

## İnek ve Deve Sütlerinin Yağ Asitleri ve Uçucu Bileşen Profillerinin Karşılaştırılması

**Handenur Uzun<sup>1</sup> , Filiz YILDIZ AKGÜL<sup>2</sup> , Serdal ÖĞÜT<sup>\*1</sup> **<sup>1</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Aydın, Türkiye<sup>2</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü, Aydın, Türkiye

**Öz:** Bu çalışmada inek ve deve sütlerinin yağ asitleri içeriği ve uçucu bileşenleri belirlenmiş ve birbiri ile karşılaştırılması yapılmıştır. Deve sütünde C4 ve C6 gibi kısa zincirli yağ asitleri tespit edilemezken, inek sütünde sırasıyla %1.66 ve %1.69 oranında tespit edilmiştir. Bununla birlikte, deve sütünde C14, C16 ve C18 gibi uzun zincirli yağ asitleri daha fazla oranda saptanmıştır.. Süt örneklerinin palmitik asit (C16) içerikleri birbirine benzer çıkarken palmitoleik asit (C16:1) içerikleri inek sütünde %1.30 deve sütünde ise %9.82 olarak belirlenmiştir. Deve sütlerinde kısa zincirli yağ asitleri miktarı daha düşük olduğu için doymuş yağ asitleri oranı da inek sütüne göre daha düşük çıkmıştır (p<0,05). Doymamış yağ asitleri bakımından inek sütü ve deve sütü birbirine benzerken, tekli doymamış yağ asitleri oranı deve sütünde (%39,07) daha fazla çıkmıştır. Çoklu doymamış yağ asidi miktarı ise inek sütünde (%6,61) fazla tespit edilmiştir. Her iki süt türünde de baskın aroma bileşeni oksimene olmuştur. Deve sütünde oksimene miktarı 28,37 µg/g'dir. Yağ asitleri bakımından inek sütü ve deve sütü arasında önemli bir fark vardır (p<0,05). Deve sütünün, inek sütüne göre daha yüksek miktarda yağ asidi içerdiği görülmüştür (p<0,05). Bununla birlikte deve sütünde hidrokarbon grubu uçucu bileşenler bulunmamıştır.

**Anahtar kelimeler:** Yağ asitleri, uçucu bileşen, HS-SPME-GC-MS, camel milk**Comparison of Fatty Acids and Volatile Component Profiles of Bovine and Camel Milk**

**Abstract:** In this study, fatty acids content and volatile aroma components of bovine and camel milk were determined and compared with each other. While C4 and C6 of short-chain fatty acids could not be determined in camel milk, they were detected in bovine milk at a rate of 1.66% and 1.69%, respectively. Long chain fatty acids C14, C16, C18 were found to be higher in camel milk. While the palmitic acid (C16) contents of the milk samples were similar, the palmitoleic acid (C16:1) contents were determined as 1.30% in bovine milk and 9.82% in camel milk. Since the amount of short-chain fatty acids is lower in camel milk, the ratio of saturated fatty acids was lower than that of bovine milk (p<0.05). Bovine milk and camel milk were similar in terms of unsaturated fatty acids, while the ratio of monounsaturated fatty acids was higher in camel milk (39.07%), while the amount of polyunsaturated fatty acids was higher in bovine milk (6.61%). In both milk groups, the dominant flavor component is oximene. The amount of oximene in camel milk is 28.37 µg/g. There is a significant difference between bovine milk and camel milk in terms of fatty acids (p<0.05). It was observed that camel milk contains higher amount of fatty acids than bovine milk (p<0.05). However, hydrocarbon group volatile components were not found in camel milk.

**Keywords:** fatty acids, volatile compound, HS-SPME-GC-MS, camel milk**GİRİŞ**

Genellikle “mükemmel gıda” olarak adlandırılan süt, yüksek besin değeri ile insan tüketimi için önemli bir besin kaynağıdır (Ametaj, 2020; Miller, 2002). Süt hayvanlarından elde edilen sütlerin bileşimleri üzerine birçok çalışma yapılmıştır. İnek sütü, dünya genelinde tüketilen sütün %85'ini oluşturduğu için, koyun ve keçi sütleri de dahil olmak üzere bu sütler hakkında yeterli araştırmalar bulunmaktadır. Ancak, diğer süt hayvanları olan deve, kısırak ve eşek sütlerinin besin değerleri hakkında yapılan çalışmalar sınırlıdır. Son yıllarda, deve sütü özellikle besleyici ve terapötik özellikleri nedeniyle daha fazla ilgi çekmektedir.

Son 50 yıl içinde, dünya genelinde inek sütü dışındaki süt tüketimi %17 artmıştır (Khalesi ve ark., 2017). İnsanlar, farklı tür sütleri inek sütünün yerine kullanarak gerekli besin maddelerini sağlayabilirler. Günlük tüketilen süt ürünleri tedavi edici etkilerle iyileştirilebilir ve bazı insanlarda inek sütü ve ürünlerine bağlı alerji komplikasyonları ortadan kaldırılabılır (Alhaj ve ark., 2013).

Dünya genelinde yaklaşık 27.7 milyon baş deve olduğu tahmin edilmektedir (FAO, 2019). Develer, süt sığırları,

koyun, keçi ve manda gibi diğer süt hayvanlarından sonra dünya genelinde en önemli beşinci süt hayvanıdır ve yaklaşık %0,36'sına eşdeğer olan 2,91 milyon ton süt sağlarlar (FAO, 2019). Ayrıca, deve sayıları yıllar içinde hem dünya genelinde hem de Türkiye'de artmaktadır.

Sütün tat, kıvam ve dayanıklılığı üzerinde etkili olan bir faktör olan süt yağı, sütün içeriğindeki yağ asidi ve benzer maddelerin yaklaşık %98'ini trigliserit, %0,5'ten azını kolesterol, mum benzeri steroller, %1'ini ise fosfolipitler oluşturur. Ayrıca, iz miktarda yağda çözünen vitaminler ve 400'den fazla yağ asidi çeşidi mevcuttur (Månsson, 2008). Sütteki yağ asidi miktarı ve bileşimi, temel olarak hayvan ve laktasyon aşamasından kaynaklanan birçok faktöre bağlıdır. Hayvanların beslenmesi de rumendeki mikrobiyal aktiviteyi

**\*Sorumlu Yazar:** [serdaloqut@yahoo.com](mailto:serdaloqut@yahoo.com)

Bu çalışma Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığına (ADU-BAP) SBF-20003 numarasıyla desteklenmiştir.

**Geliş Tarihi:** 13 Mayıs 2023**Kabul Tarihi:** 15 Haziran 2023

etkilediğinden yağ asidi çeşitliliğini belirlemede rol oynamaktadır (Månsson, 2008). Türkiye'deki bir çalışmada, sütlerdeki doymuş yağ asidi miktarının ortalama %59-61 oranında olduğu bulunmuştur. Bu oranlar arasında sırasıyla palmitik, miristik ve stearik asit en yüksek düzeyde bulunmaktadır (Zengin ve Aktümsek, 2010).

Lipitler, beslenme ve ekonomik nedenlerle sütün en önemli bileşenleri arasındadır. İyi bir enerji kaynağıdır ve süt ürünlerine benzersiz duyuşsal ve fiziksel özellikler sağlarlar. Süt yağı aynı zamanda doğal olarak bulunan yağda çözünen vitaminlerin (A, D, E ve K) yanı sıra bir pro-vitamin A karotenoid olan  $\beta$ -karotenin taşıyıcısıdır. Süt yağındaki ana lipitler, toplam yağın %98'inden fazlasını oluşturan triasilgliseritlerdir, geri kalan %2'lik kısım ise diasilgliseritler, monoasilgliseritler, serbest yağ asitleri, fosfolipidler, steroller ve hidrokarbonlardır. 400'den fazla farklı yağ asidi gliserol omurgasının üç pozisyonunda (sn-1, sn-2 ve sn 3) farklı konsantrasyonlarda esterleştirilebildiği için trigliserit bileşimi son derece karmaşıktır (Hanuš ve ark., 2018; Schroeder ve Vetter, 2013; Shingfield ve ark., 2013).

Deve sütü, diğer süt türlerine göre yüksek miktarda doymamış yağ asitleri içerir ve özellikle linoleik asit C18:2 ( $\omega$ -6) bakımından zengindir. Linoleik asit, diğer çok doymamış yağ asitleriyle birlikte beyin ve sinir sisteminin sağlıklı gelişmesine ve korunmasına yardımcı olmaktadır. Deve sütünün yüzyıllardır Afrika ve Asya'da tüketildiği ve özellikle beslenme ve beyin sağlığı açısından önemli olduğu belirtilir. Bu yüksek doymamış yağ asitleri içeriği ( $\omega$ -3;  $\omega$ -6) nedeniyle beyin sağlığına katkı sağlayabilir (Mullaicharam, 2014). Ayrıca, deve sütü yağına özgü bir mumumsu doku vardır ve bu da diğer türlere göre farklılık gösterir (Hagrass ve ark., 1987).

Deve sütünün yağ asitleri içeriği coğrafi orijin ile yakından ilişkilidir. Deve sütü yağı, yalnızca küçük miktarlarda kısa zincirli yağ asitleri (C4-C12) içerir, ancak inek ve insan sütü yağlarına kıyasla daha yüksek konsantrasyonda uzun zincirli doymuş yağ asitleri içerir (Ho ve ark., 2022).

Deve süt yağı aynı zamanda yüksek konsantrasyonda palmitoleik asit, 16:1 cis-9 (%10.1) ve oleik asit, 18:1 cis-9 (%17.2) içermektedir (Dreiucker ve Vetter, 2011). Deve sütü yağının erime noktası ve katılma sıcaklığı sırasıyla 41,9 ve 30,5 °C iken, sığır sütü yağınınki sırasıyla 32,6 ve 22,8 °C dir. Deve süt yağının erime noktasının yüksek olması ve uzun zincirli yağ asitleri içeriğinin fazla, kısa zincirli yağ asitleri içeriğinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır (Abu-Lehia, 1989).

Yapılan araştırmalar, deve sütünün insan sağlığı üzerindeki etkisine odaklanmıştır ve diyabet, kanser, bağışıklık hastalıkları, alerjik semptomlar, Crohn hastalığı, hipertansiyon, oksidatif stres, lipid peroksidasyonu ve

otizmin önlenmesinde potansiyel bir fayda sağlayabileceği belirtilmektedir (Kaskous, 2016).

Deve sütü ve ondan yapılan ürünler, özellikle Afrika, Asya ve Ortadoğu gibi kurak bölgelerde yaşayan insanlar için önemli bir besin ve enerji kaynağıdır. Deve sütünden yoğurt, peynir, tereyağı gibi farklı fermente süt ürünleri üretilebilirken, sadece deve güreşi ve deve sucuğu üretimi için devecilik ülkemizde daha yaygındır. Diş develerin sayısı daha azdır ve genellikle erkek develeri güreş ve diğer amaçlar için kullanmak için beslenirler. Ancak, son yıllarda sağlık açısından deve sütünün faydalarına yönelik artan ilgi nedeniyle, deve sütü de yetiştirilmeye başlanmıştır.

Deve sütü opak beyaz renkte olup, tadı tükettikleri besinlere bağlı olarak değişebilir. Yeşil otlarla beslenen develerden elde edilen süt daha tatlı iken, kuru çalılarla beslenen develerin sütü daha keskin ve tuzludur. Deve türüne bağlı olarak değişmekle birlikte, ortalama olarak deve sütü %13.4 kuru madde içerir ve bu kuru maddenin %4.5'i yağ, %3.4'ü protein, %4.5'i laktöz ve %0.8'i vitamin ve minerallerden oluşur. Çift hörgüçlü develerin (Bactrianus) sayısı tek hörgüçlü develere (Dromedarius) göre daha azdır, ancak çift hörgüçlü deve sütü daha yüksek protein ve yağ içeriğine sahiptir. (Zeineb ve ark., 2015; Hashim ve ark., 2015; Yerlikaya ve ark., 2016; Brezovečki ve ark., 2015).

Süt ve süt ürünlerindeki uçucu bileşenler, ürünlerin tat, aroma ve koku özelliklerini belirleyen önemli bileşenlerdir. Bu uçucu bileşenler, doğal olarak sütte bulunabilir veya süt ürünlerinin üretimi sırasında oluşabilir. Süt ürünlerinin kalitesini ve duyuşsal yönden kabul edilebilirliğini etkileyen yağ asitleri ve uçucu bileşenler bu çalışmada belirlenmiş ve inek sütü ile karşılaştırması yapılmıştır.

## **MATERYAL VE METOT**

### **Materyal**

Bu araştırmada, ham madde olarak inek sütü, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Entegre Hayvancılık İşletmesi'nden tedarik edilmiştir. Denemede kullanılan deve sütleri ise Antalya Kepez'de faaliyet gösteren Yalçın Üretim Çiftliğinden (Mehmet Ali Yalçın'dan) sağlanmıştır. Süt örnekleri Ocak-Nisan (2022) ayları arasında toplanmıştır. Soğuk zincir muhafaza edilerek laboratuvara getirilmiş ve hemen analiz edilmiştir.

### **Metot**

**Yağ asitleri bileşimi:** Yağ asitleri kompozisyonu Ackman (1998) ve Cecil ve ark. (1982) tarafından bildirilen boron triflorid yöntemi ile yağ asitleri metil esterleri oluşturulmuştur. Yağ asitleri metil esterleri oluşturulurken süt örneklerinden 0.3 ile 0.5 mg tartılarak üzerine, 1.5 mL 0.5 N metanolik NaOH ilave edilmiş ardından 115°C'de 7 dakika boyunca etüvde bekletilmiştir. Etüvden çıkartılan örnekler soğurulduktan sonra 2 mL boron triflorür eklenmiş ve aynı

sıcaklıkta 5 dakika daha bekletilmiştir. Tekrar soğutulan örneklerle 2 mL iso-oktan ve 3 mL doymuş NaCl çözeltisi ilave edilerek 30 saniye karıştırılmıştır. Numuneler daha sonra organik fazı ayırmak için santrifüj edilmiştir. Oluşan üstteki faz gaz kromatografisi (GC) analizi için amber viallere aktarılarak -20°C'de muhafaza edilmiştir. Yağ asitleri, alev iyonizasyon detektörü (FID) takılmış bir GC (Agilent 7697A, Agilent Technologies, ABD) tarafından analiz edilmiştir. FAME, kapiler HP-FFAP kolonu ile ayrılmıştır (J&W 19091F – 433, Agilent Technologies, ABD; 30 m×0,25 mm i.d; 0,25 µm film kalınlığı). Taşıyıcı gaz olarak Hidrojen (3 mL/dk) kullanılmıştır. Başlangıç fırın sıcaklığı 100°C'ye ayarlanmış sonrasında 240°C'ye kadar 10°C/dak hızla artacak şekilde programlanmıştır. Örnek hacmi 2 µL, giriş sıcaklığı 225°C ve split oranı 100:1 şeklinde ayarlanmıştır. Yağ asitlerinin tanımlanması, FAME standart karışımına (Supelco 37 bileşenli FAME karışımı, Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Taufkirchen, Almanya) kıyasla alıkonma süresi ile yapılmış ve toplam FAME içinde % alan olarak verilmiştir. Her örnek, GC otomatik örnekleyici tarafından iki kez enjekte edilmiştir.

**Uçucu Bileşenler:** Süt örnekleri, Whetstone ve ark. (2003) tarafından belirtilen yöntemlere göre gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC/MS) kullanılarak uçucu bileşen karakterizasyonu ve alıkonma zamanlarının belirlenmesi için enjekte edilmiştir. Uçucu bileşenlerin ekstraksiyonu, Stashenko ve Martinez (2007) tarafından kullanılan Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (SPME) yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. 10 mL süt örneği 40 mL'lik viallere alınmış, sonra, örnek miktarının %10'u kadar NaCl ve 10 µL internal standart (81 ppm, 2 metil 3-heptanon) eklenerek vialler kapatılmış ve -25°C derin dondurucuda analiz edilinceye kadar saklanmıştır. SPME ekstraksiyon düzeneğinde 40°C'de 30 dakika boyunca uçucu bileşenlerin dengelenmesi için bekletilmiştir. Daha sonra, uçucu bileşenlerin adsorbe edilmesi için 50/30 µm Divinylbenzene/ Carboxen/ Polydimethylsiloxane (DVB/CAR/PDMS, Agilent, USA) fiber ile birlikte aynı sıcaklıkta 30 dakika daha tutulmuştur.

Uçucu bileşenlerin ayrımı ve tanımlanması için Agilent marka GC 7890A gaz kromatografisi cihazı kullanılmıştır. SPME yöntemiyle fiber üzerine adsorbe olan uçucu bileşenlerin desorpsiyonu, manuel olarak splitless modunda 250°C'de 10 dakika boyunca fiber enjeksiyon bloğuna yapılmıştır. 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 tarama yapılmıştır. Uçucu bileşenlerin

miktarları, örneklerin ekstraksiyonu sırasında kullanılan iç (internal) standardın alanları ve uçucu bileşenlerin gaz kromatografisinde elde edilen alanları kullanılarak belirlenmiştir. Relatif miktar (µg/kg) aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$\text{Relatif miktar } (\mu\text{g/kg}) = \frac{\text{Uçucu maddenin alanı}}{\text{İç standardın alanı}} \times \text{Düzeltilme Faktörü}$$

### İstatistik Değerlendirme

İnek ve deve sütlerinin yağ asitleri ve uçucu bileşenlerini kıyaslamak amacıyla tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Bu amaçla SPSS sürüm 25.0 (SPSS Inc. Chicago, Illinois) istatistik analiz paket programı kullanılmıştır. Varyans analizi sonucunda önemli olan veriler t testine göre karşılaştırılmış ve p<0,05 önem düzeyinde test edilmiştir.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

#### Sütlerin Yağ Asidi Profili

Çizelge 1'de inek sütü ve deve sütlerine ait yağ asitleri profili verilmiştir. Deve sütü, kısa zincirli yağ asitlerinden C4 ve C6'yı içermezken, inek sütünde sırasıyla %1.66 ve %1.69 oranında tespit edilmiştir. Uzun zincirli yağ asitlerinden C14, C16, C18 ise deve sütünde daha fazla oranda bulunmuştur. Ancak, inek sütüyle karşılaştırıldığında bu fark istatistiksel olarak önemsizdir (p>0.05). Süt örneklerinin palmitik asit (C16) içerikleri birbirine benzer çıkarken palmitoleik asit (C16:1) içerikleri inek sütünde %1.30 deve sütünde ise %9.82 olarak belirlenmiştir. Palmitoleik asit miktarlarının iki süt arasında oldukça farklı olduğu görülmektedir. Bu fark p<0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca inek ve deve sütlerinin oleik asit içerikleri sırasıyla %18.45 ve %25.12 olarak saptanmıştır. Deve sütünün oleik asit içeriği yüksek olmasına rağmen fark istatistik olarak önemsizdir (p>0.05).

Deve sütlerinde kısa zincirli yağ asitleri miktarı daha düşük olduğu için doymuş yağ asitleri oranı da inek sütüne göre daha düşük çıkmıştır (p<0.05). Doymamış yağ asitleri bakımından inek sütü ve deve sütü birbirine benzerken, tekli doymamış yağ asitleri oranı deve sütünde (%39.07) daha fazla iken, çoklu doymamış yağ asidi miktarı ise inek sütünde (%6.61) daha fazla tespit edilmiştir. Aradaki farkın istatistik açıdan p<0.05 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür.

Deve sütünün yağ içeriği %1,2 ile %4,5 arasında değişmektedir (Devendra ve ark., 2016). Fakat deve sütündeki yağ içeriğinin %6,4'e kadar çıkabileceği, yağ asidi profillerinin daha yüksek miktarlarda doymamış ve uzun zincirli yağ asitlerinden oluşabileceği bildirilmiştir (Park ve Haenlein, 2013). Deve sütünün bu özelliği, insan serumundaki lipit seviyesinin düşürülmesine yardımcı olmaktadır. Yapılan başka bir çalışmada ise deve sütünde uzun zincirli yağ asitlerinin içeriği %92-99, doymamış yağ asitlerin yüzdesi ise %35-50 olarak belirlenmiştir (Izadi ve ark., 2019). Deve sütü, inek, koyun ve keçi sütüne kıyasla

düşük oranda kısa zincirli yağ asitleri (C4-C12) içermektedir (Hagress ve ark., 1987). Koyun ve keçi sütünde C14:0, C16:0 ve C18:0 yağ asitleri diğer türlere göre daha fazla iken, deve sütünde C16:1 (palmitoleik asit) daha yaygın olarak bulunur. Deve sütü yağı, doymamış yağ asitlerini diğer türlere kıyasla yüksek oranda içerir ve bu yapısal farklılık, devenin süt yağına "mumsu doku" kazandırır (Devendra ve ark., 2016). Deve sütü ayrıca linoleik asit C18:2 ( $\omega$ -6) gibi esansiyel bir yağ asidini yüksek oranda içerir ve diğer çoklu doymamış yağ asitleri ile birlikte beyin ve sinir sisteminin sağlıklı gelişmesine ve korunmasına yardımcı olur (El-Agamy, 2008). Dreiucker ve Vetter (2011) ise çoklu doymamış yağ asitleri

miktarını inek sütünde %1,82, deve sütünde %3,03 olduğunu ve inek sütüne göre daha yüksek miktarda palmitoleik asit (C16:1 cis 9) (%10,1) ve oleik asit (C18:1n9c) (%17,2) içerdiğini bildirmişlerdir.

İnek ve deve sütlerinin yağ asitleri içerikleri yukarıda verilen literatür çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir. Sadece linoleik asit (C18:2) içeriği El-Agamy (2008) yaptığı çalışmadan daha düşük bulunmuştur. Bilindiği gibi yağ asitleri devenin cinsine, beslenme şekline coğrafi konumuna ve laktasyon dönemine bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

**Çizelge 1. İnek ve Deve Sütlerinin Yağ asitleri Profili, %**

Yağ Asitleri	Alıkonma Zamanı (RT)	İnek Sütü	Deve Sütü
Butanoic acid (C4:0)	2,28	1,66±0,46a	NDb
Caproic Acid (C6:0)	4,35	1,69±0,43a	NDb
Caprylic Acid (C8:0)	7,56	1,25±0,13a	0,19±0,02b
Capric Acid (C10:0)	8,25	3,03±0,10a	0,58±0,31b
Undecylenic Acid (C11:0)	10,43	0,91±0,08a	NDb
Lauric Acid (C12:0)	11,35	2,78±0,14a	1,17±0,01b
Myristic Acid (C14:0)	16,08	10,39±0,52a	11,74±1,01a
Myristoleic Acid (C14:1)	17,98	1,76±0,31a	1,72±0,39a
Pentadecanoic Acid (C15:0)	18,96	1,81±0,10a	1,28±0,12a
Pentadecenoic Acid (C15:1)	20,20	1,75±0,87a	0,84±0,04b
Palmitic Acid (C16:0)	21,31	32,43±1,32a	31,99±0,41a
Palmitoleic Acid (C16:1)	22,70	1,30±0,43a	9,82±1,65b
Margaric Acid (C17:0)	23,09	1,25±0,55a	0,68±0,16a
Margaroleic Acid (C17:1)	24,02	1,60±0,71a	0,58±0,08a
Stearic Acid (C18:0)	25,06	9,51±2,10a	10,76±1,25a
Oleic Acid (C18:1n9c (n-9))	26,80	18,45±2,61a	25,32±1,99a
Elaidic Acid (C18:1n9t (n-9))	26,39	1,80±0,61a	0,80±0,16a
Linoleic Acid (C18:2n6c (n-6))	27,40	1,56±0,65a	NDa
Elaidolinoleic Acid (C18:2n6t (n-6))	29,14	3,29±0,57a	1,76±0,06a
Gamma-Linolenic Acid (C18:3n6 (n-6))	29,98	NDa	0,31±0,04a
Alpha-Linolenic Acid (C18:3n3 (n-3))	32,07	1,77±0,76a	0,48±0,33a
SFA: Doymuş yağ asitleri		66,72±2,31a	58,38±0,46b
UNSA: Doymamış yağ asitleri		33,28±2,31a	41,62±0,46a
MUFA: Tekli doymamış yağ asitleri		26,67±0,33b	39,07±0,76a
PUFA: Çoklu doymamış yağ asitleri		6,61±1,98a	2,55±0,30b

\*Aynı gruplar arasında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05)

#### **İnek ve Deve Sütlerinin Uçucu Bileşenleri**

İnek ve deve sütlerinin uçucu bileşenleri Çizelge 2'de görülmektedir. Deve sütünde toplam 23 adet uçucu bileşen

belirlenirken, inek sütünde 22 adet uçucu bileşen belirlenmiştir. Bu uçucu bileşenlerin ilki terpenler grubu, deve sütünde belirlenemezken inek sütünde miktarı 0,17

$\mu\text{g/g}$  olarak bulunmuştur. Terpenler, bitkilerin hücrelerinde doğal olarak bulunan ve çeşitli kimyasal bileşiklerden oluşan bir grup hidrokarbon bileşiğidir (Heaven ve Nash, 2012). Bu bileşikler spesifik duyuşsal özelliklere sahiptir ve bundan dolayı gıda ürünlerinde sıklıkla rastlanmaktadır (Heaven ve Nash, 2012). Terpenler süt ürünlerinde kaliteyi etkileyen en önemli bileşiklerden biridir. Ancak terpenlerin lezzet üzerinde önemli bir duyuşsal etkisinin olup olmadığı konusunda yeterli bilgi olmadığı belirtilmektedir (Nogueira ve ark., 2005). Terpenin oluşumu hayvan beslenmesi ile ilgilidir ve bu kriter ürünün coğrafi kökeninin belirlenmesinde kullanılabilir (Bontinis ve ark., 2012; Tahmas-Kahyaoglu ve ark. 2022)

inek ve deve sütü örneklerinde üç çeşit alkol tespit edildi. 1-Butanol, 3-methyl-, formate ve Phenylethyl alcohol'e sadece deve sütünde rastlanırken, 1-Hexanol, 2-ethyl- ise sadece inek sütünde rastlanmıştır. 1-propanol, 1-bütanol, 1-pentanol ve 1-hekzanol gibi birincil alkoller, bazı aldehitlerin ve metil ketonların indirgenmesiyle oluşur (Arora ve ark., 1995). İkincil alkollerin çoğu, metil ketonların enzimatik indirgenmesiyle oluşturulur (Collins ve ark., 2003). Deve sütünde feniletal alkol  $1,36 \mu\text{g/g}$  olarak belirlenmiştir. Bilindiği gibi fenilalaninin Strecker reaksiyonu sonucu feniletanol üretilmektedir. Fakat mayaların ve bazı Lactobacillus lactis suşlarının metabolizması sonucu da feniletanol ürettiği bildirilmiştir (Nogueira ve ark., 2005).

**Çizelge 2. İnek ve Deve Sütlerinin Uçucu Aroma Bileşenleri,  $\mu\text{g/g}$**

Uçucu Bileşenler	Alıkonma Zamanı (RT)	İnek Sütü	Deve Sütü
<b>TERPENLER</b>			
o-Xylene	8,36	0,17±0,01a	NDb
<b>ALKOLLER</b>			
1-Butanol, 3-methyl-, formate	10,25	ND	3,61±0,10
1-Hexanol, 2-ethyl-	15,54	0,42±0,03a	NDb
Phenylethyl Alcohol	19,39	ND	1,36±0,06
<b>ALDEHİTLER</b>			
Nonanal	13,51	0,35±0,03a	NDb
Benzaldehyde	15,96	ND	0,61±0,04
<b>HİDROKARBONLAR</b>			
1-Dodecene	9,71	0,78±0,02a	NDb
2-Tetradecene, (E)-	32,82	1,14±0,00a	NDb
<b>ASİTLER</b>			
Butanoic acid	17,15	0,46±0,00	1,50±0,22
Octanoic acid	20,34	0,40±0,03a	3,50±0,02b
Nonanoic acid	21,28	0,26±0,07	0,25±0,02
n-Decanoic acid	22,45	0,52±0,05a	1,10±0,03b
9-Decenoic acid	23,31	ND	0,19±0,03
Benzoic acid	25,12	ND	0,25±0,01
Dodecanoic acid	26,11	0,68±0,07	0,87±0,01
n-Hexadecanoic acid	29,34	2,93±0,08a	4,22±0,05b
Tetradecanoic acid	32,84	0,48±0,02a	1,56±0,09b
<b>ESTERLER</b>			
Hexanoic acid, ethyl ester	10,02	0,15±0,00a	2,75±0,10b
Hexadecanoic acid, methyl ester	18,86	0,27±0,01a	NDb
Tris(tert-butylidimethylsilyloxy)arsane	18,52	2,71±0,04a	NDb
<b>DİĞER BİLEŞİKLER</b>			
Benzene, 1,3-dimethyl-	8,19	ND	0,23±0,04
Silenediol, dimethyl-	17,36	12,02±0,06a	1,81±0,12b
Oxime-, methoxy-phenyl-	18,44	25,43±0,64a	28,37±0,58b

\*Aynı gruplar arasında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ )

Aldehitler, birincil alkollerin ilk oksidasyon ürünleridir ve amino asitlerin Strecker bozunması ile oluşabilir ya da doymamış yağ asitlerinin  $\beta$ -oksidasyonu ile oluşabilir (Collins ve ark., 2003). Nonanal inek sütünde, Benzaldehyde ise deve sütünde tespit edilen bir aldehittir.

Barbieri ve ark. (1994) yaptıkları araştırmada, hidrokarbonların yem kaynaklı olabileceği gibi, lipid oksidasyonunun ilerleyen aşamalarında da oluşabileceğini bulmuşlardır. Ayrıca, hidrokarbonların diğer aroma bileşiklerinin oluşumuna öncülük ettiği de tespit edilmiştir (Munoz ve ark., 2003; Ortigosa ve ark., 2001). Çizelge 2'ye göre, inek sütünde hidrokarbonlara rastlanırken, deve sütünde hidrokarbon uçucu bileşenleri tespit edilememiştir. İki süt arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Bu nedenle, inek sütünün lipid oksidasyonuna daha duyarlı olduğu sonucuna varılabilir.

Esteraz ve lipaz gibi lipolitik aktiviteye sahip enzimler, düz zincirli yağ asitlerini serbest bırakırken, proteolitik enzimler izobütirik ve izovalerik asit gibi dallı zincirli yağ asitlerinin oluşumundan sorumludur (Wolf ve ark., 2010). Serbest yağ asitleri ise süt yağının lipolizi sonucunda meydana gelmektedir. Deve sütünün butanoik asit, oktanoik asit ve hegzadekonoik asit içeriği inek sütünden daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Çizelge 2 incelendiğinde aslında deve sütünün yağ asitleri içeriği inek sütünden daha yüksek bulunmuştur. Deve sütünde daha fazla bulunan lipolitik ve proteolitik enzimlerin (Dubey ve ark. 2016; Mahala ve ark. 2022) bu sonuca neden olduğu düşünülmektedir.

inek, koyun, keçi, manda ve deve sütlerinde esterler bulunabilmektedir. Esterler bu sütlerde kokulu aktif bileşikler olarak yer almaktadır. Aslında süt ve süt ürünlerinde tat açısından etkili bileşiklerdir. Fakat yüksek miktarlarda meyvemsi tat kusurlarına neden olabilmektedirler (Liu ve ark., 2004; Tahmas-Kahyaoglu ve ark., 2022). İnek ve deve sütlerinin ester içeriklerine bakıldığında deve sütünde sadece hexanoic acid'in ethyl esterine rastlanmıştır ve miktarı inek sütüne göre oldukça yüksektir ( $p < 0,05$ ). Son olarak da deve sütünde oximen miktarı yüksek çıkarken, inek sütünde silanediol miktarı yüksek çıkmıştır.

#### **SONUÇ**

Bu çalışmada, inek ve deve sütlerinin yağ asitleri ve uçucu aroma bileşenleri içerikleri belirlenerek karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, inek sütünde kısa zincirli yağ asitleri olan C4 ve C6'nın deve sütüne kıyasla daha yüksek oranda bulunduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, inek sütünde palmitoleik asit (C16:1) oranının deve sütüne göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Deve sütünde doymuş yağ asitleri oranı inek sütüne göre daha düşük bulunmuştur. Ayrıca, deve sütünde tekli doymamış yağ asitleri oranı inek sütüne göre daha yüksekken, inek sütünde çoklu doymamış yağ asitleri oranı daha fazla tespit edilmiştir. Her iki süt grubunda da baskın aroma bileşeni oximene rastlanmıştır. Yağ asitler açısından inek ve deve sütleri arasında istatistiksel

olarak önemli bir farklılık belirlenmiştir. Deve sütünün, inek sütüne göre daha fazla yağ asiti içerdiği görülmüştür. İnek sütünde ise daha fazla hidrokarbon grubu uçucu bileşenler tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, inek ve deve sütlerinin beslenme, sağlık ve aroma özellikleri açısından farklı olduğunu göstermiştir.

#### **TEŞEKKÜR**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tarımsal Biyoteknoloji ve Gıda Güvenliği Uygulama ve Araştırma Merkezi (TARBIYOMER)'ne sağladığı laboratuvar imkanları nedeniyle teşekkür ederiz.

#### **KAYNAKLAR**

- Alvarez A M (2016) Diseases of Anthurium. In: McGovern, R., Elmer, W. (eds) Handbook of Florists' Crops Diseases. Handbook of Plant Disease Management, pp 1-61.
- Abu-Lehia I H (1989). Physical and chemical characteristics of camel milk fat and its fractions. Food Chemistry, 34(4): 261–271.
- Ackman R G (1998). Remarks on official methods employing boron trifluoride in the preparation of methyl esters of the fatty acids of fish oils. J. Am. Oil Chem. Soc. 75: 541–545.
- Alhaj O A, Taufik E, Handa Y, Fukuda K, Saito T, Urashima T (2013). Chemical characterisation of oligosaccharides in commercially pasteurised dromedary camel (Camelus dromedarius) milk. International Dairy Journal, 28(2): 70-75.
- Ametaj B N (2020). Introducing dairy: A transdisciplinary journal to advance understanding of dairy nutrition, health and productivity, welfare and well-being as well as milk synthesis-composition and health effects of its products. Dairy, 1(1):1–5.
- Arora G, Cormier F, Lee B (1995). Analysis of odor active volatiles in Cheddar cheese headspace by multidimensional GC/ MS/Sniffing. J. Agric. Food Chem. 43: 748–752.
- Barbieri G, Bolzoni L, Careri M, Mangia A, Parolari G, Spagnoli S, Virgili R (1994). Study of the Volatile Fraction of Parmesan Cheese. J. Agric. Food Chem, 42: 1170-1176.
- Bontinis T G, Mallatou H, Pappaa 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. Research, 105: 193–201.
- Brezovečki A, Antunac N, Čagalj M, Dermić Z F, Mikulec N, Ljolić D B, Antunac N (2015). Camel milk and milk products. Mljekarstvo, 65(2):81–90.
- Cecil D, John B D, Ngo C, Hai 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 trifluoride-methanol . Journal of Chromatography A. Volume 247, Issue 1, pages 63-69.

- Collins Y F, McSweeney P L H, Wilkinson M G (2003). Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. *Int. Dairy Journal*, 13: 841–866.
- Devendra K, Verma K A, Chatli M K, Singh R, Kumar P, Mehta N, Malav O P (2016). Camel's milk: alternative milk for human consumption and its health benefits. *Nutritional Food Science*, 46: 217–227.
- Dreiucker J, Vetter W (2011). Fatty acids patterns in camel, moose, cow and human milk as determined with GC/MS after silver ion solid phase extraction. *Food Chemistry*, 126(2): 762–771.
- Dubey U S, Lal M, Mittal A, Kapur S (2016). Therapeutic potential of camel milk, *Emirate Journal of Food Agriculture*, 28 (3): 164–176.
- El-Agamy E I (2008). Camel Milk; *Handbook of Milk of NonBovine Mammals*, 2008.
- FAO (2019). Food and Agricultural Organisations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>. Erişim tarihi: 08.11.2019
- Hagrass A E, Hassan A A, Soryal K A, Mervat A S, ElShabrawy S A (1987). Chemical composition of fat and butter of camel's milk. *Egyptian Journal of Food Science*, 15:15-25.
- Hanus O, Samková E, Křížová L, Hasoňová L, Kala R (2018). The role of fatty acids in milk fat and the influence of selected farmer factors on their variability – a review. *Molecules*, 23: 1636.
- Heaven M W, Nash D (2012). Recent analyses using solid phase microextraction in industries related to food made into or from liquids. *Food Control*, 27: 214–227.
- Hashim W M, Yousif G M, Majid A A, Kalafalla A I S, Abdalla H S, Ahmed S E (2015). Dromedary camels in Sudan, types and sub types, distribution and movement *International Journal of Pharmaceutical Research and Analysis*, 5:8– 12.
- Ho T, Zou Z, Bansal N (2022). Camel milk: A review of its nutritional value, heat stability, and potential food products. *Food Research International* 153: 110870.
- Izadi A, Khedmat L, Mojtahedi S Y (2019). Nutritional and therapeutic perspectives of camel's milk and its protein hydrolysates: A review on versatile biofunctional properties. *Journal of Functional Foods*, 60: 1034.
- Liu S Q, Holland R, Crow V L (2004). Esters and their biosynthesis in fermented dairy products: a review. *International Dairy Journal*, 14: 923–945
- Khalesi M, Salami M, Moslehishad M, Winterburn J, Moosavi-Movahedi A A (2017). Biomolecular content of camel milk: A traditional superfood towards future healthcare industry. *Trends in Food Science & Technology*, 62: 49-58.
- Kaskous S (2016). Importance of camel milk for human health. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 28(3): 158–163. doi:10.9755/ejfa.2015-05-296
- Mahala N, Mittal A, Lal M, Dubey U S (2022). Isolation and characterization of bioactive lactoferrin from camel milk by novel pH-dependent method for large scale production. *Biotechnology Reports* 36: e00765.
- Månsson, H. L. (2008). Fatty acids in bovine milk fat. *Food & nutrition research*, 52. doi:10.3402/fnr.v52i0.1821
- Miller J (2002). Review of nature's perfect food: How milk became America's drink, by E. M. Du Puis. *New York History*, 83(3): 344–346.
- Mullaicharam A R (2014). A review on medicinal properties of camel milk. *World J Pharm Sci*, 2: 237-242.
- Munoz N, Ortigosa M, Torre P, Izco J M (2003). Free amino acids and volatile compounds in ewe's milk cheese as affected by seasonal and cheese-making plant variations. *Food Chemistry*, 83: 329–338.
- Nogueira M C L, Lubachevsky G, Rankin S A (2005). A study of the volatile composition of Minas cheese. *LWT*, 38: 555–563.
- Ortigosa M, Torre P, Izco J M (2001). Effect of pasteurization of ewe's milk and use of a native starter culture on the volatile components and sensory characteristics of Roncal cheese. *Journal of Dairy Science*, 84:1320–1330.
- Park Y W, Haenlein G F W (2013). *Milk and Dairy Products in Human Nutrition*. John Wiley & Sons, Chichester, West Sussex, UK. <https://doi.org/10.1002/9781118534168>
- Schroeder M, Vetter W (2013). Detection of 430 Fatty acid methyl esters from transesterified butter sample. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 90: 771–790.
- Shingfield K J, Bonnet M, Scollan N D (2013). Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods. *Animal*, 7: 132–162.
- 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(2): 235–242.
- Tahmas-Kahyaoglu D, Cakmakci S, Hayaloglu A A (2022). Changes during storage in volatile compounds of butter produced using cow, sheep or goat's milk. *Small Ruminant Research* 211: 106691.
- Whetstone C M E, Karagül-Yüceer Y, Avşar Y K, Drake M A (2003). Identification and Quantification of Character Aroma Components in Fres Chevre-Style Goat Cheese. *Journal of Food Science*, 68(8): 2441-2447.
- Wolf I V, Perotti M C, Bernal S M, Zalazar C A (2010). Study of the chemical composition, proteolysis, lipolysis and volatile compounds profile of commercial Reggiano Argentino cheese: characterization of Reggiano Argentino cheese. *Food Res. Int.* 43: 1204–1211.
- Yerlikaya O, Saygılı D, Karagözlü C (2016). Deve Sütü: Bileşimi, Sağlık Üzerine Etkileri, Deve Sütü Ürünleri. *First International Symposium On Culture Of Camel-Dealing And Camel Wrestling*. içinde (ss. 31–40).
- Zengin G, Aktumsek A (2010). Fatty Acid Composition and Conjugated Linoleic Acid (CLA) Content of Some

Commercial Milk in Turkey.  
<https://www.researchgate.net/publication/234034811> adresinden erişildi.

Zeineb J, Nadia O, Isabelle A, Touhami K, Pascal D, Halima E H (2015). Camel colostrum: Nutritional composition

and improvement of the antimicrobial activity after enzymatic hydrolysis. Emirates Journal of Food and Agriculture, 27(4): 384–389.