

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
VETERİNERLİK BİYOKİMYASI ANA BİLİM DALI**



**SİNOP İLİNDE YETİŞTİRİLEN KOYUN VE KEÇİ
SÜTLERİNİN TOPLAM ANTİOKSİDAN KAPASİTELERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Mert Ali SİNMEZ

Danışman

Prof. Dr. Gül Fatma YARIM

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından BAP04-A-2023-4725 proje numarası ile desteklenmiştir.

SAMSUN
2024

TEZ KABUL VE ONAYI

Mert Ali Sinmez tarafından, **Prof. Dr. Gül Fatma Yarım** danışmanlığında hazırlanan “**SİNOP İLİNDE YETİŞTİRİLEN KOYUN VE KEÇİ SÜTLERİNİN TOPLAM ANTİOKSİDAN KAPASİTELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 3.6.2024 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Gül Fatma YARIM Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Prof. Dr. Gülay ÇİFTÇİ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Prof. Dr. Gonca OZAN KOCAMÜFTÜOĞLU Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Ahmet TABAK
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Yüksek Lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi ?

Evet ☐

Hayır ☒

29 /04/ 2024
Mert Ali SİNMEZ

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: SİNOP İLİNDE YETİŞTİRİLEN KOYUN VE KEÇİ SÜTLERİNİN TOPLAM ANTİOKSİDAN KAPASİTELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 29.04.2024 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 9

Tek kaynak oranı : % 1 çıkmıştır.

29 /04/ 2024
Prof. Dr. Gül Fatma YARIM

ÖZET

SİNOP İLİNDE YETİŞTİRİLEN KOYUN VE KEÇİ SÜTLERİNİN TOPLAM ANTİOKSİDAN KAPASİTELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Mert Ali SİNMEZ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Veterinerlik Biyokimyası Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans, Haziran/2024

Danışman: Prof. Dr. Gül Fatma YARIM

Amaç: Süt, hayati biyoaktif bileşenleri dengeli bir oranda içerdiğinden, yavru memelilerin büyümesini ve gelişmesini teşvik eden ve insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan besindir. Sütün total antioksidan kapasitesi (TAK), içeriğinde bulunan enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidan moleküllerden ve bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Sütün oksidan-antioksidan dengesinin korunması hem besleyici değerinin hem de sütün kalitesinin sürdürülmesi bakımından gereklidir. İnsanlar tarafından tüketilen koyun ve keçi sütlerinin total antioksidan kapasitesinin belirlenmesi sağlıklı beslenmede önem arz etmektedir. Sunulan tez çalışmasının amacı, sağlıklı koyun sütlerinin ve keçi sütlerinin TAK düzeylerinin ölçülerek karşılaştırılmasıdır.

Materyal ve Metot: Tez çalışmasında, Sinop ilinde halk elinde bulunan laktasyon periyodundaki, 2-5 yaşlı Karayaka koyunlarından ve Kıl keçilerinden sabah sağımında alınan süt örnekleri kullanıldı. Süt örnekleri Kaliforniya mastitis test (CMT) ve sütte somatik hücre sayımı (SHS) ile subklinik mastitis bakımından değerlendirildi. CMT negatif ve SHS < 200.000 olan 100 adet sağlıklı koyun sütü ile 100 adet sağlıklı keçi sütü olmak üzere toplam 200 adet süt numunesi projenin süt materyali olarak kullanıldı. Süt örneklerinde TAK düzeyinin ölçümünde kolorimetrik test kitleri kullanıldı.

Bulgular: Sunulan tez çalışması sonucunda, koyun sütündeki TAK düzeyinin $1,69 \pm 0,38$ mmol Trolox Equiv./l ve keçi sütündeki TAK düzeyinin $3,74 \pm 0,87$ mmol Trolox Equiv./l olduğu belirlendi. Keçi sütünün TAK düzeyi koyun sütünden yaklaşık olarak 2,2 kat daha yüksekti. Koyun ve keçi sütlerinin TAK düzeyleri arasında $p < 0,001$ düzeyinde istatistiki farklılık olduğu saptandı.

Sonuç: Sunulan tez çalışmasından elde edilen bulgular, Sinop ilinde yetiştirilen keçilerin sütündeki TAK düzeyinin aynı ildeki koyunların sütündeki TAK düzeyinden daha yüksek olduğunu gösterdi. İnek ve manda sütlerine alternatif olarak tüketilen koyun ve keçi sütlerindeki TAK düzeylerinin belirlendiği bu tez çalışmasından elde edilen sonuçlar, insan beslenmesinde temel bir gıda olan süt ve süt ürünlerinin bileşimine yönelik veri tabanına katkıda bulunacaktır. Tez çalışmasının, ülkemiz hayvancılık sektöründe önemli bir yeri olan küçükbaş hayvanların süt ve süt ürünlerinin bileşiminin bilinerek süt hayvancılığına katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Karayaka koyunu, Kıl keçisi, Sinop, süt, toplam antioksidan kapasite.

ABSTRACT

COMPARISON OF TOTAL ANTIOXIDANT CAPACITY OF SHEEP AND GOAT MILK BRED IN SİNOP CITY

Mert Ali SİNMEZ

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Veterinary Biochemistry

Master, June/2024

Supervisor: Prof. Dr. Gul Fatma YARIM

Aim: Since milk contains vital bioactive components in a balanced ratio, it is a food that promotes the growth and development of baby mammals and has an essential place in human nutrition. The total antioxidant capacity (TAC) of milk is due to the enzymatic and non-enzymatic antioxidant molecules and compounds it contains. Maintaining the oxidant-antioxidant balance of milk is necessary to keep the milk's nutritional value and quality. Determining the total antioxidant capacity of sheep and goat milk consumed by humans is essential for healthy nutrition. The presented thesis study aims to measure and compare the TAC levels of healthy sheep and goat milk.

Materials and Methods: In the thesis study, milk samples from 2-5-year-old Karayaka sheep and Hair goats in the morning during the lactation period, which were available to the public in the Sinop province, were used. The California mastitis test (CMT) and milk somatic cell count (SHS) were performed to evaluate milk samples for subclinical mastitis. A total of 200 milk samples, including 100 healthy sheep's milk with CMT negative and SHS < 200,000 and 100 healthy goat's milk, were used as the milk material of the project. Colorimetric test kits were used to measure TAC levels in milk samples.

Results: As a result of the presented thesis study, it was determined that the TAC level in sheep milk was 1.69 ± 0.38 mmol Trolox Equiv./l and the TAC level in goat milk was 3.74 ± 0.87 mmol Trolox Equiv./l. The TAC level of goat milk was approximately 2.2 times higher than that of sheep milk. It was determined that there was a statistical difference at $p < 0.001$ between the TAC levels of sheep and goat milk.

Conclusion: The findings obtained from the presented thesis study showed that the TAC level in the milk of goats raised in Sinop province was higher than the TAC level in the milk of sheep in the same province. The results obtained from this thesis study, in which the TAC levels in sheep and goat milk consumed as an alternative to cow and buffalo milk are determined, will contribute to the database on the composition of milk and dairy products, an essential food in human nutrition. It is envisaged that the thesis study will contribute to dairy farming by knowing the composition of milk and dairy products of small ruminants, which have an essential place in our country's livestock industry.

Keywords: Karayaka Sheep, Hair goat, Sinop, milk, total antioxidant capacity.

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim ve tez çalışmam süresince olumlu tavrı ve hoş görüşüyle beni cesaretlendiren, enerjisi, bilgisi, tecrübesi ve özverili destekleriyle hep yanımda olan değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Gül Fatma YARIM'a sonsuz teşekkürümü ve minnetimi sunarım. Yüksel Lisans eğitimim boyunca katkılarını esirgemeyen Prof. Dr. Ali ERTEKİN, Prof. Dr. Sena ÇENESİZ, Prof. Dr. Cevat NİSBET ve Prof. Dr. Gülay ÇİFTÇİ hocalarıma teşekkür ederim. Süt örneklerinin somatik hücre sayımlarındaki yardımlarından dolayı Prof. Dr. Murat YARIM'a teşekkürlerimi sunarım. Tezimin laboratuvar çalışmaları boyunca vermiş oldukları katkılardan dolayı Dr. Öğr. Üyesi Ayris GÖKÇEOĞLU'na ve Doktora Öğrencisi Furkan ÜMİT'e teşekkürü borç bilirim. Bana sayısız emekler veren anneme, her alanda bana cesaret veren babama, tez çalışmamda hep yanımda olan, varlığıyla yaşamı ve başarıyı anlamlı kılan sevgili eşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimi, anneme, babama, ablama ve eşime atfediyorum.

Mert Ali SİNMEZ

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Koyun ve Keçi Sütlerinin Bileşimi	5
2.2. Koyun ve Keçi Sütlerindeki Laktoz Düzeyleri	7
2.3. Koyun ve Keçi Sütlerindeki Lipit Düzeyleri	8
2.4. Koyun ve Keçi Sütlerindeki Protein Düzeyleri	14
2.5. Koyun ve Keçi Sütlerindeki Mineral Düzeyleri	16
2.6. Koyun ve Keçi Sütlerindeki Vitamin Düzeyleri	18
2.7. Koyun Sütünün Yararlı Sağlık Etkileri	18
2.8. Keçi Sütünün Yararlı Sağlık Etkileri	19
2.9. Oksidatif Stres ve Total Antioksidan Kapasite	22
2.10. Sütün Antioksidan Etkinliği	26
2.10.1. Karotenoidlerin Antioksidan Etkinliği	27
2.10.2. C ve E Vitamini ile Minerallerin Antioksidan Etkinliği	27
2.10.3. Peynir Altı Suyu Proteinlerinin Antioksidan Etkinliği	27
2.10.4. Kazeinin Antioksidan Etkinliği	28
2.10.5. Sütteki Antioksidan Enzimler	29
3. MATERYAL VE METOT	30
3.1. Süt Örnekleri	30
3.2. Kaliforniya Mastitis Testi	30
3.3. Sütte Somatik Hücre Sayımı	30
3.4. Süt Örneklerinde TAK Düzeyinin Ölçümü	31
3.5. İstatistiksel Değerlendirme	32
4. BULGULAR	33
4.1. Koyun sütündeki TAK Düzeyi	33
4.2. Keçi sütündeki TAK Düzeyi	35
5. TARTIŞMA	37
6. SONUÇ	40
7. KAYNAKÇA	
8. ÖZ GEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR

$^1\text{O}_2$	:Singlet oksijen
ACE	:Anjiyotensin I dönüştürücü enzim
AMPK	:Adenozin monofosfat ile aktifleştirilen protein kinaz
Ca	:Kalsiyum
Cl	:Klor
CMT	:Kaliforniya mastitis test
Co	:Kolbalt
Cu	:Bakır
CUPRAC	:Bakır azaltıcı antioksidan kapasite
Fe	:Demir
FRAP	:Ferrik indirgeme yeteneği
GLP-1	:Glukagon benzeri peptid-1
GPx	:Glutasyon peroksidaz
GSH	:Glutasyon
H_2O_2	:Hidrojen peroksit
HNO_2	:Nitrik asit
HNO_2	:Nitröz asit
HO_2	:Hidroperoksil
HOB _r	:Hipobromöz asit
HOCl	:Hipokloröz asit
I	:İyot
K	:Potasyum
KZYA	: Kısa zincirli yağ asitleri
KZYA	:Kısa zincirli yağ asitleri
LF	:Laktoferrin
LOO [·]	:Lipit peroksil
Mg	:Magnezyum
Mn	:Mangan
MUFA	:Tekli doymamış yağ asidi
MUFA	:Tekli doymamış yağ asitleri
N_2O_3	:Dinitrojen trioksit
N_2O_4	:Dinitrojen tetoksit
NO^-	:Nitroksil anyonu
$\text{NO}^{\cdot}$	:Nitrik oksit

NO ⁺	:Nitrosil katyonu
NO ₂	:Nitrojen dioksit
NO ₂ Cl	:Nitril klorid
O ₂ ⁻	:Süperoksit
O ₃	:Ozon
OH [·]	:Hidroksil
ONOO	:Peroksinitrit
ONOOH	:Peroksinitrik asit
ORAK	:Oksijen radikal absorban kapasitesi
P	:Fosfor
PUFA	:Çoklu doymamış yağ asidi
PUFA	:Çoklu doymamış yağ asitleri
RNT	:Reaktif nitrojen türleri
RO [·]	:Alkoksil
ROO [·]	:Peroksil
ROT	:Reaktif oksijen türleri
Se	:Selenyum
SHS	:Somatik hücre sayımı
SOD	:Süperoksit dismutaz
TAK	:Total antioksidan kapasite
TRAP	:Total radikal tutucu antioksidan parametresi
Zn	:Çinko

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Keçi sütü tüketiminin bağırsak mikrobiyotasının modülasyonu yoluyla glukoz homeostazını iyileştirdiği olası mekanizmalar	20
Şekil 2.2. Önemli reaktif oksijen türleri ve bunların aktif türevleri	22
Şekil 2.3. Önemli reaktif nitrojen türleri ve bunların aktif türevleri	23
Şekil 4.1. Koyun sütlerinde TAK düzeyinin histogramı	33
Şekil 4.2. Koyun sütlerindeki TAK düzeyinin dağılımı	34
Şekil 4.3. Keçi sütlerinde TAK düzeyinin histogramı	35
Şekil 4.4 Keçi sütlerindeki TAK düzeyinin dağılımı	36



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Koyun, keçi, inek ve insan sütündeki temel besin maddelerinin ortalama bileşimi	5
Tablo 2.2. Koyun ve keçi sütü yağndaki ana yağ asitlerinin düzeyleri	10
Tablo 2.3. Koyun, keçi ve inek sütü yağının triağılglicerol bileşimi.....	13
Tablo 2.4. Koyun ve keçi sütü yağında bulunan farklı sterollerin konsantrasyonları	14
Tablo 2.5. Koyun ve keçi sütündeki amino asitlerin düzeyleri.....	16
Tablo 2.6. Koyun, keçi, inek ve insan sütünün mineral düzeyleri	17
Tablo 2.7. Koyun, keçi, inek ve insan sütünün vitamin düzeyleri	18
Tablo 2.8. İnek, manda, koyun ve keçi sütünün peynir altı suyu proteinlerinin bileşimi.....	28
Tablo 3.1. TAK kitinin içeriğı	31



1. GİRİŞ

Süt ve süt ürünleri insan beslenmesinin ayrılmaz bir parçası olup yüksek biyolojik değere sahip proteinler, kalsiyum, esansiyel yağ asitleri, amino asitler, yağlar, suda çözünen vitaminler ve birçok biyokimyasal ve fizyolojik açıdan oldukça önemli olan çeşitli biyoaktif bileşiklerin taşıyıcıları olarak kabul edilmektedir. Süt, bileşiminde bulunan biyolojik aktif moleküller sayesinde hayvansal organizmanın büyümesinde, gelişmesinde ve bağışıklık yanıtlarında önemli role sahiptir. Süt ve süt ürünlerinin antioksidan kapasitesi temel olarak içerdiği karotenoidlerden, vitaminlerden, kükürtlü amino asitlerden, oligosakkaritlerden, peptidlerden, selenyumdan, fosfattan, çinkodan ve antioksinan enzimler olan glutatyon peroksidaz, süperoksit dismutaz ve katalaz gibi enzimatik ve enzimatik olmayan moleküllerden kaynaklanmaktadır (Gaucheron, 2005; Lindmark-Månsson, 2008; Meyrand et al., 2013; Polidori ve Vincenzetti, 2013; Średnicka-Tober et al., 2016; Currò et al., 2019; Khaldi et al., 2021; Zhang et al., 2022; Zongo et al., 2021; Pan et al., 2023). Sütün antioksidan potansiyeli, reaktif oksijen türlerinin üretiminin önlenmesini sağlayan ve oksidatif strese karşı organizmanın savunma mekanizmasını güçlendirmeye yardımcı olan hem enzimatik hem de enzimatik olmayan antioksidanlar, antioksidan özellik gösteren bileşenlerin içeriği ile doğrudan ilişkilidir (Matos et al., 2015). Süt ve süt ürünleri antioksidan kapasiteleri sayesinde bağırsak sağlığının korunmasında, metabolik bozuklukların önlenmesinde, kardiyovasküler hastalıkların tedavisinde potansiyel kullanıma sahiptir (Khan et al., 2019). İnsanların beslenmesinde önemli bir yeri olan sütün antioksidan kapasitesinin bilinmesi yararlı sağlık etkilerinin değerlendirilmesi bakımından önemlidir. Farklı hayvan türlerinin sütündeki total antioksidan kapasite insan beslenmesi için en iyi gıdanın seçilmesine yardımcı olan bir süt profili belirteci olarak kullanılabilir.

Koyun ve keçi sütlerinin bileşimi inek sütüne oldukça benzer olmasına rağmen, hem koyun hem de keçi sütü kendine özgü protein, lipit, mineral bileşimi ve biyoaktif bileşenleri nedeniyle artan ilgi görmüşlerdir ve görmeye devam etmektedirler (ALKaisy et al., 2023; Flis ve Molik, 2021; Kasapidou et al., 2021; Arrichiello et al., 2022; Massouras et al., 2023; Paszczyk et al., 2023; van der Toorn et al., 2023). Koyun ve keçi sütlerinin yararlı sağlık etkileri, antimikrobiyal, antioksidan, antitrombotik, antihipertansif ve immünomodülatör olarak sıralanmaktadır (Sunarić et al., 2012; Li et al., 2013; Mal et al., 2018; Niero et al.,

2018; Diaz-Medina et al., 2021).

İnek sütünün bileşimi, yıl boyunca üremeleri nedeniyle mevsimlere göre en az düzeyde değişiklik gösterirken koyunların mevsimsel olarak üremesi onlardan elde edilen sütlerin bileşiminde mevsimlere göre değişkenlik göstermesine neden olmaktadır. Koyun sütünde laktosyonun sonuna yaklaşırken protein, mineral, katı madde ve yağ miktarının arttığı, laktoz içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir (Park et al., 2006). Koyun sütünün keçi ve inek sütünden daha fazla toplam katı madde ve temel besin içeriğine sahip olması onu bu sütler arasında en yüksek viskoziteye ve misel oluşumuna sahip kılmaktadır (Todaro et al., 2015). Koyun sütü ve ürünleri önemli yağ asitleri, kalsiyum, fosfor, demir ve magnezyum kaynağı potansiyelindedir. Ayrıca koyun sütü biyolojik olarak aktif antioksidan, antibakteriyel ve immunomodülatör molekül ve bileşik içermektedir. Koyun sütü ile üretilen fermente içecekler vanilin, ferulik asit, salisilik asit ve katekol gibi biyoaktif bileşikleri ihtiva etmesiyle antibakteriyel özellikler sergilemektedir. Koyun sütü kefiri iyileşme süreci ve homeostaz için gerekli olan aminoasitler, mineraller, B₁, B₂, B₅ ve C vitaminleri bakımından zengindir (Flis and Molik, 2021). Koyun sütü konjuge, linoleik asit ve alfa-linolenik asit açısından en zengin kaynaktır. Bu özellikleriyle, kanser oluşumunu ve gelişimini engellediği, bağışıklık sistemini güçlendirdiği, kalp-damar hastalıklarını ve ateroskleroza önlediği, osteoporoz gelişimini engellediği düşünülmektedir. Yüksek yağ ve mineral ihtiva etmesi özelliğiyle sedef hastalığı ve cilt egzaması gibi hastalıklarda olumlu etkisi olan yaşlanma karşıtı ve kozmetik sabun ürünlerinde koyun sütü kullanılmaktadır (Mohapatra et al., 2019).

Keçi sütü ve ürünlerinin, metabolizmanın verimliliğini olumlu yönde etkilediği ortaya konulmuştur. Keçi sütü yağının sindirimi, orta zincirli trigliseritlerin yüksek içeriği nedeniyle inek sütüne göre yüksektir (Alfrez et al., 2001). Keçi sütü, 250-300 mg/l oligosakkarit içermektedir ki bu miktar inek sütündekinden yaklaşık olarak 5 kat daha yüksektir (Martinez-Ferez et al., 2005). Keçi sütünde bulunan oligosakkaritlerin bağırsak iltihabını azalttığı ve koliti tedavi ettiği deneysel modelde gösterilmiştir (Lara-Villoslada et al., 2006). Keçi sütünün, özellikle distal ince bağırsağın rezeksiyonu olan ratlarda, proteinin besleyici kullanımı ve magnezyum biyoyararlanımı üzerinde yararlı etkileri gösterilmiştir (Lopez-Aliaga et al., 2003). Keçi ve inek sütünün kalsiyum ve demirin sindirimi ve metabolik kullanımı üzerindeki etkilerinin, ratlarda standart (süt dışı) bir kontrol diyeti kullanılarak incelenmesi sonucunda; inek sütü veya standart diyet yerine keçi sütü bazlı diyet tkten hayvanlarda kalsiyumun sindirim sistemi kullanımının daha fazla olduğu, bununla birlikte, demirin sindirim sistemi kullanımının, keçi sütü diyeti ve standart diyet için benzer ve her iki durumda da inek sütüne dayalı olandan daha üstün olduğu belirlenmiştir (Lpez Aliaga et al., 2000). Bu sonuçların bireylerdeki anemi ve diğer eksiklikler üzerinde olumlu bir etkisi olabileceği vurgulanmıştır.

Doğal antioksidanlar açısından zengin gıda ürünlerinin tüketimi, oksidatif strese karşı koruma yoluyla organizmanın antioksidan durumunu iyileştirmektedir. Ortalama insan beslenmesinin yaklaşık % 25-30' unu oluşturan süt ve süt ürünleri antioksidan özellikler sergileyen zengin bir bileşik kaynağıdır. Sütün total antioksidan kapasitesi, sütteki lipitleri ve proteinleri oksidatif hasardan koruyan enzimatik ve nonenzimatik antioksidanların düzeyini yansıtılmaktadır (Stobiecka et al., 2022). Süt ve süt ürünlerinin antioksidan kapasitesi temel olarak kükürtlü amino asitlerin, peynir altı suyu proteinlerinin, A, E ve C vitaminlerinin veya beta-karotenin varlığıyla ilgilidir. Doğal süt antioksidanlarının düzenli tüketiminin diyabet, kalp-damar hastalıkları, kanser gibi modern çağın getirdiği hastalıkların gelişme riskini azalttığı ve aynı zamanda organizmadaki yaşlanma sürecini de yavaşlattığı bilimsel çalışmalarla kanıtlanmıştır (Bruni et al., 2016; Caboni et al., 2019; Hao et al., 2019; Mohapatra et al., 2019).

Sütün antioksidan kapasitesi hayvanın ırkına, genetiğine, yaşadığı coğrafi bölgeye, beslenmesine ve sağlık durumuna göre değişkenlik göstermektedir. Süt ve süt ürünlerinin oksidatif stabilitesi süt endüstrisi açısından oldukça önemlidir. Süt ve

süt ürünlerinin oksidatif stabilitesi, sütteki anti- ve pro-oksidatif süreçler arasındaki hassas dengenin bir sonucu olup yağ asidi bileşimine, metal iyonları ile kontaminasyona, tokoferol ve karotenoidlerin konsantrasyonuna bağlı olarak değişmektedir (Kuczynska and Puppel, 2009; Nozière et al., 2009; Chauveau-Duriot et al., 2010; Zhao et al., 2013; Vázquez et al., 2015; Khan et al., 2019). Sütün işlenmesi, paketlenmesi, saklama koşulları ve süresi, pastörizasyon gibi faktörler süt ve süt ürünlerinin oksidatif stabilitesi ile doğrudan bağlantılı olan doğal antioksidanların miktarı üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir. Sütteki oksidasyon kötü tatlara ve sütün besin kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır (Harwood et al., 2020). Sunulan tez çalışmasının amacı, Sinop ilinde halk elinde bulunan koyunların ve keçilerin sütlerinin total antioksidan kapasitesinin karşılaştırılmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Koyun ve Keçi Sütlerinin Bileşimi

Koyun ve keçi sütünün bileşimi ve fiziko-kimyasal özelliklerine ilişkin bilgiler, süt koyunu ve keçisi endüstrisinin gelişmesi ve ürünlerin pazarlanması için oldukça önemlidir. Koyun, keçi ve inek sütleri arasında fiziko-kimyasal özellikler açısından belirgin farklılıklar vardır. Beslenmeye, cinse, bireysel özelliklere, doğum sayısına, mevsime, çevresel koşullara, bölgeye, emzirme aşamasına ve memenin sağlık durumuna göre sütün içeriği değişmektedir (Haenlein and Wendorff, 2006; Park et al., 2007). Koyun ve keçi sütünün bileşiminde mevsimlere göre değişiklikler meydana gelmekte, laktasyonun sonuna doğru yağ, protein, katı madde ve mineral içeriği artarken laktoz içeriği azalmaktadır (Haenlein, 2001; 2004). Koyun sütünün özgül ağırlığının, kırılma indisinin, viskozitesinin, titre edilebilir asitliğinin inek sütüne göre yüksek, donma noktasının ise daha düşük olduğu belirlenmiştir (Haenlein and Wendorff, 2006). Koyun ve keçi sütündeki lipitler, inek sütünden daha farklı fiziksel özelliklere sahiptir (Anifantakis, 1986; Park, 2017). Keçi sütünün sindirilebilirliği yüksek olup alkaliliği ve tampon potansiyeli ile tıpta ve insan beslenmesinde bazı terapötik değerlere sahip olması açısından inek ve insan sütünden farklılık göstermektedir (Park and Chukwu, 1989; Park, 1994). Koyun, keçi, inek ve insan sütündeki temel besin maddelerinin ortalama bileşimi Tablo 2.1’de sunuldu.

Tablo 2.1. Koyun, keçi, inek ve insan sütündeki temel besin maddelerinin ortalama bileşimi.

Bileşen	Koyun	Keçi	İnek	İnsan
Yağ (%)	7,9	3,8	3,6	4,0
Laktoz (%)	4,9	4,1	4,7	6,9
Protein (%)	6,2	3,4	3,2	1,2
Kazein (%)	4,2	2,4	2,6	0,4
Albumin, globulin (%)	1,0	0,6	0,6	0,7
Protein olmayan azot bileşikleri (%)	0,8	0,4	0,2	0,5
Kalori/100 ml	105	70	69	68

(Park et al., 2007).

Koyun sütünün laktoz düzeyi, farklı ruminant türlerin sütlerindeki yağ ve protein içeriğinin aksine, laktasyonun başında ve sonuna doğru azalmaktadır (Pulina and Bencini, 2004; Haenlein and Wendorff, 2006). İnek sütüyle karşılaştırıldığında koyun sütünün laktoz içeriği hemen hemen aynı düzeydeyken, yağ ve protein düzeyleri çok daha yüksektir (Tablo 2.1). Bu durum, koyun sütündeki laktozun, inek sütündeki toplam katı madde miktarına kıyasla toplam katı madde oranı açısından daha az olmasına neden olmaktadır (Ramos and Juarez, 2003). Lipitler, koyun sütünde karakteristik olarak küçük boyutlarda bol miktarda bulunan globüller şeklinde mevcuttur. Bilimsel çalışmalar, ortalama yağ globül boyutunun en küçük koyun sütünde olduğunu ve bunu keçi sütünün takip ettiğini ortaya koymuştur (Mens, 1985). Koyunlarda, keçilerde ve ineklerde süt yağı globülünün salgılanma mekanizmasında kayda değer bir farklılık bulunmamıştır. Membranın yapısı ve bileşimi üç türde de benzerdir (Scolozzi et al., 2003).

Keçi sütünün bileşimi yaş, sağlık durumu, laktasyon evresi, doğum sayısı ve yavrulama mevsimi gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Di Gerlando et al., 2019; Ibbelbachyr et al., 2015; Manuelian et al., 2020; Mayer ve Fiechter, 2012; Olumee-Shabon ve Boehmer, 2013; Zamuner et al., 2020). Keçi sütü, önemli sağlık yararları sağlayan peptidler, konjuge linoleik asit, kısa zincirli yağ asitleri, fitoöstrojenler, polifenoller ve mineraller gibi biyoaktif bileşiklerden zengin bir kaynaktır (Delgadillo-Puga et al., 2019; Kapadiya et al., 2016; Nunez-Sanchez et al., 2016; Silanikove et al., 2010). Keçi sütü, hem protein hem de lipit fraksiyonu bakımından beslenme açısından değerlidir. Kazein fraksiyonlarının karmaşık polimorfizmi ve özel yağ asidi profili, keçi sütünü insan sağlığına yönelik yüksek kullanım potansiyeli nedeniyle ilgi çekici kılmaktadır. Süt proteinlerinin genetik polimorfizmleri, hem farklı alerjik reaksiyonların ortaya çıkmasında hem de fonksiyonel özelliklere sahip türetilmiş peptitler için önemli bir rol oynamaktadır. İnek sütüyle karşılaştırıldığında, keçi sütü on temel amino asitten altısını daha yüksek seviyelerde içermektedir (Tomotake et al., 2006). Keçi sütü, insan sağlığına faydalı olduğu bilinen özellikle kardiyovasküler bozuklukların önlenmesinde rolü olan çoklu doymamış yağ asitleri içeriği bakımından da inek sütüne göre daha zengindir (Nunez-Sanchez et al., 2016). Keçi sütü inek sütünden daha az laktoz içermekte ve bu nedenle laktoz intoleransı olan bireylerde güvenle kullanılmaktadır (Haenlein, 2004). Keçi sütü, daha düşük laktoz içeriği ve daha yüksek miktarlarda

kısa zincirli, orta zincirli, mono ve çoklu doymamış yağ asitleri içerdiğinden ve inek sütüne göre daha sindirilebilir olduğundan inek sütü intoleransı olan bebekler için iyi bir alternatiftir (Jirillo ve Magrone, 2014). Keçi sütü, kolay sindirimi nedeniyle huzursuz bağırsak tipi semptomların hafifletilmesinde etkilidir (Lopez-Aliaga et al., 2010).

2.2. Koyun ve Keçi Sütlerindeki Laktoz Düzeyleri

Koyun ve keçi sütündeki başlıca karbonhidrat laktozdur, Laktoz, süt proteini alfa-laktalbuminin aktif katılımıyla meme bezindeki glukozdan sentezlenmektedir (Larson and Smith, 1974). Kalsiyum, magnezyum ve fosforun bağırsaklardan emilimini ve D vitamininin kullanımını kolaylaştırması nedeniyle laktoz biyolojik önemi büyük bir karbonhidrattır (Campbell and Marshall, 1975). Laktoz bir glukoz ve bir galaktoz molekülünden oluşan ve küçük serbest miktarlarda da bulunabilen bir disakkarittir (Park, 2017). Laktoz, süt sentezi sırasında kan akışı ile meme bezinin alveol hücreleri arasındaki ozmotik dengenin korunmasında ve alveol lumeni ile memenin kanal sistemine salgılanmasında büyük önem taşımaktadır (Larson and Smith, 1974). Memelilerin sütlerindeki laktoz değişen konsantrasyonlarda bulunmaktadır.

İnek sütüyle karşılaştırıldığında koyun sütünün laktoz içeriği hemen hemen aynı düzeydedir (Tablo 2.1). Bu durum, koyun sütündeki laktozun, inek sütündeki toplam katı madde miktarına kıyasla toplam katı madde oranı açısından daha az olmasına neden olmaktadır (sırasıyla % 22-27 ve % 33-40) (Ramos and Juarez, 2003). Geviş getiren diğer sütçü türlerdekine benzer olarak koyun sütünün laktoz içeriği, yağ ve protein düzeylerinin tersine, gerek kolostrumda, gerekse laktasyonun başında ve sonuna doğru azalma eğilimindedir (Pulina and Bencini, 2004; Haenlein and Wendorff, 2006). Keçi sütündeki laktoz konsantrasyonunun inek sütündekinden hemen hemen % 0,2-0,5 daha düşük olduğu rapor edilmiştir (Posati and Orr, 1976; Chandan et al., 1992).

Keçi sütünde tanımlanan başlıca serbest karbonhidrat laktoz olup az miktarda inositol da bulunmaktadır. Keçi sütü, inek sütüne kıyasla daha az laktoz içermekte ve bu nedenle laktoz intoleransı belirtilerini önlemek için kullanılabilir. Keçi ve inek sütündeki laktoz düzeyleri Tablo 2.1’de sunuldu. Keçi sütü, prebiyotik ve anti-enfektif özellikleri nedeniyle insanlar için faydalı olan laktoz türevi oligosakkaritler (laktuloz, laktitol, laktobiyonik asit ve galaktooligosakkaritler) açısından çok daha

zengindir (Turkmen, 2017). Saanen keçilerinin sütündeki laktoz düzeyinin, laktasyonun erken döneminde; % 4,51, orta döneminde; % 4,46 ve geç döneminde; % 4,02 olduğu rapor edilmiştir. Malta ve Jonica ırkı keçilerde ise anılan laktasyon dönemlerine ait süt laktoz düzeyleri sırasıyla % 4,71, % 4,48 ve % 4,19 olarak tespit edilmiştir (Manuelian et al., 2020). Ülkemiz Ege bölgesinde yetiştirilen Saanen keçilerinden toplanan 80 adet süt örneğindeki laktoz düzeylerinin minimum; % 2,94, maksimum; 5,30 ve ortalama % 4,31 olduğu rapor edilmiştir (Kesenkaş et al., 2010). Muş ilinde yetiştirilen Saanen keçilerinin sütündeki laktoz düzeyinin % 4,25 olduğu saptanmıştır (Özkaya et al., 2017).

2.3. Koyun ve Keçi Sütlerindeki Lipit Düzeyleri

Lipitler, süt ürünlerine kazandırdıkları besin değeri, fiziksel/duyusal özellikler ve maliyet bakımından sütün önemli bileşenleridir. Triasilgliseroller (TAG), çok sayıda esterleşmiş yağ asitleri de dahil olmak üzere en büyük grubu (yaklaşık % 98) oluşturmaktadır. Koyun ve keçi sütünün lipit bileşimi, fosfolipitler, kolesterol esterleri, diasilgliseroller, monoasilgliseroller, kompleks lipitler, steroller ile yağda eriyen bileşiklerden oluşmaktadır (Haenlein and Wendorff, 2006; Park, 2017). Koyun ve keçi sütündeki lipitler yüksek miktarda ve küçük boyutlarda olan globüller yapıdadır. Ortalama yağ globül boyutunun en küçük koyun sütünde olduğu ve bunu keçi sütünün takip ettiği (globüllerin % 65 'i 3 µm'den küçük) bulunmuştur (Park et al., 2007). Bu durum, koyun sütünün inek sütüyle kıyaslandığında sindirilebilirliğinin ve lipit metabolizmasındaki veriminin daha iyi olduğunu göstermektedir (Park, 1994). Koyun ve keçilerde ve ineklerde süt yağı globülünün salgılanma mekanizmasında kayda değer bir farklılık bulunmamıştır. Membranın yapısı ve bileşimi üç türde de benzerdir ve toplam süt yağı hacminin yaklaşık % 1' ini temsil etmektedir (Scolozzi et al., 2003).

Keçi sütündeki lipit oranı % 3-6 arasında değişmektedir. Lipit bileşiminde de belirgin ırk farklılıkları bulunmaktadır. Bununla birlikte, ırk, genetik, yemin kalitesi ve miktarı, mevsim, laktasyon dönemi gibi etmenler keçi sütü yağının ortalama yüzdesini etkilemektedir. Keçi sütü yağı, yağ asidi bakımından inek sütü yağından önemli ölçüde farklıdır. Keçi sütü yüksek miktarda kısa ve orta zincirli yağ asitleri içermektedir (Jenness, 1980). Keçi sütü yağı, inek sütü yağındaki % 8'e kıyasla C6 - C10 yağ asitlerinin ~%16'sına sahiptir (Park et al., 2007). Keçi sütünde bulunan başlıca yağ asitleri bütirik asit (C4:0), kaproik asit (C6:0), kaprilik asit (C8:0), kaprik

asit (C10:0), laurik asit (C12:0), miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0) ve omega-3 linolenik asit (C18:2) olup uzun zincirli yağ asitlerinden stearik asit (C18:0) ile oleik asit (C18:1) düzeyleri azdır (Nunez-Sanchez et al., 2016). Bu yağ asitleri peynirin karakteristik aroması ile ilişkilidir (Park et al. 2007). Keçi sütündeki baskınlıkları nedeniyle kaproik, kaprilik ve kaprik yağ asitlerinin isimleri keçiden türetilmiştir (Haenlein, 2004).

Hem insan hem de hayvan çalışmaları, keçi sütü yağının ineklere göre daha verimli kullanıldığını ortaya koymaktadır (Hachlaf et al., 1993; Alferez et al., 2001). Keçi sütü yağ globüllerinin ortalama boyutunun $\sim 3.5 \mu\text{m}$ olmasının yüksek homojenliği sağladığı ve gelişmiş sindirim için lipazlara daha büyük yüzey alanı sağlamaktadır (Chandan et al., 1992). İnce bağırsağın % 50'sinin rezekte edildiği ratlarda keçi ve inek sütü yağının sindirimdeki kullanımı incelenmiş ve orta zincirli trigliseritlerden zengin olan keçi sütü verilen ratlarda, inek sütü verilenlere göre yağın sindirimsel kullanımının daha yüksek ve zeytinyağı için elde edilen değerlere daha yakın olduğu saptanmıştır. Keçi sütü tüketiminin kolesterol seviyelerini düşüdüğü de gözlenmiştir. Araştırmacılar, keçi sütünün inek sütüne göre lipit metabolizması üzerindeki avantajlı etkisi nedeniyle malabsorbsiyon sendromu vakalarında keçi sütünün diyetle dahil edilmesi gerektiğini önermişlerdir (Alferez et al., 2001). Sütteki yağ globüllerinin boyutunun manda > inek > keçi > deve sırasında azalırken, yağ sindirilebilirliğinin manda < inek < keçi < deve sırasında bulunduğu, deve ve keçi sütü yağının, yağ globüllerinin küçük olması nedeniyle en yüksek yağ sindirilebilirliğine sahiptir.

Asetik asitten (C2:0) araşidik asite (C20:0) kadar çoğu yağ asiti, çift sayıda karbon atomu içermektedir. Koyun ve keçi sütündeki yağ asitleri toplamının yaklaşık olarak % 75' inden fazlası C10:0, C14:0, C16:0, C18:0 ve C18:1 asitlerinden oluşmaktadır (Tablo 2.2). Metabolik açıdan değerli kısa ve orta zincirli yağ asiti seviyeleri koyun ve keçi sütünde inek sütünden önemli ölçüde daha yüksektir [kaproik (C6:0) (% 2,9, % 2,4, % 1,6)], [kaprilik (C8:0) (% 2,6, % 2,7, % 1,3)], [kaprik (C10:0) (% 7,8, % 10,0, % 3,0)] ve [laurik (C12:0) (% 4,4, % 5,0, % 3,1)]. Bu yağ asitleri, peynirlerin karakteristik tatlarıyla ilişkilidir ve farklı türlerden süt karışımlarını tespit etmek için de kullanılmaktadır (Goudjil et al., 2004).

Tablo 2.2. Koyun ve keçi sütü yağındaki ana yağ asitlerinin düzeyleri (total yağ asidi metil esterleri içindeki %).

Yağ asiti	Koyun sütü yağı		Keçi sütü yağı	
	Ortalama	Mininum/maksimum	Ortalama	Minimum/maksimum
C4:0	3,51	3,07-3,93	2,18	1,97-2,44
C6:0	2,90	2,68-3,44	2,39	2,03-2,70
C8:0	2,64	2,10-3,27	2,73	2,28-3,04
C10:0	7,82	5,54-9,73	9,97	8,85-11,0
C10:1	0,26	0,23-0,31	0,24	0,19-0,38
C12:0	4,38	3,48-4,92	4,99	3,87-6,18
C12:1	0,04	0,03-0,05	0,19	0,10-0,40
C13:0	0,17	0,13-0,22	0,15	0,06-0,28
C14:0	10,4	9,85-10,7	9,81	7,71-11,2
izo-C15:0	0,34	0,26-0,43	0,13	0,12-0,15
anteizo-C15:0	0,47	0,33-0,60	0,21	0,17-0,24
C14:1	0,28	0,19-0,50	0,18	0,17-0,20
C15:0	0,99	0,89-1,11	0,71	0,46-0,85
izo-C16:0	0,21	0,17-0,26	0,24	0,17-0,40
C16:0	25,9	22,5-28,2	28,2	23,2-34,8
izo-C17:0	0,53	0,44-0,59	0,35	0,24-0,52
anteizo-C17:0	0,30	0,26-0,36	0,42	0,30-0,50
C16:1	1,03	0,74-1,27	1,59	1,00-2,70
C17:0	0,63	0,58-0,70	0,72	0,52-0,90
C17:1	0,20	0,17-0,22	0,39	0,24-0,48
C18:0	9,57	8,51-11,0	8,88	5,77-13,2
C18:1 total	21,1	17,8-23,0	19,3	15,4-27,7
C18:2 total	3,21	2,89-3,57	3,19	2,49-4,34
C20:0	0,45	0,36-0,52	0,15	0,08-0,35
C18:3	0,80	0,52-1,04	0,42	0,19-0,87
C18:2 konjuge total	0,74	0,56-0,97	0,70	0,32-1,17

(Park et al., 2007).

Sütteki yağ asiti kompozisyonunu modüle eden içsel ve dışsal değişkenler arasındaki en önemli faktör yemdir. Özellikle ineklerde (Jensen, 2002), koyunlarda (Bocquier and Caja, 2001) ve keçilerde (Chilliard et al., 2003) rasyona lipit takviyesi süt yağ asiti düzeylerini değiştirmektedir. Geviş getiren hayvanlar arasında keçilerin istisna olduğu görülmektedir (Chilliard and Ferlay, 2004). Sütteki çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) seviyelerini arttırmak için, rasyonla PUFA yağı alımı ve bunların rumendeki hidrojenlenmesini azaltan faktörler, örneğin yağ asitlerinin sebze hücrelerinde tutulması, yüksek yem/konsantre oranları ve PUFA gibi keçi sütü için başarılı olmaktadır (Sanz Sampelayo et al., 2004). Koyun yemine zeytin küspesi verilmesinden sonra sütte tekli doymamış yağ asitlerinin (MUFA) arttığı saptanmıştır (Chiofalo et al., 2004).

Sütün küçük lipit bileşenleri olan uçucu dallanmış yan zincirli yağ asitleri süt ürünlerine karakteristik tatları vermektedir. Bunların peynirdeki miktarları süt yağı substratının bileşimine bağlıdır. Koyun sütü yağındaki dallanmış yan zincirli yağ asitleri konsantrasyonu (toplam yağ asitinin % 2,0' ı; Goudjil et al., 2004) altı farklı asitten (izo-C14, izo- ve anteizo-C15, izo- ve anteizo-C17 ve izo-C16) oluşmaktadır ki bunlar inek sütünde de baskın olan formlardır (Jensen, 2002). Keçi sütünde otuz altı dallanmış yan zincirli yağ asiti (çoğunlukla monometilatlar) ölçülmüştür (Alonso et al., 1999). Bunlardan kantitatif olarak en önemlileri (> % 0,1) koyun sütündekilerle aynıdır (Tablo 2.2). Etil dallanmış yan zincirli yağ asitlerinde dikkate değer olan, 4-etiloktanoatın varlığıdır. Bu asit ve 4-metiloktanoat, süt ürünlerine karakteristik koyun ve keçi eti tadını vermektedir. Ancak inek sütünde bulunan 3-metilbütanoat, 4-metilpentanoat ve 8-metilnonanoat gibi dallanmış yan zincirli yağ asitleri süt ürünlerinin karakteristik lezzetini belirlemektedir (Ha and Lindsay, 1991; Whetstine and Drake, 2006).

Süt yağındaki *trans*-yağ asitlerinin içeriği, türe ve mevsime bağlı olarak toplam yağ asiti düzeyinin % 2,5 -% 5' i arasında değişmektedir. Genel olarak koyun sütü, inek sütünden ve keçi sütü yağından sonra en yüksek miktarlara sahiptir. Süt yağındaki ana *trans*-yağ asiti *trans*-11C18:1, vaksenik asittir (Kuhlsen et al., 2005). Vaksenik asitin önemi, besin açısından değerli konjuge linoleik asitin, rumenik asitin (cis-9 *trans*-11C18:2) ana izomerinin sentezinde öncül olmasıdır (Griinari and Bauman, 1999; Turpeinen et al., 2002). Süt yağının toplam *trans*-yağ asiti düzeyindeki vaksenik asit oranı inek, koyun ve keçi sütüne benzer olup yaklaşık

olarak % 45-60 düzeyindedir (Precht et al., 2001; Goudjil et al., 2004). Elaidik asit, inek, koyun ve keçi sütü yağında toplam *trans*-yağ asitinin daha küçük miktarlarında (sırasıyla ortalama % 4,3, % 4,7, % 6,1) mevcuttur (Precht et al., 2001).

Ortalama linoleik asit içeriği (*cis*-9 *cis*-12C18:2), keçi, koyun ve inek sütündeki konjuge linoleik asit hariç toplam C18:2' nin % 70-75' ini oluşturmaktadır (Jensen, 2002; Chilliard and Ferlay, 2004; Goudjil et al., 2004). Bu izomerlerin düzeyi beslenme rejimine göre değişmektedir (Precht and Molkentin, 2000). Keçi sütünde *trans* C18:2 izomer içeriği koyun sütü yağındakinden daha düşük seviyededir (Chilliard et al., 2003, Chilliard and Ferlay, 2004). Sütteki total konjuge linoleik asit içeriği düzeyinin koyun sütünde % 1,08, inek sütünde % 1,01 ve keçi sütünde % 0,65 olduğu belirlenmiştir (Jahreis et al., 1999).

Farklı geviş getiren hayvan türlerindeki süt konjuge linoleik asit konsantrasyonu, esas olarak beslenme faktörlerindeki farklılıklar nedeniyle olsa da mevsime göre de değişiklik göstermektedir (Chilliard and Ferlay, 2004). En büyük mevsimsel farklılıkların koyun sütünde (yazın % 1,28, kış dönemi sonunda % 0,54) olduğu belirlenmiştir (Jahreis et al., 1999). Sütün triaçilgliserol yapısı, süt yağının reolojik özelliklerinden ve erime ve kristalleşme sırasındaki davranışından sorumlu olup bileşimleri süt yağının kökenini doğrulamak amacıyla kullanılmaktadır. İnek sütü yağıyla karşılaştırıldığında koyun ve keçi sütü yağının ortalama triaçilgliserol bileşimi Tablo 2.3'de sunuldu. Bu üç türün triaçilgliserolü C26-C54' ün ötesinde karbon atom sayılarına sahip geniş bir moleküler ağırlık ve zincir uzunluğu aralığı sunmaktadır. Koyun sütündeki triaçilgliserol içeriği, maksimum C36-C38 ve C50-C52' de ve minimum C44-C46' da olmak üzere iki modlu bir dağılıma sahiptir (Goudjil et al., 2003a). Keçi sütünde triaçilgliserol içeriği karbon atomu sayısı ile birlikte artarak C40-C42' de maksimuma (toplam triaçilgliserolün yaklaşık % 13' ü) ulaşmaktadır.

Tablo 2.3. Koyun, keçi ve inek sütü yağının triaçilgliserol bileşimi (% ağırlık).

Triaçilgliserol	Koyun	Keçi	İnek
C ₂₆	0,72	0,49	0,22
C ₂₈	1,6	1,23	0,57
C ₃₀	2,52	2,47	1,13
C ₃₂	3,63	4,06	2,56
C ₃₄	6,03	6,20	5,95
C ₃₆	9,64	9,40	10,8
C ₃₈	12,8	12,1	12,5
C ₄₀	12,0	12,6	9,87
C ₄₂	9,02	12,5	6,87
C ₄₄	8,08	11,6	6,47
C ₄₆	6,77	8,1	7,32
C ₄₈	6,67	5,84	9,12
C ₅₀	7,63	5,85	11,3
C ₅₂	8,43	4,92	10,0
C ₅₄	4,48	2,01	4,99

(Precht, 1992; Fontecha et al., 1998; Goudjil et al., 2003a).

Steroller, sütteki toplam lipitlerin küçük bir kısmını oluşturmaktadır. Sütteki başlıca sterol kolesteroldür. İnek sütünde bitkisel steroller de dahil olmak üzere küçük miktarlarda başka sterollerin de bulunduğu rapor edilmiştir (Jensen, 2002). Süt ve süt ürünlerinde sterol fraksiyonlarının analizi yoluyla katkı maddesi içeren bitkisel yağların tespiti de mümkündür. Koyun ve keçi sütünün kolesterol içeriği için bildirilen değerler, farklı ırklara ve farklı analitik tekniklerin kullanımına bağlı olarak önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Farklı sürülerden elde edilen koyun ve keçi sütü yağındaki sterol konsantrasyonları Tablo 2.4’de sunuldu.

Tablo 2.4. Koyun ve keçi sütü yağında bulunan farklı sterollerin konsantrasyonları (ort $\pm$ standart sapma).

Sterol	Koyun sütü yağı	Keçi sütü yağı
Kolesterol (mg/100 g)	288,4 $\pm$ 42,2	341,8 $\pm$ 15,6
Lathosterol (mg/100 g)	1,81 $\pm$ 0,82	1,47 $\pm$ 0,35
Desmosterol (mg/100 g)	0,41 $\pm$ 0,30	1,39 $\pm$ 0,49
Dihidrolanosterol (mg/100 g)	4,15 $\pm$ 2,40	2,25 $\pm$ 0,38
Lanosterol (mg/100 g)	6,86 $\pm$ 1,88	9,75 $\pm$ 1,64

(Fraga et al., 2000; Goudjil et al., 2003b).

2.4. Koyun ve Keçi Sütlerindeki Protein Düzeyleri

Koyun sütünün (% 5,8) ve keçi (% 4,6) sütünün ortalama protein içeriği inek sütündekinden (% 3,3) daha yüksektir. Sütün protein içeriği türler arasında büyük farklılıklar göstermektedir. Bunun yanında beslenme, laktasyon evresi, mevsim, iklim koşulları, doğum sayısı ve meme sağlığı da sütün protein içeriğini etkilemektedir. Koyun ve keçi sütü, süt teknolojisi ve insan beslenmesi açısından önemi değişen fraksiyonlar halinde yaklaşık olarak sırasıyla % 0,7-1,0 ve % 0,4-0,8 azot içermektedir. Koyun toplam azotun yaklaşık % 95' ini proteinler, % 5' ini protein olmayan maddeler oluşturmaktadır. Keçi sütündeki protein olmayan azot düzeyinin koyun ve inek sütündekinden daha fazla, kazein-azot düzeyinin ise daha az olduğu saptanmıştır (Guo, 2003). Koyun ve keçi sütündeki temel proteinler inek sütündekilerle hemen hemen aynıdır. Süt proteinleri iki ayrı aşamada meydana gelmektedir. Bunlardan biri, ortalama 190 nm çapında, asılı miseller halinde kazeinlerden oluşan kararsız bir misel fazıdır. Bunlar, ışığı dağıtan ve süte opak beyaz görünümünü veren kalsiyum fosfat ile sodyum, potasyum, magnezyum ve sitrat ile birbirine bağlanmaktadır. Diğer faz ise peynir altı suyu proteinlerinden oluşan çözünür kısımdır. Kazeinler oda sıcaklığında pH 4,6' da çökelmekte, aynı koşullar altında peynir altı suyu proteinleri (beta-laktoglobulin, α -laktalbumin ve serum albumin) ise çözünür kalmaktadır. Koyun sütündeki ana proteinler toplam proteinin % 76-83' ünü oluşturan kazeinlerdir (α s1-, α s2-, β - ve κ - kazein) (Chianese et al., 1996; Borková and Snášelová, 2005; Rafiq et al., 2016). Koyun sütündeki peynir altı suyu proteinleri toplam proteinin % 17-22' sini oluşturmaktadır. Başlıca peynir altı suyu proteinleri alfa- ve beta-laktoglobulindir. Koyun sütünde

immunoglobulinler, serum albumini ve proteoz-peptonlar daha küçük konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Az miktarda bulunan ve antibakteriyel özellik gösteren bir diğer çözünür protein ise laktoferrindir. Rennet peynir altı suyu durumunda, κ -kazeinin 105-106 bağı üzerine kimozin etkisiyle oluşan kazeino-makropeptitler de mevcuttur (Amigo et al., 2000).

Keçi sütündeki protein yüzdesi inek sütündeki düzeyle hemen hemen aynıdır. Keçi sütünün protein bileşenleri, yüksek düzeyde kazein, minör proteinler ve protein olmayan fraksiyon amino asitleri, nükleotidleri ve nükleositleri içermektedir. Kazein, sütün başlıca proteini olup asit ya da maya (enzim) ile koagüle olan fraksiyonudur. Süt proteinlerinin yaklaşık olarak % 80' i kazein (α -, β -, κ -, γ -kazein), % 20' si çözülebilir proteinler (α -laktoalbumin, beta-laktoglobulin ve immunoglobulinler) ile proteaz ve peptonlardan oluşmaktadır. Keçi sütündeki kazein-makropeptitlerinin ana formları, peynir yapımında sütün pıhtılaşma işlemi sırasında kimozinin κ -kazein üzerindeki etkisinden kaynaklanan çözünür C-terminal türevleridir. Bu kazein formları, anti-trombotik peptit kaynaklarıdır (Atanasova ve Ivanova, 2010). Keçi sütünün başlıca ayırt edici özelliklerinden ikisi süt, kazein miselinin büyüklüğü ve düşük α s-1-kazein seviyesidir. Keçi sütündeki kazein miselleri ineklerdekinden (60-80 nm) daha büyüktür (100-200 nm) (Silanikove et al., 2010). *In vitro* koşullarda, inek sütünün kazeininin sadece % 76'sının tripsin tarafından, keçi sütündeki kazeinin ise % 96'sının tamamen hidrolize edildiği rapor edilmiştir (Jasińska, 1995).

Keçi sütünün peynir altı suyu proteinleri α -laktalbumin ve β -laktoglobulinden oluşmaktadır ki ikincisi inek sütünden önemli ölçüde daha yüksek konsantrasyondadır (Moatsou et al., 2005). Keçi sütü, insan sütünden daha düşük bir sistein konsantrasyonu dışında, inek ve insan sütüne benzer bir amino asit profili içermektedir (Silanikove et al., 2010). Keçi sütündeki başlıca amino asitler taurin, glisin ve glutamik asit olup, taurin içeriği özellikle inek sütüne kıyasla oldukça yüksektir (Yangılar, 2013). Taurin, esansiyel bir amino asit olup kan basıncının düzenlenmesi gibi kardiyovasküler faydalarının yanı sıra görme, beyin fonksiyonları, detoksifikasyon gibi faydaları nedeniyle yetişkinler için de faydalıdır (Silanikove et al., 2010). Koyun ve keçi sütündeki amino asitlerin düzeyleri Tablo 2.5'de sunuldu.

Tablo 2.5. Koyun ve keçi sütündeki amino asitlerin düzeyleri.

Amino asit (g/100 g)	Koyun sütü	Keçi sütü
Aspartik asit	6,5	7,4
Treonin	4,4	5,7
Serin	3,4	5,2
Glutamik asit	14,5	19,3
Prolin	16,2	14,6
Sistin	0,9	0,6
Glisin	3,5	2,1
Alanin	2,4	3,6
Valin	6,4	5,7
Methionin	2,7	3,5
İzolösin	4,6	7,1
Lösin	9,9	8,2
Tirozin	3,8	4,8
Fenilalanin	4,3	6,0
Histidin	6,7	5,0
Lizin	7,8	8,2

(Borková and Snášelová, 2005; Rafiq et al., 2016).

2.5. Koyun ve Keçi Sütlerindeki Mineral Düzeyleri

Keçi ve koyun sütünün mineral içeriği insan sütünden çok daha yüksek düzeylerde. Keçi sütünün kalsiyum (Ca) düzeyinin yaklaşık olarak 134 mg/100 g ve fosfor (P) düzeyinin yaklaşık olarak 121 mg/100 g olduğu tespit edilmiştir. Sütteki makro-minerallerin konsantrasyonları çok fazla dalgalanmamakla birlikte beslenmeye, bireysel farklılıklara, laktasyon aşamasına ve meme sağlığının durumuna bağlı olarak değişmektedir (Park and Chukwu, 1988). Keçi sütünün Ca, P, potasyum (K), magnezyum (Mg) ve klor (Cl) düzeylerinin inek sütüne nazaran daha fazla iken sodyum (Na) ve kükürt (S) içeriği daha azdır. Keçi sütünün mineral içeriği, % 0,70 ile % 0,85 arasında değişen insan ve inek sütünde bulunandan daha yüksektir (Silanikove et al., 2010). Keçi sütünün zengin mineral içeriği bu süte olan tüketim tercihinin artırmaktadır. Kalsiyum, Na, K, Mg, P, demir (Fe), çinko (Zn), selenyum (Se), bakır (Cu), mangan (Mn) ve kobalt (Co) bakımından keçi sütü iyi bir

kaynaktır. Keçi sütü, manda sütüne göre daha düşük Ca, P, inek sütüne göre daha yüksek Ca, P ve inek sütü ve manda sütüne göre daha yüksek Mg, Cl içeriğine sahiptir (Kapadiya et al., 2016). İz mineraller bakımından keçi sütü, insan sütünden daha fazla Zn, iyot (I) ve daha az demir Fe içermektedir. Bununla birlikte, keçi sütünün demir biyoyararlanımı, bağırsakta daha iyi emilime katkıda bulunan yüksek nükleotid içeriği nedeniyle inek sütününkinden daha yüksektir (Raynal-Ljutovac et al., 2008). Keçi sütündeki selenyum düzeyi insan sütündekine benzer olup inek sütündekinden yüksektir (Ednie et al., 2015) ve biyoyararlılığı daha fazladır (Zenebe et al., 2014). Koyun, keçi, inek ve insan sütünün mineral düzeyleri Tablo 2.6'da sunuldu.

Tablo 2.6. Koyun, keçi, inek ve insan sütünün mineral düzeyleri.

Mineral	Koyun	Keçi	İnek	İnsan
Ca (mg/100 g)	193	134	122	33
P (mg/100 g)	158	121	119	43
Mg ((mg/100 g)	18	16	12	4
K (mg/100 g)	136	181	152	55
Na (mg/100 g)	44	41	58	15
Cl (mg/100 g)	160	150	100	60
S (mg/100 g)	29	28	32	14
Fe (mg/100 g)	0,08	0,07	0,08	0,20
Cu (mg/100 g)	0,04	0,05	0,06	0,06
Mn (mg/100 g)	0,007	0,032	0,02	0,07
Zn (mg/100 g)	0,57	0,56	0,53	0,38
I (mg/100 g)	0,020	0,022	0,021	0,007
Se (µg/100 g)	1,00	1,33	0,96	1,52

(Haenlein and Caccese, 1984; Chandan et al., 1992; Park, 2017).

Koyun sütünde yaklaşık % 0,9 toplam mineral veya kül bulunurken, inek sütünde bu oran % 0,7' dir (Tablo 2.6). Koyunlarda Ca, P, Fe, Cu, Mg ve Zn düzeyleri inek sütüne göre daha yüksek iken, K, Na ve Mn düzeyleri daha düşüktür.

2.6. Koyun ve Keçi Sütlerindeki Vitaminlerin Düzeyleri

Koyun ve keçi sütü inek sütünden daha yüksek miktarda A vitamini içermektedir Beta-karotenlerin tatamını A vitaminine dönüştürebilen keçilerine sütleri diğer ruminantların sütlerine göre daha beyaz renktedir (Park et al., 2007; Raynal-Ljutovac et al., 2008). Keçi sütü yeterli düzeyde A vitamini ve niasin ile yüksek düzeyde tiyamin, riboflavin ve pantotenat sağlamaktadır. Keçi sütünün folik asit ve B₁₂ vitamini konsantrasyonları inek sütüne kıyasla daha az miktarlardadır (Park et al., 2007). Keçi sütündeki niasin ve C vitamini düzeyleri inek sütündekine göre daha yüksektir. Koyun ve keçi sütlerindeki vitaminlerin düzeyleri Tablo 2.7' de sunuldu.

Tablo 2.7. Koyun, keçi, inek ve insan sütünün vitamin düzeyleri.

Vitamin	Koyun	Keçi	İnek	İnsan
Vitamin A (IU/100 g)	146	185	126	190
Vitamin D (IU/100 g)	0,18 µg	2,3	2,0	1,4
Tiyamin (mg/100 g)	0,08	0,068	0,045	0,017
Riboflavin (mg/100 g)	0,376	0,21	0,16	0,02
Niasin (mg/100 g)	0,416	0,27	0,08	0,17
Pantotenik asit (mg/100 g)	0,408	0,31	0,32	0,20
Vitamin B ₆ (mg/100 g)	0,08	0,046	0,042	0,011
Folik asit (µg/100 g)	5,0	1,0	5,0	5,5
Biotin (µg/100 g)	0,93	1,5	2,0	0,4
Vitamin B ₁₂ (µg/100 g)	0,712	0,065	0,357	0,03
Vitamin C (mg/100 g)	4,16	1,29	0,94	5,00

(Park et al., 2007).

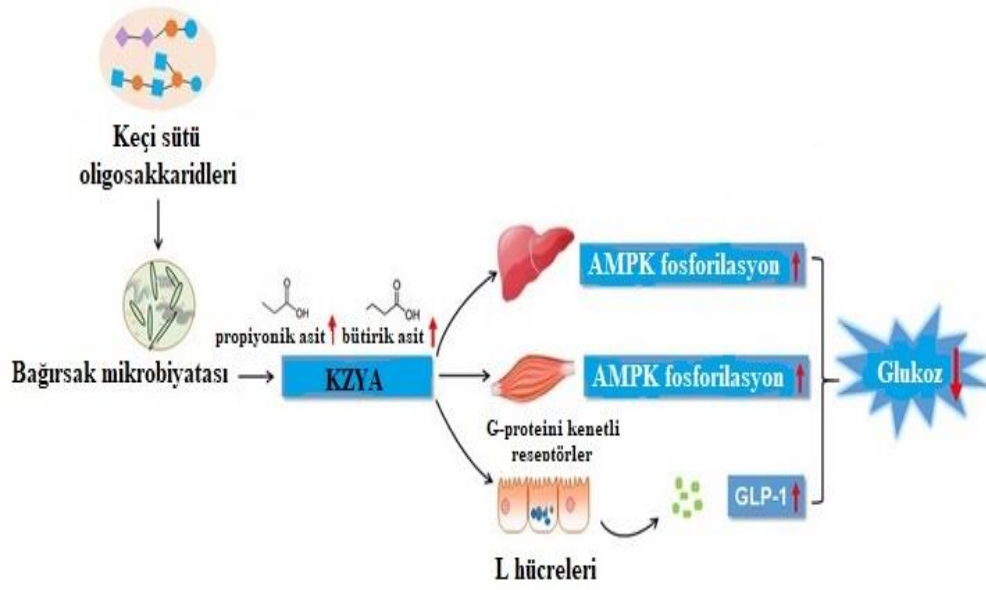
2.7. Koyun Sütünün Yararlı Sağlık Etkileri

Koyun sütünün antibakteriyel, antioksidan, antikanser ve antiinflamatuvar etkilere sahip yüksek düzeyde laktoferrin ve protein ihtiva ettiği bilinmektedir (Bruni et al., 2016; Caboni et al., 2019; Hao et al., 2019). Laktoferrinin hipokampustaki oksidatif stresi azalttığı rapor edilmiştir (Zheng et al., 2020). Laktoferrin uygulamasının yaşlı farelerde hipokampusun CA1 alt bölgesindeki hücreleri yenilediği gösterilmiştir (Sanchez et al., 1992). Sütteki laktoferrin kanser hücrelerinin çoğalmasını engelleme yeteneğine de sahiptir (Jilo, 2016). Laktoferrin

kan beyin bariyerini geçme özelliğinin olması onu nanotıp alanında, beyne madde taşıyabilen mükemmel bir ligand olduğunu göstermektedir. Laktoferrinin bu özelliklerinden kanser hücrelerini szeabilen veya beyin bariyerini geçebilen hedefli ilaç dağıtım sistemlerinin tasarımında yararlanılmaktadır (Flis and Molik, 2021). Yüksek yağlı diyet ile beslenen farelerde koyun sütü verilmesi daha düşük hepatik glukoz üretimi sergilediğini ortaya koymuştur. Çalışma, diyetle koyun sütü takviyesinin yüksek yağlı diyetin neden olduğu sistemik glukoz intoleransını hafiflettiğini göstermiştir (Zhang et al., 2024).

2.8. Keçi Sütünün Yararlı Sağlık Etkileri

Keçi sütü kazeinden elde edilen spesifik biyoaktif peptitlerin, yüksek glukozu maruz bırakılan HepG2 hücrelerinde insülin direncini iyileştirdiği gösterilmiştir. Araştırıcılar, keçi sütü kazein hidrolizatlarının insülin direncini iyileştirmek için gıda bileşenleri olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir (Gong et al., 2020). Keçi sütünden yapılan kefirin plazma glukozunu azaltarak, glutasyon peroksidaz aktivitesini yükselterek ve pankreas β -hücrelerini artırarak anti-diyabetik olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Nurliyani et al., 2015). İnsülin immünoreaktivitesinin insan ve keçi sütünde yaklaşık 200 pg/ml olduğu tespit edilmiştir. Keçi sütünde yüksek düzeyde tespit edilen insülin konsantrasyonunun, bu ürünün kan glukozu kontrolü için tıbbi bir gıda olarak test edilmesi gerekliliği ne sürülmüştür (Almohmadi and Allen, 2019). Yüksek yağlı diyetle beslenen farelerde keçi sütü alımının iskelet kasında enerji harcamasını ve mitokondri içeriğini arttırarak ve inflamatuvar belirteçleri azaltarak obezite, hepatik steatoz ve insülin direncini önlediği rapor edilmiştir (Delgadillo-Puga et al., 2020). Streptozosin ile indüklenen diyabetik ratlar modelinde keçi sütü ile beslemenin hepatik ve iskelet kası AMP ile aktive edilen protein kinaz aktivasyonunu ve bağırsak mikrobiyotasının modülasyonunu güçlendirerek glukoz homeostazını iyileştirdiği saptanmıştır. Bağırsak mikrobiyotası keçi sütündeki oligosakkaritleri metabolize etmekte ve butirik asit ile propiyonik asit gibi yağ asitlerini üretmektedir. Oluşan kısa zincirli yağ asitleri dolaşıma geçerek AMPK' nin fosforilasyonunu ve aktivasyonunu arttırmak yoluyla glukoz homeostazını sağlamaktadır. Ayrıca, bağırsak lumenindeki kısa zincirli yağ asitleri, L hücrelerinin yüzeyi zerindeki G-protein kenetli reseptörlerine bağlanmakta ve bu hücreler tarafından GLP-1 salgılanmasını uyarmaktadır (Liu et al., 2021).



Şekil 2.1. Keçi sütü tüketiminin bağırsak mikrobiyotasının modülasyonu yoluyla glukoz homeostazını iyileştirdiği olası mekanizmalar. KZYA: Kısa zincirli yağ asitleri; AMPK: Adenozin monofosfat ile aktiveleştirilen protein kinaz; GLP-1: Glukagon benzeri peptid-1 (Liu et al., 2021).

Keçi sütünün antiinflamatuvar etkiye sahip olduğu bilimsel çalışmalar ile ortaya konulmuştur (Assis et al., 2016; Jirillo ve Magrone, 2014). Keçi sütünün inflamatuvar rahatsızlıkları olan bireyler için uygun bir besin takviyesi olduğu bildirilmiştir (Jirillo and Magrone, 2014). Başka bir çalışma, keçi sütü ve keçi yoğurdunun inflamatuvar bağırsak hastalıklarını azaltmada veya önlemede etkili olabileceğini rapor etmiştir (Assis et al., 2016). Lara-Villoslada et al. (2006), keçi sütünden izole edilen oligosakkaritlerin ratlarda bağırsak enflamasyonunu azalttığını ve daha uygun bağırsak mikrobiyotası sağladığını saptamışlardır. Bu sonuçlar, keçi sütü ve ürünlerinin inflamatuvar hastalıkları hafifletmek için umut verici uygulamalara sahip olduğunu göstermektedir.

Keçi sütünün sağlıklı insan periferik kan mononükleer hücreleri üzerindeki in vitro etkisinin sitokin salınımı açısından değerlendirildiği bir çalışmada proinflamatuvar (TNF- α ve IL-6) ve anti-inflamatuvar (IL-10) sitokinlerin uyarılması, bu sütün bağışıklığı baskılanmış konakçıda (örneğin yaşlı insanlar) bağışıklık homeostazını koruma potansiyelini göstermiştir (Jirillo et al., 2010). Yavru farelerde keçi sütü tüketiminin alerjene bağlı hava yolu enflamasyonunu hafiflettiği, doğuştan gelen ve adaptif bağışıklık tepkilerini tetiklediği ve ayrıca monositlerin endotoksin ile indüklenen aktivasyonunu inhibe ettiği gösterilmiştir. Bu çalışmaya istinaden, keçi sütü yaşlılar da dahil olmak üzere inflamatuvar ve alerjik rahatsızlıkları olan bireylerde besin takviyesi olarak önerilmiştir (Kao et al., 2020). Keçi sütünün yüksek

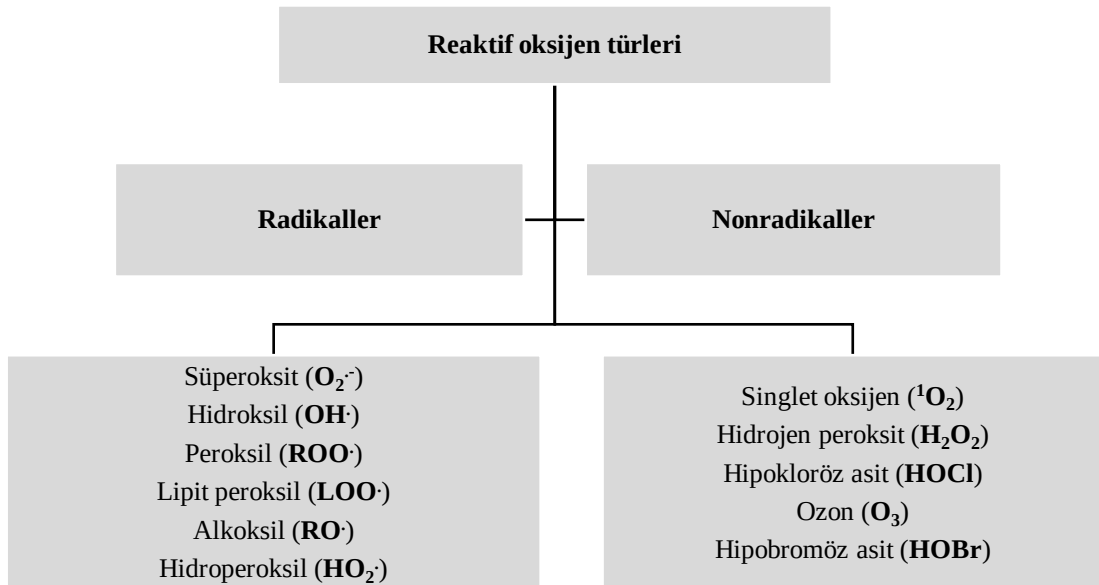
enerjili ve yüksek yağlı diyetlerin neden olduğu metabolik değişiklikleri modüle etmek amacıyla iyi bir alternatif olduğu ve 60 kg ağırlığındaki bir yetişkin için günde 250 ml taze keçi sütünün obezite ve ilgili hastalıklarının etkilerine karşı koymayı amaçlayan gelecekteki klinik deneyler için pratik etkileri olabileceği öne sürülmüştür (Delgadillo-Puga et al., 2021).

Keçi sütü, kan damarlarını rahatlatan ve kardiyovasküler sistem üzerindeki gerilimi azaltan bir vazodilatör etkiye sahip potasyum bakımından zengindir (Kapadiya et al., 2016). Ibrahim et al. (2017), keçi sütü peynir altı suyu ve kazeininin, vazokonstriktör anjiyotensin II'yi üretimini artırarak kan basıncının düzenlenmesinde önemli bir rolü olan bir anjiyotensin dönüştürücü enzimi inhibe edebileceğini ve antihipertansif biyoaktif peptitler ve ilişkili bozuklukların inhibisyonu olarak işlev gördüğünü ifade etmişlerdir (Ibrahim et al., 2017). Sedanter genç kadınlarda 110 gün boyunca 250 ml/gün keçi sütü içiminin sistolik ve diyastolik kan basıncını düşürdüğü ve hipertansiyonu önlediği rapor edilmiştir (Yusni, 2016). Deoksikortikosteron asetat tuzu ile indüklenen hipertansif ratlarda keçi sütü yoğurdundan elde edilen kazeinin kan basıncını düşürdüğü saptanmıştır (Masdiana et al., 2015). Keçi sütünün, inek sütüne kıyasla kan basıncının düşmesini sağlayan anjiyotensin I dönüştürücü enzim (ACE) inhibitör aktivitesi bakımından daha zengin bir kaynak olduğu bildirilmiştir (Shu et al., 2018).

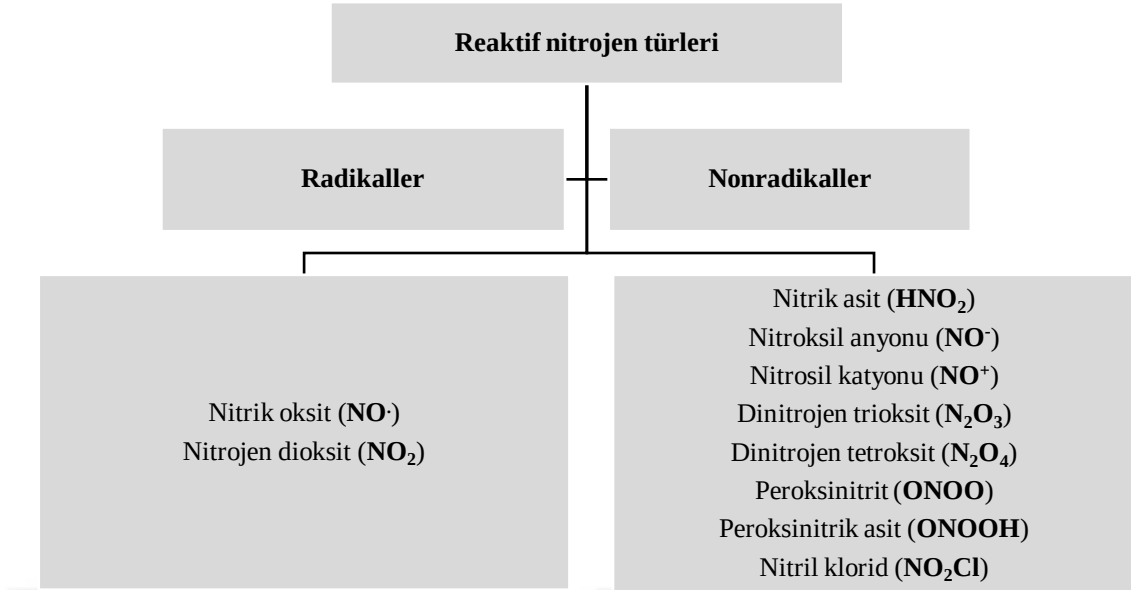
Spontan hipertansif ratların yeni ACE inhibitör peptidlerden (TGPIPN, SLPQ ve SQPK) zengin keçi sütü hidrolizatıyla uzun süreli tedavisinin hipertansiyon, kardiyak ve renal hipertrofi ve endotel disfonksiyonu gelişimini hafiflettiği rapor edilmiştir (Geerlings et al., 2006). Fermente keçi sütündeki küçük ve bazik olmayan biyoaktif peptidlerin, hipertansiyon ile ilişkili kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde potansiyel faydaları gösterilmiştir (Moreno-Montoro et al., 2017). Keçi sütü kazein hidrolizatlarından saflaştırılan ve ACE' ye karşı rekabetçi olmayan bir inhibitör olan yeni bir ACE inhibitör peptidin (Phe-Pro-Gln-Tyr-Leu-Gln-Tyr-Pro-Tyr: FPQYLQYPY) vasküler Düz Kas Hücreleri Üzerinde Anjiyotensin II-Stimüle Edilmiş Etkileri Modüle ettiği belirlenmiştir (Qiao et al., 2022).

2.9. Oksidatif Stres ve Total Antioksidan Kapasite

Aerobik organizmalar için esansiyel bir element olan oksijen, hücrelerde oksidatif hasarlara neden olabilmektedir. Oksidasyon DNA, RNA, enzimler, doymamış lipidler dahil olmak üzere pek çok biyolojik molekülü ve hemen her hücre tipini tehdit etmektedir. Oksidatif hasar kalp-damar hastalıkları, nörodejeneratif bozukluklar, kanser vb. pek çok rahatsızlığa yol açmaktadır. Oksijenin olumsuz etkisiyle oluşan değişiklikler, oksijenin oluşturduğu serbest radikal olarak adlandırılan moleküllerle bağlantılıdır. Serbest radikaller bir veya iki eşleşmemiş elektrona sahip moleküller olup radikal olmayan ancak oksidan özellikler gösteren diğer bileşiklerin eklenmesiyle oluşmaktadır. Bu grup, hidrojen peroksit (H_2O_2), ozon (O_3), nitroz asit (HNO_2), dinitrojen trioksit (N_2O_3) gibi bileşiklerini kapsamaktadır (Sen et al., 2010). Eşleşmemiş bir elektronun olmamasına rağmen, bu moleküller diğer moleküllerle kolayca reaksiyona girebilmekte ve serbest radikallerin oluşumuna veya hücrenin organellerinin zarar görmesine neden olmaktadır. Radikaller ve radikal olmayan aktif bileşikler reaktif oksijen türleri (ROT) ile reaktif nitrojen türleri (RNT) olarak iki alt gruba ayrılmaktadır. Grupların her biri hem eşleşmemiş elektronlu serbest radikalleri hem de radikal olmayan reaktif türevleri içermektedir. Aralarındaki fark, RNT'de bulunan bir nitrojen atomudur (Fang et al., 2002; Valko et al., 2007; Burns et al., 2012). Önemli serbest radikaller ve bunların aktif türevleri Şekil 2.2 ve 2.3'de şematize edildi.



Şekil 2.2. Önemli reaktif oksijen türleri ve bunların aktif türevleri.



Şekil 2.3. Önemli reaktif nitrojen türleri ve bunların aktif türevleri.

Reaktif oksijen türleri, endojen ve ekzojen kaynaklı olmaktadır. Her iki durumda da hücre zarına veya hücrenin diğer organellerine zarar veren yeni reaktif moleküllerin oluşumuna yol açmaktadır. Serbest radikaller organizmadaki doymamış yağ asitlerini, amino asitleri, aldehitleri ve önemli biyoaktif bileşikleri oksitlemekte, hemen hemen tüm organel ve hücre yapısına zarar vererek mutasyona ve çok sayıda hastalığın gelişmesine yol açabilmektedir (Sen et al., 2010). Aerobik bir organizmada tüketilen oksijenin % 90' ı suya indirgenmektedir ki bu yaşam için gerekli olan normal bir fizyolojik süreçtir. Oksijenin geri kalan % 10' u bir süperoksit anyon radikaline veya hidrojen peroksit indirgenmektedir (Lushchak, 2014). Serbest radikallerin endojen üretimi, solunum veya metabolizmadan kaynaklanan normal fizyolojik süreçlerle bağlantılıdır. Buna fagositoz, prostaglandin sentezi veya sitokrom P450 ile bağlantılı reaksiyonlar dahildir (Tegeli et al., 2014). Reaktif moleküllerin büyük çoğunluğu endoplazmik retikulum, plazmatik ve nükleer membranlardaki elektron taşıma zinciri tarafından üretilir. Diğer çok önemli ROT kaynakları oksitleyici aldehitler, amino asitler veya karbohidratlar üretebilen oksidazlardır (Moro et al., 2005; Abramov et al., 2007; Jomova et al., 2010). Radikal oluşumunun önemli bir yönü metal katalizli süreçle bağlantılıdır. Tüm proteinlerin yaklaşık üçte biri geçiş metali iyonları içermektedir. Metaller arasında en aktif ve en bol redoks aktif maddeler demir ve bakır olarak bilinmektedir. Demir iyonu moleküler oksijeni süperoksit radikallerine indirgeme yeteneğine sahiptir. Bakır

iyonları varlığında, bu moleküller süperoksit radikali oluşturan Cu^+ ile indirgenebilmektedir. Hidroksil peroksit ile reaksiyona giren bu yeni iyon, en aktif radikal olan hidroksil radikalının ($\text{OH}^\bullet$) oluşumuna yol açmaktadır. Serbest radikallerin endojen kaynaklarına ek olarak, bu zararlı moleküllerin bir kısmının üretimine neden olan ekzojen faktörler de aynı derecede önemlidir. Bu kaynaklar arasında radyasyon, ozon, ilaçlar, çevresel kirleticiler vb. yer almaktadır. Hastalıklar ve tedavi sırasında da büyük miktarlarda serbest radikaller üretilmektedir (Lushchak, 2014; Jomova et al., 2012; Tegeli et al., 2014).

Reaktif moleküller, sağlık üzerindeki olumsuz etkilerinin yanı sıra hücre sinyalleme, homeostazis, apoptoz ve patojenlere karşı savunma dahil olmak üzere çok sayıda hücresel süreç için düşük konsantrasyonlarda gereklidir (Sarma et al., 2010; Halliwell, 2011). Hasara karşı koruma sağlayarak homeostazı sürdüren bu tip hücresel strese östres adı verilmektedir. Ortamdaki H_2O_2 gibi hücre içi oksidanlar bazı proteinlerdeki sistein kalıntılarını tersinir şekilde oksitleyerek çeşitli sinyal iletim yollarını düzenleyebilmekte ve böylece aktivitelerini modüle edebilmektedirler. Redoks anahtarları olarak adlandırılan bu proteinler, çeşitli metabolik yolları düzenlemeye yardımcı olan kinazlar, protein fosfatazlar ve transkripsiyon faktörlerini içermektedir (Antunes and Brito, 2017; Sies and Jones, 2020; Sies et al., 2022).

Fizyolojik koşullar altında oksidanların zararlı etkilerine karşı savunma, oksidanlar ve antioksidanlar arasındaki dengenin korunmasıyla sağlanmaktadır. Redoks homeostazisini koruyan savunma mekanizmaları, oksidan kaynaklı hasardan daha üstün olabilmektedir. Aktivitelerine göre antioksidanlar enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar olarak sınıflandırılmaktadır. Serbest radikallerin alıcıları olarak görev yaparak oksidasyonun zincir reaksiyonunu inhibe eden ve böylece radikal yayılımını önleyen ve/veya azaltan “zincir kırıcı” ana endojen antioksidanlar A, C, E vitaminleri, glutatyon (GSH) ve ürik asit olarak kabul edilmektedir (Is, 2001; Poljsak et al., 2013). Enzimatik antioksidanlar olan katalaz (CAT), süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon peroksidaz (GPx) ve tioredoksin redüktaz ve substratlarıyla etkileşime girerek hidroperoksitleri radikal olmayan inaktif türlere dönüştürmektedirler. SOD' lar tüm organizmalarda bulunan enzimatik antioksidan savunmalarından biri olup $\bullet\text{O}_2^-$ yi moleküler oksijene ve H_2O_2 'ye dönüştürürler ve en

tehlikeli serbest radikal olan $\bullet\text{O}_2^-$ konsantrasyonunu azaltarak oksidatif stresi önlemektedirler (Rosa et al., 2021).

Antioksidan aktivite, bir bileşiğin veya bir enzimin oksidanların veya reaktif türlerin üretimini azaltma yeteneği olarak ifade edilmektedir. Oksidatif stres biyobelirteçleri ve bunların olası niceliksel değerlendirmeleri, hem hastalık durumunun hem de antioksidanların sağlığı iyileştirici etkilerinin değerlendirilmesinde önemli araçlar olarak değerlendirilmektedir (Rosa et al., 2021). Oksidanları ve redoks sinyali ölçmek amacıyla bir dizi niceliksel yöntem geliştirilmiştir (Pillay et al., 2016). Oksidatif stres biyobelirteçlerinin hiçbirisi tüm biyolojik moleküllerin (lipitler, proteinler ve nükleik asitler vb.) oksidasyon ürünlerini yansıtmamaktadır. Total antioksidan kapasite (TAK) ölçümü, bir numunenin olası oksidan tamponlama kapasitesini ölçmek amacıyla en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. TAK analizleri antioksidanları sıralamak ve yapı-aktivite ilişkilerini belirlemek için sıklıkla kullanılmaktadır (Alberti-Fidanza et al., 2002; Quiles et al., 2006; Ezaki et al., 2008; Hilario et al., 2010; Ahmed et al., 2018).

Genel olarak TAK analizleri, çözeltide sabit bir radikal akışı oluşturmak için bir termal radikal üretici kullanılmaktadır. Bir antioksidanın varlığı veya eklenmesi, radikaller için problemlerle (substratlarla) rekabet etmekte ve probun oksidasyonunu engellemekte veya geciktirmektedir. TAK analizleri, hücre dışı enzimatik olmayan antioksidanları tahmin etmek için biyolojik numuneler üzerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Farklı antioksidanların konsantrasyonları laboratuvarlarda bu analizler kullanılarak ölçülebilmektedir. Antioksidanları ölçen testler doğrudan ve dolaylı olarak kategorize edilmektedir. TAK' ı doğrudan ölçen analizler, bir maddenin oksidasyonunu engelleme yeteneğine dayanmaktadır. En sık kullanılan doğrudan analiz, Trolox (6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit) eşdeğer antioksidan kapasitesi (TEAK) testidir; bazı modifikasyonlar esas olarak ölçüm için kullanılan zaman aralığına (örneğin, sıklıkla 1 dakika boyunca) ve radikal oluşumuna dayanmaktadır (Arts et al., 2004). Trolox bir E vitamininin analogudur. Değeri doğrudan bildiren diğer yöntemler arasında oksijen radikal absorbans kapasitesi (ORAK) ve total radikal tutucu antioksidan parametresi (TRAP) analizleri bulunmaktadır. En yaygın kullanılan dolaylı yöntemler, plazmanın ferrik indirgeme yeteneği (FRAP) ve bakır azaltıcı antioksidan kapasite (CUPRAC) analizleridir. Her

ikisi de bir numunenin bir metal kompleksini (sırasıyla Fe^{+3} ve Cu^{+2}) indirgeme yeteneğinin belirlenmesine dayanmaktadır. Bu analizler arasındaki önemli bir fark, TEAK, FRAP ve CUPRAC analizlerinin bir spektrofotometre kullanılarak gerçekleştirilmesine karşın, ORAK ve TRAP analizlerinin bir florimetre gerektirmesidir. Bu analizlerin tümünde reaksiyon gelişimini izlemek için ultraviyole (UV) ışığı veya floresanları emen bir moleküler prob, bir azo-radikal başlatıcı ve bir antioksidan (numunede mevcut olan veya ekzojen olarak eklenmiş) bulunmalıdır.

TEAK testi ilk olarak Miller tarafından rapor edilmiştir (Miller et al., 1993). Çoğunlukla TAK olarak bildirilen TEAK analizi, karakteristik bir absorpsiyon spektrumuna sahip olan katyon 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolin 6-sülfonat) (ABTS^{+}) radikalinin absorbansının 415, 660, 734 ve 820 nm'de antioksidanların etkisiyle maksimum inhibisyonuna dayanmaktadır. TEAK analizi, bir bileşiğin ABTS^{+} yi azaltma yeteneğini ölçmektedir. Numunelere antioksidanlar eklendiğinde veya mevcut olduğunda ABTS^{+} ABTS' ye indirgenmekte ve rengini kaybetmektedir. Bu nedenle, bu yöntem aynı zamanda numunelerin göreceli antioksidan yeteneğini ölçmek için stabil radikalın renk değişimini spektrofotometrik olarak takip etmektedir (Miller et al., 1993). Bu test reaksiyon hızı genellikle bir antioksidan standardı olarak Trolox ile kalibre edildiğinden sıklıkla TEAK yöntemi olarak anılmaktadır (Giulivi and Cadenas, 1993). ABTS testinin diğer analizlere göre önemli bir avantajı hem organik hem de sulu solventlerde serbestçe çözünmesinden dolayı hem hidrofilik hem de lipofilik antioksidanlara uygulanabilmesidir. Genel olarak ABTS/TEAK' ın başlıca avantajları, kullanımının basit olması, tekrarlanabilir olması ve biyolojik sıvıların hem hidrofilik hem de lipofilik antioksidan kapasitesini belirlemek için birden fazla ortamda kullanılabilmesidir (Cano et al., 2023).

2.10. Sütün Antioksidan Etkinliği

Süt ve süt ürünlerindeki antioksidan aktivite içeriğindeki kükürtlü amino asitler, A ve E vitaminleri, karotenoidler ile antioksidan enzimler olan süperoksit dismutaz, katalaz ve glutatyon peroksidazdan kaynaklanmaktadır (Kuczyńska and Puppel, 2009; Nozière et al., 2009; Chauveau-Duriot et al., 2010; Zhao et al., 2013; Vázquez et al., 2015; Khan et al., 2019). Sütte antioksidan aktivitesi bilimsel olarak kanıtlanmış olan daidzeinin polifenolik bir metaboliti olan equol de bulunmaktadır (Mustonen et al., 2009). Süperoksit radikalleri, hidroksil radikalleri ve peroksit radikalleri sütün antioksidan sistemleri tarafından inhibe edilebilmektedir.

2.10.1. Karotenoidlerin Antioksidan Etkinliği

Karotenoidler singlet oksijen ve diğer reaktif oksijen türlerinin temizleyicisi olarak görev yapmaktadırlar (Lindmark-Månsson and Åkesson, 2000; Young and Lowe, 2001). Süt ve süt ürünlerindeki lipitler oksidasyona maruz kalarak sütün ve süt ürünlerinin kalitesi ve duysal özellikleri üzerinde olumsuz etkilere yol açabilmektedir. Foto-oksidasyon ağırlıklı olarak beta-karoten tarafından engellenmektedir. Beta-karoten ışığı konsantrasyona bağlı bir şekilde emmektedir (Mortensen et al., 2002).

2.10.2. C ve E Vitamini ile Minerallerin Antioksidan Etkinliği

Sütte bulunan başlıca suda çözünür antioksidan olan C vitamini en güçlü ve en az toksik doğal antioksidanlardan biri olup serbest radikal temizleme aktivitesi düşük oksidasyon-indirgeme potansiyeline bağlıdır. C vitamini süperoksit anyon ve alkoksil radikalleri ile singlet oksijeni temizleme yeteneğine sahiptir (Choe and Min, 2009). Ayrıca C vitamini, demir oksit, nitrik oksit ve alkoksil radikallerini de elimine etmektedir (Hosaka et al., 2005). Tadını ve foto-oksidatif stabiliteyi arttırmak üzere askorbik asit ve tokoferol eklenen sütlerin takviyesiz sütlerle karşılaştırıldığında daha iyi tada ve foto-oksidatif stabiliteye sahip olduğu saptanmıştır (van Aardt et al., 2005). Yağda çözünen birincil antioksidanlar olarak kabul edilen A ve E vitaminleri çoklu doymamış yağ asitlerini peroksidasyondan korumaktadır. Tokoferoller arasında α -tokoferol, serbest radikallerin daha güçlü temizleyicisi olarak kabul edilmektedir ve β -, γ - ve δ -tokoferolün antioksidan aktivitesi, α -tokoferolden oldukça düşüktür (Li et al., 2009).

Sütteki antioksidanların varlığı, proton vererek serbest radikal oluşumunu ve böylece oto-oksidasyonun başlamasını önlemektedir. E vitamini, serbest radikalleri doğrudan temizleyebilmesini yanında ikinci olarak proteolitik bir enzim olan plazminin aktivitesini engellemektedir (Politis, 2012). E vitamini takviyesinin koyun tereyağının oksidatif stabilitesi üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmanın sonuçları lipit peroksidasyonunu etkili bir şekilde inhibe ettiğini ve raf stabilitesini artırdığını ortaya koymuştur (Abbas et al., 2011).

2.10.3. Peynir Altı Suyu Proteinlerinin Antioksidan Etkinliği

Gıda endüstrisinde peynir altı suyu proteinleri emülsifiye edici, jelleştirici ve hacim artırıcı olarak kullanılmaktadır. Peynir altı suyundan elde edilen süt

proteinleri, antioksidan biyoaktiviteleri nedeniyle büyük ilgi görmektedir (Bayram et al., 2008; Haraguchi et al., 2011; Zhang et al., 2012; Yadav et al., 2015; Ramos et al., 2017). Peynir altı suyu proteininin eklendiği soya fasulyesi yağı emülsiyonunda oksidatif stabilitenin arttığı gözlenmiştir (Hebshy et al., 2015). Peynir altı suyu antioksidanları lipit oksidasyonunu etkili bir şekilde önlemektedir (Tong et al., 2000). Peynir altı suyu proteininin antioksidan etkisinin altında yatan mekanizma geçiş metallerinin laktoferrin tarafından şelasyonuna ve kükürt içeren amino asitler tarafından serbest radikallerin temizlenmesine dayanmaktadır (Kerry et al., 2001). Peynir altı suyu proteinleri, suda çözünebilen en önemli antioksidan enzimlerden biri olan glutatyon peroksidaz aktivitesini artırmaktadır (Clouatre, 1999). İnek, manda, koyun ve keçi sütünün peynir altı suyu proteinlerinin bileşimi Tablo 2.8’de sunuldu.

Tablo 2.8. İnek, manda, koyun ve keçi sütünün peynir altı suyu proteinlerinin bileşimi.

Protein	İnek sütü	Manda sütü	Koyun sütü	Keçi sütü
Peyniraltı suyu proteinleri (g/l)	6,46	6,46	10,76	6,14
β- laktoglobulin (%)	59,3	59,3	61,1	54,2
α- laktalbumin (%)	16,2	16,2	10,8	21,4
Immunoglobulinler (%)	15,0	15,0	20,0	11,5
Serum albumin/laktoferrin (%)	9,5	9,5	8,1	12,8

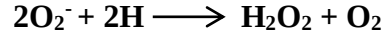
(Borková and Snášelová, 2005; Rafiq et al., 2016).

2.10.4. Kazeinlerin Antioksidan Etkinliği

Serbest radikallerin temizlenmesi için kazein moleküllerinin birincil yapısı temizleyici rol oynamakta ve kazein lipoksijenaz katalizli lipit otoksidasyonunu inhibe ederek antioksidan etki sergilemektedir (Suetsuna et al., 2000). Kazeinden türeyen fosfopeptitler, lipit ve sulu gıda sistemlerinde demiri tutma yeteneğine sahiptir (Kitts, 2005). Kazein molekülleri ve kazein ve serumda bulunan inorganik fosfatla ilişkili fosfoserin kalıntıları, hem olmayan demiri bağlayabilmektedir. Yağsız sütteki hem içermeyen demirin % 72 ve % 21' inin αs- ve β-kazeinlerden geri kazanıldığı ve kazein fosfatidlerin fosfoseril açısından zengin peptidlerinin iki değerlikli metale bağlanabildiği ve kazeinden türeyen peptidlerin lipoksijenazı inhibe ettiği rapor edilmiştir (Rival et al., 2001).

2.10.5. Sütte Antioksidan Enzimler

Sütte süperoksit dismutaz (SOD), süperoksit serbest radikallerinin (O_2^-) uzaklaştırılmasını katalize etmektedir (Fang et al., 2002). SOD' un hücreleri zararlı etkilerden koruduğu reaksiyon aşağıdaki gibidir.



Katalaz, glutatyon peroksidaz (GPx veya diğer indirgeyici ajanlar H_2O_2 ' yi H_2O ' ya dönüştürmekte, O_2^- den oluşan hidrojen peroksit, oksidazlar, katalazlar ve peroksidazlar tarafından elimine edilmektedir (Fox and McSweeney, 1998).

GPx, lipid peroksidasyonuna karşı koruma sağlayan selenyum içeren bir enzim olup H_2O_2 ve organik hidroperoksitlerin (R-OOH) glutatyon (γ Glu.Cys.Gly) tarafından parçalanmasını katalize etmektedir (Torres et al., 2003). Sütte GPx 'in büyük çoğunluğu hücre dışı enzim olarak bulunmakta ve konsantrasyonu memeliler arasında değişmektedir (Fox and Kelly, 2006; Quiles et al., 2006). GPx'in hücreleri zararlı etkilerden koruduğu reaksiyon aşağıdaki gibidir.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Süt Örnekleri

Tez çalışmasında, Sinop ilinde halk elinde bulunan laktasyon periyodundaki, 2-5 yaşlı koyundan ve keçiden sabah sağımindan alınan süt örnekleri kullanıldı. Subklinik mastitisli sütleri elimine etmek amacıyla öncelikle sütlere Kaliforniya mastitis test (CMT) uygulandı. CMT negatif olan süt örnekleri soğuk zincirde Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı Laboratuvarı'na getirilerek somatik hücre sayımları (SHS) gerçekleştirildi. Hem CMT negatif hem de SHS < 200.000 olan 100 adet koyun sütü ile 100 adet keçi sütü olmak üzere toplam 200 adet sağlıklı süt numunesi projenin süt materyali olarak kullanıldı.

3.2. Kaliforniya Mastitis Test

Koyun ve keçi sütü örneklerine Kaliforniya Mastitis Testinin (CMT) uygulanmasında, Schalm et al. (1971)'ün geliştirdiği metot takip edildi. Bu amaçla, CMT test kabındaki iki bölmeye koyunların ve keçilerin meme başlarından sütler sağıldı ve CMT solüsyonu 1:1 oranında eklendikten sonra dairesel döndürüldü. Oluşan renk ve kıvam değişikliği izlenerek skorlandı.

3.3. Sütte Somatik Hücre Sayımı

Koyunlardan ve keçilerden alınan süt örnekleri, cam tüplere alınarak 1550 g'de 10 dk. santrifüjlendikten sonra üst kısımda toplanan süt kaymağı uzaklaştırıldı ve tüpler porttüpte baş aşağı tutularak bekletildi. Tüplerin dip kısmında toplanan sediment öze ile alınarak fizyolojik tuzlu su yardımıyla lamlara alındı ve preparatları hazırlanarak % 0,2'lik toluidin blue ile boyamaları gerçekleştirildi. Metanolde 3 dk. fikse edilerek kurutuldu. Ardından, lamların üzerine sedir yağı damlatılarak mikroskopta (Primo Star, Zeiss, Oberkochen, Germany) immersiyon objektifinde en az 15 mikroskop sahasındaki hücreler sayıldı. Sayılan hücrelerin toplamı mikroskop saha sayısına bölündü ve ortalama hücre sayısı tespit edildi. Bu sonuç 1 ml sütteki somatik hücre sayısını gösterdi (Kılıçoğlu ve ark., 1989).

3.4. Süt Örneklerinde TAK Düzeyinin Ölçümü

Koyun ve keçi sütlerinde TAK düzeyinin ölçümünden önce sütler 5.000 rpm’de 15 dk. santrifüj edilerek süt kaymağı uzaklaştırıldı. Süt örneklerinde TAK düzeyinin ölçümünde kolorimetrik test kitleri (Rel Assay Diagnostics, Gaziantep, Türkiye) kullanıldı. Kitin ölçüm prensibini, süt örneğindeki antioksidanlar tarafından mavi-yeşil prokromojen 2,2’-azinobis (3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit; ABTS) radikalinin indirgenmiş/renksiz ABTS formuna dönüştürülmesi oluşturmaktadır. TAK kitinin içeriği Tablo 3.1’de sunuldu.

Tablo 3.1. TAK kitinin içeriği.

İçerik	Konsantrasyon
Reaktif 1	Tampon solüsyonu Asetat tamponu
Reaktif 2	Prokromojen solüsyonu ABTS
Standart	Trolox
Kontrol düzey 1	Trolox
Kontrol düzey 2	Trolox

TAK düzeyinin ölçülmesi amacıyla spektrofotometre kuvetlerine 18 µl süt örneği/standart/deiyonize su pipetlendi. Üzerine 300 µl Reaktif 1 pipetlendikten 30 saniye sonra absorbansı (A1) 660 nm’de kaydedildi (Genesys 10S UV-VIS, Thermo Fisher Scientific Inc., Massachusetts, ABD). Spektrofotometre kuvetlerindeki karışımın üzerine 300 µl Reaktif 2 pipetlendikten 10 dakika sonra absorbansı (A2) 660 nm’ de kaydedildi.

TAK Düzeyinin Hesaplanması:

$$\Delta\text{Abs} = A2 - A1$$

$$\text{TAK sonucu} = \frac{\Delta\text{Abs deiyonize su} - \Delta\text{Abs süt}}{\Delta\text{Abs deiyonize su} - \Delta\text{Abs standart}}$$

3.5. İstatistiksel Değerlendirme

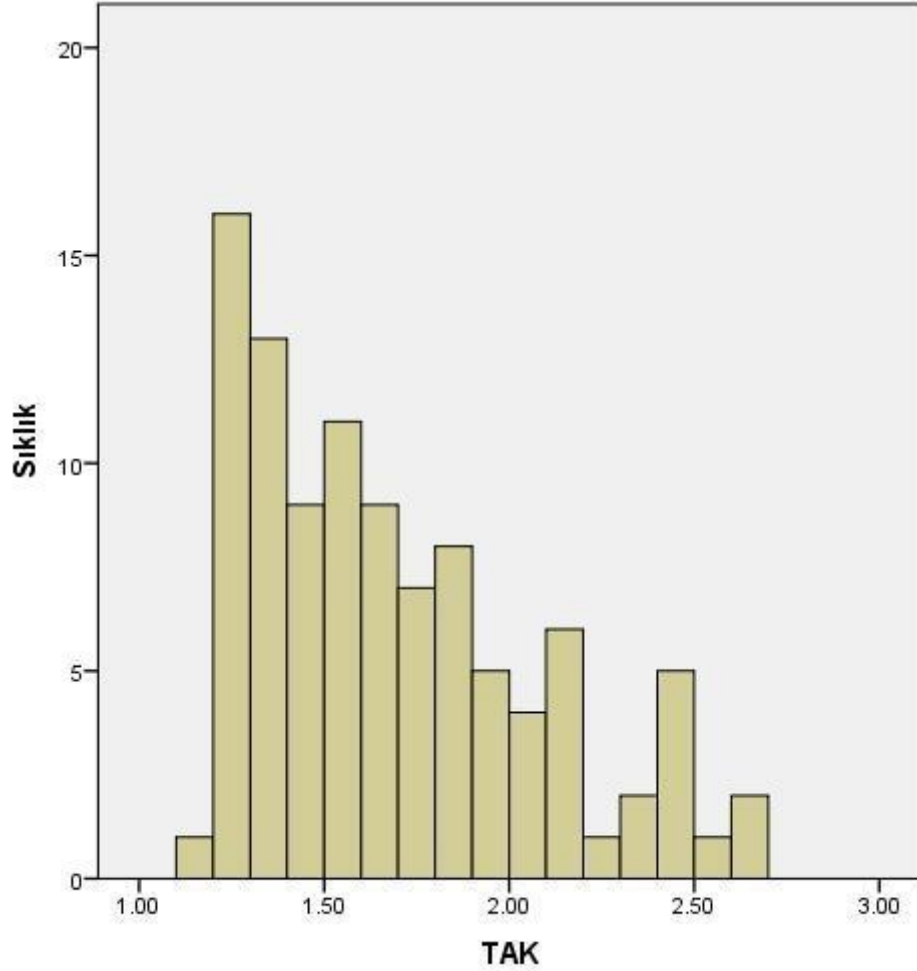
Tez bulgularının istatistiksel analizinde SPSS 22.0® (IBM Corp., Armonk, NY, ABD) istatistik programından yararlanıldı. Öncelikle, bulguların normallik analizi Shapiro Wilk testi ile gerçekleştirildi. Koyun ve keçi sütündeki TAK düzeyleri arasındaki farklılığın tespitinde, normal dağılım gözlenmesi nedeniyle Independent Samples t testi uygulandı. Tekrarlı sonuçlar ortalama±standart sapma olarak % 95' lik güven aralığında sunuldu. Anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde kabul edildi.



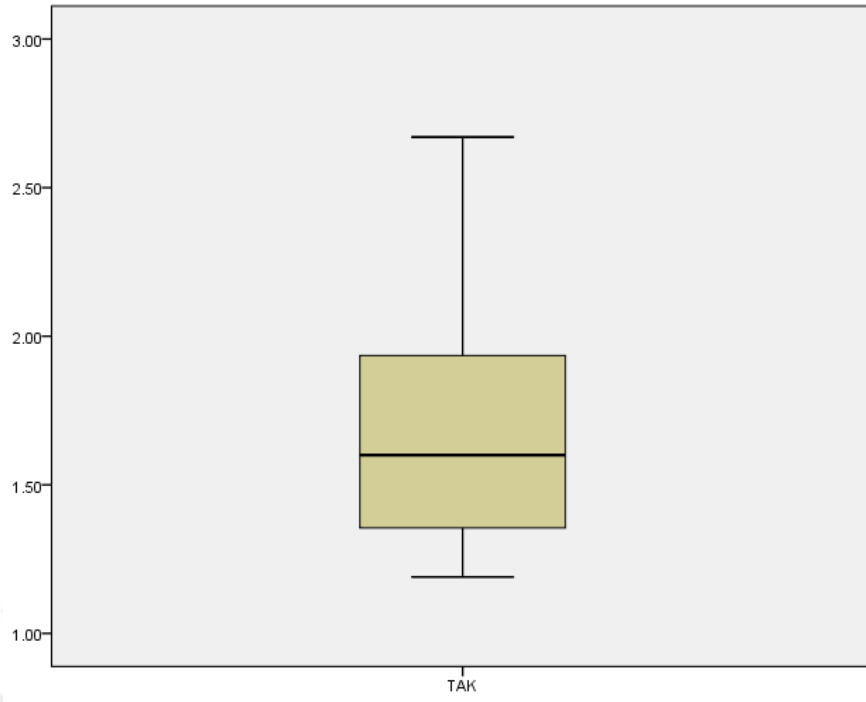
4. BULGULAR

4.1. Koyun Sütlerindeki TAK Düzeyi

Koyun sütlerindeki TAK düzeyinin dağılımı Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de sunuldu. Koyun sütlerindeki TAK düzeyinin 1,19 mmol Trolox Equiv./l - 2,67 mmol Trolox Equiv./l aralığında ve $1,69 \pm 0,38$ mmol Trolox Equiv./l olduğu belirlendi.



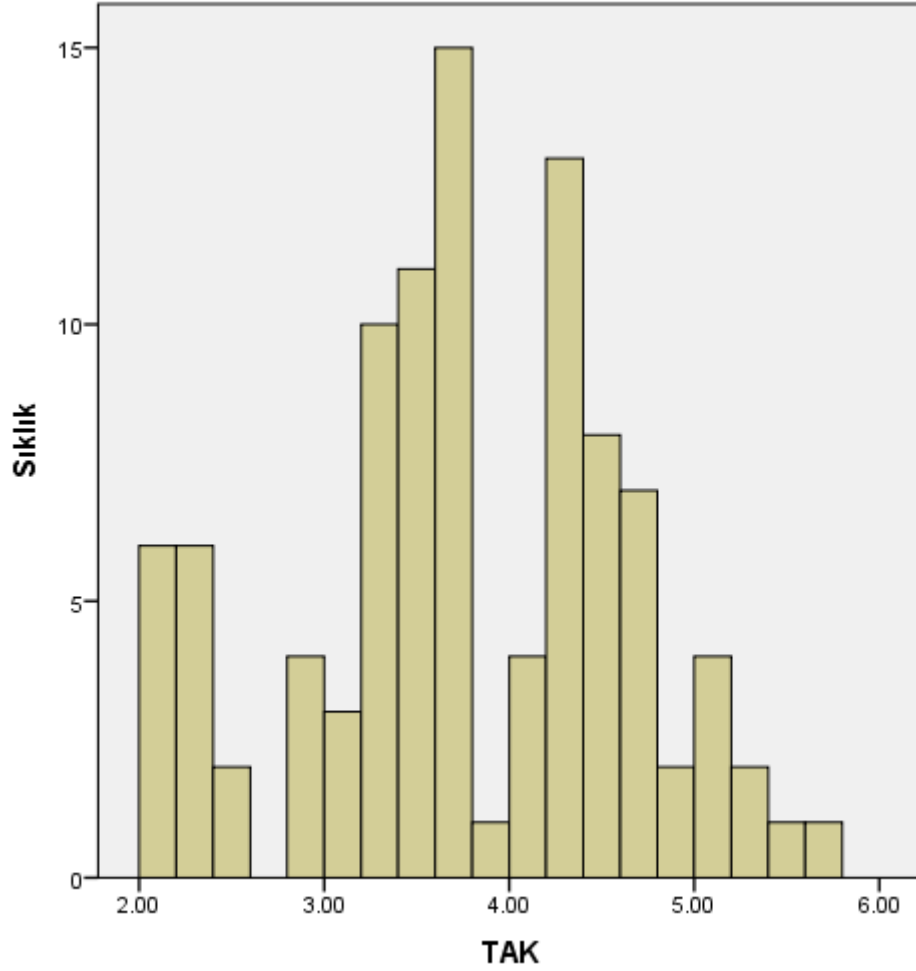
Şekil 4.1. Koyun sütlerinde TAK düzeyinin histogramı.



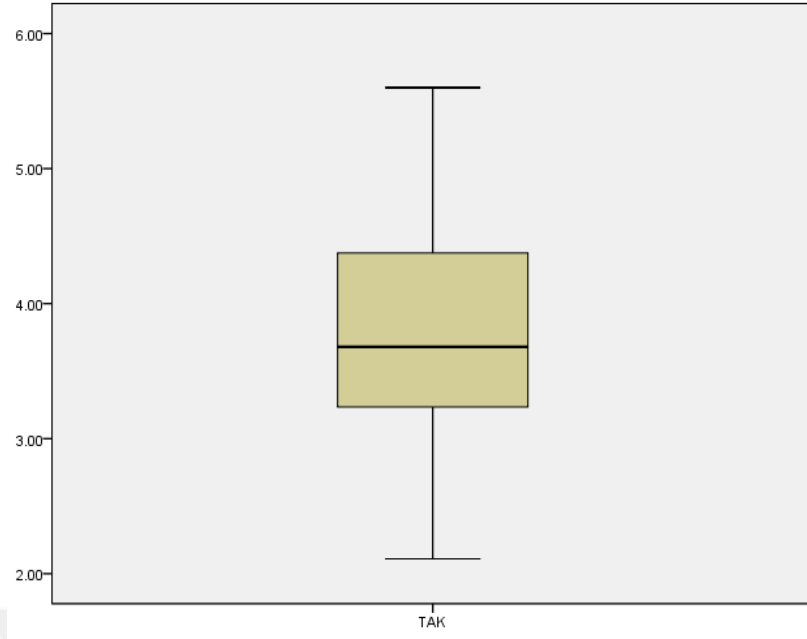
Şekil 4.2. Koyun sütlerindeki TAK düzeyinin dağılımı: Yatay çizgi aritmetik ortalamayı, kutu ortalamaların standart sapmasını, çubuklar ise TAK düzey aralığını ifade etmektedir.

4.2. Keçi Sütlerindeki TAK Düzeyi

Keçi sütlerindeki TAK düzeyinin dağılımı Şekil 4.3 ve Şekil 4.4’de sunuldu. Keçi sütlerindeki TAK düzeyinin 2,11 mmol Trolox Equiv./l - 5,60 mmol Trolox Equiv./l aralığında ve $3,74 \pm 0,87$ mmol Trolox Equiv./l olduğu belirlendi.



Şekil 4.3. Keçi sütlerinde TAK düzeyinin histogramı.



Şekil 4.4. Keçi sütlerindeki TAK düzeyinin dağılımı: Yatay çizgi aritmetik ortalamayı, kutu ortalamaların standart sapmasını, çubuklar ise TAK düzeyinin aralığını ifade etmektedir.

5. TARTIŞMA

İnsan beslenmesinin önemli bir kısmını oluşturan süt ve süt ürünleri antioksidan özellikler sergileyen zengin birer bileşik özelliğindedir. Sütün antioksidan potansiyeli sütün bozunmasını önlediği gibi insan beslenmesinde de yararlı sağlık etkileri nedeniyle kritik önem sahiptir. Doğal süt antioksidanlarının düzenli tüketiminin modern çağın getirdiği diyabet, obezite, metabolik sendrom, kalp-damar hastalıkları, nörodejeneratif hastalıklar ile kanserin gelişme riskini en aza indirdiği bilinmektedir. Aynı zamanda antioksidanlarca zengin beslenme organizmadaki yaşlanma sürecini de yavaşlatmaktadır. Mevcut bilimsel raporlar, zengin bir biyoaktif bileşen kaynağı olan süt ve süt ürünleri tüketiminin organizmanın antioksidan durumunu iyileştirdiğini ve birçok hastalığın gelişme riskini azalttığını doğrulamaktadır. Araştırmalar, gerek hayvan türleri arasında gerekse aynı türün yaşadığı coğrafyaya, beslenmesine, laktasyon dönemine bağlı olarak sütün antioksidan kapasitesinin değiştiğini göstermektedir. Sunulan tezde Sinop ili özelinde sağlıklı koyun ve keçi sütlerinin total antioksidan kapasitesi karşılaştırılarak insan beslenmesinde antioksidan içerik bakımından hangisinin daha zengin olduğu ortaya konulmuştur.

Koyun ve keçi sütü ve ürünleri, bileşimleri ve insan sağlığına bilinen faydaları nedeniyle insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir (Raynal-Ljutovac et al., 2008). Keçi sütü ve ürünleri proteinlerinin daha düşük alerjenitesi, daha yüksek sindirilebilirlik ve daha fazla biyoaktif bileşen içermesi gibi nedenlerle inek sütünden daha üstündür. Bu özellikleri keçi sütüne sağlıklı ve fonksiyonel bir gıda özelliği kazandırmaktadır (Raynal-Ljutovac et al., 2008; Albenzio et al., 2012).

Oksidatif stres, hücresel makromoleküllerin oksitlenmesini, nekroz veya apoptoz yoluyla hücre ölümünün yanı sıra yapısal doku hasarına da neden olmaktadır (Lykkesfeldt and Svendsen, 2007; Halliwell and Gutteridge, 2015). Doğal antioksidanlar açısından zengin gıda ürünlerinin tüketimi, oksidatif stres ve hasara karşı koruma yoluyla organizmanın antioksidan durumunu iyileştirmektedir. Reaktif oksijen türlerine karşı antioksidan savunma sisteminin göstergesi olarak suda çözünebilen antioksidanların toplam miktarının araştırılmasına olan ilgi süt hayvanlarının sağlık durumları ve strese dayanıklılık düzeyleri hakkında değerli bir biyobelirteç olması nedeniyle artmaktadır (Fomichev et al., 2017). Sütün antioksidan kapasitesinin bilinmesi, insanların “antioksidan beslenme” yaklaşımında

“fonksiyonel ürünler” arayışı ve hayvan besleme bakımından önemlidir (Savina et al., 2020; Zaitsev et al., 2020).

Süt ve süt ürünleri antioksidan özellikler sergileyen zengin bir bileşik kaynağıdır. Süt ve süt ürünlerinin antioksidan kapasitesi temel olarak kükürtlü amino asitler, peynir altı suyu proteinleri, A, E ve C vitaminleri, beta-karoten, bütirik asit, konjuge linoleik asit, eikosapentaenoik asit, dokosaheksaenoik asit, laktoferrin, beta-laktoglobulin, glutatyon, SOD, selenyum bağımlı GPx, glutatyon redüktaz, ürik asit, albumin ve koenzim Q10 varlığıyla ilişkilidir (Nozière et al., 2009; Kuczyńska and Puppel, 2009; Chauveau-Duriot et al., 2010; Zhao et al., 2013; Vázquez et al., 2015; Khan et al., 2019). Bu moleküllerle ilgili antioksidan aktivitelerin toplamı total antioksidan kapasite olarak tanımlanmaktadır (Chen et al., 2003; Niero et al., 2017). Sütün antioksidan potansiyelinin belirlenmesinde antioksidanların bireysel içeriğine ilişkin ölçümler (Barbas and Herrera, 1998; Gossage et al., 2002; Sakurai et al., 2005; Mortensen et al., 2002; Li et al., 2009; Mustonen et al., 2009; Yadav et al., 2015; Ramos et al., 2017) yanında sütün total antioksidan kapasitesinin ölçümüne de başvurulmaktadır (Alberti-Fidanza et al., 2002; Quiles et al., 2006; Ezaki et al., 2008; Hilario et al., 2010; Ahmed et al., 2018). Süt ürünlerinin antioksidan kapasitesi süt endüstrisi için önemli bir indekstir çünkü oksidasyon sütün besin kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Daha yüksek süt antioksidan içeriği, lipid peroksidasyonunu etkili bir şekilde önlemekte ve sütün raf ömrünü uzatmaktadır (Lindmark-Månsson and Åkesson, 2000). Oksidasyon sütün pazarlanabilirliğini etkileyebilecek duyu kalite bozulmasına yol açmaktadır (Harwood et al., 2020). Rasyonda fenolik ve flavonoid substratlarının artırılmasının sütün antioksidan kapasitesinin değiştirilmesinde yararlı olduğunu gösterilmiştir (Aguiar et al., 2014; Vital et al., 2017). İnsanlarda doğal süt antioksidanlarının düzenli tüketiminin kalp-damar hastalıkları, kanser veya diyabet gibi modern çağ hastalıklarının gelişme riskini azalttığı ve aynı zamanda organizmadaki yaşlanma sürecini de yavaşlattığı bilinmektedir (Bruni et al., 2016; Caboni et al., 2019; Hao et al., 2019; Mohapatra et al., 2019).

Anne sütü, yenidoğanları yaşamın erken evrelerinde reaktif oksijen türevlerine karşı koruyabilen SOD, GPx, katalaz, E vitamini, C vitamini, beta-karoten gibi bir dizi antioksidan bileşene sahiptir. Anne sütünün antioksidan kapasitesi annenin antioksidan durumundan etkilenmekte ve bu da anne sütüyle beslenen bebeklerin

antioksidan durumunu etkileyebilmektedir (Newburg, 2001). Kolostrumun geçiş ve olgun sütlere göre daha fazla toplam antioksidan aktiviteye sahip olduğu saptanmıştır (Zarban et al., 2009). Kolostrumun yüksek antioksidan kapasitesinin, yenidoğanların doğumdan sonra interuterin ortama göre çok daha fazla oksijenden zengin bir ortama maruz kalmasını önlemede etkili olabileceğine atfedilmektedir (Friel et al., 2004).

Sütün antioksidan etkinliğinin değerlendirilmesinde antioksidan moleküllerin ve bileşiklerin ayrı ayrı analizine nazaran TAK lm antioksidanların ortak etkisi nedeniyle daha bütünsel bir yaklaşımdır. Tam yağlı süt, peynir altı suyu ve proteini giderilmiş sütün analizleri, tam yağlı sütün toplam antioksidan kapasitesine en büyük katkının kazein fraksiyonları olduğunu, peynir altı suyu proteininin toplam antioksidan kapasitesine en büyük katkısı albuminin sağladığı, proteini giderilmiş sütün toplam antioksidan kapasitesine ana katkıda bulunan biyoaktif bileşiklerin ise C vitamini ve ürik asit gibi hidrofilik antioksidan bileşikler olduğu belirlenmiştir (Zulueta et al., 2009).

Sütün antioksidan kapasitesi türlere göre değişmektedir. İnsan, inek, at, manda ve keçi sütünün için antioksidan kapasitesinin sırasıyla 1,0 $\mu\text{mol TE/g}$, 1,7 $\mu\text{mol TE/g}$, 1,7 $\mu\text{mol TE/g}$, 2,1 $\mu\text{mol TE/g}$ ve 2,8 $\mu\text{mol TE/g}$ olduğu belirlenmiştir (Oner et al., 2011). Bu alışma keçi sütünün diğer türlerin sütlerine göre en yüksek serbest radikal temizleyici konsantrasyonunu içerdiğini göstermiştir. Benzer şekilde keçi sütünün inek ve eşek sütüyle karşılaştırıldığında daha yüksek antioksidan potansiyeli de Simos et al. (2011) tarafından da rapor edilmiştir. Araştırcılar, keçi sütünün yüksek antioksidan kapasitesinin, antioksidanlarındaki zenginliğine, bileşiklerin özel kombinasyonuna veya bunların daha yüksek biyoyararlanımına atfedilebileceğini ifade etmişlerdir. Manda, koyun ve keçi sütlerinde total antioksidan aktivitenin değerlendirildiği bir başka çalışmanın sonuçları en yüksek değerin 7,78 mmol/l TE ile koyun sütünde olduğunu, bunu sırasıyla 7,35 mmol/l TE ile manda sütünün ve 6,80 mmol/l TE ile keçi sütünün takip ettiğini göstermiştir (Niero et al., 2018). Sunulan tez çalışması sonucunda, koyun sütündeki TAK düzeyinin $1,69\pm0,38$ mmol Trolox Equiv./l ve keçi sütündeki TAK düzeyinin $3,74\pm0,87$ mmol Trolox Equiv./l olduğu belirlendi. Koyun ve keçi sütlerinin TAK düzeyleri arasında $p<0,001$ düzeyinde istatistiki farklılık olduğu saptandı.

6. SONUÇ

Süt, verime ve bileşime göre beslenme ihtiyaçlarını farklı şekilde karşılayabilen her yeni doğan için ilk besin niteliğindedir. İyi dengelenmiş beslenme programı için mükemmel bir kaynak olan süt sindirimi, emilen besinlere metabolik tepkileri, belirli organların büyümesini, gelişimini ve hastalıklara karşı direnci etkileyen bir dizi biyolojik aktivite sergilemektedir. Dünya toplam süt arzında koyun ve keçi sütü üretim hacmi nispeten küçük olmasına rağmen, her iki türün yetiştiriciliği önemli bir ekonomik değere sahiptir. İklim koşullarının sığır yetiştiriciliği için uygun olmadığı ülkelerde koyun ve keçi yetiştiriciliği ön plandadır. Koyun ve keçi sütü ve ürünleri insanoğlunun beslenmesinin önemli bir parçası olup doğal proteinler, çoklu doymamış yağ asitleri, fosfatidler, mineraller, vitaminler ve diğer biyolojik olarak aktif maddeleri optimal oranlarda sağlamaktadır. Koyun ve keçi sütü üretimi, besleyici ve sağlık yararları nedeniyle günbegün artmaktadır. Düzenli koyun ve keçi sütü alımının, vücut ağırlığı artışını önemli ölçüde iyileştirdiği, organizmadaki vitamin, mineral ve hemoglobin seviyelerini artırdığı bilinmektedir. Koyun ve keçi sütü içeriğindeki biyoaktif maddeler nedeniyle antioksidan aktiviteleri dahil olmak üzere potansiyel sağlık yararlarına sahiptir. Organizmadaki yararlı etkileri nedeniyle sütün antioksidan kapasitesinin bilinmesi memeli yavrularının büyümesi ve gelişmesi ile insan beslenmesi bakımından önem arz etmektedir. Bu tez çalışması ile Sinop ilinde halk elinde bulunan keçilerin sütlerinin antioksidan kapasitesinin koyunların sütündekinden daha yüksek olduğu ortaya konulmuştur. Tez bulgularının, koyun ve keçi sütlerindeki total antioksidan kapasitesine yönelik yapılacak araştırmalara katkıda bulunacağı düşünülmektedir. Sunulan tezden elde edilen bulgular, koyun ve keçi sütünün sağlık potansiyelinin belirlenmesine hizmet etmektedir. Tür farklılığının sütün antioksidan kapasitesine etkisine dair bilgi elde edilmiştir. Sunulan tez, sağlıklı süt üretiminin artırılmasına, küçükbaş hayvancılıkla uğraşan ailelerin ekonomik yönden kalkınmasına, bireylerin sağlıklı protein kaynaklarına ulaşabilmesine ve ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Ahmad, N., and Saleem, M. (2019). Raman spectroscopy based characterization of desi ghee obtained from buffalo and cow milk. *International Dairy Journal*, 89, 119-128.
- Ackerman, D.L., Craft, K.M., Doster, R.S., Weitkamp, J.H., Aronoff, D.M., Gaddy, J.A., Townsend, S.D. (2018). Antimicrobial and antibiofilm activity of human milk oligosaccharides against *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, and *Acinetobacter baumannii*. *ACS Infectious Diseases*, 4, 315-324.
- Albenzio, M., Santillo, A., Avando, M., Nudda, A., Chesse, S., Pirisi, A., Banni, S. (2016). Nutritional properties of small ruminant food products and their role on human health. *Small Ruminant Research* 136, 3-12.
- Alberti-Fidanza, A., Burini, G., Perriello, G. (2002). Total antioxidant capacity of colostrum, and transitional and mature human milk. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, 11, 275-279.
- Alferez, M.J., Barrionuevo, M., Lopez Aliaga, I., Sanz Sampelayo, M.R., Lisbona, F., Robles, J.C., Campos, M.S. (2001). Digestive utilization of goat and cow milk fat in malabsorption syndrome. *Journal of Dairy Research*, 68: 451-461.
- ALKaisy, Q. H., Al-Saadi, J. S., Al-Rikabi, A. K. J., Altemimi, A. B., Hesarinejad, M. A., & Abedelmaksoud, T. G. (2023). Exploring the health benefits and functional properties of goat milk proteins. *Food Science & Nutrition*, 11, 5641-5656.
- Alonso, L., Fontecha, J., Lozada, L., Fraga, M. J., Juárez, M. (1999). Fatty acid composition of caprine milk: major, branched-chain, and trans fatty acids. *Journal of Dairy Science*, 82, 878-884.
- Antunes, F., Brito, P. M. (2017). Quantitative biology of hydrogen peroxide signaling. *Redox Biology*, 13, 1-7.
- Arnould, V.M-R., Soyeurt, H. (2009). Genetic variability of milk fatty acids. *Journal of Applied Genetics*, 50, 29-39.
- Arrichiello A., Auriemma G., Sarubbi F. (2022). Comparison of nutritional value of different ruminant milks in human nutrition. *International Journal of Functional Nutrition*, 3, 1-10.
- Arts, M. J., Haenen, G. R., Voss, H. P., Bast, A. (2004). Antioxidant capacity of reaction products limits the applicability of the Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC) assay. *Food and Chemical Toxicology*, 42, 45-49.
- Barbas, C., Herrera, E. (1998). Lipid composition and vitamin E content in human colostrum and mature milk. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 54, 167-173.
- Barłowska, J., Szwajkowska, M., Litwińczuk, Z., Król, J. (2011). Nutritional value and technological suitability of milk from various animal species used for dairy production. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10, 291-302.
- Bayram, T., Pekmez, M., Arda, N., Yalçın, A. S. (2008). Antioxidant activity of whey protein fractions isolated by gel exclusion chromatography and protease treatment. *Talanta*, 75, 705-709.
- Belewu, M. A., Aiyegbusi, O. F. (2002). Comparison of the mineral content and apparent biological value of milk from human, cow and goat. *Journal of Food Technology in Africa*, 7, 9-11.
- Bernard, L., Bonnet, M., Delavaud, C., Delosi  re, M., Ferlay, A., Foug  re, H., Graulet, B. (2018): Milk fat globule in ruminant: Major and minor compounds, nutritional regulation and differences among species. *European Journal of Lipids Science and Technology*, 102, 1-27.

- Bielecka, M., Cichosz, G., Czeczot, H. (2022). Antioxidant, antimicrobial and anticarcinogenic activities of bovine milk proteins and their hydrolysates-A review. *International Dairy Journal*, 127, 105208.
- Bocquier, F., Caja, G. (2001). Production et composition du lait de brebis: effets de l'alimentation. *INRAE Productions Animales*, 14, 129-140.
- Borková, M., Snášelová, J. (2005). Possibilities of different animal milk detection in milk and dairy products—a review. *Czech Journal of Food Sciences*, 23, 41-50.
- Bramanti, E., C. H. Sortino, M. Onor, F. Beni and G. Raspi. 2003. Separation and determination of denatured α s1-, α s2-, β - and κ -caseins by hydrophobic interaction chromatography in cows', ewes' and goats' milk, milk mixtures and cheeses. *J Chromatogr. A*. 994: 59-74.
- Bruni, N., Capucchio, M. T., Biasibetti, E., Pessione, E., Cirrincione, S., Giraudo, L., ... & Dosio, F. (2016). Antimicrobial activity of lactoferrin-related peptides and applications in human and veterinary medicine. *Molecules*, 21, 752.
- Burns, J. M., Cooper, W. J., Ferry, J. L., King, D. W., DiMento, B. P., McNeill, K., Waite, T. D. (2012). Methods for reactive oxygen species (ROS) detection in aqueous environments. *Aquatic Sciences*, 74, 683-734.
- Caboni, P., Murgia, A., Porcu, A., Manis, C., Ibba, I., Contu, M., & Scano, P. (2019). A metabolomics comparison between sheep's and goat's milk. *Food Research International*, 119, 869-875.
- Campbell, J. R., Marshall R. T. (1975). *The Science of Providing Milk for Man*. McGraw-Hill Book Co., New York, USA.
- Cano, A., Maestre, A. B., Hernández-Ruiz, J., Arnao, M. B. (2023). ABTS/TAC methodology: Main milestones and recent applications. *Processes*, 11, 185.
- Castellote, C., Casillas, R., Ramírez-Santana, C., Pérez-Cano, F. J., Castell, M., Moretones, M. G., Franch, Í. (2011). Premature delivery influences the immunological composition of colostrum and transitional and mature human milk. *The Journal of Nutrition*, 141, 1181-1187.
- Chandan, R. C., Attaie, R., Shahani, K. M. (1992). Nutritional aspects of goat milk and its products. *Proc, V, Intl, Conf, Goats*, vol, II: part II, New Delhi, India.
- Chauveau-Duriot, B., Doreau, M., Noziere, P., Graulet, B. (2010). Simultaneous quantification of carotenoids, retinol, and tocopherols in forages, bovine plasma, and milk: validation of a novel UPLC method. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 397, 777-790.
- Chen, J., Lindmark-Månsson, H., Gorton, L., Åkesson, B. (2003). Antioxidant capacity of bovine milk as assayed by spectrophotometric and amperometric methods. *International Dairy Journal*, 13, 927-935.
- Chia, J., Burrow, K., Carne, A., McConnell, M., Samuelsson, L., Day, L., Bekhit, A. E. D. A. (2017). Minerals in sheep milk. In *Nutrients in Dairy and their Implications on Health and Disease* (pp. 345-362). Academic Press.
- Chianese, L., Garro, G., Mauriello, R., Laezza, P., Ferranti, P., Addeo, F. (1996). Occurrence of five α s1-casein variants in ovine milk. *Journal of Dairy Research*, 63, 49-59.
- Chilliard, Y., & Ferlay, A. (2004). Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties. *Reproduction Nutrition Development*, 44, 467-492.

- Chilliard, Y., Ferlay, A., Rouel, J., & Lamberet, G. (2003). A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *Journal of Dairy Science*, 86, 1751-1770.
- Chiofalo, B., Liotta, L., Zumbo, A., Chiofalo, V. (2004). Administration of olive cake for ewe feeding: effect on milk yield and composition. *Small Ruminant Research*, 55, 169-176.
- Choe, E., & Min, D. B. (2009). Mechanisms of antioxidants in the oxidation of foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8(4), 345-358.
- Claeys, W. L., Verraes, C., Cardoen, S., De Block, J., Huyghebaert, A., Raes, K., ... & Herman, L. (2014). Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential health benefits. *Food Control*, 42, 188-201.
- Clouatre, D. (1999). The whey to health. *Total Health*, 2, 65-66.
- Curro, S., De Marchi, M., Claps, S., Salzano, A., De Palo, P., Manuelian, C. L., Neglia, G. (2019). Differences in the detailed milk mineral composition of Italian local and Saanen goat breeds. *Animals*, 9, 412.
- Diaz-Medina, L. K., Colín-Navarro, V., Arriaga-Jordán, C. M., Brunett-Pérez, L., Vázquez-de-Aldana, B. R., Estrada-Flores, J. G. (2021). In vitro nutritional quality and antioxidant activity of three weed species as feed additives for sheep in the Central Highlands of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 53, 394-403.
- Donovan, S. M. (2019). Human milk proteins: composition and physiological significance. In *Human milk: composition, clinical benefits and future opportunities* (Vol. 90, pp. 93-101). Karger Publishers.
- Elgersma, A. (2015). Grazing increases the unsaturated fatty acid concentration of milk from grass-fed cows: A review of the contributing factors, challenges and future perspectives. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 117, 1345-1369.
- El-Sayed, M., Awad, S. (2019). Milk bioactive peptides: antioxidant, antimicrobial and anti-diabetic activities. *Advances in Biochemistry*, 7, 22-33.
- Ezaki, S., Ito, T., Suzuki, K., Tamura, M. (2008). Association between total antioxidant capacity in breast milk and postnatal age in days in premature infants. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 42, 133-137.
- Fang, Y. Z., Yang, S., Wu, G. (2002). Free radicals, antioxidants, and nutrition. *Nutrition*, 18, 872-879.
- Farag, M. A., Jomaa, S. A., Abd El-Wahed, A., R. El-Seedi, H. (2020). The many faces of kefir fermented dairy products: Quality characteristics, flavour chemistry, nutritional value, health benefits, and safety. *Nutrients*, 12, 346.
- Fatahi, A., Soleimani, N., Afrough, P. (2021). Anticancer activity of kefir on glioblastoma cancer cell as a new treatment. *International Journal of Food Science*, 2021, 8180742.
- Flis Z, Molik E. Importance of Bioactive substances in sheep's milk in human health. *Int. J. Mol. Sci.* 2021, 22: 4364.
- Fomichev, Y., Nikanova, L. A., Dorozhkin, V. I. (2017). Dihydroquercetin and Arabinogalactan-Natural Bioregulators in Human and Animal Life, Application in Agriculture and Food Industry. Scientific Library, Moscow, 701.
- Fontecha, J., Diaz, V., Fraga, M. J., Juárez, M. (1998). Triglyceride analysis by gas chromatography in assessment of authenticity of goat milk fat. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75, 1893-1896.
- Fox PF, McSweeney PLH. *Dairy Chemistry and Biochemistry*. First edition. Blackie Academic and Professional, Thomson Science, London. 1998;1:265-340.

- Fox, P. F., Kelly, A. L. (2006). Indigenous enzymes in milk: Overview and historical aspects—Part 2. *International Dairy Journal*, 16, 517-532.
- Friel, J. K., Friesen, R. W., Harding, S. V., Roberts, L. J. (2004). Evidence of oxidative stress in full-term healthy infants. *Pediatric Research*, 56, 878-882.
- Gaucheron, F. (2005). The minerals of milk. *Reproduction Nutrition Development*, 45, 473-483.
- Gijsbers, L., Ding, E. L., Malik, V. S., De Goede, J., Geleijnse, J. M., Soedamah-Muthu, S. S. (2016). Consumption of dairy foods and diabetes incidence: a dose-response meta-analysis of observational studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 103, 1111-1124.
- Giulivi, C., Cadenas, E. (1993). Inhibition of protein radical reactions of ferrylmyoglobin by the water-soluble analog of vitamin E, Trolox C. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 303, 152-158.
- Gobbetti, M., Minervini, F., Rizzello, C. G. (2004). Angiotensin I-converting-enzyme-inhibitory and antimicrobial bioactive peptides. *International Journal of Dairy Technology*, 57, 173-188.
- Gossage, C. P., Deyhim, M., Yamini, S., Douglass, L. W., Moser-Veillon, P. B. (2002). Carotenoid composition of human milk during the first month postpartum and the response to β -carotene supplementation. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 76, 193-197.
- Goudjil, H., Fontecha, J., Fraga, M. J., Juárez, M. (2003a). TAG composition of ewe's milk fat. Detection of foreign fats. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 80, 219-222.
- Goudjil, H., Fontecha, J., Luna, P., de La Fuente, M. A., Alonso, L., Juárez, M. (2004). Quantitative characterization of unsaturated and trans fatty acids in ewe's milk fat. *Le Lait*, 84, 473-482.
- Goudjil, H., Torrado, S., Fontecha, J., Martínez-Castro, I., Fraga, M. J., Juárez, M. (2003b). Composition of cholesterol and its precursors in ovine milk. *Le Lait*, 83, 153-160.
- Griinari, J. M., & Bauman, D. E. (1999). Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*, 1, 180-200.
- Guo., M. (2003). Goat's milk. In: Caballero, B., Trugo, L., Finglas P. (Eds.). *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, Academic Press, London, UK 2944-2949.
- Ha, J. K., & Lindsay, R. C. (1991). Contributions of cow, sheep, and goat milks to characterizing branched-chain fatty acid and phenolic flavors in varietal cheeses. *Journal of Dairy Science*, 74, 3267-3274.
- Haenlein, G. F. W. (2001). The nutritional value of sheep milk. *International Journal of Animal Science*, 16, 253-268.
- Haenlein, G. F. W. (2004). Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, 51, 155-163.
- Haenlein, G. F. W., Caccese, R. (1984). Goat milk versus cow milk G. F. W. Haenlein, D. L. Ace (Eds.). *Extension Goat Handbook*. USDA Publ., Washington, DC, USA.
- Haenlein, G. F., & Wendorff, W. L. (2006). Sheep milk, Production and utilization of sheep milk Y. W. Park, G. F. W. Haenlein (Eds.). *Handbook of Milk of Non Bovine Mammals*. Blackwell Publishing Professional. Oxford, UK, and Ames, Iowa, USA, 137-194.

- Halliwell, B. (2011). Free radicals and antioxidants—quo vadis?. *Trends in Pharmacological Sciences*, 32(3), 125-130.
- Halliwell, B., Gutteridge, J. M. (2015). Free radicals in biology and medicine. Oxford University Press, USA.
- Hao, L., Shan, Q., Wei, J., Ma, F., Sun, P. (2019). Lactoferrin: major physiological functions and applications. *Current Protein and Peptide Science*, 20, 139-144.
- Haraguchi, F. K., Silva, M. E., Neves, L. X., Dos Santos, R. C., Pedrosa, M. L. (2011). Whey protein precludes lipid and protein oxidation and improves body weight gain in resistance-exercised rats. *European Journal of Nutrition*, 50, 331-339.
- Harris, E.D., 2014. Minerals in Food: Nutrition, Metabolism, Bioactivity. DEStech Publications Inc., Lancaster, Pennsylvania, U.S.A.
- Harwood, W. S., Carter, B. G., Cadwallader, D. C., Drake, M. A. (2020). The role of heat treatment in light oxidation of fluid milk. *Journal of Dairy Science*, 103, 11244-11256.
- Haug, A., Hostmark, A.T., Harstad, O.M. (2007). Bovine milk in human nutrition: a review. *Lipids in Health and Disease*, 6, 25.
- Heaney, R. P. (2000). Calcium, dairy products and osteoporosis. *Journal of the American College of Nutrition*, 19(sup2), 83S-99S.
- Hebishy, E., Buffa, M., Guamis, B., Blasco-Moreno, A., Trujillo, A. J. Physical and oxidative stability of whey protein oil-in-water emulsions produced by conventional and ultra high-pressure homogenization: Effects of pressure and protein concentration on emulsion characteristics. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 32, 79-90.
- Hosaka, S., Obuki, M., Nakajima, J., Suzuki, M. (2005). Comparative study of antioxidants as quenchers or scavengers of reactive oxygen species based on quenching of MCLA-dependent chemiluminescence. *Luminescence: The Journal of Biological and Chemical Luminescence*, 20, 419-427.
- Is, Y. (2001). Antioxidants in health and disease. *Journal of Clinical Pathology*, 54, 176-186.
- Jahreis, G., Fritsche, J., Kraft, J. (1999). Species-dependent, seasonal, and dietary variation of conjugated linoleic acid in milk. *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*, 1, 215-225.
- Jensen, R. G. (2002). The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *Journal of Dairy science*, 85, 295-350.
- Jilo, K. (2016). Medicinal values of camel milk. *International Journal of Veterinary Science and Research*, 2, 018-025.
- Jirillo, F., Magrone, T. (2014). Anti-inflammatory and anti-allergic properties of donkey's and goat's milk. *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders-Drug Targets (Formerly Current Drug Targets-Immune, Endocrine & Metabolic Disorders)*, 14, 27-37.
- Johke, T., 1974. Nucleotides of mammary secretions. In: Larson, B.L., Smith, V.R. (Eds.), Lactation, vol. 4. Academic Press, New York, pp. 513–522, Chapter 17.
- Jomova, K., Baros, S., Valko, M. (2012). Redox active metal-induced oxidative stress in biological systems. *Transition Metal Chemistry*, 37, 127-134.
- Jomova, K., Vondrakova, D., Lawson, M., Valko, M. (2010). Metals, oxidative stress and neurodegenerative disorders. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 345, 91-104.

- Kanwal, R., Ahmed, T., Mirza, B. (2004). Comparative analysis of quality of milk collected from buffalo, cow, goat and sheep of Rawalpindi/Islamabad region in Pakistan. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3, 300-305.
- Kasapidou E, Basdagianni Z, Papadopoulos V, Karaïskou C, Kesidis A, Tsiotsias A. Effects of intensive and semi-intensive production on sheep milk chemical composition, physicochemical characteristics, fatty acid profile, and nutritional indices. *Animals* (Basel). 2021, 11, 2578.
- Kerry, J. P., Kerry, J. F., Lynch, P. B., Buckley, D. J. M, TL (2001). Evaluation of the antioxidant potential of natural food/plant extracts as compared with synthetic antioxidants and vitamin E in raw and cooked pork patties. *Meat Science*, 58, 45-52.
- Khaldi Z, Nafti M, Jilani MT. Small ruminants milk from Tunisian oasis: physicochemical characteristics, mineral contents, and microbiological quality. *Trop Anim Health Prod*. 2021, 54, 1.
- Khan, I. T., Nadeem, M., Imran, M., Ullah, R., Ajmal, M., Jaspal, M. H. (2019). Antioxidant properties of Milk and dairy products: A comprehensive review of the current knowledge. *Lipids in Health and Disease*, 18, 1-13.
- Khan, I. T., Nadeem, M., Imran, M., Ullah, R., Ajmal, M., & Jaspal, M. H. (2019). Antioxidant properties of Milk and dairy products: A comprehensive review of the current knowledge. *Lipids in health and disease*, 18, 1-13.
- Kılıçoğlu Ç, Alaçam E, İzgür H, Akay Ö, Wiesner HU, Eutergesundheitskontrolle von Milchkühen im Gebiet von Ankara (Türkei). *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 1989, 96: 486-488.
- Kim, M. H., Shim, K. S., Yi, D. Y., Lim, I. S., Chae, S. A., Yun, S. W., Kim, S. (2019). Macronutrient analysis of human milk according to storage and processing in Korean mother. *Pediatric Gastroenterology, Hepatology & Nutrition*, 22, 262.
- Kitts, D. D. (2005). Antioxidant properties of casein-phosphopeptides. *Trends in Food Science & Technology*, 16, 549-554.
- Korhonen, H., Pihlanto, A. (2003). Food-derived bioactive peptides-opportunities for designing future foods. *Current Pharmaceutical Design*, 9, 1297-1308.
- Kuczynska, B., Puppel, K. (2009). Anti-oxidizing biologically active compounds in milk different cattle breeds. *Pol Dairy Journal*, 10, 13-17.
- Kuhlsen, N., Pfeuffer, M., Soustre, Y. (2005). Trans Fatty Acids: Scientific Progress and Labelling Bulletin of the International Dairy Federation 393, Brussels, Belgium.
- Kumar, A., Naik, S. N., Gandhi, K., Pandey, V. (2019). Functional lipid components for obesity management: a review. *International Food Research Journal*, 26(4).
- Lad S, Aparnathi KD, Mehta B, Suresh V. Goat milk in human nutrition and health - A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 2017, 6, 1781-1792.
- Lara-Villoslada, F., Debras, E., Nieto, A., Concha, A., Gálvez, J., López-Huertas, E., ... & Xaus, J. (2006). Oligosaccharides isolated from goat milk reduce intestinal inflammation in a rat model of dextran sodium sulfate-induced colitis. *Clinical Nutrition*, 25, 477-488.
- Larson, B.L., Smith, V.R. (Eds.), 1974. Lactation, vol. 4. Academic Press, New York.
- Lauková, A., Micenková, L., Grešáková, L., Maďarová, M., Simonová, M. P., Focková, V., Ščerbová, J. (2022). Microbiome associated with Slovak raw goat milk, trace minerals, and vitamin E content. *International Journal of Food Science*, 2022.,

- Li S, Delger M, Dave A, Singh H, Ye A. Seasonal Variations in the Composition and Physicochemical Characteristics of Sheep and Goat Milks. *Foods*. 2022, 11, 1737.
- Li, Z., Jiang, A., Yue, T., Wang, J., Wang, Y., Su, J. (2013). Purification and identification of five novel antioxidant peptides from goat milk casein hydrolysates. *Journal of Dairy Science*, 96, 4242-4251.
- Li, W., Hosseini, F. S., Tsopmo, A., Friel, J. K., Beta, T. (2009). Evaluation of antioxidant capacity and aroma quality of breast milk. *Nutrition*, 25, 105-114.
- Liu, W., Zhou, Y., Sun, H., Li, R., Qin, Y., Yu, L., Xu, Y. (2021). Goat milk improves glucose homeostasis via enhancement of hepatic and skeletal muscle amp-activated protein kinase activation and modulation of gut microbiota in streptozocin-induced diabetic rats. *Molecular Nutrition & Food Research*, 65, 2000888.
- Lindmark Månsson, H. Fatty acids in bovine milk fat. *Food Nutr. Res.* 2008, 52: 1821.
- Lindmark-Månsson, H., Åkesson, B. (2000). Antioxidative factors in milk. *British Journal of Nutrition*, 84(S1), 103-110.
- Lordan, R., Tsoupras, A., Mitra, B., Zabetakis, I. (2018). Dairy fats and cardiovascular disease: do we really need to be concerned?. *Foods*, 7, 29.
- Lushchak, V. I. (2014). Free radicals, reactive oxygen species, oxidative stress and its classification. *Chemico-biological Interactions*, 224, 164-175.
- Lykkesfeldt, J., Svendsen, O. (2007). Oxidants and antioxidants in disease: oxidative stress in farm animals. *The Veterinary Journal*, 173, 502-511.
- Mal, G., Singh, B., G. Mane, B., Sharma, V., Sharma, R., Bhar, R., Dhar, J. B. (2018). Milk composition, antioxidant activities and protein profile of Gaddi goat milk. *Journal of Food Biochemistry*, 42, e12660.
- Mann, J., Truswell, S., 2014. *Essentials of Human Nutrition*, fourth ed. Oxford University Press, Oxford
- Marcone, S., Belton, O., Fitzgerald, D. J. (2017). Milk-derived bioactive peptides and their health promoting effects: a potential role in atherosclerosis. *British Journal Of Clinical Pharmacology*, 83, 152-162.
- Martin, C. R., Ling, P. R., Blackburn, G. L. (2016). Review of infant feeding: key features of breast milk and infant formula. *Nutrients*, 8, 279.
- Massouras, T., Charmanta, A. A., Koutsouli, P., Masoura, M., Politis, I., Hettinga, K. (2023). The effect of milking frequency, breed, and stage of lactation on the milk fat globule size and fatty acid composition in sheep's milk. *Foods*, 12, 2446.
- Matos, C., Ribeiro, M., Guerra, A. (2015). Breastfeeding: Antioxidative properties of breast milk. *Journal of Applied Biomedicine*, 13, 169-180.
- Megalemmou, K., Sioriki, E., Lordan, R., Dermiki, M., Nasopoulou, C., Zabetakis, I. (2017). Evaluation of sensory and in vitro anti-thrombotic properties of traditional Greek yogurts derived from different types of milk. *Heliyon*, 3, e00227.
- Meisel, H. (2005). Biochemical properties of peptides encrypted in bovine milk proteins. *Current Medicinal Chemistry*, 12, 1905-1919.
- Mens, P. L. (1985). Propriétés physico-chimiques nutritionnelles et chimiques, Luquet, F. M. Lait et produits laitiers. Paris, tec, Doc, Lavoisier, 1, 349-368.
- Mens, P. L. (1985). Propriétés physico-chimiques nutritionnelles et chimiques. LUQUET, FM Lait et produits laitiers. Paris, tec. Doc. Lavoisier, 1, 349-368.

- Meyrand, M., Dallas, D. C., Caillat, H., Bouvier, F., Martin, P., Barile, D. (2013). Comparison of milk oligosaccharides between goats with and without the genetic ability to synthesize α 1-casein. *Small Ruminant Research*, 113, 411-420.
- Miller, N. J., Rice-Evans, C., Davies, M. J., Gopinathan, V., Milner, A. (1993). A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical Science* (London, England: 1979), 84(4), 407-412.
- Mohapatra, A., Shinde, A. K., Singh, R. (2019). Sheep milk: A pertinent functional food. *Small Ruminant Research*, 181, 6-11.
- Molik, E., Murawski, M., Bonczar, G., Wierzechos, E. (2008). Effect of genotype on yield and chemical composition of sheep milk. *Animal Science Papers and Reports*, 3, 211-218.
- Molik, E., Błasiak, M., Pustkowiak, H. (2020). Impact of photoperiod length and treatment with exogenous melatonin during pregnancy on chemical composition of sheep's milk. *Animals*, 10(10), 1721.
- Moro, M. A., Almeida, A., Bolaños, J. P., & Lizasoain, I. (2005). Mitochondrial respiratory chain and free radical generation in stroke. *Free Radical Biology and Medicine*, 39(10), 1291-1304.
- Morrow, A. L., Ruiz-Palacios, G. M., Altaye, M., Jiang, X., Guerrero, M. L., Meinzen-Derr, J. K., Newburg, D. S. (2004). Human milk oligosaccharides are associated with protection against diarrhea in breast-fed infants. *The Journal of Pediatrics*, 145, 297-303.
- Mortensen, G., Sørensen, J., Stapelfeldt, H. (2002). Comparison of peroxide value methods used for semihard cheeses. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 5007-5011.
- Mustonen, E. A., Tuori, M., Saastamoinen, I., Taponen, J., Wähälä, K., Saloniemi, H., & Vanhatalo, A. (2009). Equol in milk of dairy cows is derived from forage legumes such as red clover. *British Journal of Nutrition*, 102, 1552-1556.
- Newburg, D. S. (2001). Bioactive components of human milk: evolution, efficiency, and protection. *Bioactive Components of Human Milk*, 3-10.
- Niero, G., Currò, S., Costa, A., Penasa, M., Cassandro, M., Boselli, C., De Marchi, M. (2018). Phenotypic characterization of total antioxidant activity of buffalo, goat, and sheep milk. *Journal of dairy science*, 101(6), 4864-4868.
- Niero, G., Penasa, M., Currò, S., Masi, A., Trentin, A. R., Cassandro, M., De Marchi, M. (2017). Development and validation of a near infrared spectrophotometric method to determine total antioxidant activity of milk. *Food Chemistry*, 220, 371-376.
- Nozière, P., Grolier, P., Durand, D., Ferlay, A., Pradel, P., Martin, B. (2006). Variations in carotenoids, fat-soluble micronutrients, and color in cows' plasma and milk following changes in forage and feeding level. *Journal of Dairy Science*, 89, 2634-2648.
- O'Callaghan, T. F., Hennessy, D., McAuliffe, S., Kilcawley, K. N., O'Donovan, M., Dillon, P., Stanton, C. (2016). Effect of pasture versus indoor feeding systems on raw milk composition and quality over an entire lactation. *Journal of Dairy Science*, 99, 9424-9440.
- Oner, Z., Sanlidere-Aloglu, H., Dedebaş, T (2011). Determination of antioxidant capacity in milk from various animals and humans. *Milchwissenschaft-Milk Science International*, 66, 133-135.
- Pan J, Yu Z, Jiang H, Shi C, Du Q, Fan R, Wang J, Bari L, Yang Y, Han R. Effect of lactation on the distribution of mineral elements in goat milk. *J Dairy Sci*. 2023, Nov

- Pan, J., Yu, Z., Jiang, H., Shi, C., Du, Q., Fan, R., Han, R. (2023). Effect of lactation on the distribution of mineral elements in goat milk. *Journal of Dairy Science*, 8, S0022-0302(23)00797-X.
- Pandya, A. J., Gokhale, A. J., Mallik, J. M. (2020). Overview of functionality of goat and sheep milk. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9, 2750-2764.
- Park, Y. W., Juárez, M., Ramos, M., Haenlein, G. F. W. (2007). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68, 88-113.
- Park, Y. W. (2001). Proteolysis and lipolysis of goat milk cheese. *Journal of Dairy Science*, 84, E84-E92.
- Park, Y. W. (2017). Goat milk–chemistry and nutrition. *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*, 42-83.
- Park, Y.W. (2006). Goat milk-chemistry and nutrition. In: Park YW, Haenlein GFW, Editors. *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*. Blackwell Publishing, Oxford, UK. pp. 34-58.
- Paszczyk, B., Czarnowska-Kujawska, M., Klepacka, J., Tońska, E. (2023). Health-promoting ingredients in goat's milk and fermented goat's milk drinks. *Animals*, 13, 907.
- Paszczyk, B., Tońska, E., Łuczyńska, J. (2019). Health-promoting value of cow, sheep and goat milk and yogurts. *Mljekarstvo: Časopis Za Unapređenje Proizvodnje I Prerade Mlijeka*, 69, 182-192.
- Pietrzak-Fiećko, R., Kamelska-Sadowska, A. M. (2020). The comparison of nutritional value of human milk with other mammals' milk. *Nutrients*, 12, 1404.
- Pillay, C. S., Eagling, B. D., Driscoll, S. R., Rohwer, J. M. (2016). Quantitative measures for redox signaling. *Free Radical Biology and Medicine*, 96, 290-303.
- Polidori P, Vincenzetti S. Oleic acid in milk of different mammalian species. Book: *Oleic Acid: Dietary Sources, Functions and Health Benefits*, 2013, 7: 127-140.
- Polidori, P., Vincenzetti, S. (2013). Oleic acid in milk of different mammalian species. *Oleic Acid Dietary Sources Functions and Health Benefits*, 7, 127-140.
- Politis, I. (2012). Reevaluation of vitamin E supplementation of dairy cows: bioavailability, animal health and milk quality. *Animal*, 6, 1427-1434.
- Poljsak, B., Šuput, D., & Milisav, I. (2013). Achieving the balance between ROS and antioxidants: when to use the synthetic antioxidants. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2013:956792.
- Posati, L. P., Orr, M. L. (1976). *Composition of Foods*, ARS, USDA, Washington, DC (Agric, Handbook (No, 8). Agricultural Research Service, US Department of Agriculture.
- Precht, D. (1992). Detection of foreign fat in milk fat. I. Qualitative detection by triacylglycerol formulae. *Z. Lebensm Forschg.*, 194: 1-8.
- Precht, D., Molkentin, J. (2000). Frequency distributions of conjugated linoleic acid and trans fatty acid contents in European bovine milk fats. *Milchwissenschaft*, 55, 687-691.
- Precht, D., Molkentin, J., Destailats, F., Wolff, R. L. (2001). Comparative studies on individual isomeric 18: 1 acids in cow, goat, and ewe milk fats by low-temperature high-resolution capillary gas-liquid chromatography. *Lipids*, 36, 827-832.
- Pulina, G., & Bencini, R. (Eds.), (2004). *Dairy sheep nutrition*, CABI publishing.

- Pulina, G., Milán, M. J., Lavín, M. P., Theodoridis, A., Morin, E., Capote, J., Caja, G. (2018). Invited review: Current production trends, farm structures, and economics of the dairy sheep and goat sectors. *Journal of Dairy Science*, 101, 6715-6729.
- Pulina, G., Nudda, A., Battacone, G., Cannas, A. (2006). Effects of nutrition on the contents of fat, protein, somatic cells, aromatic compounds, and undesirable substances in sheep milk. *Animal Feed Science and Technology*, 131, 255-291.
- Puppel K, Kuczyńska B. Metabolic profiles of cow's blood; a review. *J. Sci. Food Agric.* 2016, 96: 4321-4328.
- Puppel, K., Kuczyńska, B. (2016). Metabolic profiles of cow's blood; a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96, 4321-4328.
- Quiles, J. L., Ochoa, J. J., Ramirez-Tortosa, M. C., Linde, J., Bompadre, S., Battino, M., Mataix, J. (2006). Coenzyme Q concentration and total antioxidant capacity of human milk at different stages of lactation in mothers of preterm and full-term infants. *Free Radical Research*, 40, 199-206.
- Rafiq, S., Huma, N., Pasha, I., Sameen, A., Mukhtar, O., & Khan, M. I. (2016). Chemical composition, nitrogen fractions and amino acids profile of milk from different animal species. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 29(7), 1022.
- Ramos, M., Juarez M. (2003). Sheep milk H, Roginski, J,W, Fuquay, P,F, Fox (Eds,), *Encyclopedia of Dairy Sciences*, vol, 4, Academic Press, Amsterdam, The Netherlands, 2539-2545.
- Ramos, O. L., Pereira, R. N., Martins, A., Rodrigues, R., Fucinos, C., Teixeira, J. A., Vicente, A. A. (2017). Design of whey protein nanostructures for incorporation and release of nutraceutical compounds in food. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57, 1377-1393.
- Raynal-Ljutovac, K., Lagriffoul, G., Paccard, P., Guillet, I., Chilliard, Y. (2008). Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small Ruminant Research*, 79, 57-72.
- Redondo, N., García-González, N., Diaz-Prieto, L. E., Olmedilla-Alonso, B., Martín-Diana, A. B., Asensio-Vegas, C., Nova, E. (2019). Effects of ewe's milk yogurt (whole and semi-skimmed) and cow's milk yogurt on inflammation markers and gut microbiota of subjects with borderline-high plasma cholesterol levels: a crossover study. *European Journal of Nutrition*, 58, 1113-1124.
- Revilla, I.; Escuredo, O.; González-Martín, M.I.; Palacios, C. Fatty Acids and Fat-Soluble Vitamins in Ewe's Milk Predicted by near Infrared Reflectance Spectroscopy. Determination of Seasonality. *Food Chem.* 2017, 214, 468–477.
- Rincón, F., Moreno, R., Zurera, G., Amaro, M. (1994). Mineral composition as a characteristic for the identification of animal origin of raw milk. *Journal of Dairy Research*, 61(1), 151-154.
- Rival, S. G., Fornaroli, S., Boeriu, C. G., Wichers, H. J. (2001). Caseins and casein hydrolysates. 1. Lipxygenase inhibitory properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 287-294.
- Rosa, A. C., Corsi, D., Cavi, N., Bruni, N., Dosio, F. (2021). Superoxide dismutase administration: A review of proposed human uses. *Molecules*, 26, 1844.
- Sakurai, T., Furukawa, M., Asoh, M., Kanno, T., Kojima, T., Yonekubo, A. (2005). Fat-soluble and water-soluble vitamin contents of breast milk from Japanese women. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 51, 239-247.

- Sampelayo, M. S., Alonso, J. M., Pérez, L., Extremera, F. G., Boza, J. (2004). Dietary supplements for lactating goats by polyunsaturated fatty acid-rich protected fat. Effects after supplement withdrawal. *Journal of Dairy Science*, 87, 1796-1802.
- Sanchez, L., Calvo, M., Brock, J. H. (1992). Biological role of lactoferrin. *Archives of Disease in Childhood*, 67, 657.
- Sarma, A. D., Mallick, A. R., Ghosh, A. K. (2010). Free radicals and their role in different clinical conditions: an overview. *International Journal of Pharma Sciences and Research*, 1, 185-192.
- Savaliya, V., Thumar, M., Ramani, A., Taherabbas, S. (2022). Seasonal variations in the fatty acid profile of cow, buffalo, and goat milk. *The Pharma Innovation Journal*, SP-11, 2088-2092.
- Savina, A. A., Voronina, O. A., Bogolyubova, N. V., Zaitsev, S. Y. (2020). Amperometric detection of antioxidant activity of model and biological fluids. *Moscow University Chemistry Bulletin*, 75, 340-346.
- Savoini, G., Farina, G., Dell'Orto, V., Cattaneo, D. (2016). Through ruminant nutrition to human health: role of fatty acids. *Advances in Animal Biosciences*, 7, 200-207.
- Saxelin M, Korpela R, Mayra-Makinen A. Introduction: classifying functional dairy products. In: Mattila-Sandholm T, Saarela M, editors. Functional dairy foods. Boca Raton, FL, USA.: CRC Press; 2003. p. 1-16.
- Sayon-Orea, C., Martínez-González, M. A., Ruiz-Canela, M., Bes-Rastrollo, M. (2017). Associations between yogurt consumption and weight gain and risk of obesity and metabolic syndrome: a systematic review. *Advances in Nutrition*, 8, 146S-154S.
- Schalm OW, Carrol EJ, Jain NC. Bovine mastitis. Lea-Febiger, Philidelphia. 1971, p: 94-124.
- Scolozzi, C., Martini, M., Abramo, F.A. (2003). Method for identification and characterization of ewe's milk fat globules. *Milchwissenschaft*, 58, 490-493.
- Sen, S., Chakraborty, R., Sridhar, C., Reddy, Y. S. R., De, B. (2010). Free radicals, antioxidants, diseases and phytomedicines: current status and future prospect. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 3, 91-100.
- Sayon-Orea, C., Martínez-González, M. A., Ruiz-Canela, M., & Bes-Rastrollo, M. (2017). Associations between yogurt consumption and weight gain and risk of obesity and metabolic syndrome: a systematic review. *Advances in nutrition*, 8(1), 146S-154S.
- Sies, H., Jones, D. P. (2020). Reactive oxygen species (ROS) as pleiotropic physiological signalling agents. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 21(7), 363-383.
- Sies, H., Belousov, V. V., Chandel, N. S., Davies, M. J., Jones, D. P., Mann, G. E., Winterbourn, C. (2022). Defining roles of specific reactive oxygen species (ROS) in cell biology and physiology. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 23, 499-515.
- Silanikove, N., Leitner, G., Merin, U., Prosser, C. G. (2010). Recent advances in exploiting goat's milk: quality, safety and production aspects. *Small Ruminant Research*, 89, 110-124.
- Silva, S.V., Malcata, F.X., 2005. Caseins as source of bioactive peptides. *Int. Dairy J.* 15, 1-15.
- Silva, S. V., Malcata, F. X. (2005). Caseins as source of bioactive peptides. *International Dairy Journal*, 15, 1-15.
- Simopoulos, A.P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 56, 365-379.

- Simos, Y., Metsios, A., Verginadis, I., D'Alessandro, A. G., Loiudice, P., Jirillo, E., Karkabounas, S. (2011). Antioxidant and anti-platelet properties of milk from goat, donkey and cow: An in vitro, ex vivo and in vivo study. *International Dairy Journal*, 21, 901-906.
- Sinanoglou, V. J., Koutsouli, P., Fotakis, C., Sotiropoulou, G., Cavouras, D., Bizelis, I. (2015). Assessment of lactation stage and breed effect on sheep milk fatty acid profile and lipid quality indices. *Dairy Science & Technology*, 95, 509-531.
- Sood, S.M., P.J. Herbert and C.W. Slatter. 1997. Structural studies on casein micelles of human milk: dissociation of β -casein of different phosphorylation levels induced by cooling and ethylene diamine tetra-acetate. *J. Dairy Sci.* 80(4): 628-33.
- Sood, S. M., Herbert, P. J., Slatter, C. W. (1997). Structural studies on casein micelles of human milk: Dissociation of β -casein of different phosphorylation levels induced by cooling and ethylenediaminetetraacetate. *Journal of Dairy Science*, 80, 628-633.
- Średnicka-Tober, D., Barański, M., Seal, C. J., Sanderson, R., Benbrook, C., Steinshamn, H., Leifert, C. (2016). Higher PUFA and n-3 PUFA, conjugated linoleic acid, α -tocopherol and iron, but lower iodine and selenium concentrations in organic milk: a systematic literature review and meta-and redundancy analyses. *British Journal of Nutrition*, 115(6), 1043-1060.
- Stobiecka, M., Król, J., Brodziak, A. (2022). Antioxidant activity of milk and dairy products. *Animals*, 12, 245.
- Suetsuna, K., Ukeda, H., Ochi, H. (2000). Isolation and characterization of free radical scavenging activities peptides derived from casein. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 11, 128-131.
- Sunarić, S., Živković, J., Pavlović, R., Kocić, G., Trutić, N., Živanović, S. (2012). Assessment of α -tocopherol content in cow and goat milk from the Serbian market. *Hemijaska Industrija*, 66, 559-566.
- Talpur, F. N., Bhanger, M. I., Khooharo, A. A., Memon, G. Z. (2008). Seasonal variation in fatty acid composition of milk from ruminants reared under the traditional feeding system of Sindh, Pakistan. *Livestock Science*, 118, 166-172.
- Tamime, A. Y., Wszolek, M., Božanić, R., Özer, B. (2011). Popular ovine and caprine fermented milks. *Small Ruminant Research*, 101(1-3), 2-16.
- Tegeli, V., Karpe, P., Katve, V. (2014). Importance of free radical and antioxidant on human health. *International Journal of Pharmaceutical, Chemical & Biological Sciences*, 4, 1038-1050.
- Todaro, M., Dattena, M., Acciaioli, A., Bonanno, A., Bruni, G., Caroprese, M., Mele, M., Sevi, A., Marinucci, M.T., 2015. Aseasonal sheep and goat milk production in the Mediterranean area: physiological and technical insights. *Small Rumin. Res.* 126 (Suppl. 1), 59–66.
- Todaro, M., Dattena, M., Acciaioli, A., Bonanno, A., Bruni, G., Caroprese, M., Marinucci, M. T. (2015). Aseasonal sheep and goat milk production in the Mediterranean area: Physiological and technical insights. *Small Ruminant Research*, 126, 59-66.
- Tomotake, H., Okuyama, R., Katagiri, M., Fuzita, M., Yamato, M., Ota, F. (2006). Comparison between Holstein cow's milk and Japanese-Saanen goat's milk in fatty acid composition, lipid digestibility and protein profile. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 70(11), 2771-2774.
- Tomotake, H., Okuyama, R., Katagiri, M., Fuzita, M., Yamato, M., Ota, F. (2006). Comparison between Holstein cow's milk and Japanese-Saanen goat's milk in fatty

- acid composition, lipid digestibility and protein profile. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 70, 2771-2774.
- Tong, L. M., Sasaki, S., McClements, D. J., Decker, E. A. (2000). Antioxidant activity of whey in a salmon oil emulsion. *Journal of Food Science*, 65, 1325-1329.
- Torres, A., Farré, R., Lagarda, M. J., Monleón, J. (2003). Determination of glutathione peroxidase activity in human milk. *Food/Nahrung*, 47, 430-433.
- Toscano, A., Giannuzzi, D., Pegolo, S., Vanzin, A., Bisutti, V., Gallo, L., Schiavon, S. (2023). Associations between the detailed milk mineral profile, milk composition, and metabolic status in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 106, 6577-6591.
- Turkmen N. The nutritional value and health benefits of goat milk components. In Watson R.R., Collier R.J. Preedy VR. (eds.). *Nutrients in dairy and their implications on health and disease*. 2017, pp. 441-449. Cambridge, MA: Academic Press.
- Turpeinen, A. M., Mutanen, M., Aro, A., Salminen, I., Basu, S., Palmquist, D. L., Griinari, J. M. (2002). Bioconversion of vaccenic acid to conjugated linoleic acid in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 76, 504-510.
- Tzora, A., Voidarou, C., Giannenas, I., Bonos, E., Fotou, K., Nelli, A., Skoufos, I. (2022). Effects of Dietary Omega-3 Enrichment on the Chemical Composition and the Pathogenic Microbiota of Ovine Milk. *Foods*, 11, 3736.
- Ulbricht, T. L. V., Southgate, D. A. T. (1991). Coronary heart disease: seven dietary factors. *The Lancet*, 338(8773), 985-992.
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T., Mazur, M., Telser, J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 39, 44-84.
- Van Aardt, M. V., Duncan, S. E., Marcy, J. E., Long, T. E., O'keefe, S. F., Nielsen-Sims, S. R. (2005). Aroma analysis of light-exposed milk stored with and without natural and synthetic antioxidants. *Journal of Dairy Science*, 88, 881-890.
- Van der Toorn MV, Chatzioannou AC, Pellis L, Haandrikman A, van der Zee L, Dijkhuizen L. Biological Relevance of Goat Milk Oligosaccharides to Infant Health. *J Agric. Food Chem*. 2023, 71: 13935-13949.
- Vázquez, C. V., Rojas, M. G. V., Ramírez, C. A., Chávez-Servín, J. L., García-Gasca, T., Martínez, R. A. F., de la Torre Carbot, K. (2015). Total phenolic compounds in milk from different species. Design of an extraction technique for quantification using the Folin–Ciocalteu method. *Food Chemistry*, 176, 480-486.
- Vital, A. C. P., Croge, C., Gomes-da-Costa, S. M., Matumoto-Pintro, P. T. (2017). Effect of addition of *Agaricus blazei* mushroom residue to milk enriched with Omega-3 on the prevention of lipid oxidation and bioavailability of bioactive compounds after in vitro gastrointestinal digestion. *International Journal of Food Science & Technology*, 52, 1483-1490.
- Whetstine, M. C., Drake, M. A. (2006). Flavor characteristics of goat milk and other minor species milk products. *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*, 107-120.
- Williams, C.M. (2000): Dietary fatty acids and human health. *Annales De Zootechnie* 49, 165-180.
- Yadav, J. S. S., Yan, S., Pilli, S., Kumar, L., Tyagi, R. D., Surampalli, R. Y. (2015). Cheese whey: A potential resource to transform into bioprotein, functional/nutritional proteins and bioactive peptides. *Biotechnology Advances*, 33, 756-774.
- Young, A. J., Lowe, G. M. (2001). Antioxidant and prooxidant properties of carotenoids. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 385, 20-27.

- Zaitsev, S. Y., Savina, A. A., Volnin, A. A., Voronina, O. A., Bogolyubova, N. V. (2020). Comparative study of the water-soluble antioxidants in fodder additives and sheep blood serum by amperometric and biochemical methods. *Animals*, 10, 1186.
- Zarban, A., Taheri, F., Chahkandi, T., Sharifzadeh, G., Khorashadizadeh, M. (2009). Antioxidant and radical scavenging activity of human colostrum, transitional and mature milk. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 45, 150-154.
- Zhang, H., Ren, X., Yang, Z., Lai, J. (2022). Vitamin A Concentration in Human Milk: A Meta-Analysis. *Nutrients*, 14, 4844.
- Zhang, R. H., Mustafa, A. F., Zhao, X. (2006). Effects of feeding oilseeds rich in linoleic and linolenic fatty acids to lactating ewes on cheese yield and on fatty acid composition of milk and cheese. *Animal Feed Science and Technology*, 127, 220-233.
- Zhang, L., Liu, J., Wang, Y., Wei, M., Liu, X., Jiang, Y., Song, Y. (2024). Mechanisms by which sheep milk consumption ameliorates insulin resistance in high-fat diet-fed mice. *Food Research International*, 179, 114021.
- Zhang, Q. X., Ling, Y. F., Sun, Z., Zhang, L., Yu, H. X., Kamau, S. M., Lu, R. R. (2012). Protective effect of whey protein hydrolysates against hydrogen peroxide-induced oxidative stress on PC12 cells. *Biotechnology Letters*, 34, 2001-2006.
- Zhao, X., Wang, J., Yang, Y., Bu, D., Cui, H., Sun, Y., Zhou, L. (2013). Effects of different fat mixtures on milk fatty acid composition and oxidative stability of milk fat. *Animal Feed Science and Technology*, 185, 35-42.
- Zheng, J., Xie, Y., Li, F., Zhou, Y., Qi, L., Liu, L., Chen, Z. (2020). Lactoferrin improves cognitive function and attenuates brain senescence in aged mice. *Journal of Functional Foods*, 65, 103736.
- Zongo, K., Krishnamoorthy, S., Moses, J. A., Yazici, F., Çon, A. H., & Anandharamakrishnan, C. (2021). Total conjugated linoleic acid content of ruminant milk: The world status insights. *Food Chemistry*, 334, 127555.
- Zulueta, A., Maurizi, A., Frígola, A., Esteve, M. J., Coli, R., Burini, G. (2009). Antioxidant capacity of cow milk, whey and deproteinized milk. *International Dairy Journal*, 19, 380-385.

ÖZ GEÇMİŞ

Mert Ali Sinmez, Kastamonu Kuzeykent Lisesi'ni bitirdikten sonra Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Veteriner Hekimliği bölümünden 01.07.2016 tarihinde mezun oldu. 2021 yılında OMÜ LEE Veterinerlik Biyokimyası Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine başladı. Mezuniyetinden sonra çeşitli kliniklerde Pet hayvan hekimi olarak çalıştı. 2020 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesine atanan Mert Ali Sinmez halen Tarım ve Orman Bakanlığı'nda aktif Veteriner Hekim olarak çalışmaktadır.

İletişim Bilgileri

ORCID ID : 0000-0001-7155-181X

Yayınlar:

1. Sinmez M. A., Yarım G. F. (2022). Sinop ilindeki kıl keçisi sütlerinin total antioksidan kapasitesi. Poster Sunumu, 4. International Ankara Multidisciplinary Studies Congress, Temmuz, Ankara, 29-31.