



AYDIN İLİNDE SATILAN ÇÖREK OTLU ÇÖKELEK PEYNİRLERİNİN GENEL BİLEŞİMİ, YAĞ ASİDİ VE UÇUCU BİLEŞEN KOMPOZİSYONU

Ecem AKAN*, Filiz YILDIZ AKGÜL, Ayşe Demet KARAMAN

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü, Koçarlı, Aydın, Türkiye

Geliş/Received: 08.05.2024; Kabul /Accepted: 17.09.2024; Online baskı /Published online: 04.10.2024

Akan, E., Yıldız Akgül, F., Karaman, A. D. (2024). Aydın ilinde satılan çörek otlı Çökelek peynirlerinin genel bileşimi, yağ asidi ve uçucu bileşen kompozisyonu. *GIDA* (2024) 49 (5) 968-980 doi: 10.15237/gida.GD24052

Akan, E., Yıldız Akgül, F., Karaman, A. D. (2024). General composition, fatty acid and volatile component composition of Çökelek cheese with black cumin sold in Aydın province. GIDA (2024) 49 (5) 968-980 doi: 10.15237/gida.GD24052

ÖZ

Bu çalışmanın amacı Aydın ilinde geleneksel olarak üretimi yapılan ve fazlaca tüketilen çörek otlı Çökelek peynirinin fizikokimyasal özellikleri, uçucu bileşenleri ve yağ asitleri profilini ortaya koymaktır. Bu amaçla Aydın ilinde bulunan pazarlar ve şarküterilerden 40 peynir örneği toplanmıştır. Fizikokimyasal parametrelerden kuru madde, yağ, protein, kül, tuz, renk, pH ve titrasyon asitliği değerleri belirlenmiştir. Peynirlerin uçucu bileşenleri Gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS), yağ asitleri ise Gaz kromatografisi (GC) yöntemiyle saptanmıştır. Çökelek peynirlerinde 56 farklı uçucu bileşen tespit edilmiştir. Yağ asitleri arasında doymuş yağ asitlerinden palmitik asit, doymamış yağ asitlerinden oleik asit en fazla miktarda saptanmıştır. Bu çalışma sonuçları, Aydın ilinde üretilen çörek otlı Çökelek peynirinin Coğrafi İşaret tescilinin alınması için gerekli literatüre katkı sağlayacaktır. Çörek otlı Çökelek peyniri için Coğrafi İşaret tescili üreticinin korunması, peynirin tanınırlığının ve pazarlama imkanının artmasına sebep olarak üretildiği bölgeye ve ülkemize önemli ekonomik kazanç sağlayabilecektir.

Anahtar kelimeler: Çökelek peyniri, çörek otu, Aydın, uçucu bileşen, yağ asitleri

GENERAL COMPOSITION, FATTY ACID AND VOLATILE COMPONENT COMPOSITION OF ÇÖKELEK CHEESE WITH BLACK CUMIN SOLD IN AYDIN PROVINCE

ABSTRACT

This study aims to reveal the physicochemical properties, volatile components, and fatty acid profile of Çökelek cheese with black cumin. This cheese is traditionally produced and widely consumed in Aydın province. For this purpose, 40 cheese samples were collected from markets and delicatessens in Aydın. Dry matter, fat, protein, ash, salt, color, pH and titratable acidity values were determined. Volatile components of cheeses were determined by Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), and fatty acids were determined by Gas chromatography (GC). A total of 56 different volatile compounds were detected in Çökelek cheeses. Palmitic acid from saturated fatty acids, and oleic acid from unsaturated fatty acids, were detected in the highest amount. These findings will contribute to

*Sorumlu yazar/ *Corresponding author*

✉: ecem.akan@adu.edu.tr

☎: (+90) 256 220 6547

Ecem Akan; ORCID no: 0000-0001-6479-7336

Filiz Yıldız Akgül; ORCID no: 0000-0001-7894-6531

Ayşe Demet Karaman; ORCID no: 0000-0001-9913-9763

the literature for obtaining Geographical Indication registration for Çökelek cheese with black cumin in Aydın. This could bring significant economic benefits by protecting local producers and boosting the cheese's recognition and marketing opportunities.

Keywords: Çökelek cheese, black cumin, Aydın, volatile component, fatty acids

GİRİŞ

Temel gıdalarımızdan biri olan peynir, süt ürünleri içerisinde uzun raf ömrü, yüksek kaliteli protein düzeyi, kalsiyum, vitamin ve minerallerce zengin olması sebebiyle önemli yer tutmaktadır. Peynir, süt ürünleri içerisinde en fazla çeşitliliğe sahip olan üründür (Çakmakçı, 2011). Günümüzde farklı üretim ve olgunlaştırma yöntemleriyle çok farklı karakteristik özelliklere sahip peynirlerin üretimi gerçekleştirilmektedir (Karaalioğlu vd., 2021). Dünyada yaklaşık 4000 peynir çeşidinin olduğu bildirilmekle birlikte (Bialek vd., 2020) ülkemiz peynir çeşitliliği açısından özellikle geleneksel peynirler açısından oldukça zengindir. Türkiye'de Beyaz peynir, Tulum peyniri, Kaşar peyniri, Lor ve Çökelek ön planda olmak üzere toplamda 150'den fazla peynir çeşidinin bulunduğu belirtilmektedir (Çakmakçı ve Salık, 2021). Beyaz peynir ve Tulum peynirinden sonra en çok tüketilen peynirler Lor ve Çökelek peyniridir (Berkay Karaca vd., 2020).

Çökelek ve Lor peynirleri genellikle aile işletmelerinde geleneksel yöntemlerle üretilmekte ve Türkiye'nin kırsal kesimlerinde daha yüksek yoğunlukta tüketilmektedir (Kamber, 2008). Çökelek peyniri, az yağlı ve düşük kalorili iyi bir protein ve kalsiyum kaynağı olarak tüketilen peynirlerdendir (Önganer ve Kırbag, 2009; Kavaz vd., 2012). Lor peynirinin aksine Çökelek peyniri peynir altı suyu proteinleri yanında kazeini de içermektedir. Çökelek peyniri ülkemizin farklı bölgelerinde yaygın şekilde üretilmekte ve Ekşimik, Keş, Akçakatik, Kesmik, Urda, Minci gibi farklı isimlerle adlandırılmaktadır (Dervisoglu vd., 2009; Kırdar, 2003). Çökelek peyniri süt, yoğurt, peynir altı suyu (Tatlı, 2009) ayran ve tereyağından üretilmektedir. Geleneksel olarak yayık tereyağı üretiminden ve yoğurdun sulandırılarak yayıklanması işlemi sonrasında elde edilen yayık altına ısıtma işlemi uygulanarak üretilmektedir (Karabulut vd., 2007; Şanlıdere Aloğlu vd., 2012). Ege Bölgesinde Çökelek peyniri geleneksel olarak ayranın 5 dakika kaynatılması, soğutulması, süzülmesi, %4-5 oranında tuz ilavesi

ve tekrar 24 saat kadar süzülmesi aşamaları sonrası elde edilmektedir (Karagozlu ve Tonguç, 2020). Aydın ilinde de Çökelek peyniri üreticilerinden alınan bilgilere göre geleneksel yöntemle ayranın yayık altına ısıtma işlemi uygulanması yoluyla üretilmektedir. Isıtma işlemi sonrası elde edilen pıhtı fazla suyun uzaklaştırılması amacıyla taş baskılar yardımıyla süzülmekte ve süzülen pıhtı tuzlanarak küplere, plastik bidonlara veya çuvallara doldurularak yaklaşık 1 ay olgunlaştırıldıktan sonra çörek otu ilavesi yapılmakta ve satışa sunulmaktadır. Bazı üreticiler ise artan talepten dolayı pıhtıyı süzdükten sonra tuz ve çörek otu (*Nigella sativa* L.) ilavesi yapıp Çökeleği hemen satışa sunduklarını da belirtmektedir. Bölgede çörek otu terimi yerine karacaotu terimi de kullanılabilir ve peynir karacaotlu Çökelek peyniri olarak da anılmaktadır. Bu çalışmada Aydın'da üretilen çörek otlu Çökelek peynirlerinin genel bileşiminin, uçucu maddelerinin ve yağ asitleri profilinin ortaya konması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Aydın ili merkez Efeler ilçesinde yer alan pazar ve şarküterilerden 40 adet çörek otlu Çökelek peyniri toplanmıştır. Toplanan peynirlerin aynı gün içerisinde fizikokimyasal analizleri yapılmıştır. Uçucu bileşen ve yağ asitleri analizi için örnekler ekstrakte edilmiş ve analiz yapılmaya kadar -18 °C'de muhafaza edilmiştir.

Yöntem

Fizikokimyasal analizler

Peynirlerde pH tayini dijital pH metre (Thermo Scientific Orion Star 4, Waltham, Massachusetts, ABD) kullanılarak Polychroniadou vd. (1999) önerdiği yöntemle belirlenmiştir. Asitlik tayini alkali titrasyon yöntemi ile, toplam kuru madde gravimetrik yöntemle, yağ tayini Gerber yöntemi ile, protein tayini mikro Kjeldahl yöntemi ile AOAC (2003)'te ayrıntısı verilen yöntemler kullanılarak saptanmıştır. Tuz tayini ise Mohr titrasyon yöntemine göre Bradley vd. (1993)'te

belirtildiği şekilde yapılmıştır. Çökelek peynirlerinin renk parametreleri olan *L*, *a* ve *b* değerleri renk analiz cihazında (Hunter Lab, Color Flex EZ serisi S/N CFEZ 1209, USA) belirlenmiştir.

Uçucu bileşenlerin tespiti

Çökelek peynirlerinin uçucu bileşenlerinin ekstraksiyonunda, Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (SPME) yöntemi kullanılmıştır (Stashenko ve Martinez, 2007). Örneklerden 10 gram alınıp 40 mL'lik amber viallere tartılıp üzerine 1 gram NaCl (örnek miktarının %10'u olacak miktarda) ve 10 µL internal standard (81 ppm, 2 metil 3-heptanon) ilave edilmiştir. Gaz kromatografisi sistemine enjeksiyonundan önce vialler SPME ekstraksiyon düzeneğinde 40°C de 30 dakika uçucu bileşenlerin dengelenmesi için bekletilmiş ve daha sonra 50/30 µm Divinylbenzene/ Carboxen/ Polydimethylsiloxane (DVB/CAR/PDMS, Agilent, USA) fiber üzerine uçucu bileşenlerin adsorbsiyonu için fiber ile 30 dakika bekletilerek GC-MS'e enjeksiyon yapılmıştır. Uçucu bileşenlerin ayırımında, kütle spektrometresinde tanımlanması için, üzerinde kütle spektrometresi (mass spectrometer) ve alev iyonlaşma dedektörü (flame ionization dedector, FID) bulunan Agilent marka GC 7890A (Agilent, USA) gaz kromatografisi kullanılmıştır. SPME yöntemi ile fiber üzerine adsorbe olan uçucu bileşenlerin fiberden enjeksiyon bloğuna desorpsiyonu, manuel olarak splitless modunda yapılmış 250 °C' de fiber 10 dk desorpsiyon için tutulmuştur. DB Wax kolonda (122-7032, Agilent Technologies, ABD; 30 m×0.25 mm i.d; 0.25 µm film kalınlığı) ayrılan uçucu bileşenler, GC5975 C MSD kütle spektrometresinde 30-300 m/z aralığında taranarak belirlenmiştir. Gaz kromatografisinde kolon sıcaklık programı; 40°C'de 5 dakika bekletme, 10°C'lik artışla 100°C'ye ısıtma, 20°C'lik artışla 200°C'ye ısıtma ve bu sıcaklıkta 10 dakika bekletme şeklinde uygulanmıştır. Uçucu bileşenlerin tanımlanmasında NIST/Flavournet kütüphanelerinde (2009) tarama yapılmıştır. Uçucu bileşenlerin miktarları, örneklerin ekstraksiyonu sırasında kullanılan iç (internal) standart alanları ve uçucu bileşenlerin gaz kromatografisinde elde edilen alanları kullanılarak hesaplanmıştır.

Yağ asitleri profilinin belirlenmesi

Yağ asitleri (FA) profili, Bannon vd. (1982) yöntemine göre FA metil esterleri (FAME) oluşturularak belirlenmiştir. Örnekler (0.3-0.5 g), 115 °C'de 7 dakika boyunca 1.5 mL 0.5 N metanollü NaOH ile karıştırılmıştır. Soğutulduktan sonra 2 mL boron triflorür ilave edilmiş ve aynı sıcaklıkta 5 dakika daha ısıtılmıştır. Daha sonra test tüpleri soğutulmuş ve 2 mL izo-oktan ve 3 mL doymuş NaCl çözeltisi ilave edilerek 1 dakika süreyle karıştırılmıştır. Homojen karışım 1000 rpm'de 1 dakika santrifüjlenmiş ve süpernant GC analizi için amber şişeye aktarılmıştır. FAME ekstraktları GC analizine kadar -20 °C'de dondurucuda saklanmıştır. FAME, alev iyonizasyon dedektörü ile donatılmış ve bir kapiler HP-FFAP kolonu (JJ&W 19091F-433, Agilent Technologies; 30 m × 0.25 mm i.d; 0.25 µm film kalınlığı) ile donatılmış bir GC (Agilent 7697A, Agilent Technologies, CA, ABD) kullanılarak analiz edilmiştir. Taşıyıcı gaz olarak azot kullanılmış ve akış hızı 3 mL/dk olarak ayarlanmıştır. Başlangıç fırın sıcaklığı 100 °C'ye ayarlanmış ve dakikada 10 °C artarak 240 °C'ye çıkacak şekilde programlanmıştır. Numune hacmi 2 µL, giriş sıcaklığı 225 °C ve split oranı 100:1 olarak ayarlanmıştır. Yağ asitlerinin tanımlanması, standart FAME karışımının (Supelco FAME karışımı, Sigma-Aldrich, Almanya) alıkonma süreleri baz alınarak hesaplanmıştır.

SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Fizikokimyasal özellikler

Çörek otlu Çökelek peynirlerinin kuru madde, protein, yağ, kül, tuz, pH ve laktik asit düzeyleri belirlenmiş ve sonuçlar ortalama olarak Çizelge 1'de verilmiştir. Çökelek peynirlerinin ortalama kuru madde, protein, yağ, kül, tuz değerleri sırasıyla %45.84, %22.64, %5.50 %5.52, %4.72 olarak saptanmıştır. Kavaz vd. (2012) sütün ürettikleri Çökelek peynirinin kuru madde, yağ, kül ve protein değerlerini sırasıyla %47.85, %19.59, %4.78 ve %2.61 olarak saptamıştır. Şanlı ve Anlı (2020) yoğurt ve kefirin yayıkaltı suyundan ürettikleri Çökelek peynirinde kuru madde değerinin %21.47-24.54, yağ içeriklerinin %1.5-2, kül değerlerinin %1.41-1.59, protein düzeylerinin %19.55-21.22 aralığında değiştiğini bildirmiştir. Celem vd. (2018) Malatya marketlerinde taze

olarak ve deride olgunlaştırılmış şekilde satılan Çökelek peynirlerinin kuru madde değerlerinin sırasıyla ortalama %23.9 ve % 34.1 olduğunu bildirmiştir. Çardak (2012) Aydın yöresinde üretilmiş Çökelek peynirlerinin kuru madde, yağ, protein, kül ve tuz değerlerinin ortalama sırasıyla %60.83, %15.45, %25.95, %4.04 ve %2.90 olarak saptamıştır. Literatürde farklı şekillerde üretilen Çökelek peynirlerinin kuru madde değerlerinin oldukça farklı düzeylerde olduğu görülmüştür. Araştırma sonuçlarımız Kavaz vd. (2012) sonuçlarıyla paralellik göstermiştir.

Çalışmamızda Çökelek peynirlerinin pH değerleri 4.38-6.32, titrasyon asitliği değerleri ise %0.18-1.17 aralığında değişmiştir. Kavaz vd. (2012) Çökelek peynirinin pH değerini 4.51, Çardak (2012) pH ve titrasyon asitliği değerlerini sırasıyla, 2.96-5.35 ve %0.25-0.79 laktik asit aralığında, Celem vd. (2018) Malatya'da satılan Çökeleklere pH ve titrasyon asitliği değerlerinin sırasıyla 3.8-4.6, %0.4-0.9 aralığında değiştiğini bildirmiştir. Şanlıdere Aloglu vd. (2012) bir Çökelek türü olan Minci peynirinde pH değerinin 4.25-7.25 aralığında değiştiğini belirtmiştir. Peynirlerde asitlik düzeyi hammaddenin bileşimi, kullanılan starter kültür, üretim yöntemi, depolama koşulları gibi pek çok faktöre bağlı olarak değişebilmektedir (Fox vd., 1993).

Renk, lezzet ve doğallık gibi gıda kalitesine katkıda bulunan bir parametredir ve tüketici seçimlerini etkilemektedir (Tarakci vd., 2011). Renk parametreleri olan L , a ve b değerleri üç boyutlu bir koordinat sisteminde belirtilmekte olup dikey eksen L değeri parlaklıktan (100) karanlığa (0), $+a$ kırmızıdan yeşile ($-a$), $+b$ ise sarıdan ($+b$) maviye ($-b$) geçişi belirtmektedir (Akan vd., 2021). Çalışmamızda çörek otlı Çökelek peynirlerinin renk parametresi olan L değeri 42.65-48.69, a değeri -0.68-1.06 ve b değeri 8-12.54 aralığında değişmiştir. L değerlerinin ambalaj materyali, peynire ilave edilen bitki çeşidi ve olgunlaşma süresinden etkilendiği belirtilmektedir (Akan vd., 2021). Ayrıca peynirin olgunlaşması sürecinde de lipolizin etkisiyle L değerlerinin düştüğü bildirilmektedir (Sulejmani ve Hayaloglu, 2016; Khosrowshahi vd., 2006). Celem vd. (2018) Malatya bölgesinden temin

ettikleri taze ve deri tulumda olgunlaştırılan Çökelek peynirlerinde ortalama L değerinin 89.73-93.93, a değerinin 2.67-3.09, b değerinin ise 5.19-7.89 aralığında olduğunu bildirmiştir. Şanlıdere Aloglu vd. (2012) bir Çökelek peynir türü olan Minci peynirinin L , a ve b değerlerini sırasıyla 92.92, 1.2 ve 11.25 olarak belirlemiş ve üretim sırasında uygulanan ısıl işlemlere bağlı olarak Minci peynirlerinin renginin beyazdan sarıya değiştiğini bildirmiştir. Çalışmamızda Çökelek peynirlerinin çörek otu içermesi sebebiyle L değerlerinin bazı araştırma sonuçlarına göre daha düşük olduğu söylenebilir. Bunun yanında bu farklılıkların üretim yöntemlerinden ve özellikle protein ve yağ içeriklerindeki kompozisyon farklılıklarından kaynaklanmış olabileceği bildirilmektedir (Celem vd., 2018). Akan vd. (2021) çörek otu ilaveli lor peynirlerinin L değerlerinin 42.69-45.44, a değerlerinin 0.14-0.41, b değerlerinin ise 8.62-9.93 aralığında değiştiğini bildirmiştir. Bu çalışmada saptanan L ve b değerleri çalışma sonuçlarımızla paralellik göstermiştir.

Uçucu bileşenler

Çörek otlı Çökelek peynirlerinin uçucu bileşenleri GC-MS ile saptanmış ve sonuçlar mg/kg düzeyinde verilmiştir (Çizelge 2). Peynir üretimi ve olgunlaştırılması aşamasında süt bileşenlerinden protein, yağ, laktoz ve sitrat enzimatik, kimyasal ve mikrobiyolojik yolla parçalanarak ve/veya transformasyona uğrayarak aroma bileşenlerini oluşturmaktadır (Avşar vd., 2011). Sütte bulunan doğal enzimler, starter mikroorganizmalar veya bu mikroorganizmaların lize olması sonucu salgılanan enzimler spesifik aroma ve lezzet bileşenlerinin oluşumunda görev almaktadır (Avşar vd., 2011). Çalışmamızda Çökelek peynirlerinde kimyasal yan gruplar baz alındığında 15 asit, 6 alkol, 21 ester, 6 hidrokarbon, 5 terpen ve 3 aromatik hidrokarbon tespit edilmiştir. 2-heptanon, benzen 1,3 dimetil, benzoik asit, bütanoik asit, dekanolik asit etil ester ve metil ester, D-limonen, dodekanoik asit peynir örneklerinin büyük çoğunluğunda saptanan uçucu bileşenler olmuştur. Çökelek peynirlerinde ester ve asitlerin yoğunlukta bulunduğu görülmüştür. Peynirlerde süt yağının parçalanması, laktoz ve sitrat metabolizması sonucunda asidik karakterli

uçucu bileşikler oluşabilmektedir (Molimard ve Spinner, 1996). Asitler bunun yanında metil keton, ester ve terpenlerin öncül maddeleri

olabilmektedir (Collins vd., 2003; Curioni ve Bosset, 2002).

Çizelge 1. Çörekotlu Çökelek peynirlerinin fizikokimyasal özellikleri
Table 1. Physicochemical properties of Çökelek cheese with black cumin

Parametre	Minimum değer	Maksimum değer	Ortalama± Standart Sapma
Kuru madde (%)	33.71	57.52	45.84±4.43
Kül (%)	2.03	9.29	5.52±1.81
Kuru maddede kül (%)	4.85	20.34	12.04±3.83
pH	4.38	6.32	5.16±0.43
Asitlik (% laktik asit)	0.18	1.17	0.80±0.32
Tuz (%)	1.87	7.72	4.72±1.23
Kuru maddede tuz(%)	6.20	16.90	10.39±2.90
Yağ (%)	3	10	5.50±2.30
Kuru maddede yağ (%)	6.40	22.05	11.68±5.50
Protein (%)	16.80	29.71	22.64±3.65
Kuru maddede protein (%)	35.16	71.83	51.02±11.46
<i>L</i>	42.65	48.69	45.08±1.64
<i>a</i>	-0.68	1.06	0.40±0.43
<i>b</i>	8.00	12.54	10.16±1.26

Çökelek peynirlerinde uçucu maddeleri arasında en yüksek konsantrasyona ortalama 48.06 mg/kg ile bütanoik asit sahip olmuştur. Süt ürünlerinde saptanan en temel yağ asidinin bütanoik asit olduğu ve peynirlerde yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu bilinmektedir (Avşar vd., 2011; Nalbant ve Karagül Yüceer, 2020; Karaalioglu vd., 2021). Gün vd. (2019) farklı yöntemlerle ürettikleri Çökelek peynirlerinin aroma bileşenleri arasında en yüksek konsantrasyona bütirik asitin sahip olduğunu belirlemiştir. Çalışmamızda Çökelek peynirlerinde bütanoik asite ilaveten oktanoik, n-hekzanoik ve n-hekzadekonoik asitte diğer asitlere göre daha yüksek düzeyde saptanmıştır. Nalbant ve Karagül Yüceer (2020) ve Karaalioglu vd. (2021) oktanoik asitinde bütirik asitle beraber peynirlerde baskın olduğunu bildirmiştir.

Çökelek peynirlerinde uçucu bileşenlerden esterler sayıca fazla bulunmuştur. Esterler arasında en yüksek konsantrasyona hekzonoik asit etil ester ve oktanoik asit etil ester sahip olmuştur. Kısa zincirli yağ asitlerinin esterleşmesi sonucu oluşan esterlerin algılama eşik değerleri düşük olduğundan dolayı peynir aroması üzerinde oldukça etkili olduğu bildirilmektedir (Karaalioglu

vd., 2021). Esterler peynirde meyvemsi aromaya sebep olmaktadır ve bazı keskin aroma maddelerinin etkisini azaltabilmektedirler (Gallois ve Langlois, 1990).

Alkollerden 1-butanol, 3-metilasetat, silanediol, dimetil diğer alkollerden yüksek düzeyde saptanmıştır. Uzun (2022) farklı depolama sürelerinde inek ve deve peynirlerinde alkollerden silanediol, dimetil, terpenlerden D-limonen ve p-ksilen başta olmak üzere p-cymene, o-cymene ve o-ksilen Çökelek peynirlerinde tespit edilmiştir. Arslaner (2020) sade yoğurttaki silanediol dimetil saptamazken sarımsak ilaveli yoğurtlarda saptanmıştır.

Terpenler diğer aroma maddeleri gibi peynirde enzimatik veya kimyasal yollarla ortaya çıkan bileşikler olmayıp bitki kaynaklı uçucu maddelerdir (Avşar vd., 2011). Süt ve süt ürünlerinde terpenlerin oluşumunun hayvanların tükettikleri yemler ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Öztürkoğlu Budak vd., 2016). Terpenler bitkisel uçucu maddeler olduğundan çalışmamızda Çökelek peynirlerinde terpenlerin peynirlerin üretildiği süt yanında daha çok çörek otu kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Kıralan

(2014) çörek otu yağında, Dinagaran vd. (2016) çörek otu tanesinde limonen, p-cymene, Farhan vd. (2021) D-limonen ve p-cymene, Kabir vd. (2020) Bangladeş ve Hindistan çörek otlarında p-cymene, limonen, D-limonen terpenlerini saptamıştır. Burdock (2022) farklı ülkelerde yetişen çörek otlarının yağlarının temel bileşenleri arasında çalışmamızda da saptanan p-cymene ve limoneni saptamıştır. Bunların yanı sıra Uzun (2022) çalışmamıza benzer şekilde inek peynirinde o-cymene, p-cymene ve p-ksilen tespit etmiştir. Çökelek peynirlerinde keton sınıfında tespit edilen 2-heptanon ve 2-nonanon fermente süt ürünlerinde kremamsı, taze aromadan sorumlu bileşenler olarak bilinmektedir (Beshkova vd., 2003; Pionnier ve Hugelshofer, 2006). 2-heptanon ve 2-nonanonun çeşitli süt ürünlerinde tespit edilmiştir (Pionnier ve Hugelshofer, 2006; Dan vd., 2017; Gurkan, 2019; Yılmaz Kısrak, 2021). Çalışmamızda saptanan ketonlardan 2-undekanon ise mikrofiltrelenmiş pastörize sütte (Yue vd., 2015) ve bunun yanında bazı çörek otu yağlarında saptanmıştır (Burdock, 2022). Çalışmamızda Çökelek peynirlerinde hidrokarbonlardan oksim-metoksi fenil (Oxime-, methoxy-phenyl), ve stiren diğer

hidrokarbonlardan daha yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Bunun yanında aromatik hidrokarbonlardan benzen, 1,4-dikloro, benzen, 1,3-dimetil tespit edilmiştir. Peynir örneklerinde metil benzen, stiren ve 1,2 diklorobenzenin en sık tespit edilen hidrokarbonlar olduğu belirtilmektedir (Ozturkoglu Budak vd., 2016; Kesenkaş, 2005). Çalışmamızda da bu uçucu maddelerden stiren tespit edilmiştir. Yue vd. (2015) pastörize sütlerde çalışmamıza benzer şekilde benzen 1,3 dimetil, fenol ve stiren uçucu bileşenlerini saptamıştır. Bunun yanında Çökelek peynirlerinde saptanan 1,3,5,7-siklooktatran bir diğer adıyla annulone hidrokarbonunun bitki-endofitik fungal tür (*Gliocladium* sp.) tarafından üretildiği bildirilmiştir (Stinson vd., 2003). Huang vd. (2011) *Candida intermedia* C410 suşu tarafından 1,3,5,7-siklooktatran hidrokarbonun açığa çıktığını saptamıştır. Literatürde peynirlerde 1,3,5,7-siklooktatran tespitine yönelik çalışmaya rastlanmamakla birlikte çalışmamızda Çörek otlı çökelek peynirlerinde saptanmıştır. Çökelek peynirlerinin aroma bileşenlerinin değerlendirildiği farklı bir çalışmada çalışmamızla ortak olarak tespit edilen bileşenler sadece bütirik ve hekzanoik asit olmuştur (Gün vd., 2019).

Çizelge 2. Çörekotlu Çökelek peynirlerinde saptanan uçucu bileşenler (n=40)

Table 2. Volatile compounds of Çökelek cheese with black cumin (n=40)

Uçucu bileşen/ Volatile compounds	Minimum	Maximum	Ortalama±Standart Sapma (mg/kg)/ Mean±Standard deviation (mg/kg)
<i>Asitler</i>			
Benzoik asit	TE	19.45	2.09±4.83
2,5-Dihidroksibenzoik asit, 3TMS	TE	0.66	0.31±0.20
Butanoik asit	TE	490.3	48.06±128.56
Dodekanoik asit	TE	33.85	2.54±7.19
Hekzanoik asit	TE	48.19	6.69±12.12
Heptanoik asit	TE	14.26	1.28±3.46
n-Dekanoik asit	TE	157.31	13.44±38.20
n-Hekzadekanoik asit	TE	131.09	17.01±38.83
Nonanoik asit	TE	37.13	5.62±10.88
Oktanoik asit	TE	330.27	17.48±61.92
9-Decenoik acid	TE	13.46	2.35±4.62
Palmitoleik asit	TE	27.43	9.92±15.17
Pentanoik asit	TE	20.43	4.37±7.89
Tridekanoik asit	TE	29.2	9.21±12.19
Fosfonoasetik asit 3TMS	TE	37.12	12.48±16.46

<i>Ketonlar</i>			
2-Heptanon	TE	28.88	2.86±6.87
2-Nonanon	TE	15.51	5.48±6.94
2-Undekanon	TE	7.5	1.42±2.49
<i>Alkoller</i>			
1-Oktanöl	TE	5.45	3.26±2.38
1-Propanol, 3-(metilthio)-	TE	35.28	9.01±17.51
1-Butanol, 3-metil-asetat	TE	207.82	30.40±78.23
Benzil alkol	TE	3.69	0.58±1.04
Feniletıl alkol	TE	160.4	15.15±37.87
Silanedıol, dimetil	TE	150.86	31.74±52.58
<i>Esterler</i>			
Butanoik asit, 3-metilbutıl ester	TE	22.11	2.64±6.84
Butanoik asit, butıl ester	TE	9.06	2.40±3.02
Butanoik asit, etıl ester	TE	104.62	8.52±24.93
Asetik asit, 2-feniletıl ester	TE	111.37	13.30±32.86
Arsenous asit, tris(trimetilsilil) ester	TE	26.11	4.28±8.33
Benzoik asit, etıl ester	TE	13.18	2.93±5.13
Dekanoik asit, etıl ester	TE	366.36	19.24±74.27
Dekanoik asit, metıl ester	TE	48.8	2.79±9.82
Dekanoik asit, propıl ester	TE	8.08	1.09±2.45
Dodekanoik asit, metıl ester	TE	14.06	1.59±3.94
Etil 9-decenoat	TE	52.12	4.05±13.33
Heptanoik asit, etıl ester	TE	11.34	2.16±4.15
Hekzadekanoik asit, etıl ester	TE	5.98	2.15±2.87
Hekzanoik asit, 2-metilpropıl ester	TE	9.56	5.22±4.65
Hekzanoik asit, etıl ester	TE	597.85	43.49±134.06
Hekzanoik asit, metıl ester	TE	227.607	24.33±61.12
Hekzanoik asit, propıl ester	TE	10.29	2.37±3.52
Oktanoik asit, etıl ester	TE	687.71	34.66±136.46
Oktanoik asit, metıl ester	TE	125.36	10.15±33.16
Tradekanoik asit, etıl ester	TE	23.41	6.97±9.73
<i>Hidrokarbonlar</i>			
Oksim metoksi fenil	TE	306.71	34.79±85.31
Fenol	TE	4.76	4.38±0.53
1,3,5,7-siklooktatran	TE	16.79	3.38±6.50
Stiren	TE	73.54	7.66±20.80
<i>Terpenler</i>			
D-Limonen	TE	158.08	13.44±34.71
p-Cymene	TE	15.58	5.94±8.34
o-Cymene	TE	38.02	8.52±14.56
o-ksilen	TE	2.14	1.10±0.65
p-ksilen	TE	118.72	19.68±39.16
<i>Aromatik hidrokarbonlar</i>			
Benzene, 1,4-dikloro	TE	50.42	7.18±17.49
Benzene, 1,3-dimetil	TE	18.91	3.52±6.06

TE: Tespit edilemedi/Not determined

Yağ asitleri profili

Çökelek peynirlerinin yağ asitlerinin bileşimi Çizelge 3'de verilmiştir. Çökelek peynirlerinde doymuş yağ asitleri (SFA) %65.82, doymamış yağ asitleri (UNSFAs) %41.57 olarak saptanmıştır. Süt yağının SFA'sı benzersiz bir şekilde 4 ila 24 karbon atomu arasında değişen karbon zincir uzunluğuna sahip SFA'dan oluşmaktadır (Parodi, 2004). En yüksek düzeyde saptanan doymuş yağ asitleri sırasıyla palmitik (C16), miristik (C14), lignoceric (C24) ve trikosoanik asittir (C23). Doymamış yağ asitlerinin %29.32'ini tekli doymamış, %12.25'ini çoklu doymamış yağ asitleri oluşturmuştur. Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) arasında %21.06 oranıyla ilk sırada oleik asit (C18:1n9c) yer almıştır. Oleik asiti %6.13 oranıyla elaidic asit (C18:1n9t) takip etmiştir.

Çökelek peynirlerinde kısa zincirli yağ asitlerinden (KZYA) bütirik ve kaproik asit, orta zincirli yağ asitlerinden kaprilik, kaprik, laurik ve miristik asit, uzun zincirli yağ asitlerinden pentadekanoik, palmitik, araşidik, behenik, trikosoanik ve lignoceric asit saptanmıştır. Kısa zincirli yağ asitlerinin insan sağlığı üzerine olumlu etkileri pek çok çalışmada bildirilmekte ve KZYA'nin günlük diyetle yer alması önerilmektedir (Hanuš vd., 2018). KZYA'ların özellikle kolon sağlığı açısından rolleri olduğu bilinmekle birlikte antienflamatuar, antitumor, antimikrobiyal etkilerinin bulunduğu bildirilmektedir (Tan vd., 2014).

Bu çalışmada ayrıca bitkisel yağlar kaynaklı linoleik, linolenik ve eikosenoik asit saptanmıştır. Bu sonuçlara dayanarak bu yağ asitlerinin çörek otu kaynaklı olduğu söylenebilir. Akrom ve Darmawan (2017), çörek otu yağ kapsülünde önemli düzeyde palmitik, linoleik, eikosenoik (araşidik) asit ve daha düşük düzeyde eikosenik saptamıştır.

Çökelek peynirlerinde Omega-3 yağ asitleri (C18:3n3, C20:3n3+C20:4n6, C20:5n3) %4,42, omega-6 yağ asitleri (C18:2n6, C18:2n6t, C20:3n6, C20:3n3+C20:4n6) %4,52 ve omega-9 yağ asitleri (C18:1n9c, C20:1n9, C22:1n9) %26.04 düzeyinde belirlenmiştir. n6/n3 oranı 1.02, aterosjenite indeksi (AI) değeri 1.51 olarak saptanmıştır

(Çizelge 3). Aşırı miktarda n-6 çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) ve çok yüksek bir n-6/n-3 oranı, günümüzün Batı diyetlerinde olduğu gibi, kardiyovasküler hastalıklar, kanser ve inflamatuvar ve otoimmün dahil olmak üzere birçok hastalığın patogenezi desteklerken artan n-3 PUFA seviyeleri (düşük bir n-6/n-3 oranı) baskılayıcı etkiler göstermektedir (Wijendran ve Hayes, 2004; Simopoulos, 2002, 2008; Tóth vd., 2019; Paszczyk ve Łuczyn'ska, 2020).

AI, aterosjenik asitlerle ilgilidir (C12:0, C14:0 ve C16:0) (Karaman vd., 2022). AI, tekli yağ asitlerinin insan sağlığı üzerindeki farklı etkilerini ve özellikle ateros ve/veya trombus oluşumu gibi patojenik fenomenlerin insidansını artırma olasılığını hesaba katar. AI değeri, doymuş yağ asitlerinin toplamı ile doymamış yağ asitlerinin ana sınıflarının toplamı arasındaki ilişkiyi göstermektedir. AI ne kadar yüksekse, aterosjenik diyet bileşenleri o kadar fazladır. Düşük AI değeri, süt ve süt ürünlerinin koroner kalp hastalıklarına karşı koruma sağlayabileceğini göstermektedir (Paszczyk ve Łuczyn'ska, 2020). Cossignani vd. (2014), taze peynirlerde AI değerini 2.7, yarı sert peynirlerde 2.4 olarak saptamıştır. Paszczyk ve Łuczyn'ska (2020), inek peynirlerinde AI değerini 1.63, keçi peynirinde 1.78 ve koyun peynirinde 2.85 olduğunu bildirmiştir.

Çalışmamızda Çökelek peynirlerinde trans yağ asitlerinden C18:1 9 trans, C18:2 6 trans ve C18:2 9 trans saptanmıştır. Literatürde Çökelek peynirlerinin yağ asitleri üzerine yapılmış araştırma sayısı sınırlıdır. Simsek ve Sagdic (2010) *L. helveticus* ve/veya yoğurt bakterileriyle üretilen Çökelek peynirlerinde SFA yüzdesinin depolama süresince örneğe göre değişmekle birlikte %58.89-74.43 aralığında değiştiğini saptamışlardır. Aynı araştırmacılar ürettikleri Çökelek peynirlerinde uzun zincirli yağ asitlerinden C20, C21, C22, C23 ve C24'ü tespit etmemişlerdir. Yine aynı araştırmacılar keçi sütünden Çökelek peyniri üretmişler ve yoğurt kültürü içeren örnekte çalışma sonuçlarımıza benzer şekilde doymuş yağ asitlerinden palmitik asidin en yüksek düzeyde bulunduğunu bildirmişlerdir (Simsek ve Sagdic, 2012).

Çizelge 3. Çörekotlu Çökelek peynirlerinde saptanan yağ asitleri (n=40)

Table 3. Fatty acids of Çökelek cheese with black cumin (n=40)

Yağ asidi Fatty acid	Minimum	Maximum	Ortalama±Standart Sapma (mg/kg)/ Mean±Standard deviation (mg/kg)
C4: Bütirik asit	0.20	4.03	1.95±0.61
C6: Kaproik asit	0.14	2.70	1.40±0.47
C8: Kaprilik asit	0.27	8.61	3.66±1.64
C10: Kaprik asit	0.08	0.66	0.33±0.09
C12: Laurik asit	0.23	10.75	3.17±1.58
C13: Tridekanoik asit	0.07	3.673	0.67±1.26
C14: Miristik asit	1.78	15.33	9.31±2.78
C14:1: Miristiöleik asit	0.14	4.23	0.96±0.87
C15: Pentedekanoik asit	0.26	1.44	0.92±0.26
C15.1: cis-10-Pentadekenoik asit	0.13	0.70	0.30±0.09
C16: Palmitik asit	1.85	35.34	22.21±9.98
C16.1: Palmitöleik asit	0.09	26.05	2.02±6.64
C18:1n9t: Elaidik asit	0.39	16.25	6.13±5.93
C18:1n9c: Öleik asit	1.03	33.100	21.06±8.96
C18:2n6t: Linolelaidik asit	1.37	19.15	3.47±3.61
C18:2n9t: Metil elaidate	1.01	14.77	3.66±3.81
C18:2n6: Linoleik asit	0.02	5.23	0.77±1.13
C18:3n6: γ-Linolenik asit	0.34	2.19	0.81±0.69
C20: Araşidik asit	0.25	3.00	0.83±1.07
C18:3n3: α-Linolenik asit	0.67	2.48	1.45±0.50
C20:1n9: Eikosenoik asit	1.41	2.91	2.07±0.76
C21: Heneikosanoik asit	0.11	1.49	0.45±0.52
C22:2n6: Docosadienoic	0.06	0.20	0.10±0.03
C20:3n6: Homo- γ-Linolenik	0.05	0.39	0.19±0.08
C22: Behenik asit	0.11	0.26	0.18±0.04
C20:3n3+C20:4n6	0.07	0.10	0.09±0.01
C22:1n9: Erucic	0.10	13.73	2.91±5.11
C23: Trikosanoik asit	0.10	26.82	6.18±4.26
C20:5n3: EPA	0.13	7.42	2.88±3.54
C22:2n6: Docosadienoic	0.097	5.12	2.59±2.76
C24: Lignoceric asit	1.33	37.13	8.43±6.34
Doymuş yağ asitleri (SFA)	7.17	167.48	65.82±8.51
Doymamış yağ asitleri (UNSFAs)	5.65	122.80	41.57±5.77
Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA)	2.90	80.72	29.32±10.00
Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA)	2.75	42.08	12.25±1.29
Omega-3 yağ asitleri	0.87	10.00	4.42±1.39
Omega-6 yağ asitleri	1.51	24.87	4.52±1.58
Omega-9 yağ asitleri	2.54	49.74	26.04±10.72
n6/n3	1.74	2.49	1.02
Aterojenite indeksi	0.87	1.63	1.51

SONUÇ

Ülkemizin farklı yörelerinde üretilen Çökelek peyniri yüksek kuru maddesi ve protein düzeyiyle geleneksel peynir çeşitlerimiz arasında önemli bir yere sahiptir. Beyaz peynir, Tulum peyniri ve Kaşar peyniri gibi peynirlerden daha ucuz olması sebebiyle de tercih edilebilmektedir. Aydın ilinde de Çökelek peyniri çörek otu ilavesiyle geleneksel olarak üretilmekte ve bölge halkı tarafından yaygın bir şekilde tüketilmektedir. Bu anlamda düşünüldüğünde daha çok geleneksel olarak üretilen çörek otlı Çökelek peynirinin tanınırlığının daha fazla artması ve daha fazla ekonomik gelir sağlanabilmesi için endüstriyel boyutta üretiminin de yaygınlaşması gerekmektedir. Bu çalışmada Aydın ilinde geleneksel biçimde üretilen çörek otlı Çökelek peynirinin genel bileşimi, uçucu maddeleri ve yağ asitleri ortaya konmuştur. Yağ asitlerinden bütirik, kaprolik ve kaprik asit, uçucu bileşenlerden de 2-heptanon, benzen 1,3 dimetil, benzoik asit, bütanoik asit, dekanoik asit etil ester ve metil ester, D-limonen, dodekanoik asit peynir örneklerinin büyük çoğunluğunda saptanan uçucu bileşenler olmuştur. Bazı uçucu bileşenlerin daha az sayıda peynirde saptandığı görülmüştür. Çalışma sonuçlarına dayanarak yöresel üretim tekniği korunarak standardize edilecek çörek otlı Çökelek peyniri için coğrafi işaret alınmasının, üreticinin korunması, peynirin tanınırlığının ve pazarlama imkanlarının artmasıyla birlikte üretildiği bölgeye ve ülkemize önemli ekonomik kazanç sağlama potansiyeline sahip olacağı düşünülmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar başka kişiler veya kurumlar ile çıkar çatışması bulunmadığını bildirmektedir.

YAZARLARIN KATKISI

Tüm yazarlar makalenin hazırlanması, yazımı ve yayınlanmasına katkıda bulunmuşlardır

KAYNAKLAR

Akan, E., Yerlikaya, O., Akpınar, A., Karagozlu, C., Kinik, O., Uysal, H.R. (2021). The effect of various herbs and packaging material on antioxidant activity and colour parameters of

whey (Lor) cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 74: 554-563.

Akrom, A., Darmawan, E. (2017). Tolerability and safety of black cumin seed oil (Bcso) administration for 20 days in healthy subjects. *Biomedical Research-Tokyo*, 28: 4196-4201.

AOAC. (2003). Official methods of analysis, (17th edition), Association of Analytical Washington, DC, USA.

Arslaner, A. (2020). The effects of adding garlic (*Allium sativum* L.) on the volatile composition and quality properties of yoğurt. *Food Science and Technology*, 40(2): 582-591.

Avşar, Y.K., Karagül-Yüceer, Y., Hayaloğlu, A.A. (2011). *Peynirde Aroma. Peynir Biliminin Temelleri*, Hayaloğlu, A.A., Özer, B. (Editörler). Sıdaş Medya, İzmir, Türkiye, s.263-302.

Bannon, C. D., Craske, J. D., Hai, N. T., Harper, N. L., O'Rourke, K. L. (1982). Analysis of fatty acid methyl esters with high accuracy and reliability: II. Methylation of fats and oils with boron trifluoridemethanol. *Journal of Chromatography A*, 247(1): 63-69.

Berkay Karaca, O., Taspınar, T., Güven, M. (2020). *Traditional Cheeses of Mediterranean Region in Turkey. Traditional Cheeses from Selected Regions in Asia Europe And South America*. Oluk, C. E., Berkay Karaca O. (Editors), Bentham Books, Sharjah, U.A.E, pp.307-336.

Beshkova, D.M., Simova, E.D., Frengova, G.I.I., Simov, Z.I., Dimitrov., Z.P. (2003). Production of volatile aroma compounds by kefir starter cultures. *International Dairy Journal* 13: 529-535.

Bialek, A., Bialek, M., Lepionka, T., Czerwonka, M., & Czauderna, M. (2020). Chemometric analysis of fatty acids profile of ripening chesses. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 25(8), 1814.

Bradley, R. L., Arnold, E., Barbano, D. M., Semerad, R. G., Smith, D. E., Vines, B. K. (1993). Chemical and physical methods. Standard methods for the examination of dairy products, Marshall, R. T. (Ed), American Public Health Association, Washington DC.

- Burdock, G.A. (2022). Assessment of black cumin (*Nigella sativa* L.) as a food ingredient and putative therapeutic agent. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 128: 105088.
- Celem, E., Celik, O.F., Tarakcı, Z. (2018). The effects of ripening on some physicochemical and microbiological characteristics of Çökelek cheeses: A market survey of fresh and skin-ripened Çökelek. *Journal of Central European Agriculture*, 19(2): 335-348
- Collins, Y.F., McSweeney, P.L.H., Wilkinson, M.G. (2003). Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. *International Dairy Journal*. 13: 841- 866
- Cossignani, L., Giua, L., Urbani, E., Simonetti, M.S., Blasi, F. (2014). Fatty acid composition and CLA content in goat milk and cheese samples from Umbrian market. *European Food Research and Technology*, 239: 905-911.
- Curioni, P.M.G., Bosset, J.O. (2002). Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography-olfactometry. *International Dairy Journal*, 12: 959–984.
- Çakmakçı, S. (2011). *Türkiye Peynirleri. Peynir Biliminin Temelleri*, Hayaloğlu, A.A., Özer, B. (Editörler). Sıdaş Medya, İzmir, Türkiye, s.739-771.
- Çakmakçı, S., Salık M.A. (2021). Türkiye'nin coğrafi işaretli peynirleri. *Akademik Gıda*, 19(3): 325-342.
- Çardak, A.D. (2012). Microbiological and chemical quality of Çökelek cheese, Lor cheese and Torba (strained) yoghurt. *African Journal of Microbiology Research*, 6(45): 7278-7284.
- Dan, T., Wang, D., Jin, R.L., Zhang, H.P., Zhou, T.T., Suni, T.S. (2017). Characterization of volatile compounds in fermented milk using solid-phase microextraction methods coupled with gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Dairy Science*, 100(4): 2488-2500.
- Dervisoglu, M., Tarakci, Z., Aydemir, O., Temiz, H., Yazici, F. (2009). A Survey on selected chemical, biochemical and sensory properties of Kes cheese, a traditional Turkish cheese. *International Journal of Food Properties*, 12(2): 358-367.
- Farhan, N., Salih, N., Salimon, J. (2021). Physiochemical properties of Saudi *Nigella sativa* L. ('Black cumin') seed oil. *Oilseeds and Fats, Crops and Lipids*, 28, 11.
- Fox P.F, Law J, McSweeney P.L.H, Wallace J. (1993). Biochemistry of cheese ripening. In: Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. In: Fox PF (ed), Chapman and Hall, London UK. pp. 389-438.
- Gallois, A., Langlois, D. (1990). New results in the volatile odorous compounds of French cheeses. *Le Lait, INRA Editions*, 70(2): 89-106.
- Gün, İ., Güneşer, O., Karagül Yüceer, Y., Güzel Seydim, Z.B., Torun, F., Çakıcı, S. (2019). Aromatic and sensorial properties of Çökelek cheese produced by different methods. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23: 131-138
- Hanuš, O., Samková, E., Křížová, L., Hasoňová, L., Kala, R. (2018) Role of fatty acids in milk fat and the influence of selected factors on their variability-A Review. *Molecules*, 23, 1636.
- Huang, R., Li, G. Q., Zhang, J., Yang, L., Che, H. J., Jiang, D. H., Huang, H. C. (2011). Control of postharvest *Botrytis* fruit rot of strawberry by volatile organic compounds of *Candida intermedia*. *Phytopathology*, 101(7): 859–869.
- Kabir, Y., Akasaka-Hashimoto, Y., Kubota, K., Komai, M. (2020). Volatile compounds of black cumin (*Nigella sativa* L.) seeds cultivated in Bangladesh and India. *Helvion*, 6(10): e05343.
- Kamber, U. (2008). The traditional cheeses of Turkey: cheeses common to all regions. *Food Review International*, 24: 1-38.
- Karaalioglu, O., Günay, E., Karagül Yüceer, Y. (2021). Tire Çamur peynirinin bazı fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri. *GIDA*, 46(4): 914-924.
- Karabulut, I., Hayaloğlu, A.A., Yıldırım, H. (2007). Thin-layer drying characteristics of kurut, a Turkish dried dairy by-product. *International Journal of Food Science and Technology*, 42: 1080-1086.

- Karagozlu, C., Tonguç İ.E. (2020). Traditional cheeses from selected regions in Asia, Europe, and South America., *Current -Developments in Food and Nutrition Research*, Chapter: Vol. 1, 277-306, Publisher: Bentham Science.
- Karaman, A.D., Akgül, F.Y., Ögüt, S., Canbay, H.S. and Alvarez, V. (2022). Gross composition of raw camel's milk produced in Turkey. *Food Science and Technology*, 42: e59820.
- Kavaz, A., Arslaner, A., Bakırcı, İ. (2012). Comparison of quality characteristics of Çökelek and Lor cheeses. *African Journal of Biotechnology*, 11(26): 6871-6877.
- Kesenkaş, H. (2005). Beyaz peynir üretiminde bazı mayaların starter kültür olarak kullanım olanaklarının araştırılması, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, İzmir,Türkiye, 210s.
- Khosrowshahi, A., Madadlou, A., Mousavi M.E., Djomeh, Z.E. (2006). Monitoring the chemical and textural cheese during ripening of Iranian White cheese made with different concentrations of starter. *Journal of Dairy Science*, 89: 3318-3325.
- Kıralan, M. (2014). Changes in volatile compounds of black cumin (*nigella sativa* L.) Seed oil during thermal oxidation. *International Journal of Food Properties*, 17(7): 1482-1489.
- Kırdar, S.S. (2003). Çökelek peynirinin yapılışı ve özellikleri üzerine bir araştırma. GAP III. Tarım Kongresi, 02-03 Ekim 2003, Şanlıurfa, Türkiye, 441-443.
- Molimard, P., Spinnler, H.E. (1996). Review: Compounds involved in the flavor of surface mold-ripened cheeses: Origins and properties. *Journal of Dairy Science*, 79: 169-184.
- Nalbant, D., Karagül Yüceer, Y. (2020). İnek ve keçi sütü kullanılarak üretilen probiyotik fermente süt ürünlerinin karakteristik özellikleri. *GIDA*, 45(2): 315-328.
- Önganer, A., Kirbag, S. (2009). Diyarbakir'da taze olarak tüketilen çökelek peynirlerinin mikrobiyolojik kalitesi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25(1-2): 24-33.
- Öztürkoğlu Budak, S., Gürsoy, A., Aykas, D.P., Koçak, C., Dönmez, S., de Vries, R.P., Bron, P.A. (2016). Volatile compound profiling of Turkish Divle cave cheese during production and ripening. *Journal of Dairy Science*, 99: 5120-5131
- Parodi, P. (2004). Milk fat in human nutrition. *Australian Journal of Dairy Technology*, 59: 3-8.
- Paszczyk, B., Łuczyńska, J. (2020). The comparison of fatty acid composition and lipid quality indices in hard cow, sheep, and goat cheeses. *Foods (Basel, Switzerland)*, 9(11): 1667p.
- Pionnier, E., Hugelshofer, D. (2006). Characterisation of key odorant compounds in creams from different origins with distinct flavors. *Developments in Food Science*, 43: 233-236
- Polychroniadou, A., Michaelidou, A., Paschaloudis, N. (1999). Effect of time, temperature and extraction method on the trichloroacetic acid-soluble nitrogen of cheese', *International Dairy Journal*, 9(8): 559-568.
- Simopoulos, A.P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & Pharmacotherapy = Biomedecine & Pharmacotherapie*, 56: 365-379.
- Simopoulos, A.P. (2008). The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine*. 233: 674-688.
- Simsek, B., Sagdic, O. (2010) Determination of fatty acids and chemical characteristics of çökelek cheese from cows milk using of *L. helveticus* and/or yoghurt bacteria. *Food Science and Technology Research*, 16(3): 179-184.
- Simsek, B., Sagdic, O. (2012). Effects of starter culture types and different temperatures treatments on physicochemical, microbiological and sensory characteristics, and fatty acid compositions of Çökelek cheese made from goat milk. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18(2): 177-183.
- Stashenko, E.E., Martínez, J.R. (2007). Sampling volatile compounds from natural products with headspace/solid-phase micro-extraction, *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*, 70: 235-242.

- Stinson, M., Ezra, D., Hess, W. M., Sears, J., Strobel, G. (2003). An endophytic *Gliocladium* sp. of *Eucryphia cordifolia* producing selective volatile antimicrobial compounds. *Plant Science*, 165: 913-922
- Sulejmani, E., Hayaloglu, A.A. (2016). Influence of curd heating on proteolysis and volatiles of Kashkaval cheese. *Food Chemistry*, 211: 160-170.
- Şanlı, T., Anlı, E.A. (2020). Çökelek peyniri üretiminde alternatif kaynak olarak kefir kullanımı. *GIDA*, 45(1): 139-149
- Şanlıdere Aloğlu, H., Turhan, İ., Öner, Z. (2012). Minci (Minzi) peynirinin özelliklerinin belirlenmesi. *GIDA*, 37(6): 349-354.
- Tan, J., McKenzie, C., Potamitis, M., Thorburn, A. N., Mackay, C. R., Macia, L. (2014). The role of short-chain fatty acids in health and disease, *Advances in Immunology*, 121: 91-119.
- Tarakci, Z., Temiz, H., Aykut, U., Turhan, S. (2011). Influence of wild garlic on color, free fatty acids, and chemical and sensory properties of herby pickled cheese. *International Journal of Food Properties*, 14: 287-299.
- Tóth, T., Mwau, P.J., Bázár, G., Andrásy-Baka, G., Hingyi, H., Csavajda, E., Varga, L. (2019). Effect of feed supplementation based on extruded linseed meal and fish oil on composition and sensory properties of raw milk and ultra-high temperature treated milk. *International Dairy Journal*, 99: e104552
- Uzun, H. (2022). Deve sütünden üretilen peynirlerin besin içeriğinin ve depolama süresince meydana gelen fizikokimyasal değişimlerin belirlenmesi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Aydın, Türkiye, 71s.
- Wijendran, V., Hayes, K.C. (2004). Dietary n-6 and n-3 fatty acid balance and cardiovascular health. *Annual Review of Nutrition*, 24: 597-615.
- Yılmaz Kısarak, E. (2021). Koyun ve keçi sütlerinden üretilen İzmir tulum peynirinin biyoaktif özelliklerinin ve uçucu bileşiklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Malatya, Türkiye, 116s.
- Yue, J., Zheng, Y., Liu, Z., Deng, Y., Jing, Y., Luo, Y., Yu, W., Zhao, Y. (2015). Characterization of Volatile Compounds in Microfiltered Pasteurized Milk Using Solid-Phase Microextraction and GC×GC-TOFMS, *International Journal of Food Properties*, 18(10): 2193-2212.