ettiği belirlenmiştir. Peynirlerdeki ransit aroma değerleri 15 puanlık skala üzerinde 0.07-4.04 aralığında bulunmuştur. Olgunlaştırma süresince peynirlerdeki ransit aroma depolama süresine göre değişiklik göstermiştir ($P \leq 0.05$). Depolamanın 60. gününden itibaren enzim kullanılarak üretilen C ve İ peynirleri farklılaşmaya başlamış ve olgunlaşmanın sonunda C ve İ peynirleri K ve M peynirlerinden yüksek değerler almıştır. Ransit aroma oluşumunda Capalase® K

enziminin daha etkili olduğu belirlenmiştir. K ve M peynirlerine ait ransit aroma değerleri Ezine (Karagul-Yuceer vd., 2007) peyniriyle benzerlik göstermiştir. Di Cagno vd. (2007) ransit aromayı Caprino di Valsassina peynirinde 4.3 değerinde bulmuş ve peynirin tipik aroma bileşeni olarak tanımlamıştır.

Peynirlerde tatlı tat 1.27-1.73 aralığında bulunmuş ve olgunlaştırma süresinin bu özelliği etkilediği belirlenmiştir ($P \leq 0.05$). Alvarez vd. (2007) Majorero keçi peynirinde tatl tat değerlerini 7 puanlık skala üzerinde 0-0.91, Pizzillo vd. (2005) ise farklı keçi ırklarına ait sütlerden elde ettikleri Ricotta peynirlerinde tatlı tat değerlerini 5.75-7.00 aralığında bulmuşlardır. Keçi peynirlerinde tuzlu tat ortalaması olgunlaşmanın 1. gününde 11.13 bulunmuş olgunlaşma süresinin artmasıyla peynirlerde algılanan tuz değeri azalarak 90. günde 6.06 olmuştur. Tuzlu tat üzerine olgunlaştırma süresinin etkisi önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Carunchia Whetstine vd. (2003) Chevre-Style keçi peyniri 10 puanlık skala üzerinde iki farklı örnekte 3.1 ve 4.3, García vd. (2016) Murciano-Granadina keçi sütlerinden bitkisel pıhtılaştırıcı kullanarak ürettikleri keçi peynirlerinde 10 puanlık skala üzerinde 5.4 olarak belirlemişler ve 75 günlük depolama süresince tuzluluk değerinin değişmediğini bildirmişlerdir.

SONUÇ

Çalışmada kullanılan Capalase® K ve Italase® C enzimleri keçi peynirlerinde depolama boyunca pH ve titrasyon asitliği değerlerini K ve M peynirlerine oranla artırmıştır. Ayrıca peynirlerde olgunlaşmanın göstergelerinden biri olan %5 PTA'da çözünen azot oranları C ve İ peynirlerinde daha yüksek bulunmuştur. C ve İ peynirlerinde hidrolitik ransidite değerleri ve ransit aroma depolamanın 90. gününde K ve M peynirlerinden daha yüksek bulunmuştur. Capalase® K ve Italase® C enzimlerinin keçi peynirlerinde etkilediği özellikler ile bu iki enzimin keçi peynirinin olgunlaşmasını hızlandırdığı, Italase® C enziminin olgunlaşmada Capalase® K enziminden daha etkin olduğu belirlenmiştir. Bu etki keçi peynirinin tipik uçucu bileşenlerinden olan 3-metil bütanoik asit, pentanoik asit, heptanoik asit ve nonanoik asit gibi asitlerin sadece olgunlaşmış C

ve İ peynirlerinde belirlenmiş olmasıyla desteklenmiştir. Olgunlaştırma boyunca toplam azot oranı ve suda çözünen azot oranı M peynirinde yüksek bulunmuş, uçucu bileşen analizinde keton, ester ve aldehit gruplarının, 90 gün olgunlaştırılmış M peynirinde arttığı belirlenmiştir. Peynirlerde belirlenen kimyasal, duyuşsal özellikler ve uçucu bileşenlere göre *Staphylococcus carnosus* bakterisini içeren destek kültür kullanımının keçi peynirinin olgunlaşmasına katkı sağladığı ancak bu katkının hızlı olgunlaşma olmadığı belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu makale “Keçi peynirinin bazı kalite kriterleri üzerine hızlı olgunlaştırmanın etkileri” konulu Hasan Uzkuç’un yüksek lisans tezinin (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, YÖK Tez No: 379602) bölümlerinden oluşturulmuştur. Çalışmanın gerçekleştirilmesinde peynir üretimine destek sağlayan Ekozey A.Ş. yöneticileri ve çalışanlarına, peynir üretiminde kullanılan Capalase® K ve Italase® C enzimlerinin Cargill firmasından tedarik edilmesine katkı sağlayan Bilal Dost’ye, destek kültürün Danisco firmasından tedarik edilmesine katkı sağlayan Kübra Gündoğdu’ya teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Alais C. (1984). *Science Du Lait*. 4. Edition. Sepaic, Paris, 814 p.
- Alvarez, S., Fresno, M., Méndez, P., Castro, N., Fernández, J. R., Sanz Sampelayo, M. R. (2007). Alternatives for improving physical, chemical, and sensory characteristics of goat cheeses: The use of arid-land forages in the diet. *J. Dairy Sci.*, 90(5), 2181-2188.
- AOAC (2000). *Official methods of analysis of AOAC International* (Vol. 1, 2). Gaithersburg, ABD.
- Atasoy, A. F. ve Turkoglu, H. (2009). Lipolysis in Urfa cheese produced from raw and pasteurized goats’ and cows’ milk with mesophilic or thermophilic cultures during ripening. *Food Chem.*, 115(1), 71-78.
- Attaie, R. (2009). Quantification of volatile compounds in goat milk Jack cheese using static headspace gas chromatography. *J. Dairy Sci.*, 92(6), 2435-2443.

- Avsar, Y. K., Karagul-Yuceer, Y., Drake, M. A., Singh, T. K., Yoon, Y., Cadwallader, K. R. (2004). Characterization of nutty flavor in Cheddar cheese. *J. Dairy Sci.*, 87(7), 1999-2010.
- Barac, M., Pesic, M., Zilic, S., Smiljanic, M., Stanojevic, S., Vasic, M., Kostic, A. (2016). Protein profiles and total antioxidant capacity of water-soluble and water-insoluble fractions of White-brined goat cheese at different stages of ripening. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 51(5), 1140-1149.
- Bezerra, T. K. A., Arcanjo, N. M. de O., Araújo, A. R. R. de, Queiroz, A. L. M. de, Oliveira, M. E. G. de, Gomes, A. M. P., Madruga, M. S. (2017). Volatile profile in goat Coalho cheese supplemented with probiotic lactic acid bacteria. *LWT - Food Sci. Technol.*, 76, 209-215.
- Bontinis, T. G., Mallatou, H., Pappa, E. C., Massouras, T., Alichanidis, E. (2012). Study of proteolysis, lipolysis and volatile profile of a traditional Greek goat cheese (Xinotyri) during ripening. *Small Rumin. Res.*, 105(1-3), 193-201.
- Carunchia Whetstine, M. E., Karagul-Yuceer, Y., Avsar, Y. K., Drake. (2003). Identification and quantification of character aroma components in fresh Chevre-style goat cheese. *J. Food Sci.*, 68(8), 2441-2447.
- Castillo, I., Calvo, M. V., Alonso, L., Juárez, M., Fontecha, J. (2007). Changes in lipolysis and volatile fraction of a goat cheese manufactured employing a hygienized rennet paste and a defined strain starter. *Food Chem.*, 100(2), 590-598.
- Chiofalo, B., Zumbo, A., Costa, R., Liotta, L., Mondello, L., Dugo, P., Chiofalo, V. (2004). Characterization of Maltese goat milk cheese flavour using SPME-GC/MS. *South African J. Anim. Sci.*, 34(5SUPPL.1), 176-180.
- Deeth, H. C. ve Fithz-Gerald, C. H. (1976). Lipolysis in dairy products: a review. *Aust. J. Dairy Technol.*, 31(June), 53-61.
- Delgado, F. J., González-Crespo, J., Cava, R., García-Parra, J., Ramírez, R. (2010). Characterisation by SPME-GC-MS of the volatile profile of a Spanish soft cheese P.D.O. Torta del Casar during ripening. *Food Chem.*, 118(1), 182-189.
- Di Cagno, R., Miracle, R. E., De Angelis, M., Minervini, F., Rizzello, C. G., Drake, M. A., Gobbetti, M. (2007). Compositional, microbiological, biochemical, volatile profile and sensory characterization of four Italian semi-hard goats' cheeses. *J. Dairy Res.*, 74(4), 468-477.
- Fernandez-García, E., Fandiño, R. L., Alonso, L., Ramos, M. (1994). The use of lipolytic and proteolytic enzymes in the manufacture of Manchego type cheese from ovine and bovine milk. *J. Dairy Sci.*, 77(8), 2139-2149.
- Fox, P. F. (1988). Acceleration of cheese ripening. *Food Biotechnol.*, 2, 133-185.
- Fox, P. F. (1989). Proteolysis during cheese manufacture and ripening. *J. Dairy Sci.*, 72(6), 1379-1400.
- Fox, P. F., Wallace, J. M., Morgan, S., Lynch, C. M., Niland, E. J., Tobin, J. (1996). Acceleration of cheese ripening. *Antonie van Leeuwenhoek, Int. J. Gen. Mol. Microbiol.*, 70(2-4), 271-297.
- Fresno, M. ve Álvarez, S. (2012). Chemical, textural and sensorial changes during the ripening of Majorero goat cheese. *Int. J. Dairy Technol.*, 65(3), 393-400.
- García, V., Rovira, S., Boutoial, K., Ferrandini, E., López, M. B. (2016). Physicochemical, microbiological, textural and sensory changes during the ripening of pasteurised goat milk cheese made with plant coagulant (*Cynara scolymus*). *Int. J. Dairy Technol.*, 69(1), 96-102.
- García, V., Rovira, S., Boutoial, K., Ferrandini, E., López Morales, M. B. (2014). Effect of starters and ripening time on the physicochemical, nitrogen fraction and texture profile of goat's cheese coagulated with a vegetable coagulant (*Cynara cardunculus*). *J. Sci. Food Agric.*, 94(3), 552-559.
- Gatfield, I. L. (1988). Production of flavor and aroma compounds by biotechnology. *Food Technol.*, 42(10), 110-122.
- González, L. ve Zárata, V. (2012). Influence of an autochthonous starter culture and a commercial starter on the characteristics of Tenerife pasteurised goats' milk cheese. *Int. J. Dairy Technol.*, 65(4), 542-547.

- Guizani, N., Al-Attabi, Z., Kasapis, S., Gaafar, O. M. (2006). Ripening profile of semi-hard standard goat cheese made from pasteurized milk. *Int. J. Food Prop.*, 9(3), 523-532.
- Guneser, O. ve Karagul-Yuceer, Y. (2011). Characterisation of aroma-active compounds, chemical and sensory properties of acid-coagulated cheese: Circassian cheese. *Int. J. Dairy Technol.*, 64(4), 517-525.
- Guo, M.R, Dixon, P.H., Park, Y.W., Gilmore, J.A., Kindstedt, P.S. (2001). Seasonal Changes in the Chemical Composition of Commingled Goat Milk. *J. Dairy Sci.*, 84, (Supplement) 79-83.
- Hayaloglu, A. A., Tolu, C. Yasar, K. (2013). Influence of goat breeds and starter culture systems on gross composition and proteolysis in Gokceada goat cheese during ripening. *Small Rumin. Res.*, 113(1), 231-238.
- Hynes, E., Ogier, J. C., Lamberet, G., Delacroix-Buchet, A. (2002). The influence of starter and adjunct lactobacilli culture on the ripening of washed curd cheeses. *Brazilian J. Chem. Eng.*, 19(4), 397-402.
- IDF (1993). Determination of the nitrogen (Kjeldahl method) and calculation of the crude protein content. Brussels.
- Inglingstad, R.A., Skeie, S., Vegarud, G.E., Devold, T.G., Chilliard, Y., Eknæs, M. (2017). Feeding a concentrate rich in rapeseed oil improves fatty acid composition and flavor in Norwegian goat milk. *J. Dairy Sci.*, 100(9), 7088-7105.
- Izco, J. M., Irigoyen, A., Torre, P., Barcina, Y. (2000). Effect of added enzymes on the free amino acids and sensory characteristics in Ossau-Iraty cheese. *Food Control*, 11, 201-207.
- Jarrett, W. D., Aston, J. W., Dullely, J. R. (1982). A simple method for estimating free amino acids in Cheddar cheese. *Aust. J. Dairy Technol.*, 37, 55-58.
- Karagul-Yuceer, Y., Isleten, M., Uysal-Pala, C. (2007). Sensory characteristics of Ezine cheese. *J. Sen.Stud.*, 22(1), 49-65.
- Karagul-Yuceer, Y., Tuncel, B., Guneser, O., Engin, B., Isleten, M., Yasar, K., Mendes, M. (2009). Characterization of aroma-active compounds, sensory properties, and proteolysis in Ezine cheese. *J. Dairy Sci.*, 92(9), 4146-4157.
- Kondyli, E., Pappa, E. C., Svarnas, C. (2016). Ripening changes of the chemical composition, proteolysis, volatile fraction and organoleptic characteristics of a white-brined goat milk cheese. *Small Rumin. Res.*, 145, 1-6.
- Kuchroo, C. N. ve Fox, P. F. (1982). Soluble nitrogen in Cheddar cheese: comparison of extraction procedures. *Milchwissenschaft*, 37, 331-335.
- Law, B. A. (2001). Controlled and accelerated cheese ripening: The research base for new technologies. *Int. Dairy J.*, 11(4-7), 383-398.
- Mariaca, R. G., Berger, T. F. H., Gauch, R., Imhof, M. I., Jeangros, B., Bosset, J. O. (1997). Occurrence of volatile mono- and sesquiterpenoids in highland and lowland plant species as possible precursors for flavor compounds in milk and dairy products. *J. Agric. Food Chem.*, 45(11), 4423-4434.
- Massouras, T., Pappa, E. C., Mallatou, H. (2006). Headspace analysis of volatile flavour compounds of Teleme cheese made from sheep and goat milk. *Int. J. Dairy Technol.*, 59(4), 250-256.
- McSweeney, P. L. H. (2004). Biochemistry of cheese ripening. *Int. J. Dairy Technol.*, 57(2-3), 127-144.
- McSweeney, P. L. H. ve Sousa, M. J. (2000). Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Lait*, 80(3), 293-324.
- Meilgaard, M., Civille, G. V., Carr, B. T. (1999). Descriptive analysis techniques. In *Sensory Evaluation Techniques* (3. Edition, pp. 161-170). Boca Raton, FL: CRC Press, Inc.
- Metin, M. (2006). *Süt Teknolojisi*. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Yayın No: 33, E.Ü. Basımevi, İzmir.
- NEN (1969). Netherlands standard 3059. Butyrometric determination of the fat content of

- cheese (Gerber van Gulik Method). *Netherlands Milk Dairy J.*, 23, 214-220.
- NIST (2008). NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library (NIST 08). National Institute of Standards and Technology Standard Reference Data Program, Gaithersburg, MD 20899.
- Nouira, W. (2011). Comparison of free fatty acid composition between low-fat and full-fat goat milk cheeses stored for 3 months under refrigeration. *Open J. Anim. Sci.*, 1(2), 17-24.
- Oliszewski, R., Wolf, I. V., Bergamini, C. V., Candiotti, M., Perotti, M. C. (2013). Influence of autochthonous adjunct cultures on ripening parameters of argentinean goat's milk cheeses. *J. Sci. Food Agric.*, 93(11), 2730-2742.
- Park, Y. W., Lee, J. H., Lee, S. J. (2006). Effects of frozen and refrigerated storage on organic acid profiles of goat milk plain soft and Monterey Jack cheeses. *J. Dairy Sci.*, 89(3), 862-871.
- Pizzillo, M., Claps, S., Cifuni, G. F., Fedele, V., Rubino, R. (2005). Effect of goat breed on the sensory, chemical and nutritional characteristics of Ricotta cheese. *Livest. Prod. Sci.*, 94(1-2), 33-40.
- Polychroniadou, A., Michaelidou, A., Paschaloudis, N. (1999). Effect of time, temperature and extraction method on trichloroacetic acid-soluble nitrogen of cheese. *Int. Dairy J.*, 9, 559-568.
- Renner, E. (1986). *Milchpraktikum*. Giessen, Germany: Fachgebiet milchwissenschaft Justic-Liebing Universitat Giessen.
- Rincón, A.A., García-Fraga, J.M., Álvarez, S., Pino, V., Fresno, M.R., Ayala, J.H., Afonso, A.M. (2017). Effect of the inclusion of banana silage in the diet of goats on physicochemical and sensory characteristics of cheeses at different ripening times. *Small Rumin. Res.*, 149, 52-61.
- Sert, D., Akin, N., Aktumsek, A. (2014). Lipolysis in Tulum cheese produced from raw and pasteurized goats' milk during ripening. *Small Rumin. Res.*, 121(2-3), 351-360.
- Soryal, K.A., Zeng, S.S., Min, B.R., Hart, S.P. (2004). Effect of feeding treatments and lactation stages on composition and organoleptic quality of goat milk Domiati cheese. *Small Rumin. Res.*, 52(1-2), 109-116.
- Tunçtürk, Y. (2005). Peynirde hızlı olgunlaştırma çalışmalarında yeni yaklaşımlar. *Gıda*, 30(5), 343-348.
- Üçüncü, M. (2002). *Süt Teknolojisi*. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 32. Ege Meslek Yüksekokulu Basımevi, İzmir. s:210.
- Wiley (2005). Wiley Registry of Mass Spectral Data 7. Edition (Fred. W. McLafferty) ISBN: 978-0471473251, 2005 (CD-ROM).