



Araştırma Makalesi

**Erzincan Tulum Peynirinin SPME/GC-MS Tekniğiyle Aroma Maddeleri Bileşiminin Belirlenmesi**

Duygu KESER<sup>\*1</sup>, Gamze GÜÇLÜ<sup>2</sup>, Onur SEVİNDİK<sup>3</sup>

**ÖZ**

Erzincan Tulum peyniri sahip olduğu karakteristik tat ve aroma özellikleri ile Türkiye'nin özellikle doğu bölgesinde (Erzincan, Erzurum, Tunceli, Bingöl ve Elazığ) sıklıkla tüketilen bir peynir çeşididir. Bu çalışmada, Erzincan tulum peynirinin aroma bileşikleri ve bazı fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir. Tulum peynirinin nem oranı %36.6±0.03, kül miktarı %4.09±0.02, yağ miktarı %35.9±0.13 ve protein miktarı %20.7±0.33 olarak tespit edilmiştir. Tulum peynirinde aroma bileşikleri olarak yedi adet asit, altı adet ester, beş adet keton, iki adet aldehit bir adet alkol ve bir adet terpen olmak üzere toplam 22 adet bileşik tespit edilmiştir. Tespit edilen aroma bileşik grupları arasında miktarsal olarak en baskın aroma bileşik grubu asitler olmuş ve bunu esterler takip etmiştir. Asitler arasında en baskın olan bileşikler ise sırasıyla hekzanoik asit ve bütanoik asit (sırasıyla 5885 ve 4151 µg/kg) olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Erzincan, tulum peyniri, aroma, katı faz mikro ekstraksiyon

**Determination of Aroma Compounds Composition of Erzincan Tulum Cheese by SPME/GC-MS Technique**

**ABSTRACT**

Erzincan Tulum cheese is a cheese type that is frequently consumed, particularly in the eastern regions of Turkey (Erzincan, Erzurum, Tunceli, Bingöl and Elazığ), due to its distinctive taste and aroma properties. The objective of this study was to investigate the composition of aroma compounds and some physicochemical properties of Erzincan Tulum cheese. The moisture content of Tulum cheese was determined to be 36.6 ± 0.03%, the ash content 4.09 ± 0.02%, the fat content 35.9 ± 0.13% and the protein content 20.7 ± 0.33%. A total of 22 compounds were determined as contributing to the aroma of Tulum cheese, including seven acids, six esters, five ketones, two aldehydes, one alcohol and one terpene. The acid group was the most prevalent among the identified aroma compounds, followed by the ester group. The most abundant acids were hexanoic acid and butanoic acid, with concentrations of 5885 and 4151 µg/kg, respectively.

**Keywords:** Erzincan, tulum cheese, aroma, solid phase microextraction

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0003-2741-2024, 0000-0001-7317-6101, 0000-0002-2761-6695

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 21.11.2024

Kabul Tarihi: 28.12.2024

<sup>1</sup> Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi, Osmaniye

<sup>2</sup> Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana

<sup>3</sup> Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana; Çukurova Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı (ÇÜMERLAB), Adana

\*E-posta: duygukeser@osmaniye.edu.tr

# Erzincan Tulum Peynirinin SPME/GC-MS Tekniğiyle Aroma Maddeleri Bileşiminin Belirlenmesi

## Giriş

Türkiye’de 150 çeşitten fazla peynir çeşidi bulunmaktadır. Bu peynirler arasında en yaygın olanları ise beyaz, kaşar ve tulum peyniridir (Çakır ve Çakmakçı, 2020; Tomar ve ark., 2020). Türk Gıda Kodeksi’ ne göre tulum peyniri, peynir mayası kullanılarak sütün pıhtılaştırılması ile elde edilen telemin fermente edilip tuzlanması ve ufalanması sonucu gıda ile temasına uygun ambalajlara ya da deri tulumlara basılması ile üretilen ve olgunlaştırıldıktan sonra piyasaya arz edilen kendine özgü karakteristik özellikler gösteren peyniri olarak tanımlanmıştır (TGK, 2015). Tulum peyniri üretiminde koyun, keçi, inek ve manda sütü veya bunların karışımları kullanılmaktadır (Kalit ve ark., 2024). 2023 yılında Türkiye’de toplam peynir üretim miktarı 722.739 ton olarak açıklanmıştır (TÜİK, 2023). Tulum peyniri, ısıtma işlemi görmemiş süte peynir mayası (1 mL peynir mayası/1.5 L süt) ilave edilip (35°C’ de 60 dakika) pıhtılaştırıldıktan sonra pamuklu torbalara alınır (20°C’ de 24 saat). Asitliğin gelişmesi (pH<6 ) ve peynir altı suyunun uzaklaşmasından sonra tuzlanarak (%3,0 g/g) plastik ya da pamuklu torbalara basılarak üretilmektedir (Çakır ve Çakmakçı, 2024). Tulum peynirleri içerisinde, Erzincan tulum peyniri 2000 senesinde Türk Patent ve Marka Kurumu’ndan coğrafi işaret statüsü kazanmıştır (Arslaner ve Türkmen, 2024). Peynir aroması, özellikle olgunlaştırılmış peynirlerde ürünün kalitesi ve tüketici tarafından kabul görmesi açısından en önemli özelliklerden biridir (Salum ve ark., 2019; Tekin ve Güler, 2021). Peynirlerde bulunan uçucu bileşikler, sütün çeşidinden, kullanılan mikroorganizmalardan, çeşitli biyokimyasal yollardan (glikoliz, lipoliz, proteoliz ve sitrat metabolizması vb.), yağ asitleri ve aminoasitlerin metabolizması gibi ikincil biyokimyasal reaksiyonlardan meydana gelmektedir (Marilley ve Casey, 2004). Son zamanlarda, tüketiciler zengin uçucu bileşiklere sahip olgunlaşmış peynirlere yönelmektedirler. Peynirlerin olgunlaşması sırasında, sütün sahip olduğu üç temel bileşenden (laktöz, lipitler ve proteinler) farklı biyokimyasal tepkimelerle hoş giden tat ve koku bileşikleri oluşmaktadır. Her peynirin kendine has bir aroma profili

bulunmaktadır. Şu ana kadar peynirde 600’ den fazla uçucu bileşik tanımlanmıştır. Ancak bu bileşiklerin sadece küçük bir kısmı peynir aromasından sorumludur (Curioni ve Bosset, 2002) ve bu bileşiklere aroma-aktif bileşikler denir (Pino ve Barzola-Miranda, 2020). Tulum peynirleri keçi derisi (tulum) ya da plastik kaplarda üretilmektedir. Keçi derisi, plastik kaplara göre sahip olduğu gözenekli yapı sayesinde hava ve suya karşı geçirgendir. Tulum peynirleri, olgunlaşma sırasında meydana gelen biyokimyasal gelişmeler (glikoliz, proteoliz, lipoliz vb.) neticesinde karakteristik aroma profillerine sahip olmaktadır. Ham ve olgun peynirlerin aroma profilleri birbirinden oldukça farklıdır (Tekin ve Güler, 2019; Atik ve ark., 2021; Erdem, 2021; Çakır ve Çakmakçı, 2024).

Bu çalışmada, olgunlaştırılmış Erzincan tulum peynirinin bazı kimyasal bileşenleri ve katı faz mikroekstraksiyon-GC-MS yöntemiyle aroma bileşikleri ayrıntılı olarak incelenmiştir.

## Materyal ve Yöntem

### Peynir Örnekleri

Peynir örnekleri Türkiye’nin doğusunda yer alan Erzincan’ dan (39 02’-40 05’K ile 38 16’-40 45’D) 2023 yılında temin edilmiştir. Olgunlaştırılmış tulum peynirleri bir kiloluk plastik şişelerde (toplam 3 kg) analize kadar -18°C’de saklanmıştır.

### Nem Tayini

Nem tayini analizinde ADAM marka PMB-53 model nem tayin cihazı kullanılmıştır. Bir gram numune tartılarak 106°C de 15 saniyede bir otomatik tartımı alınıp sabit ağırlığa gelene kadar kurutma işlemine devam edilmiştir. Son tartımdan sonra tartımlar arasındaki fark üzerinden yüzde nem miktarı hesaplanmıştır.

### Kül Tayini

Kül tayini analizinde CARBOLITE marka ELF11/6B model kül fırını kullanılmıştır. Kurutulup darası alınmış krozelere ikişer gram numune tartılarak manyetik ısıtıcıda 300°C’ de numuneden duman çıkmayana kadar ısıtılmış ardından kül fırınında 500°C’ de beş saat yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yakma işlemi

## Erzincan Tulum Peynirinin SPME/GC-MS Tekniğiyle Aroma Maddeleri Bileşiminin Belirlenmesi

tamamlandıktan sonra krozeler desikatörde soğutulmuş ve son tartımları alınmıştır. İlk tartım (kroze darası ve örnek miktarı toplamı) ve son tartım arasındaki fark üzerinden yüzde kül miktarı hesaplanmıştır (Kurt ve ark., 2007).

### *Yağ Tayini*

Yağ ekstraksiyonu için çözücü destekli yarı sürekli ekstraksiyon (Sohxhlet) kullanılmıştır. Yağ tayini analizinde GERHARDT marka SOX-416 model yağ tayin cihazı kullanılmıştır. Beş gram numune tartılarak filtre kağıdına sarılıp selülozik kartuşa yerleştirilmiş ve 150 mL hekzan ilave edilerek 200°C’ de hekzan uzaklaşana kadar ekstraksiyon işlemine devam edilmiştir. Ardından cam tüplerdeki kartuşlar 100°C’ de iki saat tutularak kalan hekzan tamamen uzaklaştırılmıştır. Desikatörde soğutulan cam tüplerin tartımları alınmış ve daraları ile aralarında bulunan fark üzerinden yüzde yağ miktarı hesaplanmıştır.

### *Protein Analizi*

Protein içeriği, Kjeldahl yöntemi ile belirlenen toplam azot içeriğinden hesaplanmıştır. Protein tayini analizinde BEHR marka INKJEL 625M model azot tayin cihazı kullanılmıştır. Numune önce potasyum sülfat ve bakır sülfat katalizörü varlığında konsantre sülfürik asit ile parçalanmış ve azot amonyum sülfata oksitlenmiştir. Ardından sodyum hidroksit ile karıştırılarak seyreltik sülfürik asit ile titre edilmiştir. Tüketilen seyreltik sülfürik asit miktarı toplam azotu hesaplamak için kullanılmıştır. Toplam azot içeriğinin 6,38’ lik dönüşüm faktörü ile çarpılması ile örneklerin protein miktarı hesaplanmıştır (AOAC 920.123, 2005).

### *Aroma Bileşikleri Analizi*

Tulum peynirinin aroma profilinin belirlenmesi amacıyla katı faz mikro ekstraksiyon (SPME) yöntemi kullanılmıştır. Uçucu aroma bileşiklerinin tanımlanmasında ve miktarlarının tayininde gaz kromatografisi/kütle spektrometrisi (GC-MS; Agilent, 7890B GC, 7010B MS) cihazı ve NIST kütüphanesinden yararlanılmıştır. Peynir örnekleri 65°C’ de tutulduktan sonra 85µm 2cm SPME fiber ucu (Carboxen™/PDMS StableFlex™) ile 60°C’ de 45 dakika süre ile aroma bileşiklerinin

fibere tutunması sağlanmıştır. Ardından kılcal kolona (DB-WAX kolon 30mx0.25mmx0,25µm) enjeksiyon yapılmıştır. Fırın kademeli olarak 240°C’ ye (90, 140 ve 240 °C olacak şekilde) ısıtılmış ve taşıyıcı gaz olarak helyum (1mL/dk) gazı kullanılmıştır. GC-MS ara yüzü ve iyonizasyon kaynağı sıcaklıkları sırasıyla 250 ve 180°C’ye ayarlanmıştır. Aroma bileşikleri, kütle spektrumları Wiley 11.0, NIST 14 kütle spektral veri kütüphaneleri ve alkan standartları (C8-C32) kullanılarak oluşturulan kütüphane karşılaştırılarak aroma bileşiklerinin tanımlaması yapılmıştır. Aroma bileşiklerinin miktarı semi-kantitatif olarak (mikrogram/kg) olarak iç standart yardımıyla hesaplanmıştır (Sen ve ark., 2023). Aroma maddeleri analizleri Çukurova Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında (ÇÜMERLAB) yapılmıştır.

### **Bulgular**

#### *Peynirlerin Fizikokimyasal Özellikleri*

Erzincan tulum peynirinin genel kimyasal bileşimi Tablo 1.’ de verilmiştir. Peynirin nem oranı %36.6 olarak bulunmuştur. Bu oran, peynirin olgunlaşması sırasında meydana gelen biyokimyasal değişiklikler üzerinde etkili olduğu için, son ürünün lezzet, aroma ve dokusu açısından büyük önem taşımaktadır (Erdem, 2021). TS 3001 Tulum Peyniri Standardı’na göre tulum peynirinin nem miktarı %45’ ten fazla olmamalıdır. Erzincan tulum peynirinin kül miktarı %4.09±0.02, yağ miktarı %35.9±0.13 ve protein miktarı %20.7±0.33’dir. Benzer sonuçlar farklı peynir mayalarının kullanılmasıyla üretilen Erzincan tulum peynirlerinde de bulunmuştur (Arslaner ve Türkmen, 2024). Yine benzer şekilde Atik ve ark., (2021) keçi derisinde olgunlaştırılan tulum peynirinin fizikokimyasal özelliklerini incelemiş ve benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Aynı şekilde, otlı tulum peyniri üretiminin yapıldığı bir başka çalışma sonuçları ile de sonuçlarımızın benzerlik gösterdiği görülmüştür (Dereli ve ark., 2024).

## Erzincan Tulum Peynirinin SPME/GC-MS Tekniğiyle Aroma Maddeleri Bileşiminin Belirlenmesi

**Tablo 1.** Erzincan tulum peynirinin kimyasal bileşimi

Analiz Adı	Sonuçlar
Nem miktarı (%)	36.6±0.03
Kül miktarı (%)	4.09±0.02
Yağ miktarı (%)	35.9±0.13
Protein miktarı (%)	20.7±0.33

### *Erzincan Tulum Peyniri Aroma Maddeleri Bileşimi*

Peynir örneklerinin aroma bileşikleri analizi SPME-GC-MS tekniği ile yapılmıştır. Erzincan tulum peynirindeki aroma bileşikleri ve miktarları, alikonma indeksi (LRI) değerleriyle birlikte Tablo 2.' de verilmiştir. Erzincan tulum peynirinde yedi adet asit, altı adet ester, altı adet keton, iki adet aldehit, bir adet alkol ve bir adet terpen olmak üzere toplam 23 adet aroma bileşiği tespit edilmiştir. Belirlenen bu bileşikler, peynir aromasına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır (Collins ve ark., 2003; Arslaner ve Türkmen, 2024). Peynirlerde aroma maddelerinin oluşumuna ve depolama süresine bağlı olarak zenginleşmesine katkıda bulunan aroma maddeleri farklı reaksiyonlar tarafından gerçekleşmekte olup, bu tepkimeler sonucunda oluşan temel aroma maddelerinin bu çalışma ile benzer şekilde asitler, aldehitler, alkoller, laktonlar, esterler, ketonlar ve sülfür bileşikleri olduğu bildirilmiştir (Collins ve ark., 2003; Ozsoy ve Yasar, 2022; Penland ve ark., 2021 Uzkuç ve Yüceer, 2023).

Tablo 2.' de görüldüğü gibi uçucu bileşikler arasında en baskın aroma bileşik grubu asitler olmuştur. Asitler, Erzincan tulum peynirinin aroma bileşiklerinin yaklaşık %76.2'sini oluşturmaktadır. Asitler arasında, Erzincan tulum peynirinde yüksek miktarda hekzanoik asit (5885 µg/kg), bütanoik asit (4151 µg/kg) ve oktanoik asit (2847 µg/kg) bulunmuştur. Önceki bir çalışmada, sekiz farklı peynirin aroma bileşiklerinin incelendiği bir çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir (Salum ve ark., 2019). Asit bileşiklerinin, lipoliz reaksiyonları sonucunda oluştuğu ve birçok peynir türünde en baskın aroma bileşeni oldukları bildirilmiştir (Curioni ve Bosset, 2002).

Esterler sahip oldukları düşük algılanma eşik değerleri ile buldukları gıdalara meyvemsi kokular kazandıran önemli aroma maddeleridir

(Dagli ve ark., 2022; Sarhir ve ark., 2021). Terpenler genellikle bitkiler ve meralar gibi hayvanların beslenme alanları kaynaklıdır ve peynir aroma üzerine önemli etkileri vardır (Arslaner ve Türkmen, 2024). Bu bileşikler, Erzincan tulum peynirindeki baskın ikinci grup aroma bileşikleridir. Peynir örneklerinde toplamda altı adet ester bileşiği tespit edilmiştir. Etil oktanoat (867 µg/kg), etil dekanıat (574 µg/kg) ve etil hekzanoat (564 µg/kg) peynir numunesinde sırasıyla en fazla miktarda bulunan ester bileşikleri olmuştur. Benzer şekilde, Arslaner ve Türkmen (2024) esterlerin karboksilik asitlerden sonra Ezine peynirinde en çok bulunan ikinci aroma bileşikleri olduğunu bildirmişlerdir.

Keton bileşikleri, Erzincan tulum peynirindeki bir diğer önemli aroma bileşik grubudur. Bu çalışma kapsamında altı adet keton bileşiği tespit edilmiş ve toplam keton miktarı 1304 µg/kg'dır. 2-Nonanon (408 µg/kg) ve 2-heptanon (392 µg/kg) Erzincan tulum peynirinde sırasıyla en fazla miktarda bulunan keton bileşikleri olmuştur. Önceki bir çalışmada, keton bileşiklerinin kaşar peynirlerinin karakteristik aromasının oluşumunda önemli aroma maddeleri olduğu bildirilmiştir (Tian ve ark., 2024)

Erzincan tulum peynirinde benzaldehit (147 µg/kg) ve 2-(fenilmetilen)-oktanal (74.8 µg/kg) olmak üzere iki adet aldehit bileşiği tespit edilmiştir. Aldehitlerin olgunlaşma sırasında hızla alkollere ve asitlere dönüştüğü önceki çalışmalarla ortaya konmuştur (Çakır ve ark., 2016). Bununla birlikte, feniletal alkol (200 µg/kg) Erzincan tulum peynirinde tespit edilen tek alkol bileşiği olmuştur. Alkoller genellikle glikoliz, metil ketonların indirgenmesi ve amino asit metabolizmasını içeren enzimatik ve kimyasal reaksiyonlar sonucu meydana gelmektedir (Sarhir ve ark., 2022). Terpen bileşiklerine gelince, Erzincan tulum peynirinde *D*-limonen bu grupta belirlenen terpen bileşiği olmuştur. Terpenler, hayvanların yedikleri besinlerden ya da peynir üretiminde kullanılan suşlar tarafından üretilmekte ve peynir aromasına katkıda bulunmaktadırlar (Calzada ve ark., 2014).

## Erzincan Tulum Peynirinin SPME/GC-MS Tekniğiyle Aroma Maddeleri Bileşiminin Belirlenmesi

Tablo 2. Erzincan tulum peynirinin uçucu aroma bileşikleri

No	LRI*	Bileşikler	Miktar (µg/kg)	Tanımlama
<i>Esterler</i>				
1	817	Etil asetat	160±3,4	LRI, MS, Std
2	1044	Etil bütnanoat	240±0,5	LRI, MS, Std
3	1241	Etil hekzanoat	564±1,1	LRI, MS, Std
4	1441	Etil oktanoat	867±7,9	LRI, MS, Std
5	1643	Etil dekanoat	574±2,1	LRI, MS, Std
6	1822	2-Feniletıl asetat	137±6,2	LRI, MS, Std
<b>Toplam</b>			2541±15,7	
<i>Ketonlar</i>				
7	600	Aseton	101±0,3	LRI, MS, Std
8	885	2-Bütanon	117±5,2	LRI, MS, Std
9	974	2-Pentanon	177±3,1	LRI, MS, Std
10	1180	2-Heptanon	392±8,9	LRI, MS, Std
11	1269	Asetoin	109±4,7	LRI, MS, Std
12	1386	2-Nonanon	408±7,3	LRI, MS, Std
<b>Toplam</b>			1304±21,6	
<i>Asitler</i>				
13	1405	Asetik asit	1617±9,6	LRI, MS, Std
14	1581	Bütanoik asit	4151±12,5	LRI, MS, Std
15	1796	Hekzanoik asit	5885±7,9	LRI, MS, Std
16	1901	Heptanoik asit	139±0,6	LRI, MS, Std
17	2007	Oktanoik asit	2847±15,3	LRI, MS, Std
18	2110	Nonanoik asit	327±5,2	LRI, MS, Std

## Erzincan Tulum Peynirinin SPME/GC-MS Tekniğiyle Aroma Maddeleri Bileşiminin Belirlenmesi

19	2279	Dekanoik asit	775±3,1	LRI, MS, Std
Toplam			15740±52,6	
<i>Alkoller</i>				
20	1871	Feniletıl alkol	200±1,2	LRI, MS, Std
Toplam			200±1,2	
<i>Terpenler</i>				
21	1224	D-Limonen	712±3,4	LRI, MS, Std
Toplam			712±3,4	
<i>Aldehitler</i>				
22	1521	Benzaldehit	174±0,8	LRI, MS, Std
23	2320	2-(Fenilmetilen)-oktanal	74,8±2,1	LRI, MS, Tent
Toplam			248±4,3	

\*LRI: Alıkonma indeks değerleri DB-Wax kolona göre yapılmıştır. Tanımlama: MS (kütle spektrometresi kütüphanesi), Std (Standart kimyasal madde), LRI (Alıkonma indeksi), Tent: MS ile Tentatif tanımlama

### Sonuç

Bu alışmada, Erzincan tulum peynirinin genel kimyasal ve aroma maddeleri bileşimi araştırılmıştır. Peynir örneğinin kimyasal bileşiminin önceki çalışmalarla uyumlu olduğu belirlenmiştir. Aroma profili incelendiğinde, peynirde toplamda 23 adet uçucu bileşik tespit edilmiş ve en baskın aroma bileşik grubunun karboksilik asitlerin olduğu görülmüştür. Asitler arasında hekzanoik asit ve bütanoik asidin baskın aroma bileşikleri olduğu belirlenmiştir. Esterler ve ketonlar, asitlerden sonra Erzincan tulum peynirinde en fazla bulunan diğer aroma bileşik grupları olmuştur. Ester bileşikleri içerisinde etil oktanoat, etil dekanıoat ve etil hekzanoat, keton bileşikleri içerisinde ise 2-heptanon ve 2-nonanon en baskın aroma maddeleri olmuştur.

### Kaynaklar

AOAC 2005AOAC official method 960.09. In "Official Methods of Analysis of the AOAC International", G. W. Latimer and W. Horwitz (Eds.), 18th edn. Association

of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.

- Arslaner, A., ve Türkmen, ., 2024. Biochemical and physicochemical characteristics and volatile profiles of Erzincan Tulum cheese coagulated by herb-fortified artisanal lamb rennet. Small Ruminant Research 240, 107368.
- Atik, D., S., Akın, N., Akal, H., C., Koak, C., 2021. The determination of volatile profile during the ripening period of traditional Tulum cheese from Turkey, produced in Anamur in the Central Taurus region and ripened in goatskin. International Dairy Journal 117 104991.
- Calzada, J., Olmo, A., Picon, A., ve Nunez, M., 2014. Effect of high-pressure-processing on lipolysis and volatile compounds of Brie cheese during ripening and refrigerated storage. International Dairy Journal, 39, 232-239.
- Collins, Y., F., McSweeney, P., L., H., ve Wilkinson, M., G., 2003. Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a

## Erzincan Tulum Peynirinin SPME/GC-MS Tekniğiyle Aroma Maddeleri Bileşiminin Belirlenmesi

- review of current knowledge. *International Dairy Journal* 13 841–866.
- Curioni, P., M., G., ve Bosset, J., O., 2002. Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography-olfactometry. *International Dairy Journal* 12, 959–984.
- Çakır, Y., Çakmakçı, S., ve Hayaloğlu, A., A., 2016. The effect of addition of black cumin (*Nigella sativa* L.) and ripening period on proteolysis, sensory properties and volatile profiles of Erzincan Tulum (Şavak) cheese made from raw Akkaraman sheep's milk. *Small Ruminant Research* 134, 65–73.
- Çakır, Y., ve Çakmakçı, S., 2020. Comparison of Some Quality Properties of Erzincan Tulum Cheeses Produced from Raw and Pasteurized Akkaraman Sheep Milk. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 7(4):972-982.
- Çakır, Y., ve Çakmakçı, S., 2024. Determination of mycotoxin content, microbiological and physicochemical properties and sensory quality during ripening of Erzincan Tulum cheese produced with strain *Penicillium roqueforti* 41. *Food Bioscience* 61, 104938.
- Dagli, M. M., Yeldan, P. A., Sevindik, O., Guclu, G., Kelebek, H., Selli, S. 2022. Investigation of Aroma Compounds of Queen Anne's Pocket Melon (*Cucumis melo* L. ssp. dudaim) Juice. *Journal of Raw Materials to Processed Foods*, 3(2), 74-82.
- Dereli, Ö., N., Gülmez, M., Bayhan, K., Y., ve Üner, S., 2024. Use of Raw, Thermized and Pasteurized Cow's Milk for Making Siirt Herby Tulum Cheese. *Bozok Veterinary Sciences*. 5, (1): 1-9.
- Erdem, T., K., 2021. Geleneksel Tulum Peyniri Üretiminde Yenilikçi Yaklaşımlar. *KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(2).
- Kalit, S., Spehar, I., D., Rako, A., Ljoljic, D., B., Kirdar, S., S., ve Kalit, M., T., 2024. An Overview: Specificities and Novelties of the Cheeses of the Eastern Mediterranean. *Fermentation*, 10,404.
- Marilley, L., & Casey, M. G. 2004. Flavours of cheese products: metabolic pathways, analytical tools and identification of producing strains. *International Journal of Food Microbiology*, 90(2), 139-159.
- Ozsoy, N., Yasar, K. 2022. The effects of heat treatment on chemical, biochemical, and microbiological properties of Ezine cheese. *Journal of Raw Materials to Processed Foods*, 3(2), 63-73.
- Pino, J. A., & Barzola-Miranda, S. E. 2020. Characterization of odor-active compounds in pechiche (*Vitex cymosa* Berteo ex Speng) fruit. *Journal of Raw Materials to Processed Foods*, 1(2), 33-39.
- Penland, M., Falentin, H., Parayre, S., Pawtowski, A., Maillard, M. B., Thierry, A., & Deutsch, S. M. 2021. Linking Pélardon artisanal goat cheese microbial communities to aroma compounds during cheese-making and ripening. *International Journal of Food Microbiology*, 345, 109130.
- Salum, P., Erbay, Z., ve Selli, S., 2019. The compositional properties, proteolytic–lipolytic maturation parameters and volatile compositions of commercial enzyme-modified cheeses with different cheese flavours. *International Journal of Dairy Technology*, 72,3.
- Sarhir, S., T., Amanpour, A., Bouseta, A., ve Selli, S., 2021. Fingerprint of aroma-active compounds and odor activity values in a traditional Moroccan fermented butter “Smen” using GC–MS–Olfactometry. *Journal of Food Composition and Analysis*. 96, 103761.
- Sarhir, S., T., Amanpour, A., Bouseta, A., ve Selli, S., 2022. Potent odorants and sensory characteristics of the soft white cheese “Jben”: Effect of salt content. *Flavour Fragr J.*; 37:243–253.
- Sen, K., Can, F., Asi, I., Demirel, N. 2023. Effect of pH and Brewing Methods on Volatile Nitrogenous Compounds in Turkish Coffee. *Journal of Raw Materials to Processed Foods*, 4(2), 1-12.
- Tekin, A., ve Güler, Z. 2019 Glycolysis, lipolysis and proteolysis in raw sheep milk Tulum cheese during production and ripening: Effect of ripening materials. *Food Chemistry*, 286, 160-169.

## Erzincan Tulum Peynirinin SPME/GC-MS Tekniğiyle Aroma Maddeleri Bileşiminin Belirlenmesi

- Tekin, A., ve Güler, Z., 2021. The effect of ripening medium (goat skin bag or plastic barrel) on the volatile profile, color parameter and sensory characteristics of Tulum cheese. *Journal of Central European Agriculture*, 22(1), syf.19-38.
- Tian, H., Zheng, G., Yu, H., Yuan, H., Lou, X., Sun, Y., . Chen, C. 2024. Investigation of the Interaction Between Lactones and Ketones in a Cheddar Cheese Matrix Using Feller's Additive Model,  $\sigma$ - $\tau$  Plots, U-Models, and Aroma Addition Experiments. *Journal of Dairy Science*. 107, 5496-5511.
- TGK, 2015. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği. Resmi Gazete, Sayı: 29261. [www.resmigazete.gov.tr](http://www.resmigazete.gov.tr).
- Tomar, O., Akarca, G., Gk, V., ve ağlar, M., Y., 2020. The effects of packaging materials on the fatty acid composition, organic acid content, and texture profiles of Tulum cheese. *Journal of Food Science* \_ Vol. 85, Iss. 10.
- TÜİK. 2023. “Türkiye istatistik kurumu verileri”, “süt ve süt ürünleri üretim miktarı (ton)”. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr).
- Türk Standartları Enstitüsü. (2016). Tulum peyniri standardı TS 3001. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- Uzkuç, H., Yüceer, Y. K. 2023. Effects of heat treatment, plant coagulant, and starter culture on sensory characteristics and volatile compounds of goat cheese. *International Dairy Journal*, 140, 105588.