



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
VETERİNERLİK BİYOKİMYASI ANABİLİM DALI

**FARKLI HAYVAN SÜTLERİNDE ALFA S1-KAZEİN,
BETA LAKTOGLOBULİN İLE BAZI BİYOKİMYASAL VE
MİNERAL DEĞERLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuğçe Ayşen ŞENSOY

SAMSUN

Haziran – 2019



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
VETERİNERLİK BİYOKİMYASI ANABİLİM DALI

**FARKLI HAYVAN SÜTLERİNDE ALFA S1-KAZEİN,
BETA LAKTOGLOBULİN İLE BAZI BİYOKİMYASAL VE
MİNERAL DEĞERLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuğçe Ayşen ŞENSOY

DANIŞMAN

Prof. Dr. Gülay ÇİFTÇİ

SAMSUN

Haziran– 2019

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Tuğçe Ayşen ŞENSOY tarafından Prof. Dr. Gülay ÇİFTÇİ danışmanlığında hazırlanan “Farklı hayvan sütlerinde alfa S1-kazein, beta laktoglobulin ile bazı biyokimyasal ve mineral değerlerinin araştırılması” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından/...../..... tarihinde yapılan sınav ile Veterinerlik Biyokimyası Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Ali ERTEKİN
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veterinerlik Biyokimyası ABD

Üye : Prof. Dr. Gülay ÇİFTÇİ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veterinerlik Biyokimyası ABD

Üye : Prof. Dr. Nazmiye GÜNEŞ
Uludağ Üniversitesi Veterinerlik Biyokimyası ABD

ONAY

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

.... / /.....

Prof. Dr. Ahmet UZUN
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimin ve tez çalışmalarım süresince ilgi ve desteğini esirgemeyen, tez konusunun seğilmesinde ve çalışmaların yürütülmesinde büyük katkısını gördüğüm tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Gülay ÇİFTCİ'ye, bilgi ve tecrübesiyle ışık tutan Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı'nın değerli öğretim üyeleri Sayın Prof. Dr. Ali ERTEKİN, Sayın Prof. Dr. Gül Fatma YARIM, Sayın Prof. Dr. Sena ÇENESİZ ve Sayın Prof. Dr. Cevat NİSBET'e ve bilgisine danıştığım, desteğini esirgemeyen tüm meslektaşlarıma ve aileme destekleri için teşekkür ederim.

Bu çalışma, PYO.VET1904.19.003 proje numarası ile Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından desteklenmiştir.

ÖZET

FARKLI HAYVAN SÜTLERİNDE ALFA S1-KAZEİN, BETA LAKTOGLOBULİN İLE BAZI BİYOKİMYASAL VE MİNERAL DEĞERLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Amaç: Bu çalışmada Samsun’da yetiştirilen inek, manda, koyun ve keçilerden sağım sonrası elde edilen çiğ süt örneklerinde α -S1-kazein ve β -laktoglobulin düzeyleri ile bazı biyokimyasal ve mineral değerlerin araştırılması ve karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi amaçlandı.

Materyal ve Metot: Çalışma materyalini Samsun’da yetiştirilen ve klinik olarak sağlıklı olan 10’ar adet keçi, inek, koyun ve mandadan sağım sonrası olarak alınan sütler oluşturdu. Süt serumunda α -S1-kazein ve β -laktoglobulin düzeyleri ELISA test kitleri kullanılarak belirlendi. Süt serumunda kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, total protein, albumin, total kolesterol ve trigliseritleri düzeyleri spektrofotometrik yöntemle otoanalizör cihazı kullanılarak ölçüldü.

Bulgular: Koyun sütünün TP, ALB, GLO, TK düzeyinin diğer süt örneklerinden önemli düzeyde yüksek olduğu belirlendi. TP içeriğinin koyun sütünden sonra sırasıyla manda, keçi ve inek sütünde bulunduğu saptandı. Keçi sütünde trigliserit düzeyinin önemli düzeyde yüksek olduğu ve bunu manda sütü takip ettiği tespit edildi. İnek ve koyun süt örneklerinde ise birbirine yakın ve düşük düzeyde olduğunu belirlendi. Koyun sütünün diğer süt örneklerinden daha yüksek oranda Ca, Mg, Fe, Zn içerdiği ve total mineral içeriğinin diğer süt örneklerinden daha zengin olduğunu saptandı. Keçi ve inek sütünün mineral içeriklerinin birbirine yakın olduğu ancak inek sütünde Zn mineralinin biraz daha yüksek olduğu saptandı. α -S1-kazein ve β -laktoglobulin düzeylerinin keçi süt örneklerinde diğer süt örneklerinden daha düşük oranda bulunduğu tespit edildi.

Sonuç: Çalışma sonucunda koyun sütünün incelenen parametreleri en yüksek düzeyde içeren süt olması nedeniyle koyun sütü ile yapılmış ürünlerin dikkatli kullanılma gerekliliği düşünülmektedir. α -S1-kazein ve β -laktoglobulinin bebeklerde süt alerjisine neden olması ve keçi sütünde α -S1-kazein ve β -laktoglobulin düzeyinin en düşük olarak tespit edilmesi nedeniyle bebek beslenmesi için keçi sütünün diğer sütlere göre daha uygun olabileceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Alfa s1-kazein, beta laktoglobulin, süt, mineral

Tuğçe Ayşen ŞENSOY, Yüksek Lisans Tezi

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Haziran-2019

ABSTRACT

THE INVESTIGATION OF ALPHA S1-CASEIN, BETA LACTOGLOBULINS, SOME BIOCHEMICAL AND MINERAL LEVELS IN MILKS OF DIFFERENT ANIMALS

Aim: In this study, it was aimed to investigate α -S1-casein and β -lactoglobulin levels and some biochemical and mineral values in raw milk samples obtained from cows, buffalo, sheep and goats grown in Samsun.

Material and methods: The study material consisted of 10 milk-grown goats, cows, sheep and milk after milking. S1-casein and lactoglobulin levels in milk serum were determined using ELISA test kits. Levels of calcium, magnesium, iron, zinc, total protein, albumin, total cholesterol and triglycerides were measured by using a spectrophotometric autoanalyzer.

Results: Sheep's milk TP, ALB, GLO, TC levels were found to be significantly higher than other milk samples. TP contents were found in buffalo, goat and cow's milk after sheep milk. Goat milk is significantly higher triglyceride levels and it was determined that followed buffalo milk. In cow and sheep milk samples were close to each other and low level. It was determined that sheep milk contained higher amounts of Ca, Mg, Fe, Zn than the other milk samples and the total mineral content was richer than the other milk samples. It was determined that mineral contents of goat and cow milk were close to each other, but Zn mineral was slightly higher in cow's milk. α -S1-casein and β -lactoglobulin levels were found to be lower in goat milk samples than other milk samples.

Conclusion: As a result of the study, it is considered that the sheep milk products should be used with caution because of the milk containing the highest level of the parameters examined. It was concluded that is-S1-casein and ece-lactoglobulin cause milk allergy in babies and olarak-S1-casein and alfa-lactoglobulin level in goat milk is the lowest and goat milk may be more suitable for infant feeding than other milk.

Keywords: Alpha s1-casein, beta lactoglobulins, milk, mineral

Tuğçe Ayşen ŞENSOY, Master Thesis
Ondokuz Mayıs University - Samsun, June-2019

SİMGELER VE KISALTMALAR

ADE	Angiotensin Dönüştürücü Enzim
ALB	Albümin
B- Lg	Beta Laktoglobülin
Ca	Kalsiyum
CLA	Konjuge Linoleik Asit
FA	Serbest Yağ Asitleri
Fe	Demir
GSH	Glutasyon
Ig A	İmmunoglobülin A
Ig D	İmmunoglobülin D
Ig E	İmmunoglobülin E
Ig G	İmmunoglobülin G
IU	Ünite
Mg	Magnezyum
PAS	Peynir Altı Suyu
TG	Trigliserid
TK	Total Kolesterol
TP	Total Protein
Zn	Çinko
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
TABLolar DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Sütün Bileşimi ve Özellikleri.....	3
2.1.1. Su	3
2.1.2. Süt Yağı	4
2.1.3. Süt Proteinleri	7
2.1.4. Süt Karbonhidratları.....	12
2.1.5. Süt Mineralleri.....	14
2.1.6. Süt Vitaminleri.....	17
2.2. Farklı Türlerle Ait Sütlerin Bileşimi ve Özellikleri	23
2.2.1. Koyun Sütü.....	23
2.2.2. Keçi Sütü.....	29
2.2.3. Manda Sütü.....	34
2.2.4. İnsan Sütü	37
2.3. Sütün İnsan Beslenmesindeki Önemi.....	37
3. MATERYAL ve METOT	39
3.1. Materyal.....	39
3.2. Metot.....	39
3.2.1. Süt Serumunun Çıkarılması.....	39
3.2.2. Süt Serumunda α -S1-kazein ve β -laktoglobulin Düzeylerinin Belirlenmesi.....	39
3.2.3. Süt Serumunda Kalsiyum, Magnezyum, Demir, Çinko, Total Protein, Albumin, Total Kolesterol ve Trigliserit Düzeylerinin Belirlenmesi	41
3.2.4. İstatistiksel Değerlendirme.....	46
4. BULGULAR	47
4.1. Süt Serumda Bazı Biyokimyasal Parametre Düzeyleri.....	47
4.2. Süt Serumda Bazı Mineral Düzeyleri.....	49
4.3. Süt Serumda α -S1-kazein ve β -laktoglobulin Düzeyleri.....	50
5. TARTIŞMA	52
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	60
KAYNAKLAR	61
ÖZGEÇMİŞ	71

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1. Süt bileşenleri	3
Tablo 2. Sütün yağ asiti kompozisyonu	5
Tablo 3. Koyun, keçi ve inek sütünün yağ asitleri ve trigliserit profili	6
Tablo 4. Süt proteinlerinin fraksiyonları	7
Tablo 5. Sütün azotlu maddeleri	10
Tablo 6. %3 Yağlı inek sütünün vitamin içeriği	19
Tablo 7. Koyun, keçi ve inek sütü içindeki vitamin düzeyleri	19
Tablo 8. Çeşitli tür sütlerin ortalama bileşimi (%)	24
Tablo 9. Çeşitli sütlerinin aminoasit içeriği	25
Tablo 10. Koyun, keçi, manda ve inek çığ sütünün kazein fraksiyonları	26
Tablo 11. Koyun, keçi ve inek sütü proteinlerinin genetik çeşitliliği	26
Tablo 12. Keçi, koyun ve inek sütlerinin bazı fizikokimyasal özellikleri	31
Tablo 13. α -S1-kazein aminoasit kompozisyonu	32
Tablo 14. İnek, koyun, keçi ve manda sütünün ortalama genel bileşimi	36
Tablo 15. Total Kolesterol düzeyinin belirlenmesi amacıyla kullanılan reaktifler	41
Tablo 16. Total Kolesterol düzeyinin belirlenmesi	41
Tablo 17. Total Protein düzeyinin belirlenmesi amacıyla kullanılan reaktifler	42
Tablo 18. Total Protein düzeyinin belirlenmesi	42
Tablo 19. Albümin düzeyinin belirlenmesi amacıyla kullanılan reaktifler	43
Tablo 20. Albümin düzeyinin belirlenmesi	43
Tablo 21. Trigliserit düzeyinin belirlenmesi amacıyla kullanılan reaktifler	44
Tablo 22. Trigliserit düzeyinin belirlenmesi	44
Tablo 23. Magnezyum düzeyinin belirlenmesi amacıyla kullanılan reaktifler	45
Tablo 24. Demir düzeyinin belirlenmesi amacıyla kullanılan reaktifler	45
Tablo 25. Çinko düzeyinin belirlenmesi amacıyla kullanılan reaktifler	46
Tablo 26. İnek, koyun, keçi ve manda sütündeki TP, ALB, GLO, ALB/GLO, TK, TG düzeyleri	47
Tablo 27. İnek, koyun, keçi ve manda sütündeki serumdaki Ca, Mg, Fe, Zn düzeyleri	49
Tablo 28. İnek, koyun, keçi ve manda sütündeki α -S1-kazein ve β -laktoglobulin düzeyleri	50

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Farklı süt örneklerindeki TP, ALB ve GLO değişimi	47
Şekil 2. Farklı süt örneklerindeki trigliserit ve total kolestrol düzeyi	48
Şekil 3. Farklı süt örneklerinin mineral değerleri	50
Şekil 4. Farklı süt örneklerindeki α -S1-kazein düzeyi	51
Şekil 5. Farklı süt örneklerindeki β -laktoglobulin düzeyi	51



1. GİRİŞ

Süt, memeli ve dişi hayvanların yeni doğurdukları yavrularını besleyebilmek amacıyla, süt bezlerinden salgılanan, içeriğinde yavrunun kendini besleyecek duruma gelinceye kadar almak zorunda olduğu bütün besin maddelerini yeterli ve dengeli olarak bulunduran, rengi beyaz ve tonları olan bir sıvıdır (Gürsoy, 2015). Süt beslenme uzmanları ve doktorlar tarafından insan beslenmesi için temel gıda maddesi olarak kabul edilmektedir. Süt kalsiyum, fosfor ve riboflavin (vit B2) içeriği yönünden zengindir. Elzem aminoasitleri ve yağ asitlerini bünyesinde bulundurmaktadır. Sadece sütte bulunan bileşenler; laktoz, süt yağı, kazein, laktoalbümin ve laktoglobülin'dir. Sütün enerji değeri de bileşimine bağlı olarak farklılıklar göstermekle birlikte genel olarak 1 litre % 3 yağlı içme sütü 615 kcal enerji vermektedir (Gürsoy, 2015).

Süt, içerdiği yüksek değerlerde besin öğeleri nedeniyle insan sağlığı ve beslenmesinde en önemli gıda maddelerinden birisi olarak kabul edilmektedir. Bu besin öğelerinden dolayı süttten insanlık tarihi boyunca çok çeşitli şekillerde faydalanılmış ve halen faydalanılmaktadır (Özkan, 2002).

Yenidoğanlar için anne sütü yaşamının ilk dönemlerinde en uygun ve yararlı besindir. İnek, manda, deve, keçi, koyun ve insan gibi pek çok canlı beslenme ve gelişme açısından son derece değerli bir içeriğe sahip olan sütü vücutlarında üretebilmektedirler (Fox ve McSweeney, 1998). Yaşamın her evresinde gerekli olan süt, C vitamini ve demir dışında makro ve mikro besin öğeleri için oldukça iyi bir kaynaktır. Bebeklik, çocukluk, gebelik-emzicilik ve yaşlılık dönemlerinde kemik sağlığı bakımından önemi bilinen sütün; obezite, kanser, hipertansiyon gibi kronik hastalıklarla ilişkisini gösteren araştırmalar da mevcuttur ve bu yönde gerçekleştirilen bilimsel çalışmalar da her geçen gün artmaktadır (Black ve ark., 2002). Her yavrunun büyüme ve gelişmesinin, kemik sağlığı ve immün sistem gelişiminin optimum sağlanması, yaşam kalitesinin artması için kendi annesinin sütünü almaya ihtiyacı vardır (Fox ve McSweeney, 1998).

Anne sütü bebeklerin büyüme ve gelişmesi için çok faydalı olduğu bilinse de bazı ender durumlarda annenin sütünün verilmesi sakıncalı bulunmaktadır (Giray, 2004). İnek sütü proteinleri bebeklerin anne sütünden sonra genellikle ilk

aldıkları proteinlerdir. Bebeklerde ve çocuklarda yaşamın ilk yıllarında % 2-3 oranında inek sütüne karşı alerji gelişebilmektedir (Saarinen ve ark., 1999; Burks 1999). İnek sütü bebek ve çocuk diyetinde birincil besin olmasından dolayı çocuklarda ve bebeklerde en önemli ve en yaygın alerjik besindir. İnek sütü proteinlerine bağlı alerjik reaksiyonlar yaşamın ilk haftalarından itibaren ortalama 3. ayda başlamakta ve bağırsağın fonksiyonel ve morfolojik yapısının gelişmesi ve hedef organda duyarlılık azalması sonucu genellikle 2-3 yaşlarında ortadan kalkmaktadır. Yetişkin insanda da alerjiye sebep olan başlıca gıdalardan biride inek sütü olduğu bildirilmiştir (Öztürk ve Besler, 2008).

Süt kalsiyum ve fosfor gibi çok önemli mineraller, protein ve riboflavin gibi bazı B grubu vitaminlerinin önemli kaynağıdır. Bu nedenle halk sağlığı açısından çok önemli bir besin olarak kabul edilmektedir. Süt proteinlerinin büyüme gelişmeye katkısı, doku farklılaşmalarındaki etkinliğinin yanı sıra; kalsiyum emilimi ve immün fonksiyonlar üzerine olumlu etkilerinin olduğu, kan basıncını ve kanser riskini azalttığı, vücut ağırlığının kontrolünde etkin olduğu, diş çürüklerine karşı koruyucu olduğu bilinmektedir (Jain, 1998).

Bu çalışmada Samsun'da yetiştirilen inek, manda, koyun ve keçilerden sağım sonrası elde edilen çiğ süt örneklerinde alfa S1-kazein, beta laktoglobulin düzeyleri ile bazı biyokimyasal ve mineral değerlerin araştırılması ve karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi amaçlandı.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sütün Bileşimi ve Özellikleri

Süt dişi memeli hayvanların yavrularını besleyebilmeleri için süt bezlerinden salgılanan, içeriğinde yavrunun bedensel ve zihinsel gelişimi için elzem besin maddelerini yeterli miktarda bulunan bir sıvıdır (Gürsoy, 2015). Türk Gıda Kodeksi'nde ise süt, bir veya daha fazla sayıda memeli hayvanların sağılmasıyla elde edilen, 40 °C'nin üzerinde ısıya maruz kalmamış veya eş değer etkiye sahip herhangi işlem görmemiş kolostrum dışındaki salgı olarak tanımlanmıştır (Gürsoy, 2015).

Süt bileşimi başta alındığı hayvanın türüne bağlı olmak üzere pek çok faktöre göre değişmektedir. Sütte genel olarak protein, yağ, şeker gibi temel besin öğeleri çok miktarda bulunur. Ancak az miktarlarda bulunan vitaminler, mineraller gibi mikro besin öğelerinin sütün özelliklerine katkısı çok büyüktür. Yalnızca sütte bulunan laktoz sütün tek karbonhidratı olup, glukoz ve galaktozdan oluşan bir disakkarittir. Laktoz beyin ve sinir gelişimi için önem taşır (Gürsoy, 2015).

Sütün kompozisyonunu su, süt yağı, yağsız kuru madde, protein, laktoz, mineraller (kalsiyum, fosfor, magnezyum, sodyum, potasyum, demir, bakır ve diğ.), asitler (Sitrik, formik, laktik, asetik, okzalik asitler), enzimler (Peroksidaz, katalaz, fosfataz, lipaz), gazlar (oksijen, nitrojen), vitaminler (A, D, tiamin, riboflavin ve diğerleri) oluşturmaktadır. Sütün bileşenleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Süt bileşenleri (Özkan, 2002).

Süt Bileşenleri	Miktar (%)
Su	87,5
Kurumadde	12,5
Kurumaddede yağ	3,5
Yağsız Kurumadde	9
Protein (serumda)	3,6
Süt şekeri	4,7
Tuzlar	0,7

2.1.1. Su

İçerik olarak sütün, hayvan türlerine göre değişiklik gösterse de, % 60–90'ı sudan oluşmaktadır. İnsan sütü ve inek sütünün %87'sinin su olduğu bildirilmiştir. Sütün içinde bulunan su miktarı üretildiği memeli canlının laktoz

sentezine bağılıdır. Su miktarı daha az olan sütte protein ve lipid içeriği daha yüksek olup, daha viskoz yapıda olduğu bildirilmiştir. Sütteki diğer bileşenler ise çözülmüş, süspansiyon halinde dağılmış ya da emülsifiye formda bulunmaktadır (Özkan, 2002).

Sütün içeriğinde bulunan çözünebilir maddeler tuz, mineraller ve süt şekeri olup sütün içeriğindeki su sayesinde çözünmektedir. Protein ve yağlarda ise su dispersiyon ortamı oluşturmaktadır. Sütün içeriğindeki su sayesinde yağ emülsiyon formunda, kazein yani süt proteini ise koloidal olarak dağılmış haldedir. Sütün içeriğindeki suyun %3-4 kadarının çözücü olarak işlev görmediği bildirilmiştir (Özkan, 2002).

2.1.2. Süt Yağı

Süt lipidleri sütün içeriğinde bulunan yağlardır. Sütteki lipidler metabolizma için elzem olan bazı yağ asitlerini ve yağda çözünebilir vitaminleri içermektedir. Ayrıca insanda süt yağlarının sindirim ve emilimi sağlık açısından çok önemlidir. Sütteki lipidler sütün kokusunun ve tadının oluşmasına, ayrıca çok fazla viskoz bir yapıda olmamasına katkı sağlamaktadır. Süt içerik olarak %3-4 oranında yağ içermektedir. İnsanda ya da hayvanda süt bileşimindeki yağ miktarı beslenmeye bağlı olarak değişmektedir. Sütün içindeki lipidler kaba dispers şeklinde yağ globülleri halinde dağılmış olarak bulunmaktadır. Süt lipidleri; globül, çekirdek ve bunu saran zardan meydana gelmektedir. Çekirdek trigliseridlerden meydana gelir ve bu çekirdeği fosfolipid tabakası kaplamaktadır. Bu fosfolipid tabakası lesitin, kefalın, sfingomiyelin ve serebrositlerden oluşmaktadır. Ayrıca, karotenoid ve A vitamini de önemli miktarlarda bulunmaktadır (Özkan, 2002).

Sütte bulunan lipidlerin yaklaşık % 98'ü trigliseridlerdir. Geriye kalan süt lipidleri serbest yağ asitleri, monogliseridler, digliseridler, fosfolipidler, steroller ve hidrokarbonlardır (Kaptan, 1971).

Gliserin ile 3 farklı ya da aynı tür yağ asidinin bir araya gelmesiyle trigliseridler meydana gelir. Süt lipidleri yapısal olarak kısa zincirli yağ asitlerini bulundurur. Canlılar sütteki trigliseridi üretirken gerekli olan gliserin hemen hemen tamamen kandan şekeri glukozdan sağlar. Bu sentez meme dokusunda olur. Trigliseridler yapısal özelliklerine göre farklı şekillerde sınıflandırılır. Yağ asitleri kompozisyonu sütün fiziksel yapısının oluşmasında önemlidir (Richardson, 1980).

Süt yağındaki 18 karbonlu doymamış yağ asitleri ve çift sayılı karbon atomlu doymuş yağ asitleri (özellikle miristik, palmitik, stearik asit) daha fazla miktarda bulunmaktadır. Sütteki yağların belirtilen özellikleri sütün oda sıcaklığında katı veya sıvı olmasına, erime ve donma dereceleri ayrıca su ve alkoldeki çözünürlükleri gibi kimyasal ve fiziksel özelliklerini etkilemektedir (Hele, 1985). Sütün yağ asitleri kompozisyonu Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Sütün yağ asiti kompozisyonu (İzmen, 1978).

* Zincir uzunluklarına göre
Uzun zincirli yağ asitleri: Miristik, palmitik, stearik, oleik asitler
Kısa zincirli yağ asitleri: Bütirik, kaproik, kaprilik ve kaprik asitle
*Çift bağların bulunmasına göre
Miristik, palmitik ve stearik asitler sütte yer alan doymuş yağ asitleridir.
*Karbon atomları sayılarına göre
Tek sayılı ve çift sayılı karbon atomuna sahip yağ asitleri.
*Yapılarının dallanmış olmasına göre yağ asitleri

Fosfolipidler: Süt yağının yaklaşık olarak % 0,2-1’i fosfoliseritlerden oluşmaktadır. Sütteki fosfolipid düzeyi çevresel ve bireysel koşullara bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Fosfolipidler özellikle hücre zarında bulunmakta olup, membran yapısının %20 kadarı fosfolipidlerden oluşmaktadır. Fosfolipidler suda çözünmeyerek alkol, eter, kloroform gibi organik çözücülerde çözünebilirler. Esansiyel yağ asitleri yüksek oranda fosfolipid içerdiği için, beslenme açısından önemli bileşenlerdir. Fosfolipidler yağ globülleri çevresinde emülsiyon kılıfları oluşturarak emilimi yükseltirler. Fosfolipidler kolesterolü çözerek damar tıkanıklığı olarak bilinen arteriosklerozis oluşumunu engellediği bildirilmiştir (Stull ve Brown, 1962).

Serbest Yağ Asitleri: Süt yağında % 0,2-0,4 gibi az bir oranda serbest yağ asitleri bulunmaktadır. Bu serbest yağ asitleri sütün tadının kötüleşerek acılaşmasına neden olmaktadır. Beklemiş sütlerde de hidrolizasyon sonucu serbest yağ asitleri ortaya çıkmaktadır. Bu kısa zincirli serbest yağ asitlerinin miktarının artışı acılaşmaya neden olarak sütün doğal tat ve aromasının bozulmasına neden olmaktadır (Gürsoy, 2015). İnek, keçi ve koyun sütünde içerisinde yer alan yağ asitleri Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3. Koyun, keçi ve inek sütünün yağ asitleri ve trigliserit profili (Albenzio ve ark. 2016; Park ve ark. 2007; MacGibbon ve Taylor 2006)

Lipitler	İnek sütü	Keçi sütü	Koyun sütü
<i>Yağ asitleri</i>			
C4:0 (g/100g)	3,9	2,18	3,51
C6:0 (g/100g)	2,5	2,39	2,9
C8:0 (g/100g)	1,5	2,73	2,64
C10:0 (g/100g)	3,2	9,97	7,82
C12:0 (g/100g)	3,6	4,99	4,38
C13:0 (g/100g)	0,19	0,15	0,17
C14:0 (g/100g)	11,1	9,81	10,4
C14:1 (g/100g)	0,8	0,18	0,28
C15:0 (g/100g)	1,2	0,71	0,99
C16:0 (g/100g)	27,9	28,2	25,9
C16:1 (g/100g)	1,5	1,59	1,03
C17:0 (g/100g)	0,6	0,72	0,63
C18:0 (g/100g)	12,2	8,88	9,57
C18:1 (g/100g)	21,1	19,3	21,1
C18:2 (g/100g)	1,4	3,19	3,21
CLA (g/100g)	1,1	0,7	1,6
C18:3 (g/100g)	1	0,42	0,8
C20:0 (g/100g)	0,35	0,15	0,45
<i>Triasilgliseroller</i>			
C26:0 (g/100g)	0,06	0,49	0,72
C28:0 (g/100g)	0,57	1,23	1,6
C30:0 (g/100g)	1,13	2,47	2,52
C32:0 (g/100 g)	2,56	4,06	3,63
C34:0 (g/100 g)	5,95	6,2	6,03
C36:0 (g/100 g)	10,8	9,4	9,64
C38:0 (g/100 g)	12,5	12,1	12,8
C40:0 (g/100 g)	9,87	12,6	12
C42:0 (g/100 g)	6,87	12,5	9,02
C44:0 (g/100 g)	6,47	11,6	8,08
C46:0 (g/100 g)	7,32	8,1	6,77
C48:0 (g/100 g)	9,12	5,84	6,67
C50:0 (g/100 g)	1,2	5,85	7,63
C52:0 (g/100 g)	10	4,92	8,43
C54:0 (g/100 g)	4,99	2,01	4,48

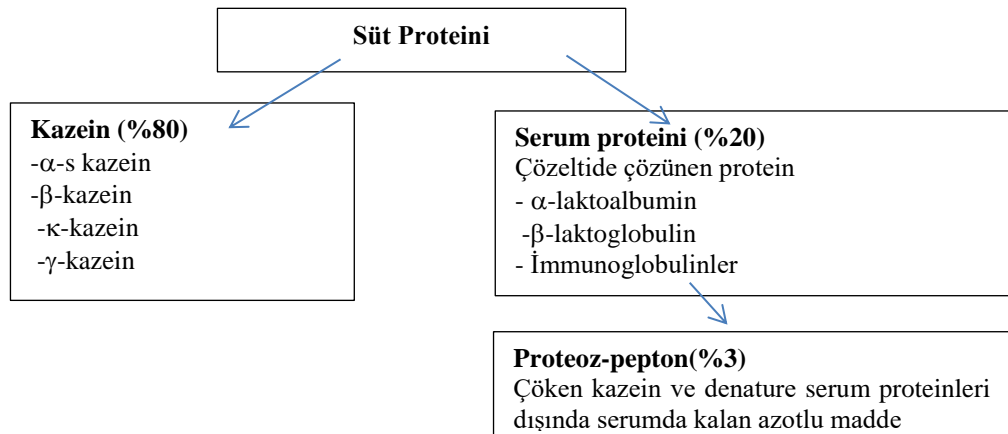
2.1.3. Süt Proteinleri

Sütte bulunan proteinler yapı maddesi ve besin ögesi olarak çok önemlidir. Canlıların büyüme, gelişme, çoğalma, vücut yapısının oluşturulması ve onarılması, hayatlarını devam ettirme gibi birçok olayda proteinler önemli rol oynarlar. Sütte bulunan proteinlerden bazıları canlı vücudu tarafından üretilmediği için gıdalar ile birlikte alınması zorunludur (Özer ve ark., 2010).

Proteinlerin yapıtaşları aminoasitlerdir. Aminoasitlerden birinin karboksil grubu diğer aminoasidin amino grubuyla bağ kurarak peptid bağları oluşturur bu bağlar peptidleşme reaksiyonu verirler. Sütün içerisinde tüm aminoasitlerden bulunmaktadır (Hayam ve ark., 2017). Vücudun kendisinin üretilmediği fakat metabolizma için gerekli tüm esansiyel aminoasitler de sütte bulunmaktadır. Süt proteinlerinin biyolojik değeri diğer gıdalarla karşılaştırıldığında oldukça yüksek olduğu bildirilmiştir. Biyolojik değer; gıdadan 100 gram protein alındığı zaman bunun kaç gramının doku proteinine dönüştüğünü ifade eden değeri ifade etmektedir. Biyolojik değeri en yüksek olan protein kaynağının yumurta olduğu kabul edilmektedir ve biyolojik değeri 100 olarak ifade edilmektedir. Diğer proteinlerin biyolojik değerleri yumurta proteinini baz alınarak tespit edilmektedir. Süt proteini, özellikle peynir suyu proteini fraksiyonu laktalbuminin biyolojik değeri çok yüksek olduğu bildirilmiştir (Eker ve Yurdakul, 2006).

Süt proteinleri kazeinler (% 80) ve serum proteinleri (% 20) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kazeinler, α -kazein, β -kazein, γ -kazein ve κ -kazein'den oluşmaktadır. Serum proteinleri ise albuminler (süt proteinlerinin %15'i), globulinler (immunglobulinler) (süt proteinlerinin %2'si) ve proteoz-peptonlardan (süt proteinlerinin %3'ü) oluşmaktadır (Tablo 4) (Metin, 2008).

Tablo 4. Süt proteinlerinin fraksiyonları (Metin, 2008).



Süt fraksiyonları arasındaki en temel farkın fosfor miktarındaki farklılık olduğu bildirilmiştir. Kazein bir fosfoprotein olmasına rağmen serum proteinlerinde fosfor ya hiç bulunmamakta ya da çok az miktarda bulunmaktadır. Fraksiyonlar arasındaki ikinci önemli farkın ise kükürt miktarları olduğu bildirilmiştir. Serum proteinleri (1,73), kazeine (0,758) oranla daha fazla kükürt içermektedir. Kükürt içeren proteinler, metiyonin, sistin ve sistein gibi kükürt içeren aminoasitler bakımından zengindir. Bu nedenle serum proteinleri kazeine oranla daha fazla esansiyel aminoasit içerirler ve serum proteinleri beslenme fizyolojisi açısından oldukça önemlidir. Kazein diğer proteinlere oranla daha fazla miktarda glutamik asit ve aspartik asit içermesi nedeniyle daha asidiktir. Kazein yüksek miktarda prolin içermekte olup bu durum az oranda α -heliks yapının oluşmasına neden olur ki, bunun sonucunda polipeptitler güçlü şekilde katlanırlar. α -laktalbuminin çok fazla miktarda triptofan içerdiği bildirilmiştir (Öner, 2007).

Kazein: Sütün esas proteini olarak bilinen kazeinler, sütün asit ile muamelesinden sonra çökmeyen kısımdır ve dört farklı doğal kazeinden (α -s1, α -s2, β -, ve κ -) oluştuğu bildirilmiştir (Ginger ve Grigor, 1999). Bu proteinler 6. kromozomda yer alan bir gen kümesi tarafından kodlanmaktadır (Mercier ve Vilotte, 1993). Sütteki proteinin hemen hemen %80'ini kazein oluşturmaktadır. Sütün içeriğindeki kazein miktarı sütün çeşidine, mevsimsel, çevresel koşullara ve beslenme durumuna bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir. En önemli kazein fraksiyonları alfa (S1), alfa (S2) kazeinleri, beta kazein ve kapa kazeinleridir. Kazein bu fraksiyonların birleşmesinden meydana gelmiş heterojen bir karışımdır. Sütte kazein kalsiyum tuzu halinde bulunmaktadır. Kazeinde % 6 miktarda kolloid halinde kalsiyum fosfat bulunmaktadır. Kazein bir kalsiyum kazeinat-fosfat kompleksidir. Kazeinlere taşıdığı bir miktar fosforik asitten dolayı fosfoproteinler de denilmektedir (Walstra, 1990).

Sütlerin en önemli kazein fraksiyonlarından birisi olan α s1- kazein, keçi sütünde polimorfizm çalışmalarının yapıldığı ilk süt proteini olup, tüm kazein genleri içinde en fazla polimorfik olanıdır (Trujillo ve ark. 1998).

Süt Serum Proteinleri: Yağsız sütte bulunan kazeinlerin yüksek devirde santrifüj veya asitifikasyon ile çökertilmesinden sonra geriye kalan çözelti içerisindeki proteinler “serum proteinleri” olarak adlandırılmaktadır ve süt

proteinlerinin yaklaşık % 20'sini oluşturmaktadırlar. Bu proteinler sıvı fazda kazeinlerin aksine çözülmüş olarak bulunurlar (Grosclaude, 1979). Tüm süt proteinlerinin hemen hemen %20'sini süt serumu proteinleri oluşturur. Süt serum proteinlerinin başlıcaları; laktalbumin, laktoglobulin, immünoglobulin, proteoz peptonlarıdır. Laktalbumin: biyolojik değeri yumurtadan bile üstün olan laktalbumin süt proteinlerinin yüzde %10'luk bir bölümünü oluşturmaktadır. Laktalbumin suda kolloidal olarak çözünebilir. Laktalbumin süt serumunda kazeinden daha küçük kolloid tanecikler meydana getirmektedir. Sütte yer alan hidrofil karakterli proteinlerdendir. Bu nedenle asitle kolayca pıhtılaşmaz. Bu özelliği ile kazeinin de pıhtılaşmasını bir dereceye kadar engelleyerek süt yapısında koruyucu bir rol oynamaktadır (Ganguli ve ark., 1962).

β -laktoglobulin: Domuz, at, balina, kedi ve yunus balıkları gibi tek midelilerin ve ruminatların major süt serum proteini olan β -Ig (β -laktoglobulin)'in biyolojik fonksiyonu henüz bilinmemekle beraber, retinol ve yağ asitlerinin transportunda bir rolü olduğu düşünülmektedir. β -laktoglobulin inek ve diğer işkembeli hayvanların sütlerinde bulunmaktadır. PAS (peynir altı suyu) proteinleri içerisinde en yüksek orana (%58) sahip olup ve ilk kez 1934'te belirlenmiş bir proteindir (Yerlikaya ve ark., 2010). Bazı araştırmacılar genellikle insan sütü ve kemirgen sütlerinde β -Ig'nin olmadığını belirtse de, bazı çalışmalarda insan sütünde az miktarda bulunduğu bildirilmiştir (Hambling ve ark., 1992; Hernández-Ledesma ve ark., 2008).

β -laktoglobulin diğer fraksiyonlara oranla daha önemli olup, miktar olarak da toplam laktalbuminlerin yarısından fazlasını oluşturur. pH 5.2'de dialize edildiğinde β -laktoglobulin kristalleri elde edilir. Lösin ve lizin aminoasitleri açısından oldukça zengindir. β -Ig yeni doğanlarda pasif bağışıklığın taşınmasında ayrıca meme bezinde fosfor metabolizmasının düzenlenmesinde rol oynadığı bildirilmektedir. Bu proteinin aminoasit yapısında sistein bulunduğundan kas gelişiminin yanında, glutasyon (GSH) sentezi için oldukça önem taşımaktadır. Tüm bunlara ek olarak yağ asidi veya lipid bağlayıcı protein olarak da görev aldığı bildirilmiştir (De Wit, 1998; Yerlikaya, 2010).

β -Ig elzem bir aminoasit olan sisteince zengindir ve retinole (provitamin A) bağlıdır. Angiotensin-converting enzimi (ACE), kan basıncının

düzenlenmesinde yani hipertansiyonda büyük rol oynamaktadır. β -lg'in proteolitik parçalanması sonucu elde edilen çeşitli peptidler ACE'ye karşı engelleyici rol oynamaktadır (Chatterton ve ark., 2006).

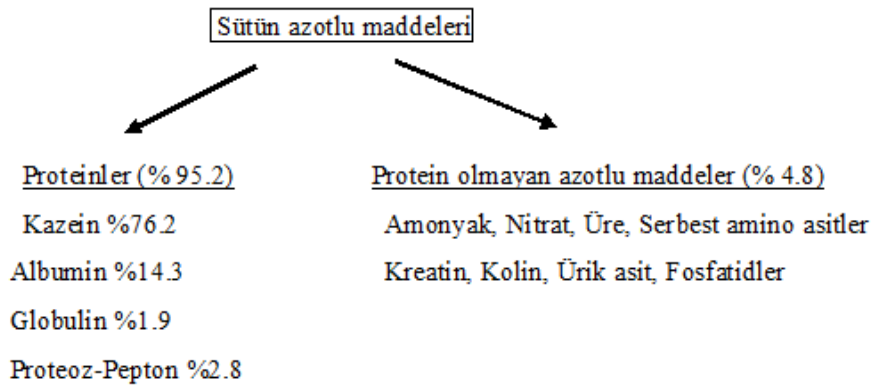
Tüm süt proteinlerinin %2'sini laktoglobulin oluşturmaktadır. Ağız sütü denilen kolostrumda ise miktarı oldukça yüksek olup "kolostrum proteini" olarak ta adlandırılmaktadır. Kolostrumda yüksek miktarda olması sayesinde yeni doğanı enfeksiyonlara karşı korumada önemli bir rol oynadığı ve antimikrobiyal bir fonksiyonu bulunduğu bildirilmiştir. İmmün sistemine yaptığı katkıdan dolayı "immünoglobulin" veya "immünoprotein" olarak da adlandırılmaktadır (Hunter, 1950).

Proteoz-peptonlar ise süt serumunda bulunan süt proteinlerinin parçalanması sonucu ortaya çıkan ürünlerdir. Süt proteinleri içinde ısıya karşı en dirençli olanları proteoz ve peptonlar olduğu bildirilmiştir (Swanberg, 1975).

α -laktalbumin: Laktoalbumin serum proteinlerinden amonyum sülfat ile çöktürülerek ayrılabilen protein fraksiyonudur. Hayvan türleri arasında süt proteinleri içerisindeki düzey farklılıkları hakkında sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Alfa laktalbuminin meme bezinde laktoz biyosentezi için gerekli olduğu ve süt sentezinde önemli rolü olan bir süt proteini olduğu bildirilmiştir (Vilotte ve ark., 1991; Hayes ve ark., 1993).

Sütteki azotlu maddelerin % 95,2'si protein yapısında azotlu maddelerden ve % 4,8'i protein yapısında olmayan azotlu maddelerden oluşmaktadır. Sütün azotlu maddeleri Tablo 5'te gösterilmektedir (Metin, 1999).

Tablo 5. Sütün azotlu maddeleri (Metin, 1999).



İnek sütündeki süt proteinleri miktarına (30-35 g/l) incelendiğinde, albuminlerin β -laktoglobulin (2-4 g/l), α -laktalbumin (1-1,5 g/l) ve kan serum albumini (0,1-0,4 g/l) yapısında bulunduğu belirlenmiştir (Metin, 1999).

α -laktalbumin toplam laktalbuminlerin yaklaşık %20-25'ni oluşturmaktadır. Lizin, lösin, sistin ve aspartik asit açısından zengindir. Dializ, pH 4,0' de yapıldığında α -laktalbumin kristalleri meydana gelmektedir. Bu protein, sulandırılmış tuz çözeltilerinde, β -laktoglobulin'e oranla daha az çözünmektedir. α -laktalbuminin, antikarsinojenik, antimikrobiyal, anjiyotensin dönüştürücü enzim (ADE) inhibisyonu, büyümeyi destekleyici ve opioid (rahatlatıcı) gibi etkilere sahip olduğu bilinmektedir. Yüksek miktarda triptofan içerdiğinden dolayı strese karşı olarak kullanılabilen fonksiyonel bir gıda bileşeni olarak kullanım potansiyeline sahip olduğu bildirilmiştir (Chatterton ve ark., 2006).

α -laktalbumin insan ve inek sütünde bulunmaktadır. Toplam PAS proteininin yaklaşık %25'ini oluşturmaktadır. α -laktalbumin meme bezlerinde laktozun biyosentezinde bir koenzim gibi davranmaktadır. Bebek mamalarında saf α -laktalbumin kullanılmaktadır, çünkü insan sütündeki temel proteine yapı ve kompozisyon açısından oldukça benzediği bildirilmiştir (Yerlikaya ve ark., 2010). Özellikle lösin, lizin, sistin ve aspartik asit aminoasitleri bakımından zengindir (Üçüncü, 2004; Dedebaş, 2009). Ayrıca α - laktalbumin bağışıklığı güçlendirmekte ve bazı kanser türlerinin risklerini de azaltmaktadır. α - laktalbumin kısa zincirli aminoasitlerin iyi bir kaynağı olmasından dolayı aynı zamanda sporcu gıdalarında da kullanılmaktadır (De Wit, 1998; Harper, 2000; German ve ark., 2001; Dedebaş, 2009).

Laktalbumin yüksek biyolojik değere sahiptir. Biyolojik değeri yumurtadan yüksektir. Suda koloidal olarak çözünür özellikte olup, hidrofil niteliktedir. Laktalbumin kazeinin pıhtılaşmasını bir dereceye kadar engelleme özelliğine sahiptir. Asit ve peynir mayasına karşı oldukça dayanıklı olup, sıcaklığa karşı oldukça hassastır (Dedebaş, 2009).

Serum Albümin: Sığır serum albümini toplam süt serumu proteinlerinin yaklaşık % 10-15'ini oluşturan büyük bir moleküldür. Albümin, meme hücresinde sentezlenememektedir, sadece kan akışıyla süte geçmektedir. Serum albümin yapısı ve boyutu nedeniyle serbest yağ asitlerini ve lipitleri bağlayabilmektedir (De Wit,

1998). Serum albümini elzem aminoasit kaynağıdır ancak potansiyel tedavi edici aktivitesi hakkında yeterli bilgi bulunmamaktadır (Bayram, 2007).

İmmünglobulinler: Süt proteinlerinin yaklaşık olarak % 2'si ve serum proteinlerinin % 10-15'i gibi önemli bir miktarı immünglobülinlerden oluşmaktadır. İnek sütünden üretilen peynirlerin sularında ve ağız sütünde IgA (immunoglobülin A), IgG (immunoglobülin G) ve IgE (immunoglobülin E) bulunurken, insan sütünde IgD (immunoglobülin D) ve IgE bulunmaktadır (Karagözlü ve Bayarer, 2004).

2.1.4. Süt Karbonhidratları

Sütün karbonhidrat içeriğinin çok büyük bir kısmını süt şekeri olan laktoz meydana getirmektedir. Sütteki diğer karbonhidratlar sütte çok az miktarda bulunduğundan laktoz kadar bir öneme sahip değildir. Laktoz süt oluşumunda temel bir rol üstlenmektedir. Düşük yoğunlukta bulunan diğer karbonhidratlar ise serbest glukoz ve galaktoz, amino şekeri ile şeker fosfatları oluşturmaktadır (French ve ark., 1989).

Süt temel bir karbonhidrat kaynağı olmadığı için laktozdan gelecek olan enerji beslenme açısından çok önemli bir değere sahip değildir. Günlük olarak karbonhidratlardan sağlanabilecek olan enerji miktarı toplam enerjinin %50'si kadar olmalıdır. Süt ve süt ürünlerinin enerji sağlamada karbonhidratlar yönünden payları oldukça düşük olduğu bildirilmiştir (French ve ark., 1989).

Laktoz: Laktoz su ile parçalandığında α -D-glukoz ve β -D-galaktoza parçalanan bir disakkarittir. Laktoz disakkarit olup, glukoz ve galaktozdan oluşmaktadır. Glukoz ve galaktoz, galaktozun aldehit grubu ile birbirine bağlanmıştır. Bu birleşme sırasında glukozun 4. karbon atomu ile galaktozun 1. karbon atomu oksijen köprüsü bağlandığından laktoz, " β -1-4- galaktozido-glukoz" olarak isimlendirilir. Glukozdaki aldehit grubu laktoza indirgen özellik kazandırmaktadır (Gürsoy, 2015).

Laktoz doğada sadece sütte yer alır bu nedenle laktoz süt şekeri olarak bilinmektedir. Sütteki ortalama laktoz miktarı % 4-6 oranında olup, osmotik sistemde yer alışından dolayı dağılımı oldukça sınırlı alanlar içinde kalmaktadır. Gebelik ve emzirme dönemlerinde eser miktarlarda kan ve idrarda da laktoz

görülebilmektedir. Sütteki kuru maddenin 1/3'ünden fazlasını laktoz oluşturmaktadır. Laktoz; D-galaktoz ve D-glukoz monosakkaritlerden oluşmuş bir disakkarittir. Laktoz iki adet fraksiyona sahiptir. Bu fraksiyonlar α - ve β -şeklinindedir. Laktoz, ısı, enzimatik etki ve asidite arttıkça laktik aside dönüşmektedir (French ve ark., 1989).

Laktoz sütte çözünmektedir. Ayrıca laktoz fiziksel özellikleri açısından α -laktoz ve β -laktoz olmak üzere 2 izomer halindedir. α -laktoz ve β -laktozun fiziksel özellikleri birbirinden farklıdır. Kimyasal farklılık ise glukozun 1. karbon atomunda bulunan OH grubunun yeridir. α -laktoz da glukozun 1. karbon atomundaki OH grubu sağda ve β -laktoz da ise OH grubu solda yer almaktadır. α -laktoz ve β -laktozun saf çözeltisi bulunmamaktadır. Çünkü laktoz suda çözüldüğünde bir kısım α -laktoz β -laktoza, bir kısım β -laktoz da α -laktoza dönüşmektedir (Gürsoy, 2015).

Aşırı doymuş laktoz çözeltisi 93,5°C'nin altında herhangi bir sıcaklıkta ısıtılırsa, bir molekül su ayrılarak kristalize olur. Oluşan bu bileşenin özgül ağırlığı 1,54 erime noktası 201,60 °C'dir ve " α -laktoz monohidrat (C₁₂H₂₂O₁₁.H₂O)" olarak isimlendirilir (Gürsoy, 2015).

Aşırı doymuş laktoz çözeltisi 93,5°C'nin üzerinde ısıtıldığında, katı kristal oluşumu görülür. Oluşan bu bileşenin özgül ağırlığı 1,59, erime noktası 252,2 °C'dir ve " β laktoz anhidrit (C₁₂H₂₂O₁₁)" olarak isimlendirilir. Özgül çevirme derecesi +35°'dir. 93,5 °C'nin altında oldukça stabildir. Laktoz püskürtme yöntemiyle üretilen süttozlarında β -laktoz formunda bulunur (Gürsoy, 2015).

Glikolipidlerin yapısında bulunan galaktoz, laktozun yapısında bulunur. Bu yönden laktoz fizyolojik olarak önemli bir role sahiptir. Yapılan birçok çalışmada canlıların beyin gelişimi canlıların beslendiği sütteki laktoz oranına bağlı olduğu bilinmektedir. Ayrıca gıdalarla alınan laktoz, laktik aside dönüştüğünden barsaklardaki kalsiyum emilimini uzun süreli ve yüksek oranda artırmaktadır. Yapılan çalışmalarda laktaz enzimi eksikliği olan kişilerde kalsiyum emiliminin önemli miktarda azaldığı bildirilmiştir. Organizmada normal şartlarda bulunan mikroorganizmaların ortaya çıkardığı süt asidi bağırsakta asidik ortam oluşturduğundan kalsiyum absorpsiyonunu artırmaktadır. Barsakta oluşan bu asidite sadece kalsiyum değil magnezyum, fosfor gibi minerallerinde emilimini artırmaktadır. Tüm bunların yanı sıra barsaktaki bu asidite bağırsak yabancı

mikroorganizmaların gelişmesini engelleyici antiseptik görevi gördüğü bildirilmiştir. Ayrıca, laktozun yağ metabolizması üzerinde karaciğerdeki fazla yağ birikimini engelleyerek koruyucu etkiye neden olmaktadır. Ancak tüm bu faydalarına rağmen laktaz eksikliği nedeniyle laktozu parçalayamayan kişilerin laktozun süt asidine dönüştürülmüş olduğu süt ürünlerinin tüketmeleri gerekmektedir (French ve ark., 1989).

Diğer Süt Karbonhidratları: Laktoz dışında diğer karbonhidratlar sütte oldukça düşük oranda yer almaktadır. Glukoz, galaktoz ve diğer çeşitli şekerler iz olarak bulunan karbonhidratlardır (French ve ark., 1989).

2.1.5. Süt Mineralleri

Süt içerisinde temel bileşenler olan karbonhidrat, yağ ve proteinin yanı sıra metabolizmada çeşitli fonksiyonlara sahip vitamin ve mineralleri içerir. Mineraller metabolik aktivitelerin yürütülmesi için çok önemlidir. Sütün 500°C'ye kadar ısıtılmasıyla beyaz mavi renkte bir kül oluşmaktadır. Bu kül de sütte bulunan mineral maddeleri içermektedir (Liebert, 1951).

Kan ve süt mineral madde bakımından karşılaştırıldığında süt bezlerinin kandaki mineralleri seçerek süte aktarabildiği görülmüştür. Sütte kana göre potasyum, kalsiyum ve fosfor mineral maddeleri fazla olup; kanda da süte göre sodyum ve klor fazla bulunmaktadır. Süt ve kan arasındaki seleksiyon olayı tamamen anlaşılammıştır. Ancak hücre membranlarının seçici özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çeşitli türdeki canlıların sütlerindeki mineral maddelerin miktarları ve oranları farklılık göstermektedir. Keçi sütlerinin mineral madde toplamı inek sütüne yakın olup, inek sütünün mineral madde miktarı kadın sütünün 1/3'ü kadardır. Koyun sütleri ise mineral maddece en zengin sütlerdir. Beslenme, mevsim, çevre koşulları ve sekresyon rahatsızlıkları sütün mineral madde miktarını az ya da çok olarak etkilemektedir (Texdorf, 1972).

Kalsiyum: Kalsiyum kaynaklarından en önemlisi süttür. Sanayileşme sürecini tamamlamış ülkelerde gıda ile alınan kalsiyumun % 60-90'ı süt ve süt ürünleri ile alınır. Kalsiyum sütte iyonize formda bulunmaktadır. Sütteki kalsiyumun 1/5'i kalsiyum-kazein-fosfat kompleksi olarak kazeine bağlı bulunur. Sütteki kalsiyumun yarısı kolloidal anorganik kalsiyum ve kalan kısım anorganik kalsiyum olarak çözültide bulunmaktadır. Kemik ve diş yapısı için en önemli

minerallerden olan kalsiyum organizmanın yapısına katılır. Kalsiyumun emilimi aminoasitler, laktoz, D vitamini ve sitrik asit ile artmaktadır. Kalsiyum, süt ürünlerinin üretimi ve süt teknolojisi için önemlidir. Peynir gibi sütteki proteinlerin pıhtılaşmasıyla üretilen süt ürünleri yapımında kalsiyum önemli bir yere sahiptir. Peynir oluşumunda mayanın kazeinatı parçalaması ile oluşan parakazeinin pıhtıyı oluşturabilmesi için ortamda yeterli kalsiyumun olması gerekir. Bu bakımdan yapılan peynirin sertliği dışarıdan eklenen kalsiyum ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Texdorf, 1972).

Çinko: Çinko bitki ve hayvanlarda önemli fizyolojik etkileri olan ve çok sayıda biyolojik işlevde rol alan bir mikroelementtir. Elzem iz elementlerden biri olan çinko, insan vücudunda çok sayıda enzim sistemi ile ilişkilidir (Wills ve ark., 2008).

Çinko demirden sonra insan vücudunda en çok bulunan ikinci iz elementtir. İnsan vücudunda 300'den fazla enzimin fonksiyonu için gereklidir. Protein ve nükleik asit sentezi, gen ekspresyonu, DNA sentezi, enzimatik kataliz, hormonların depolanması ve salınımı, nörotransmisyon, hafıza ve görme, büyüme ve gelişme, tat ve koku duyusu gibi pek çok metabolik olaya katılmaktadır. Çinko minerali esansiyel olmasına rağmen fazla miktarda alındığında toksik etkisi bulunmaktadır (Walingo, 2009).

Çinko bağışıklık sistemini de birçok yönden etkiler. Çinko doğuştan genlerle gelen bağışıklık hücrelerinin, nötrofillerin ve öldürücü hücrelerin gelişimi ve işlevi için çok önemlidir. Makrofajlar, fagositoz ve sitokin retimi, T ve B hücrelerinin büyümesi ve işlevi de çinko mineralinden etkilenmektedir. Ayrıca bağırsaklarda meydana gelen sindirim olayları sırasında oluşan serbest radikallerin neden olduğu çinko, antioksidan özelliği sayesinde hasarın önlenmesinde rol oynamaktadır (Yamaguch, 2010).

Çinko yaraların iyileşmesi için gerekli bir mineraldir ve enfeksiyonlara karşı direnç oluşmasında da önemli katkısı bulunmaktadır. Çinkonun bu etkilerinin özellikle hücre rejenerasyonu ve immun sistem fonksiyonlarında önemli rol oynadığı ve bu sebeple çinko eksikliğinin pek çok enfeksiyonun gelişiminde bir risk oluşturduğu bilinmektedir. Ayrıca inko elementi hücre membran stabilitesinde etkinliği, enzim aktive etme yeteneği, oksin hormonunun sentezi gibi fonksiyonları

nedeni ile direkt olarak verimi ve kaliteyi etkileyen bir elementtir. Yapılan çalışmalar anne ve çocuk beslenmesi üzerinde etkisinin önemli olduğunu, çocuk ölümlerinin ve sakatlıklarının ~%4'ünden çinko eksikliğinin sorumlu olduğunu göstermektedir. Çinko eksikliği çocuk hastalıklarında ve ölümlerinde önemli bir risk faktörü olduğu bildirilmiştir (Maret ve Sandstead, 2006).

İnsan vücudunda pek çok temel fizyolojik rolde yer alan çinko eksikliği ciddi hastalıklara neden olur. Beslenme alışkanlıkları, besin yetersizliği, parazit enfeksiyonlar, çevre kirliliği gibi pek çok faktör vücutta çinko düzeyinin düşmesine neden olur. Kalsiyum, metal kompleksleri, proteinler, fitat, buğday kepeği, lignin ve hemiselülozlar da vücutta çinko emilimini etkilemektedir (Akdeniz ve ark., 2016). Çinko yetersizliğinde; büyümede gerilik (cücelik), cinsiyet organlarının gelişmesinde gecikme, hastalıklara dirençsizlik, yaraların iyileşmesinde gecikme, tat ve koku algılamada bozukluklar gibi belirtiler görülmektedir (Raynal-Ljutovac, 2008).

Fosfor: Sütün içeriğindeki fosforun %20'si kalsiyum-kazeinat kompleksine bağlı olarak kazein misellerinin yapısında yer almaktadır. Sütteki fosforun % 40'ı kolloidal anorganik fosfor, % 30'u anorganik formda çözülmüş durumda, % 10'u da organik bileşiklere bağlı olarak bulunmaktadır. Fosfor da kalsiyum gibi insan vücudunda kemik ve diş yapısına katılmaktadır (Texdorf, 1972).

Potasyum: Potasyum sütte çözünür halde; fosforik asit, sitrik asit ve sülfirik asit ile tuzlar meydana getirir. Vücut gelişiminde katkısı bulunmaktadır (Texdorf, 1972).

Sodyum: Sodyum insan vücudunda yaklaşık % 0,2 oranında bulunmaktadır. Sodyum tuzları suda rahatça çözüldüğü için tamamına yakın miktarı vücudun hücre dışı sıvılarında yer alır. Sodyum klorür, sodyum nitrat, sodyum karbonat ve sodyum bikarbonat tuzları şeklinde sodyum suda çözülmüş halde bulunur. Dokulardaki miktarı ise oldukça azdır. Sütteki sodyum miktarı çeşitli faktörlere bağlı olup özellikle mastitisli sütlerde ve ağız sütlerindeki miktarı çok daha fazladır. Laktasyon periyodunun sonunda da sodyum miktarı belirgin

yükselmektedir. Sodyum klorür birçok süt ürününde dayanıklılığın arttırılması, raf süresinin uzatılması ve aromanın artırılması için kullanılmaktadır (Texdorf, 1972).

Klor: Klor minerali sütte genelde sodyum ve potasyum ile tuz oluşturmuş halde bulunur. Klorun bir kısmı kalsiyum ile bağlanmış durumdadır. Klor'un inek sütünde insan sütüne göre belirgin yüksekliği tespit edilmiştir. Sütteki klor içeriği çeşitli nedenlere bağlı olarak değişmektedir. Özellikle meme hastalıklarında ve laktasyon süresinin farklı dönemlerinde miktarı artmaktadır. Klor miktarındaki bu artış meme hastalıklarının teşhisinde indikatör olarak kullanılmaktadır. Klor miktarı yüksek olan sütün tadı tuzlumsu olduğu bildirilmiştir (Texdorf, 1972).

Magnezyum: Magnezyumun sütteki bulunma hali genellikle fosfor ve sitrik asitle tuz oluşmuş haldedir. Yaklaşık %33,3'ü kazeine bağlı olarak bulunur. İnsan vücudundaki magnezyumun %70'den fazlası kemikte bulunur. İnsan kaslarındaki magnezyum oranı kalsiyumdan daha fazladır. Magnezyumun insan organizmasında çok önemli rolleri vardır. Kemik ve diş yapısı ile sinir ve sindirim sisteminin düzenli işleyişinden sorumlu mineraldir. Kalsiyum ile birlikte sütün ısıya dayanıklılığını arttırmakta ve pıhtılaşmasını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca sütte aşırı miktarda magnezyum bulunması pıhtı sıklığını artırarak olumsuz etkiye neden olmaktadır (Texdorf, 1972).

Kükürt: Sütteki kükürt'ün hemen hemen tamamı proteinlerin ve sistin, metionin gibi kükürtlü aminoasitlerin içerisinde yer almaktadır. Kalan kısımlardan %10'u SO₃ halinde, %5 kadarı da proteinden başka organik maddelere bağlı bulunmaktadır (Texdorf, 1972).

2.1.6. Süt Vitaminleri

Süt, içeriği sayesinde insan vücuduna yapısal olarak ve metabolik faaliyetlerinin yürümesi açısından çok önemli katkılar sağlamaktadır. Sütün böyle önemli bir besin maddesi olması sütün içerdiği makro ve mikro besin öğelerinden kaynaklanmaktadır. Mikro bileşenler bazında incelendiğinde sütün zengin bir vitamin ve mineral madde kaynağı olduğu görülmektedir. Sütün vitamin ve mineral madde içeriği de diğer süt bileşenlerinde olduğu gibi hayvan ırkına, beslenme

çeşidine, mevsimsel farklılıklara, çeşitli kimyasallara bağlı olarak değişim göstermektedir (Bosco, 1980).

Yaşam için çok önemli birçok görevde vitaminler elzem rol oynamaktadır. Vitaminler organizmada mineraller, enzim ve hormonlarla beraber işlev görek metabolik aktiviteler meydana getirir. Sütte süt yağında çözünmüş olarak A, D, E, K vitaminlerini bulunur. Ayrıca sütün içeriğinde bulunan suda da önemli vitaminler bulunmaktadır (Mindell, 1999). Tiamin, riboflavin, pridoksin, siyanokobalamin, niasin, pantotenik asit bu vitaminler arasında yer almaktadırlar. Çiğ sütte çok az miktarlarda olmasına karşın C vitamini de vardır. Süt vitaminleri sütün bulunduğu canlıya, memelinin yetiştiği şartlara ve çevre etkisine göre değişebilmektedir (Collins ve Norman, 1990).

Diğer organik besin elementleriyle karşılaştırıldığında vitaminler, gıdalarda daha düşük miktarlarda yer alan ve insan beslenmesinde elzem olarak kabul edilen bileşiklerdir. Vitaminler insan ve hayvan vücudunda sentezlenemediklerinden dolayı mutlaka diyetle vücuda alınmaları gerekmektedir (Borton,1978).

Vitaminler vücuttaki biyokimyasal reaksiyonları düzenlemeleri ve devam etmelerini sağlamalarından dolayı hayati öneme sahiptir. Farklı tip vitamin grupları farklı gıda grupları tarafından içerilmekte olup, her farklı vitamin grubunun da vücutta metabolizma üzerinde birbirinden farklı etkileri bulunmaktadır. Vitamin eksikliği ya da vücutta çok fazla vitamin alımı vücutta önemli metabolik bozukluklara ve çeşitli boyutlarda sağlık problemlerine yol açabilmektedir (Benowieez, 1978).

Vitaminler; proteinler, karbonhidratlar ve lipidlerden oldukça farklı metabolik aktivitelere sahiptirler. Vitaminler; proteinler, karbonhidratlar ve lipidler gibi yapısal destek sağlayamazlar ve enerji veremezler. Ancak rol aldıkları metabolik aktivitelere bazıları enzim kofaktörü olarak görev yaparlar, enerji transferinde önemli rol oynarlar, hücrenin membran bütünlüğünü sağlarlar (Benowieez,1978).

Vitaminler fiziksel fonksiyonlarına göre veya çözünebilirliklerine göre sınıflandırılabilirler (Tablo 6) (Benowieez,1978).

Tablo 6. %3 Yağlı inek sütünün vitamin içeriği (Bosco, 1980)

Vitaminler	1 lt süt için vitamin miktarı
A (IU)	1300
B1 (mg)	0.4
B2 (mg)	1.4-1.8
B3 (mg)	0.87
B6 (mg)	0.6-1.5
B12 (mg)	2-5
Biotin (mcg)	30 – 40
C (mg)	5 – 28
D (IU)	40
E (mg)	0.6
Folik asit (mcg)	50
K (mg)	0.32
Niasin (mg)	0.5 – 4
Pantotenik asit (mg)	2.8 – 3.6

Çeşitli hayvan süt örneklerinin vitamin içeriği Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7. Koyun, keçi ve inek sütü içindeki vitamin düzeyleri (Park ve ark., 2007; Raynal-Ljutovac ve ark. 2008; Wijesinha-Bettoni ve Burlingame, 2013)

	İnek sütü	Keçi sütü	Koyun sütü
Retinol (µg/100 g)	35.0±8.0	0.04±0.0	64±19.5
Karotenoid (µg/100 g)	16.0±8.0	İz miktarda	İz miktarda
Vitamin A (µgRE/100g)	37.0±8.0	54.32±0.0	64.0±5.5
Vitamin E (mg/100 g)	0.08±0.01	0.04±0.0	0.11±0.01
Thiamin (mg/100 g)	0.04±0.01	0.059±0.0	0.07±0.01
Riboflavin (mg/100 g)	0.2±0.01	0.175±0.0	0.3±0.02
Niasin (mg/100 g)	0.13±0.05	0.235±0.0	0.41±0.05
Pantotenik asid (mg/100 g)	0.43±0.12	0.31±0.0	0.43±0.02
Vitamin B6 (mg/100 g)	0.04±0.01	0.048±0.0	0.07±0.01
Folat (µg/100 g)	8.5±1.5	1.0±0.0	6.0±0.06
Biotin (µg/100 g)	2.0±0.5	1.75±3	2.5±0.0
Vitamin B12 (µg/100 g)	0.5±0.3	0.065±0.0	0.66±0.05
Vitamin C (mg/100 g)	1.0±0.5	1.295±0.0	4.6±0.4
Vitamin D (µg/100g)	0.2±0.1	0.15±0.1	0.2±0.0

Suda Çözünebilen Vitaminler: Vitaminlerin suda çözünme özellikleri bulundukları polar elektronegatif atomlardan kaynaklanmaktadır. Suda çözünebilen başlıca vitaminler; C vitamini, B kompleks grubu (Tiamin, riboflavin, B6, niasin, folik asit, pantotenik asit, biotin, B12) vitaminleridir (Benowieez, 1981).

C vitamini: C vitamini yani diğer ismiyle askorbik asit poli alkol karakterli bir vitamin olup, vitaminler içerisinde en düşük stabiliteye sahip olan

vitamindir. Çiğ inek sütünde litrede yaklaşık olarak 5–28 mg kadar C vitamini yer almaktadır. Anne sütünde bu oran değişebilmektedir. Isıl işleme karşı en hassas olan vitamin C vitaminidir. Peynir ve dondurma C vitamini içermemektedir. C vitamini eksikliği skorbite ve vücudun enfeksiyonlara karşı direncinin azalmasına neden olmaktadır (Mindell, 1999).

B grubu vitaminleri: B grubu vitaminleri kimyasal yapıları bakımından farklılık içerirler ve her B grubu vitamini farklı bir kimyasal yapıdadır. B grubu vitaminleri canlı dokularda ve hasadı yapılmış gıda materyallerinde koenzim olarak görev yapmaktadır (Mindell, 1999).

Tiamin (Vitamin B1): Vitamin B1 yaygın olarak buğday, pirinç, bezelye, sığır eti, patates gibi kaynaklarda bulunmaktadır. 1 lt süt yaklaşık olarak 0,4 mg B1 vitamini içermektedir. Gıdalardaki tiamin seviyesi ısı, oksijen, kükürdioksit, asidite, nötral ve bazik koşullara göre azalabilmektedir. Sütün işlenmesi esnasında pastörizasyon ile %3-20, sterilizasyon ile %30-50, silindirik kurutucular ile %20-30, püskürtmeli kurutucular ile %10 oranında tiamin kaybı olabilmektedir. B1 vitamini sindirim ve sinir sisteminin düzgün bir şekilde işleminde önemli bir role sahiptir (Gottlieb,1984).

Riboflavin (Vitamin B2): Vitamin B2, süt serumunun sarı veya sarı-yeşil floresan renkli olmasını sağlar. Sütün litresinde yaklaşık olarak 1,4–1,8 mg B2 vitamini bulunmaktadır. B2 vitamini için süt ve süt ürünleri oldukça iyi kaynaklardır. B2 vitamini dayanıklılığı en yüksek vitaminlerdendir ve oksijene, asidik koşullara, nötral ve asidik koşullarda ısıtmaya karşı son derece dayanıklıdır. Fakat alkali koşullara ve görünebilir ışığa karşı dayanıklı değildir. Pastörizasyon dikkate değer B2 vitamini kayıplarına yol açmaz ancak 2 saat kadar cam şişeler içinde ışığa maruz kalan süt B2 vitamin içeriğinin %50'sini kaybeder. 500–520 nm dalga boyu altındaki görünür ışık B2 vitamini üzerinde en tahrip edici etki oluşturmaktadır. B2 vitamini yetersizliği büyümenin yavaşlaması, hücre solunumunun aksamasına yol açmaktadır (Mindell, 1999).

B6 vitamini: B6 vitamini, inek sütünün litresinde 0,6–1,5 mg olarak bulunmaktadır. B6 vitaminin diğer adı “büyüme faktörü”dür. Pridoksin, pridoksamin, pridoksal B6 vitamini aktivitesini gösteren üç tane bileşiktir. B6

vitamini ışığa karşı hassas olup ışığa maruz kaldığı 8 saatlik bir süre içerisinde % 21'lik bir kayba uğramaktadır (Gottlieb, 1984).

Niasin: “Pellegra önleyici faktör” olarak bilinmektedir. Niasin sütte sadece nikotinamid formu ile yer almaktadır. Niasin vitamininin dayanıklılığı yüksektir ancak, sütte varolan bakterilerin etkisiyle azalma gösterir. Niasin, sütün litresinde 0,5-4 mg kadar bulunmaktadır. Niasin eksikliği deri hastalıklarına, sinir ve sindirim sistemi bozukluklarına yol açmaktadır (Gottlieb, 1984).

Folik asit: Daha çok yeşil yapraklı bitkiler, karaciğer, soya fasulyesinde bulunan folik asit, sütün litresinde yaklaşık olarak 0.055 mg düzeyinde yer almaktadır. Ayrıca vitamin M olarak ta bilinir. Folik asit sütün kaynatılması, pastörizasyonu ve sterilizasyonu ile stabilitesini kaybetmemektedir. Fermentasyon, sütte folik asit miktarını artırıcı bir faktördür (Gottlieb, 1984).

Vitamin B12: Merkezi sinir sisteminin hücre fonksiyonlarını düzenleyen vitamin B12, sütün litresinde 2-5 mg oranında yer almaktadır. Ayrıca B12 vitamini proteinlerin insan organizmasında en iyi şekilde kullanılmasını da sağlamaktadır (Gottlieb,1984).

Pantotenik asit: Böbrek üstü bezi kabuğunun bazı hormonların sentezi ile ilgili bir fonksiyonu vardır. Pantotenik asit eksikliği durumunda büyümede gecikmeler görülebilir (Gottlieb,1984). Ayrıca; deride, sinir ve sindirim sisteminde de sorunlar görülebilmektedir. İnek sütünün litresinde 2,8–3,6 mg pantotenik asit bulunmaktadır (Gottlieb,1984).

Biotin: Meyve, sebze ve tahıllarda yaygın olarak bulunan biotin, sütün litresinde 0.04 mg miktarında bulunmaktadır. İnce bağırsaklardan emilimi son derece kolay olup, karaciğer ve böbreklerde depolanmaktadır (Gottlieb, 1984).

Yağda Çözünen Süt Vitaminleri: Vitaminlerin yağda çözünebilme özellikleri polar olmayan yapılarından ve elektronegatif atom içermemelerinden kaynaklanmaktadır. Yaygın olarak bilinen yağda çözünebilir vitaminler A, D, E, K, F vitaminleridir (Kirschmann, 1984).

A vitamini: Vitamin A yapısı doymamış hidrokarbonlar, retinol, retinal, retinoik asit, karoten gibi bileşiklerden meydana gelmiştir. Bu bileşenler sütte yağ globüllerinin içerisinde yer alır. Süt yağına sarı rengini veren faktör de karotendir. A vitamini turunçgiller, yeşil yapraklı sebzeler başta olmak üzere sebzelerde karoten (provitamin A) olarak, balık yağı, karaciğer, süt, peynir, yumurtada ise A vitamini olarak bulunur. Sütün litresinde yaklaşık olarak 1300 IU A vitamini yer almaktadır. A vitamini düzeyinde 100°C'nin üzerinde önemli kayıplar olmaktadır. Vitamin A ışığa ve oksijene karşı da son derece hassas olup, işlem esnasında bu faktörlere maruz kalması durumunda A vitamini kayıpları meydana gelebilmektedir. A vitamini süt yağında çözünmüş olarak bulunan bir vitamin olduğu için, süt yağı miktarının azaltılması direkt olarak sütün A vitamini içeriğini de azaltmaktadır. A vitamini yetersizliği endokrin bezi sorunlarına, gece körlüğüne, korneanın matlaşmasına ve çeşitli enfeksiyonlara sebep olmaktadır (Kirschmann, 1984).

D vitamini: D vitamini yağda çözünebilen iki önemli sterol formundan meydana gelmektedir. Bu iki form kolkalsiferol (Vitamin D3) ve ergokalsiferoldür (Vitamin D2). En zengin vitamin D3 kaynakları balık ve yumurtadır. Vitamin D2 ise az miktarlarda balık karaciğer yağlarında yer almaktadır. Sütün 1 litresi yaklaşık 40 IU kadar D vitamini içermektedir. Süt önemli bir D vitamini kaynağı sayılmamaktadır. Vitamin D3'ün asıl kaynağı ise insan derisindeki 7-dehidroksikolesteroldür. 7-dehidroksikolesterol güneş ışığı ile etkileşime girerek vücutta D3 vitamini formuna çevrilmektedir. D vitamini raşitizm hastalığını doğrudan önlediği için insan sağlığı açısından son derece önem taşımaktadır. Yeterli miktarda D vitamini alınması sağlıklı bir kemik ve iskelet yapısı gelişimi için gereklidir. D vitamini eksiklikleri kalsiyum metabolizmasının bozulmasına yol açar ve büyüme bozuklukları meydana gelmektedir. D vitamini oldukça dayanıklı bir yapıya sahip olduğundan sütün işlenmesi esnasında fazla bir kayba uğramamaktadır (Kirschmann, 1984).

Vitamin E: Anti-sterilite faktörü ve doğal antioksidan olarak bilinen E vitamininin diğer yaygın adı da "tokoferol"dür. Çeşitli ağaçların yağları, hindistan cevizi yağı ve hurma yağı vitamin E bakımından oldukça zengin kaynaklardır. 1

litre süt yaklaşık olarak 0.6 mg kadar E vitamini içermektedir. E vitamini organizmanın protein metabolizması üzerinde etkindir. E vitamini yetersizliğinde kısırlık, troid bezi bozuklukları, kas metabolizmasında aksaklıklar meydana gelmektedir. E vitamini antioksidan özelliği ile A vitamini oksidasyona karşı korumaktadır (Kirschmann, 1984).

Vitamin K: Koagülasyon (pıhtılaşma) faktörü olarak bilinmektedir. Kanın pıhtılaşmasını sağlamaktadır. Balık unları, yonca K vitamini kaynağıdır. İnsan barsağındaki bakteriler tarafından da K vitamini üretilmektedir. 1 litre süt 0.32 mg K vitamini içermektedir. K vitamini ışık ve oksijene karşı son derece duyarlı olup, bu faktörlerce kolayca yıkılmaktadır (Kirschmann, 1984).

2.2. Farklı Türlere Ait Sütlerin Bileşimi ve Özellikleri

Sütler alındığı hayvanın adı ile isimlendirilmektedir. Sadece süt sözcüğünün kullanılması temel süt kaynağı olarak kabul edilen inek sütlerini ifade etmektedir (Gürsoy, 2015)

2.2.1. Koyun Sütü

Koyun sütü üretiminin, öncelikle Akdeniz ve Ortadoğu'da yer alan birçok ülkenin ulusal ekonomilerinin çok önemli bir bölümünü oluşturduğu ve üretimin genel olarak Fransa, İspanya, İtalya ve Yunanistan gibi ülkelerde iyi organize edildiği bilinmektedir. Koyun sütlerindeki protein kompozisyonu ve fraksiyonları üzerinde yapılan çalışmalarda, genetik, laktasyon periyodunun etkileri, beslenme farklılıkları, iklim değişiklikleri ile süt kompozisyonunun büyük farklılıklar gösterdiği bilinmektedir. Keçi, koyun ve inek sütlerinin kimyasal özellikleri arasında çok belirgin farklılıklar bulunduğu bildirilmiştir. Literatürde inek sütü ile karşılaştırıldığında keçi ve koyun sütleri üzerine yapılan sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmaktadır (Önür, 2015). Genel olarak bu üç farklı türün süt içerikleri karşılaştırıldığında kuru madde içeriği en yüksek olan süt koyun süt olduğu bildirilmiştir. Diğer süt bileşenleri de, keçi ve inek sütüne oranla, daha yüksek oranda bulunmaktadır (Park ve ark., 2007; Gürsoy, 2015).

Koyun, keçi ve inek sütünün yaklaşık kompozisyonu Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8. Çeşitli tür sütlerin ortalama bileşimi (%) (Gürsoy, 2015).

Süt Türü	Kurumadde	Süt yağı	Protein	Laktöz	Kül
İnsan	12.4	3.8	1.0	7.0	0.2
İnek	12.6	3.7	3.4	4.7	0.7
Manda	17.2	7.4	3.5	5.4	0.8
Koyun	19.3	7.4	5.5	4.8	1
Keçi	13.2	4.5	3.2	4.1	0.8

Yapılan bir başka çalışmada laktasyon periyodu boyunca Ezine, Ayvacık ve Bayramiç ilçelerinden toplanan süt örneklerinin ortalama kuru madde değerlerinin (%) inek sütü için 11,44-13,72; koyun sütü için 18,14-19,74 ve keçi sütü için 11,96-14,96 arasında değiştiği bildirilmiştir. Protein içeriklerinin (%) inek sütü için 2,35-3,50; koyun sütü için 5,75-6,42 ve keçi sütü için 2,70-3,64 arasında değiştiği belirlenmiştir. Yağ içeriklerinin (%) ise inek sütü için 3,94-5,02; koyun sütü için 6,84-7,73 ve keçi sütü için 3,71-6,17 arasında değiştiği bildirilmiştir (Gürsoy, 2015).

Koyun sütünün ortalama protein içeriği (% 5,8, w/w), keçi (% 4,6, w/w) ve inek sütünden (% 3,3, w/w) daha fazla olduğu, keçi ve koyun sütünde ise temel proteinlerin inek sütündeki ile hemen hemen aynı olduğu bildirilmiştir. Keçi sütü, koyun ve inek sütüne kıyasla, daha yüksek oranda protein olmayan azot ve daha az oranda kazein azotu içermektedir. Bu durum keçi sütünden üretilen yoğurt ve peynir veriminin de düşük olmasını neden olduğu bildirilmiştir (Park ve ark., 2007). Ayrıca keçi ve koyun sütleri, inek sütüne kıyasla daha düşük koloidal kararlılığa sahip olmalarıyla karakterize edilmektedirler (Raynal-Ljutovac ve ark., 2007). Koyun sütü kazein misel yapısı, ortalama çapları, hidrasyon ve mineralizasyon düzeyleri açısından inek sütüne oranla farklılıklar göstermektedir. Koyun sütünde inek sütüne kıyasla misellerin mineralizasyon düzeyi daha yüksek, hidrasyon düzeyi daha düşük olduğu bildirilmiştir (Park ve ark., 2007).

Koyun sütünün protein içeriği, inek ve keçi sütünden daha fazladır. Bu nedenle peynir verimi de oldukça yüksektir. Koyun sütünde kazein ve koloidal kalsiyum içeriğinin yüksek olması nedeniyle pıhtı oluşum hızı daha yüksektir. Aynı zamanda bu yüksek kazein ve mineral oranının koyun sütünün, inek ve keçi

sütlerine göre daha düşük bir pH miktarına sahip olmasına neden olduğu bildirilmiştir (Önür, 2015).

Kaz dağları bölgesindeki keçi, koyun ve inek sütlerinin protein yüzey hidrofobisitelerinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada, koyun sütü kazein yapısının daha kompakt olduğu ve misel yüzeyindeki hidrofobik kısımlarının sayısının belirgin bir şekilde daha az olduğu belirlenmiştir (Yüksel ve ark., 2007).

Mısır'da yapılan bir çalışmada çeşitli (inek, koyun, keçi, manda ve deve) sütlerin aminoasit içeriği belirlenmiş ve bu içerik karşılaştırmalı olarak Tablo 9'da sunulmuştur (Hayam ve ark., 2017).

Tablo 9. Çeşitli sütlerinin aminoasit içeriği (Hayam ve ark., 2017).

Amino asit (%)	İnek	Manda	Deve	Keçi	Koyun
Aspartik	0.28	0.21	0.20	0.61	0.22
Threonin	0.13	0.15	0.12	0.38	0.15
Serin	0.14	0.15	0.12	0.41	0.16
Glutamik	0.67	0.50	0.53	1.22	0.54
Prolin	0.33	0.35	0.27	0.58	0.37
Glisin	0.06	0.06	0.04	0.17	0.07
Alanin	0.13	0.12	0.07	0.30	0.13
Valin	0.23	0.19	0.15	0.48	0.19
İsolösin	0.18	0.15	0.13	0.31	0.18
Lösin	0.34	0.26	0.24	0.65	0.28
Triptofan	0.13	0.12	0.12	0.02	0.16
Phenilalinin	0.23	0.16	0.12	0.32	0.17
Histidin	0.13	0.09	0.08	0.23	0.09
Lisin	0.30	0.21	0.19	0.55	0.23
Argenin	0.12	0.10	0.11	0.26	0.10
Sistein	0.06	0.03	0.01	0.16	0.03
Methionine	0.06	0.07	0.05	0.10	0.09

Kazein miselleri, α S1-, α S2-, β - ve κ -kazeinlerinden oluşmaktadır. Bunlar inek sütünde 39:10:36:13 oranında bulunmaktadır (Davies ve Law, 1980). Koyun, keçi, manda ve inek çığ sütünün kazein fraksiyonları Tablo 10'da sunulmuştur. İnek sütündeki ana kazein bileşeni α -S-kazeindir. Bu kazein aynı zamanda koyun ve manda sütünün ana bileşenidir. β -kazein, keçi sütündeki baskın kazein bileşeni olarak bildirilmiştir (Bramanti ve ark., 2003).

Tablo 10. Koyun, keçi, manda ve inek çiğ sütünün kazein fraksiyonları (Bramanti ve ark., 2003)

	Sığır	Koyun	Keçi	Manda
Total protein (g/l)	27,8 ± 2,2	59,4 ± 3,3	33,4 ± 1,6	49,2 ± 1,9
Total protein içindeki kazein ilişkisi	83 ± 10	93 ± 10	99 ± 12	90 ± 5
α-S1kazein (%)	37 ± 7	33 ± 8	10 ± 6	31 ± 2
α-S2-kazein (%)	7 ± 1	14 ± 2	–	13 ± 1
β-kazein (%)	42 ± 8	30 ± 5	63 ± 11	28 ± 2
γ-kazein (%)	6 ± 2	9 ± 1	18 ± 4	22 ± 1
κ-kazein (%)	9 ± 4	14 ± 2	8 ± 2	7 ± 1

Koyun sütünün asal serum proteinleri β-laktoglobulin ve α-laktalbumindir. İmmunoglobulinler, serum albümin ve proteoz-peptonlar da daha düşük değişimlerdedir. Bir diğer serum proteini, antibakteriyel etkiye sahip olan, laktoferrindir. Koyun sütünün temel serum proteini olan β-laktoglobulin, 162 adet aminoasit içeren bir polipeptit zincirinden oluşmaktadır. β-laktoglobulin'in üç genetik çeşidi (A-C) vardır (Park ve ark., 2007). Fakat yapılan bazı çalışmalarda koyun ve inek sütlerinde β-laktoglobulin'in iki (A ve B), keçi sütünde ise bir genetik çeşitliliğin olduğu belirlenmiştir (Dumitraşcu ve ark., 2013). β-laktoglobulin değişiminin en yüksek koyun sütünde olduğu ve inek ve keçi sütlerinden yaklaşık 2.5 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir (Dumitraşcu ve ark., 2013). Koyun, inek ve keçi sütlerinin genetik çeşitliliği Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11. Koyun, keçi ve inek sütü proteinlerinin genetik çeşitliliği (Visser ve ark., 1995; Recio ve ark., 1997; Voelker, 1997; Moioli ve ark., 1998; Amigo ve ark., 2000)

	İnek	Koyun	Keçi
α S1-kazein	A, B, C, D, E	A, B, C, D, E	A, B1, B2, B3, C, D, E, F, G
α S2- kazein	A, B, C, D	A,B	A, B, C
β- kazein	A1, A2, A3, B, C, D, E, X	A, B, C	A, B, O
κ- kazein	A, B, C, E		A, B
α-laktalbumin	A, B	A, B	A, B
β-laktoglobulin	A, B, C, D, E, F, G	A, B, C	A, B

Koyun ve keçi sütlerindeki β-laktoglobulinin, inek sütündekine kıyasla, ısıtma işlemlere karşı daha fazla duyarlı olduğu bilinmektedir. β-laktoglobulinin ısıtma işlemlere karşı duyarlılığının en fazla koyun sütünde olduğu ve bunu keçi ve inek sütlerinin izlediği bilinmektedir (Park ve ark., 2007). α-laktalbuminin iki genetik varyantı olduğu saptanmıştır α-laktalbuminin ısıtma işlemlere karşı en dirençli serum

proteini olduğu bilinmektedir. 80°C'nin altındaki sıcaklıklarda, α -laktalbuminin ısı işlemlere karşı duyarlılığının en fazla koyun sütünde olduğu ve sırasıyla inek ve keçi sütlerinde azaldığı bulunmuştur. Buna karşın, 90°C'de ise aynı sıralama keçi sütü, koyun sütü, inek sütü şeklindedir. Bu sonuçlar, α -laktalbuminin denatürasyonu üzerine sıcaklığın etkisinin en fazla keçi sütünde olduğunu göstermektedir (Dumitraşcu ve ark., 2013).

β -laktoglobulin insan sütünde bulunmamaktadır. Araştırmalarda β -laktoglobulin ve kazeinlerin alerjeniteleri arasında belirgin bir fark ortaya çıkmıştır. Bebeklerin ortalama % 2'sinin inek sütüne alerjisinin olduğu bildirilmektedir. β -laktoglobulin sütteki en yaygın alerji ajanı olarak kabul edildiği için keçi sütünün, inek sütü yerine kullanılmasının bazı alerjik reaksiyonları azaltmadığı düşüncesi de bulunmaktadır (Haenlein, 2004).

Süt şekeri laktoz sütün asıl karbonhidratıdır ve koyun sütünde ortalama % 4,9; keçi sütünde ortalama % 4,2 oranında bulunmaktadır (Park ve ark.,2007). Keçi sütünün laktoz içeriği, inek sütünden yaklaşık % 0,2-0,5 oranında daha az bulunduğu bildirilmiştir (Amigo ve Fontecha, 2011).

İnek sütü ile karşılaştırıldığında, koyun sütünün yağ ve protein miktarı daha yüksek iken, laktoz miktarı neredeyse aynı seviyededir. Bunun sonucu olarak, koyun sütünün toplam kuru maddesindeki laktoz oranı (%22-27), inek sütündeki orana (%33-40) kıyasla, daha azdır (Park ve ark., 2007). Laktoz dışında, keçi ve koyun sütlerinde az miktarlarda da olsa oligosakkaritler, glikopeptidler, glikoproteinler ve nükleotid şekeri de bulunmaktadır (Park ve ark., 2007).

Sütteki nükleotit şekerleri, süt ve memeli salgı bezlerindeki glikozil transferaz için glikozil donörüdür ve glikoproteinler, glikolipitler ve oligosakkaritlerin sütteki biyosentezinde öncü göreve sahiptirler. Keçi sütünün belirgin bir şekilde yüksek nükleotid içeriğine sahip olduğu (154 μ mol/100 ml), bunu koyun sütü (93 μ mol/ml) ve inek sütünün (68 μ mol/100 ml) izlediği bildirilmektedir (Park ve ark., 2007).

Yağ sütteki en değişken bileşendir. Laktasyon periyodu, ırk, genotip ve beslenme gibi faktörler süt bileşimini etkiler (Kondyli ve Svarnas, 2012). Süt lipidlerinin çok büyük kısmı (yaklaşık % 98) yağ asitlerinin esterleri olan trigliseritlerden meydana gelmektedir. İnek sütünde olduğu gibi, keçi ve koyun

sütlerinin lipit içeriğinde, trigliseritlere ek olarak, diğer basit lipitler (monogliseritler, digliseritler, kolesterol esterleri), kompleks lipitler (fosfolipitler) ve yağda çözünen bileşenler (steroller, kolesterol esterleri, hidrokarbonlar) bulunmaktadır (Kondyli ve Svarnas, 2012). Küçükbaş hayvan sütlerindeki yağların en önemli özelliklerinden biri globül çaplarıdır. Küçükbaş hayvan sütlerindeki küçük yağ globüllerinin oranının, inek sütü ile karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu bulunmuştur. Yapılan çalışmalar ile en küçük ortalama yağ globül çapına sahip sütün koyun sütü olduğu ve bunu keçi sütünün izlediği saptanmıştır. Bu da, inek sütü yağı ile karşılaştırıldığında, daha etkin bir lipit metabolizması ile sindirilebilirlik açısından avantajlıdır (Park ve ark., 2007). Keçi ve koyun sütlerindeki toplam yağ asitlerinin %75'inden fazlasını beş yağ asidi (C10:0, C14:0, C16:0, C18:0 ve C18:1) oluşturmaktadır (Park ve ark., 2007). Keçi ve koyun sütlerindeki metabolik olarak önemli olan kısa ve orta zincirli yağ asitlerinin düzeyleri [kaproik (C6:0), kaprilik (C8:0), kaprik (C10:0) ve laurik (C12:0)] inek sütüne kıyasla belirgin bir şekilde daha fazladır (Önür, 2007). Keçi sütünde bulunan yağ asitlerinin, toplam yağ asitlerinin % 15-18'ini oluşturduğu, inek sütünde ise bu oranın % 5-9 dolayında olduğu bildirilmiştir (Amigo ve Fontecha, 2011). İnek sütü ile karşılaştırıldığında, keçi sütündeki bütirik (C4:0), miristik (C14:0), palmitik (C16:0) ve linoleik (C18:2) asit miktarlarının da daha yüksek olduğu ancak stearik (C18:0) ve oleik asit (C18:1) içeriklerinin daha düşük olduğu bildirilmiştir (Haenlein, 2004). Buna karşın, literatürde keçi ve koyun sütü yağların düşük oranda bütirik asit ancak yüksek oranda kaproik, kaprilik ve kaprik asit içerdiği bilgisi de yer aldığı bildirilmiştir. Koyun sütündeki tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri ile omega 3 ve omega 6 yağ asitlerinin, keçi sütündekinden daha fazla olduğu bildirilmiştir (Walstra ve ark., 2006).

Keçi ve koyun sütlerinin mineral madde içerikleri insan sütündekinden daha fazladır. Keçi sütünün, inek sütünden daha yüksek oranda Ca, P, K, Mg ve Cl; daha az oranda da Na ve S içerdiği bildirilmiştir (Park ve ark., 2007). Keçi sütü yüksek Cl ve P içeriği ile diğer sütlerden ayırt edilmektedir. Sütün çözünür ve kolloidal fazlardaki kalsiyum, fosfor ve magnezyum dağılımları, inek ve keçi sütleri için benzer olsa da, koyun sütü daha düşük çözünürlüğe sahip olmasıyla bu sütlerden farklılık göstermektedir (Raynal-Ljutovac ve ark., 2005). Keçi sütü ve

diğer tür sütlerin laktoz içerikleri ile Na ve K minerallerinin molar toplamları arasında ters orantılı bir ilişki bulunmaktadır. Klor, potasyum ile pozitif korelasyon, laktoz ile negatif korelasyon göstermektedir. Keçi sütü asıl minerallerinin, Na minerali hariç, laktasyon periyodundan etkilenmediği bildirilmiştir (Park ve ark., 2007).

Keçi ve koyun sütlerindeki Zn miktarı insan sütünden daha fazla iken, Fe miktarı belirgin bir şekilde daha az olduğu bildirilmiştir (Park ve ark., 2007). Ancak, keçi ve inek sütlerindeki Fe miktarı benzer iken koyun sütünde daha yüksek oranda Fe bulunduğu ve keçi ile inek sütlerinin, insan sütünden belirgin bir şekilde daha fazla iyot içerdiği bildirilmiştir. Keçi ve insan sütlerinin inek sütünden daha fazla Se içerdiği bildirilmiştir (Park ve ark., 2007).

İnek sütünün kurumadde oranı koyun sütünden % 50 oranında daha düşüktür. Koyun sütü protein, yağ ve mineral maddeler açısından inek sütüne göre oldukça zengindir. Koyun sütünün doğal asitliği daha yüksektir, sonradan oluşan asitlik daha yavaş gelişir. Koyun sütünün kendine özgü ağır tadı ve kokusu vardır. Bu nedenle içme sütüne uygun olmadığı görüşü hakimdir. Koyun sütü proteininin % 80'ini kazein oluşturur ve bu nedenle kazeinli sütler grubunda yer almaktadır. Kazein ve yağ oranı yüksek olduğundan peynir, yoğurt, tereyağı ve kazein üretiminde tercih edilmektedir. Koyun sütünün yağ asitleri kompozisyonu inek sütünden farklıdır. Süt yağındaki lesitin miktarı daha fazla olup yağ globüllerinin çapı büyük, riboflavin açısından zengindir. Bununla beraber C vitamini ve nikotinic asit miktarı düşüktür. Koyun sütünün kuru madde ve yağ oranı fazla olduğundan inek sütüne oranla sindirimi daha zor olduğu bildirilmiştir (Gürsoy, 2015).

2.2.2. Keçi Sütü

Keçi sütünün birçok özelliğinin inek sütünden farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Gürsoy, 2015). Keçi sütü fizikokimyasal nitelikleri dolayısıyla inek sütünden daha değerli kabul edilir. Bu nedenle bebekler için anne sütünden sonra en değerli süt keçi sütüdür. Keçi sütü bebek beslenmesinin yanı sıra yaşlılarda, süt veren kadınların beslenmesinde, inek sütü alerjili bazı kişilerde de sıklıkla kullanılması tavsiye edilen süttür.

Keçi sütünün genel özellikleri:

- Keçi sütünün inek sütününe göre daha yüksek miktarda küçük çaplı yağ globüllerinden bulundurması süt proteinlerinin özellikle de α -S1 kazeinin kalitatif ve kantitatif açıdan farklılıklar göstermesi daha kolay sindirilebilmesini sağlamaktadır.

- Taze keçi sütünün asitliği 6.4-10 pH'dır.

- Taze keçi sütünün yoğunluğu 1,028-1,041 g/ml'dir.

- Keçi sütünü kısa ve orta zincirli tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri (kaproik, kaprilik, kaprik) bakımından zengindir. Bu yağ bileşenleri emilim ve metabolizma bozuklukları, kolesterol yüksekliği, yetersiz ve dengesiz beslenme bulguları gösteren hastalarda tedavi edici bulunmuştur.

- Keçi sütünü kendine has ve ağır bir kokuya sahiptir. Hayvan bakımının kötü olduğu ve ağır koşulların bulunduğu alanlarda yetişen hayvanın sütünü daha keskin tadı vardır ve daha ağır kokar.

- Anne sütünü ile keçi sütünü karşılaştırıldığında keçi sütününde daha yüksek miktarda esansiyel yağ asitleri bulunmaktadır. Bu da anne için oldukça önemlidir. Emziren annelerin süt kalitesinde istenmeyen bir düşüş yaşandığında keçi sütünü tüketmeleri önerilir.

- Keçi sütünün yılda sadece 6-7 ay alınması tüketim açısından büyük oranda kısıtlayıcı bir durum oluşturmaktadır.

- Keçi sütünü bazı bileşenleri bakımından inek sütününe oldukça benzerdir. Keçi sütününde bulunan karoten miktarı daha az ve A vitamini miktarı diğer sütlerle oranla 3 kat daha fazladır, bu yüzden rengi diğer sütlerden daha beyazdır.

- Keçi sütünü diğer sütler göre peynir mayasıyla daha kolay pıhtılaşır.

- Keçi sütününde bulunan yağ globülleri oldukça küçük olduğundan kaymak bağlaması zordur. Bu özellikleri nedeniyle sindirim güçlüğü çekenler ve bebek beslenmesinde tercih edilir.

- B12 vitamini ve demir içeriği yönünden fakir olduğundan uzun süre keçi sütünüyle beslenenlerde kansızlık görülebildiği bildirilmiştir (Gürsoy, 2015) (Tablo 12).

Tablo 12. Keçi, koyun ve inek sütlerinin bazı fizikokimyasal özellikleri (Park ve ark.,2007).

Özellik	Keçi Sütü	Koyun Sütü	İnek Sütü
Yoğunluk	1,029-1,039	1,0347-1,0384	1,0231-1,0398
Viskozite, Cp	2,12	2,86-3,93	2
Yüzey gerilimi (Dyn/cm)	52	44,94-48,7	42,3-52,1
İletkenlik (Ω -1cm-1)	0,0043-0,0139	0,0038	0,0040-0,0055
Refraktif indeks	1,450+-0,39	1,3492-1,3497	1,451 \square +-0,35
Donma noktası(-0C)	0,540-0,573	0,57	0,53-0,57
Laktik asit (%)	0,14-0,23	0,22-0,25	0,15-0,18
pH	6,5-6,8	6,51-6,85	6,65-6,71

Keçi sütü kazeinleri; α -s1-kazein, α -s2-kazein, β -kazein ve κ -kazeindir ve bu kazeinler inek ve koyun sütü ile aynıdır. Keçi, koyun ve inek sütündeki kazeinlerin içeriği ve dağılımları genetik polimorfizmden etkilenmektedir (Amigo ve Fontecha, 2011). Keçi ve koyun sütlerindeki α -s1-kazein polimorfizmi, üzerinde yoğun olarak çalışılan konulardan biridir (Park ve ark., 2007). Brezilya'nın kuzey doğusunda üretilen Alpine ve Saanen keçi türlerine ait sütlerin kazein kompozisyonunda α -s1-kazein olmadığı diğer kazein kompozisyonunun ise farklı olmadığını bildirmişlerdir. Bu ırklara ait sütlerin hipoalerjik protein kaynakları açısından daha yüksek potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir (Costa ve ark., 2014).

Masoodi ve Shafi (2010) yaptıkları çalışmada α -S1-kazein aminoasit kompozisyonunun inek, koyun ve keçide birbirine çok benzer olduğunu bildirmiştir (Tablo 13).

Kazein misellerinin organizasyonu ve mineralizasyon düzeyi, küçükbaş hayvanların sütlerinde değişiklikler göstermektedir. Hem keçi hem de koyun sütü kazein miselleri daha yüksek oranda mineralize olup, keçi sütü misel boyutunun koyun ve inek sütlerine kıyasla belirgin bir şekilde daha büyük olduğu bildirilmiştir (Raynal-Ljutovac ve ark., 2008). Keçi sütü, inek sütüne göre daha düşük oranlarda kazein içeriğine sahiptir ve bu iki tür arasında kazein misel kompozisyonu ve hidrasyonu açısından da farklılıklar vardır. β -kazein, nicelik olarak keçi sütünün temel protein bileşenidir. Koyun sütü kazeinleri ile kıyaslandığında, keçi sütü kazeinleri daha az oranda α -s-kazeinleri ve daha fazla oranda β -kazein ve κ -kazeini içermektedir. (Amigo ve Fontecha, 2011). Keçi sütünde κ -kazeinin 7 genetik varyantı (A-G) vardır (Amigo ve Fontecha, 2011). Genel olarak keçi sütü kazein

miselleri, çözünürlüklerinin daha az, sedimentasyon hızının daha düşük, β -kazeinin soğukta çözünürlüğünün daha fazla, misel boyutunun daha küçük, kalsiyum ve fosfor düzeyinin daha fazla ve ısıl kararlılığının daha düşük olmasıyla inek sütünden içerik ve madde dağılımları açısından farklılık göstermektedir (Haenlein, 2004).

Tablo 13. α -S1-kazein aminoasit kompozisyonu (Masoodi ve Shafi, 2010).

	İnek	Keçi	Koyun
Ala (A)	5.6%	7.0%	7.0%
Arg (R)	2.8%	3.3%	2.8%
Asn (N)	3.7%	5.1%	4.7%
Asp (D)	3.3%	3.3%	3.3%
Cys (C)	0.5%	0.5%	0.5%
Gln (Q)	6.5%	6.5%	7.0%
Glu (E)	11.7%	9.3%	9.3%
Gly (G)	4.2%	4.2%	4.2%
His (H)	2.3%	1.9%	1.9%
Ile (I)	5.6%	5.6%	4.7%
Leu (L)	10.3%	10.3%	10.7%
Lys (K)	7.0%	6.5%	7.0%
Met (M)	2.8%	2.8%	2.8%
Phe (F)	3.7%	3.3%	3.3%
Pro (P)	7.9%	8.9%	7.9%
Ser (S)	7.5%	8.4%	8.9%
Thr (T)	2.8%	2.8%	1.9%
Trp (W)	0.9%	0.9%	0.9%
Tyr (Y)	4.7%	5.1%	5.1%
Val (V)	6.1%	5.1%	5.1%

Yapılan son çalışmalarda keçi sütü için 6 farklı α -s1-kazein genetik varyantı ortaya çıkmıştır. Bu çeşitli varyantların tat, koku ve sindirilebilirlikte farklılıklara neden olduğu bildirilmiştir. Keçi ve koyun sütleri, inek sütüne göre, ısıl işlemlerde daha düşük koloidal kararlılığa sahip olduğu bildirilmiştir (Raynal-Ljutovac ve ark., 2007).

Keçi sütünün laktoz miktarı, inek sütünden % 0,2-0,5 oranında daha azdır (Amigo ve Fontecha, 2011). Laktoz dışında, keçi sütünde bulunan oligosakkaritlerin oldukça çeşitli olduğu bildirilmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda bazı keçi ırklarında 25 farklı oligosakkarit çeşidi olduğu bildirilmiştir. Ayrıca keçi

sütünde sialik asit değişiminin inek sütünden 4 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir (Raynal-Ljutovac ve ark., 2008).

Keçi ve koyun sütlerinin lipit dağılımında trigliseridlere ek olarak basit lipitler (monogliseritler, digliseritler, kolesterol esterleri), kompleks lipitler (fosfolipitler) ve yağda çözünen bileşenler (steroller, kolesterol esterleri, hidrokarbonlar) yer almaktadır (Walstra ve ark., 2006). Keçi sütünde bulunan yağ asitleri açısından bir diğer çok önemli konu ise, keçi sütünün, inek sütünde bulunmayan ve keçi sütü ürünlerine karakteristik tat-kokuyu veren, 11 karbon atomundan daha az karbon atomu içeren dallanmış yapıya sahip serbest yağ asitlerini içermesidir. Küçükbaş hayvan sütlerinin yağlarında konjuge linoleik asitleri (CLA) vardır. Konjuge çift bağ içeren bu yağ asitleri, linoleik asidin geometrik izomerleridir. Temel bir CLA olan cis-9 trans-11 C18:2'in, antiaterojenik etkisine ek olarak antikanserojen özelliklerden de sorumlu bir yağ asidi olduğu düşünülmektedir (Amigo ve Fontecha, 2011). Keçi benzeri aroma olarak tanımlanan tat ve kokudan sorumlu yağ asitlerinden diğeri 4-etilositanoik asittir. Monometil dallanmaların olduğu C4 ve C6 yağ asitleri ise sadece keçi sütünde bulunurken, inek sütünde bu yağ asitleri yoktur. Keçi sütünde fazla sayıda minör dallanmış yağ asitleri bulunmaktadır ve keçi sütündeki trans-C18:1 yağ asidi miktarı, inek sütündekinden, belirgin bir şekilde daha düşük olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle keçi sütü koroner kalp hastalıkları için daha az riske neden olduğu kanaatine varılmıştır (Haenlein, 2004).

Keçi ve koyun sütlerinin mineral düzeyleri genel olarak insan sütündekinden daha fazladır. Keçi sütü, inek sütünden daha yüksek oranda Ca, P, K, Mg ve Cl; daha az oranda da Na ve S içermektedir (Park ve ark., 2007). Keçi sütü yüksek Cl ve P içeriği ile diğer sütlerden ayırt edilmektedir. Keçi sütü ve diğer tür sütlerin laktoz içerikleri ile Na ve K minerallerinin molar toplamları arasında ters orantı bulunmaktadır. Klor, K ile pozitif olarak korelasyon ve laktoz ile negatif korelasyon göstermektedir. Keçi sütü asal mineralleri, Na minerali hariç, laktasyon periyodundan etkilenmemektedir (Park ve ark., 2007).

Keçi sütünde bulunan iz minerallerden Mn, Cu, Fe ve Zn'un derişimleri sırasıyla 0,032, 0,05, 0,07, 0,56 mg/100 g'dır (Amigo ve Fontecha, 2011). İz mineraller içinde, en yüksek miktarda bulunan mineral Zn'dur (Amigo ve Fontecha,

2011). Keçi ve koyun sütlerindeki Zn miktarının insan sütünden daha fazla, Fe miktarının ise daha az olduğu bildirilmiştir (Park ve ark., 2007).

Keçi ve inek sütleri, insan sütünden belirgin bir şekilde fazla iyot ve Se içermektedir (Park ve ark., 2007). Demirin vücutta kullanımının ise keçi sütünde, inek sütüne göre daha fazla olduğu ve bunun nedeninin de bağırsaklarda daha iyi absorpsiyon sağlanmasına yardımcı olan nükleotid miktarıyla ilgili olduğu bildirilmiştir (Raynal-Ljutovac ve ark., 2008).

İnek sütüne göre keçi ve koyun sütleri daha fazla oranda A vitamini içermektedir. Keçi sütündeki β -karotenin tamamı A vitaminine dönüştürülürken, keçi sütü inek sütünden daha beyaz renkte görülmektedir (Amigo ve Fontecha, 2011). Keçi ve koyun sütlerinde yüksek oranda B vitaminleri bulunduğu özellikle niasin miktarının oran olarak daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Raynal-Ljutovac ve ark., 2008). Bebekler için keçi sütü uygun miktarda A vitamini ile niasin ve fazla miktarda da tiamin, riboflavin ve pantotenat içermektedir (Park ve ark., 2007). Ancak keçi sütü, folik asit ve E vitamini açısından fakir olduğu bildirilmiştir (Raynal-Ljutovac ve ark., 2008). İnek sütüne göre keçi sütünde folik asit ve B12 vitaminin oldukça yetersiz düzeyde oluşu "keçi sütü anemisine" neden olmaktadır.

İnek sütündeki folat ve B12 vitamini düzeyleri, keçi sütünden beş kat daha fazladır ve folat hemoglobinin sentezi için gereklidir. Keçi ve inek sütlerinin her ikisi de pridoksin (B6), C ve D vitaminlerinden fakir olduğu bildirilmiştir (Park ve ark., 2007).

2.2.3. Manda Sütü

Mandaların bakım ve beslenmesi diğer türlere oranla daha kolaydır ve manda sütü diğer sültere oranla besleyici özelliklerinin bulunması nedeniyle tercih edilmektedir. Ancak, bir dönem dünya süt üretiminin % 10'unu oluşturan manda sütü, bir takım çevresel etkiler, küresel iklim değişikliği ve mandaların yaşam alanı olan sulak alanların giderek azalması ayrıca mandaların düşük süt verimi ve uzun süren buzağılama döneminin olması nedeni ile giderek azalmaktadır (Gürsoy, 2015). Manda sütü Hindistan ve Pakistan başta olmak üzere Asya ülkeleri için daha önemli yere sahiptir. Türkiye, manda sütü üretiminde 32443 ton/yıl üretim kapasitesi ile Avrupa'da, İtalya'dan sonra en yüksek üretim kapasitesine sahip olan ülke konumundadır (Addeo ve ark., 2007).

Manda sütünün özellikleri aşağıda sıralanmıştır:

- Manda sütünde karoten tamamen A vitaminine dönmüş halde bulunur.
- Mandalar, karotenin tamamını A vitaminine çevirdikleri için sütlerinin rengi, diğer sütlere oranla daha beyazdır.
- Manda sütü proteini inek sütüne göre daha çok kazein, daha çok albumin ve globulin içerir. Bileşimindeki proteinli maddelerin yaklaşık % 77'si kazein olduğu için, kazeinli sütler grubuna girmektedir.
- İnek sütü proteinlerine göre manda sütü proteinleri ısıtma işlemi daha dayanıklıdır. Ayrıca manda sütünün maya ile pıhtılaşma süresi daha kısadır ve daha kolay pıhtılaşır.
- Manda sütündeki yağ oranı (% 7-8) inek sütüne (% 3-4) göre yaklaşık 2 kat fazla olmasına rağmen, birim manda sütünün kolesterol değeri inek sütünün kolesterol değerine göre (% 43 daha az) önemli ölçüde daha düşüktür. Bu durum yağ globüllerinin çapının küçük olması dolayısıyla çoklu doymamış yağ asitlerince zengin olmasından kaynaklanmaktadır.
- Manda sütü inek sütüne oranla mineral madde içeriği açısından da üstündür. Örneğin kalsiyum, demir ve fosfor içeriği inek sütüne göre manda sütünde daha fazladır. Manda sütünde bulunan çeşitli biyo-koruyucu maddelerin (immunoglobulinler, laktoferrin, lizozim, laktoperoksidaz) manda sütünde daha fazla olması, özel diyetlerde ve sağlıklı gıda hazırlamada manda sütünü inek sütüne göre daha üstün duruma getirmektedir.
- Ürünlere işleme uygunluğu açısından manda sütü daha dayanıklı olduğu için daha üstündür. Yağ oranının ve kuru maddesinin daha fazla olması tereyağı ve süttozu gibi ürünlerin üretiminde verimi artırmaktadır. Ayrıca manda sütünden üretilen peynir, yoğurt, süt tozu gibi ürünler daha beyaz renklidir. Manda sütü kreması kahvede kullanmak için inek sütü kremasına göre daha uygun olduğu bildirilmiştir (Tablo 14) (Gürsoy, 2015).

Tablo 14. İnek, koyun, keçi ve manda sütünün ortalama genel bileşimi (Raynal-Ljutovac ve ark., 2008)

	İnek	Koyun	Keçi	Manda
Yağ (%)	3,6	7,9	3,8	7,4
Yağ haricikuru madde(%)	9	12	8,9	10,1
Laktoz (%)	4,7	4,9	4,1	5
Protein (%)	3,2	6,2	3,4	4,4
Kazein (%)	2,6	4,2	2,4	3,7
Mineral (%)	0,7	0,9	0,8	0,8
Ca (mg/kg)	1200	1950	1260	1800
P (mg/kg)	920	1250	970	1200

Manda sütü koyun, keçi ve inek sütüne göre en yüksek laktoz içeriğine sahip olan süt türüdür. Ayrıca oligosakkarit içeriği de yine manda sütünde diğer türlerin sütlerine göre yüksek düzeyde bulunmaktadır (Ahmad ve ark., 2013). Manda sütünde bulunan yağ globüllerinin ortalama boyutunun (5 µm) diğer türlere göre daha büyüktür. Bu manda sütünün yüksek yağ içeriği ile ilişkilendirilmiştir (Menard ve ark., 2010).

Manda sütünün inek sütüne kıyasla iki katı kalsiyum ve fosfor içerdiği; diğer minerallerin ise inek sütüne yakın seviyelerde olduğu belirlenmiştir (Walstra ve Jenness, 1984). Kazein misellerinin ortalama çapı inek, koyun ve keçi sütü için sırası ile 150, 180 ve 260 nm'dir. Manda sütünün ise ortalama misel boyutu 190 nm olarak bulunmuştur (Ahmad, 2010). Manda sütü yüksek kolloidal kalsiyum içeriği ve kısmen daha büyük misel boyutuna sahip olması nedeniyle inek sütüne göre daha az hidrate olmaktadır (Ahmad ve ark., 2013). İnek sütü standartları temel alınarak yapılan bir çalışmada, manda sütünün kazein fraksiyonlarının oranı; α -s1, α -s2, β -kazein ve κ -kazein için sırası ile %22,7; %13,2; %53,6 ve %10,5 olarak saptanmıştır (Feligini ve ark., 2009). Ancak Bonfatti ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada manda sütünün protein fraksiyonlarını RP-HPLC ile belirlemişler ve inek sütüne göre α -s2 ve κ -kazein içeriğinin yüksek, α -s1 ve β -kazein içeriğinin ise daha düşük olduğunu bulmuşlardır.

Manda sütü kazeinlerini diğer türlerden ayıran bir diğer özellik de kazeinlerin neredeyse tamamının kolloidal yapının içinde bulunmasıdır (Ganguli ve ark., 1973). Bonfatti ve ark. (2013), manda sütü β -laktoglobulin içeriğinin α -laktalbumin miktarının yaklaşık 1,3 katı olarak saptamışlardır. Ayrıca manda

sütünün α -laktalbumin ve laktoferrin içeriğinin inek sütünden önemli derecede fazla olduğunu bildirmişlerdir (Buffoni ve ark., 2011).

2.2.4. İnsan Sütü

İnsan sütü kuru madde açısından inek sütüne yakındır. Anne sütü ile inek sütünün farkları arasında anne sütü inek sütünden farklı olarak laktoz oranı yüksek, mineral madde ve protein oranı düşüktür. Anne sütünün asitlik derecesi inek sütünün yarısı kadardır. Asit ve peynir mayasıyla pıhtılaşma yetenekleri iyi değildir. Proteinin % 53'ü kazeinden, % 47'si albüminden oluşmuştur. Büyük bir kısmını serum proteinleri oluşturur ve albüminli sütlerdendir. Yağ globüllerinin çapı daha küçüktür. Midede daha yumuşak ve küçük taneli pıhtı oluşturduğu için sindirimi kolaydır (Gürsoy, 2015).

2.3. Sütün İnsan Beslenmesindeki Önemi

Süt, birçok insan için en önemli gıdalardan biridir. Süt; proteinler, yağlar, karbonhidratlar, mineraller, vitaminler ve amino asitler gibi yüksek besin içeri nedeniyle beslenme açısından “En mükemmel yiyecek” olarak tanımlanmıştır. Dünya süt üretiminin % 83'ünün sığır (inek), % 13'lük manda, % 2'sine keçi, % 1'ine koyun, % 4'ünü ise deve sütünden sağlandığı bildirilmiştir. Gelişmekte olan ülkelerde ise hemen hemen tüm süt sığırlar tarafından üretilmekte ve süt üretiminin yaklaşık üçte biri ise manda, keçi, deve ve koyun sütünden sağlanmaktadır (Abd El-Salam ve ark. 2011; El-Nahrawy, 2011).

Beslenme yaşamın sürdürülmesi, sağlığın korunması ve geliştirilmesi için besinlerin alınması ve kullanılması olarak tanımlanmaktadır (Baysal, 2009). Süt, organizmanın oluşturulması ve canlılığın devam edebilmesi için gereken tüm makro ve mikro besin öğelerinin hemen hepsini farklı miktarlarda içeren, içilebilir bir gıda maddesidir. Bu yüzden süt çok eski devirlerden beri tüketilen bir gıda maddesi olmuştur. Yeterli ve dengeli beslenme insan sağlığını olumlu yönde etkileyen ve yaşam kalitesini artıran bir olgudur. Her yaşta ve fiziksel aktivite düzeyinde olan kişilerin yeterli ve dengeli beslenme amacıyla yeterli enerji, protein, yağ, vitamin ve mineral madde almak durumundadır. Bu yüzden süt ve süt ürünleri yaşamın her döneminde çocuk, genç, gebe, emzikli kadınlarda ve yaşlılarda vazgeçilmez öneme sahip bir besindir. İskeletin başlıca yapıtaşlarından biri

kalsiyumdur. Kemiklerde kalsiyum birikimi büyüme hızına bağlı olarak artar ve 25 yaşında en üst düzeye ulaşır. 30 yaşından sonra kemiğin kalsiyum içeriği azalmaktadır ve kadınlarda menapozla bu azalma hızı artmaktadır. Kalsiyum ergenlik dönemine kadar kemik kütesinin gelişimini, yetişkinlikte bu kemik kütesinin korunmasını sağlar. Menopoz dönemi sonrası kemik kaybının yavaşlamasını sağlar. Kişinin kalsiyumdan zengin beslenmesi genetik sınırlar içerisinde kemik kütesinin en üst düzeye ulaşmasını sağlar. Bu yüzden büyüme çağında yeterli kalsiyum alımı osteoporoz riskini azalttığı için çok önemlidir. Kalsiyumun en iyi kaynakları süt ve süt ürünleridir. Sütte kalsiyum ile beraber bulunan fosfor minerali kalsiyum ve fosfor ilişkisi bakımından dengesi en önemli besindir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) 1 - 10 yaş için 800 mg/gün, 11 - 24 yaş için 1200 mg/gün, sonrasında 800 mg/gün kalsiyum alınmasını önermektedir. Süt ayrıca B grubu vitaminleri ve A vitamini bakımından çok önemli bir kaynaktır. Özellikle D vitaminiyle zenginleştirilmiş sütlerin çocuklara düzenli bir şekilde verilmesiyle çocukların raşitizme karşı en iyi şekilde korunmaları sağlanır (Kon, 1959).

Süt, sahip olduğu proteinlerden dolayı da önemli bir gıda maddesi olarak kabul edilmektedir. Süt proteinleri yaşam için büyük önem taşıyan elzem aminoasitlerin tümünü yüksek miktarda içermektedir. Bu yüzden süt proteinlerinin biyolojik değeri oldukça yüksektir. Ayrıca, birim miktarındaki besin öğeleri ve besin kalitesi esas alındığında süt, besin değeri açısından birçok hayvansal kökenli gıda ile karşılaştırıldığında daha ucuz ve ulaşılabilir. Süt ve süt ürünleri bu açıdan da toplum beslenmesinde çok önemli bir yere sahiptir. Süt ve süt ürünlerinin tüketiminin artırılması başta çocuklar olmak üzere koruyucu hekimlik açısından da önemli sonuçlar doğurmaktadır. İleri yaşlarda görülebilecek birçok sağlık probleminin önüne çocuk ve gençlik döneminde kazanılmış düzenli bir süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlığıyla geçilebilir (Kon, 1959).

Bu çalışmada farklı memeli hayvan gruplarından (inek, manda, koyun ve keçi) sağım sonrası elde edilen çiğ süt örneklerinde α -S1-kazein ve β -laktoglobulin düzeyleri ile bazı biyokimyasal ve mineral düzeylerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Çalışma materyalini Samsun'da yetiştirilen ve klinik olarak sağlıklı olan 10 keçi, 10'ar adet inek, koyun ve mandadan sağım sonrası olarak alınan çiğ sütler oluşturdu.

3.2. Metot

3.2.1. Süt Serumunun Çıkarılması

Farklı hayvan türlerinden sağım sonrası temin edilen süt örnekleri ELISA ve biyokimyasal analizlerde kullanılmak üzere 2 farklı yöntemle santrifüj edildi.

ELISA için kit prosedüründe belirtildiği şekilde 2000 rpm 'de ve 20 dk süre ile santrifüj edilerek süt serumu elde edildi. Elde edilen süt örnekleri ELISA test kitleri ile analiz yapılana kadar -20 °C muhafaza edildi.

Biyokimyasal analizlerde kullanılmak üzere süt örnekleri 15 000 rpm'de ve 20 dk süre ile santrifüj edilerek süt serumu elde edildi (Hicks ve ark., 1979; Charkoftaki ve ark., 2010; Kandemir ve ark., 2013; Gürler ve ark., 2018; Modi ve Chatur, 2018). Elde edilen süt örneklerinde kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, total protein, albümin, total kolesterol, trigliseritleri düzeyleri spektrofotometrik yöntemle ile analiz yapılana kadar -20°C'de muhafaza edildi.

3.2.2. Süt Serumunda α -S1-kazein ve β -laktoglobulin Düzeylerinin Belirlenmesi

Süt serumunda α -S1-kazein ve β -laktoglobulin düzeyleri ELISA test kitleri kullanılarak ve kit proserü takip edilerek belirlendi. Bu çalışmada α -S1-kazein ve β -laktoglobulin düzeylerinin inek, koyun, keçi ve mandada belirlenmesi için α -S1-kazein ve β -laktoglobulin aminoasit kompozisyonu ile genetik çeşitliğinin manda, koyun, keçi ve inekte benzer yapıda olması (%85-95) nedeniyle Bovine spesifik ELISA kiti kullanıldı (Borkova ve Snaselona, 2005; Masoodi ve Shafi, 2010; Hayam ve ark.,2017;).

Süt Serumunda α -S1-kazein Düzeyinin Belirlenmesi: Süt serumda α -S1-kazein düzeyinin belirlenmesi için saptama aralığı 0,1-15 μ g/L ve saptayabildiği en düşük konsantrasyonu da 0,35 μ g/L olan ELISA (Biont, Bovine- α -S1-kazein,

Çin) kiti kullanıldı. Test üretici firmanın bildirdiği koşullarda gerçekleştirildi. Buna göre öncelikle tüm solüsyonlar kullanılmadan önce oda sıcaklığına getirildi. Stok standart solüsyonunun 16-0,5 µg/L aralığında 2 katlı dilüsyonları hazırlandı. Mikropleytin ilk ve son 6 kuyucuğuna 50 µl standart dilüsyonları, diğer kuyucuklara da 40 µl örnekler ve 10µl α-S1-kazein antikoru konuldu. Başta ve sonda olmak üzere birer kuyucuk ta blank olarak ayrıldı ve bu kuyucuklara sample diluent konuldu. Tüm kuyucukların üzerine 50 µl streptavidin-HRP konjugat ilave edildi. Mikropleyt 37°C'de 1 saat inkübe edildi. Yıkama solüsyonu ile 5 defa yıkama gerçekleştirildi. Sonrasında tüm kuyucuklara 50 µl Chromogen A ve 50 µl Chromogen B solüsyonları eklenerek, karıştırıldı. Karanlık ortamda 37°C'de 10 dk inkübe edildi. Süre sonunda tüm kuyucuklara 50 µl stop solüsyonu eklendi. Ekleme sonrasında 450 nm'ye ayarlanmış olan ELISA okuyucuda okutuldu. Belirlenen OD₄₅₀ değerleri Magellan Standard Tracker (V7-2) yazılımı ile standartlara ait OD₄₅₀ değerlerine bağlı olarak hesaplandı.

Süt Serumunda β-laktoglobulin Düzeyinin Belirlenmesi: Süt serumunda β-laktoglobulin düzeyinin belirlenmesi için saptama aralığı 2-300 µg/L ve saptayabildiği en düşük konsantrasyonu da 0,69 µg/L olan ELISA (Biont, Bovine-β-lactoglobulin, Çin) kiti kullanıldı. Test üretici firmanın bildirdiği koşullarda gerçekleştirildi. Buna göre öncelikle tüm solüsyonlar kullanılmadan önce oda sıcaklığına getirildi. Stok standart solüsyonunun 320-5 µg/L aralığında 2 katlı dilüsyonları hazırlandı. Mikropleytin ilk ve son 6 kuyucuğuna 50 µl standart dilüsyonları, diğer kuyucuklara da 40 µl örnekler ve 10 µl β-laktoglobulin antikoru konuldu. Mikropleytin başın ve sonunda birer kuyucuk blank olarak ayrılarak, bu kuyucuklara sample diluent konuldu. Tüm kuyucukların üzerine 50 µl streptavidin-HRP konjugat ilave edildi. Mikropleyt 37°C'de 1 saat inkübe edildi. Yıkama solüsyonu ile 5 defa yıkama gerçekleştirildi. Sonrasında tüm kuyucuklara 50 µl Chromogen A ve 50 µl Chromogen B solüsyonları eklenerek karıştırıldı. Karanlık ortamda 37°C'de 10 dk inkübe edildi. Süre sonunda tüm kuyucuklara 50 µl stop solüsyonu eklendi. Ekleme sonrasında 450 nm'ye ayarlanmış olan ELISA okuyucuda okutuldu. Belirlenen OD₄₅₀ değerleri Magellan Standard Tracker (V7-2) yazılımı ile standartlara ait OD₄₅₀ değerlerine bağlı olarak hesaplandı.

3.2.3. Süt Serumunda Kalsiyum, Magnezyum, Demir, Çinko, Total Protein, Albumin, Total Kolesterol ve Triglicerit Düzeylerinin Belirlenmesi

Süt serumunda kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, total protein, albumin, total kolesterol ve trigliceritleri düzeyleri spektrofotometrik yöntemle otoanalizör cihazı kullanılarak ölçüldü.

Total Kolesterol Düzeyinin Belirlenmesi: Total Kolesterol düzeyi Biosistem-TC kiti kullanılarak otoanalizör (Biosistem A25, İspanya) ile direkt enzimatik olarak ölçüldü (Sacks, 1999). Bu yöntemde kolesterol esterase, kolesterol esterlerini ayırdıktan sonra 4-kolesterolon oluşturmakta ve kırmızı renkli quinon üretilmekte olup serumdaki kolesterol konsantrasyonu ile doğru orantılı olmaktadır. Test prosedürü gereğince serumlardan 10 µL alınarak 100 µL çalışma reaktifi (Tablo 15 ve 16) ile karıştırıldı. 37°C de 5 dakika inkübasyon sonrasında dakikadaki absorbans değişimi 500 nm dalga boyu otoanalizör ile ölçüldü. Elde edilen sonuçlar gruplar arasında karşılaştırmalı olarak değerlendirildi.

Tablo 15. Total Kolesterol düzeyinin belirlenmesi amacıyla kullanılan reaktifler

Reaktif	Konsantrasyon
Phosphate buffer	100mmol/L
Phenol	5 mmol/L
4-Aminoantipyrine	0,3mmol/L
Cholesterolesterase	>150KU/L
Cholesteroxidase	>100KU/L
Peroxidase	5 KU/L

Tablo 16. Total Kolesterol düzeyinin belirlenmesi

	Blank	Örnek
Reaktif	1000 µL	1000 µL
Distilesu	10 µL	—
Örnek	—	10 µL

37°C’de 10 dk inkubasyondan sonra absorbansı okundu.
 $\Delta A = [\Delta A_{\text{sample}}] - [\Delta A_{\text{blank}}]$

Total Protein Düzeyinin Belirlenmesi: Süt serumunda total protein miktarı Biosistem-TP otoanalizör kiti kullanılarak otoanalizör cihazında, bakır sülfatın iki ya da daha fazla peptit bağı taşıyan maddelerle alkali ortamda

reaksiyona girerek menekşe renkli kompleks oluşturması esasına dayanan yöntem ile, ölçüldü (Weichselbaum, 1946). Bu amaçla deneme grubundaki her bir süt serumunun 20 µL'si alındı ve 1 000 µL çalışma reaktifi cihaz tarafından alınıp küvetlerde karıştırarak 10 dakika süre ile inkübasyon sonrasında dakikadaki absorbans değişimi 1 saat içinde 550 nm dalga boyunda ölçüldü (Tablo 17 ve 18). Elde edilen sonuçlar gruplar arasında karşılaştırmalı olarak değerlendirildi.

Tablo 17. Total Protein düzeyinin belirlenmesi amacıyla kullanılan reaktifler

Reaktif	Konsantrasyon
Sodyum-potasyumtartarat	32mmol/L
Sodiumhydroxide	200mmol/L
Potassiumiodide	30mmol/L
Cupricsulfate	12mmol/L

Tablo 18. Total Protein düzeyinin belirlenmesi

	Blank	Örnek
Reaktif	1000 µL	1000 µL
Distile su	20 µL	—
Örnek	—	20 µL

37°C'de 10 dk inkubasyondan sonra absorbansı okundu.
 $\Delta A = [\Delta A_{\text{sample}}] - [\Delta A_{\text{blank}}]$

Total protein değerinden albümin çıkarılarak globülin ve ALB/GLO oranı hesaplandı.

Albümin Düzeyinin Belirlenmesi: Süt serumunda albümin miktarı Biosistem-ALB otoanalizör kiti kullanılarak otoanalizör cihazında ölçüldü. Serumda kantitatif olarak 3,3',5,5'-tetrabraom, kresol sülfonftlalein (BCG) bağlanma esası ile çalışan kit kullanılarak süt serum örneklerinde albumin miktarı belirlendi (Grant ve Kachmar, 1976). Bu amaçla, deneme gruplarındaki her bir süt serumundan ve çalışma reaktifi ile cihaz tarafından aşağıda belirtilen oranlarda karıştırılarak, dakikadaki absorbans değişimi 600 nm dalga boyunda ölçüldü (Tablo 19 ve 20). Elde edilen sonuçlar gruplar arasında karşılaştırmalı olarak değerlendirildi.

Tablo 19. Albümin düzeyinin belirlenmesi amacıyla kullanılan reaktifler

Reaktif	Konsantrasyon
Sitrat buffer	30mmol/L
Bromocresolgreen	0.26mmol/L
Surfactant	1.5g/L

Tablo 20. Albümin düzeyinin belirlenmesi

	Blank	Örnek
Reaktif	1000 µL	1000 µL
Distile su	10 µL	—
Örnek	—	10 µL

37°C’de 5 dk inkubasyondan sonra absorbansı okundu.
 $\Delta A = [\Delta A_{\text{sample}}] - [\Delta A_{\text{blank}}]$

Total Trigliserit Düzeyinin Belirlenmesi: Trigliserid analizi, enzimatik kolorimetrik yöntem kullanılarak yapıldı. Süt serum örneklerindeki trigliserid düzeyi otoanalizörde Biosistem test kitleri kullanılarak belirlendi. Kullanılan reaktifler Tablo 21 ve 22’de sunulmuştur. Trigliserid düzeyinin ölçümü, lipoprotein lipaz tarafından trigliseridlerin gliserol ve yağ asidlerine dönüşümü izleyen, gliserol kinaz, gliserol fosfat oksidaz ve peroksidaz enzimlerinin katalizlediği reaksiyonlar sonucunda gerçekleşmektedir. Hidrojen peroksit, peroksidaz enziminin etkisiyle 4-aminofenazon ve 4-klorofenol ile etkileşerek pembe bir ürün oluşturur. Trigliserid konsantrasyonu ile doğru orantılı oluşan rengin yoğunluğu spektrofotometrik olarak 505 nm’de belirlendi. Elde edilen sonuçlar gruplar arasında karşılaştırmalı olarak değerlendirildi.

Tablo 21. Trigliserit düzeyinin belirlenmesi amacıyla kullanılan reaktifler

Reaktif	Konsantrasyon
Fosfat buffer	50 mmol/L
4-Klorofenol	5 mmol/L
ATP	2 mmol/L
Mg +2	4-5 mmol/L
Gliserokinaz	0,4 U/mL
Peroksidaz	0,5 U/mL
Lipoprotein lipaz	1,3 U/mL
4-Aminoantipirin	0,25 mmol/L
Gliserol-3-fosfat-oksidad	1,5 U/mL

Tablo 22. Trigliserit düzeyinin belirlenmesi.

	Blank	Örnek
Reaktif	1000 µL	1000 µL
Distile su	10 µL	—
Örnek	—	10 µL

37oC'de 10 dk inkubasyondan sonra 500nm absorbansı okundu.
 $\Delta A = [\Delta A_{sample}] - [\Delta A_{blank}]$

Kalsiyum Düzeyinin Belirlenmesi: Kalsiyum düzeyi Biosistem kiti kullanılarak otoanalizör (Biosistem A25, İspanya) cihazında spektrofotometrik olarak ölçüldü (Michaylova ve Illkova, 1971). Bu yöntemde süt serumu örneklerinden 15 µL alınarak 1000 µL çalışma reaktifi (Arsenazo III 0,2 mmol/L, imidazole 75 mmol/L) ile karıştırıldı ve oda ısısında 2 dakika inkübasyon sonrasında absorbans değişimi 650 nm dalga boyu otoanalizör ile ölçüldü. Elde edilen sonuçlar gruplar arasında karşılaştırmalı olarak değerlendirildi.

Magnezyum Düzeyinin Belirlenmesi: Magnezyum düzeyi Biosistem kiti kullanılarak otoanalizör cihazında spektrofotometrik olarak ölçüldü (Barbour ve Davisdon, 1988; Chromya ve ark. 1973). Örnek içindeki magnezyum alkali xylidyl blue ile renkli kompleks oluşturup, bu renkli kompleksin spektrofotometrik olarak ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Kullanılan reaktifler tabloda sunulmuştur (Tablo 23). Bu yöntemde örnekten 10 µL alınarak 1000 µL çalışma reaktifi (4 birim reaktif A ile 1 birim reaktif B) ile karıştırıldı ve oda ısısında 2 dakika inkübasyon sonrasında absorbans değişimi 520 nm dalga boyu otoanalizör ile ölçüldü. Elde edilen sonuçlar gruplar arasında karşılaştırmalı olarak değerlendirildi.

Tablo 23. Magnezyum düzeyinin belirlenmesi amacıyla kullanılan reaktifler

Reaktif	Konsantrasyon
Sodyum karbonat	0.1 mol/L
Triethanolamine	0.1 mol/L
Potassium cyanide	7.7 mol/L
Sodyum azide	0.95g/L
Reaktif B	
Glycine	25 mmol/L
Xylidyl Blue	0.5 mmol/L
Choroacetamide	2.6 g/L

Demir Düzeyinin Belirlenmesi: Demir düzeyi Biosistem kiti kullanılarak otoanalizör cihazında spektrofotometrik olarak ölçüldü (Stookey, 1970; Itano, 1978; Artiss ve ark 1981). Örnek içindeki transferrin bağlı demir miktarı askorbik asit aracılığıyla demirden indirgenmesi ve guanidinyum ile salınması esasına dayanmaktadır. Örnekteki ferrozine formunda demir iyonlarının oluşturduğu renkli kompleksin spektrofotometrik olarak ölçülmesi ile demir düzeyleri belirlendi (Stookey, 1970; Itano, 1978; Artiss ve ark., 1981). Bu yöntemde örnekten 200 µL alınarak 1000 µL çalışma reaktifi (4 birim reaktif A ile 1 birim reaktif B) ile karıştırıldı ve oda ısısında 5 dakika inkübasyon sonrasında absorbans değişimi 560 nm dalga boyu otoanalizör ile ölçüldü. Kullanılan reaktifler tabloda sunulmuştur (Tablo 24). Elde edilen sonuçlar gruplar arasında karşılaştırmalı olarak değerlendirildi.

Tablo 24. Demir düzeyinin belirlenmesi amacıyla kullanılan reaktifler

Reaktif A	Konsantrasyon
Guanidinium chloride	1 mol/L
Asetat buffer	0.4 mol/L pH. 4
Reaktif B	
Ferrozin	8 mmol/L
Ascorbic acid	200 mmol/L

Çinko Düzeyinin Belirlenmesi: Süt serumunda çinko düzeyi Biosistem kiti (Zinc, Bromo, Biosistem, İspanya) kullanılarak otoanalizör (Biosistem A25, İspanya) cihazında spektrofotometrik olarak ölçüldü. Çinko örneklerinin alkali 5Br-PAPS ile oluşturduğu renkli kompleksin spektrofotometrik olarak ölçülmesi esasına dayanmaktadır (Makino ve ark., 1982). Kullanılan reaktifler tabloda sunulmuştur (Tablo 25).

Tablo 25. Çinko düzeyinin belirlenmesi amacıyla kullanılan reaktifler

	Konsantrasyon
Reaktif A1	
Sodyum Karbonat	240 mmol/L pH. 10
Reaktif A2	
Sodyum Sitrat	170 mmol/L
Salicldoxime	24 mmol/L
Reaktif B	
Sodyum karbonat	50 mmol/L
5-Br-PAPS	0.25 mmol/L

3.2.4. İstatistiksel Değerlendirme

İstatistiksel analizler için SPSS statistical software for Windows (SPSS-PC, SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) kullanıldı. Gruplar arasında farklılığın belirlenmesinde One-way analysis of variance (ANOVA) testi ve Duncan's multiple range-testi uygulandı.

4. BULGULAR

4.1. Süt Serumda Bazı Biyokimyasal Parametre Düzeyleri

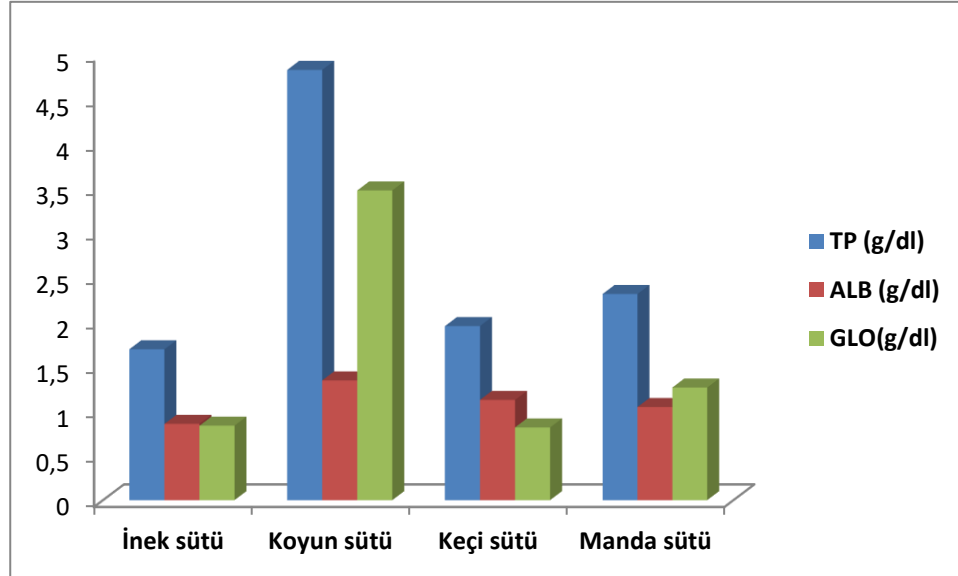
Samsun’da yetiştirilen, klinik olarak sağlıklı olan keçi, inek, koyun ve mandalardan sağım sonrası çiğ olarak alınan sütlere ait serumların içerdiği total protein (TP), albümin (ALB), globülin (GLO), albümin/globülin (ALB/GLO), total kolesterol (TK) ve trigliserit (TG) düzeylerinin ortalaması ve standart hata değerleri (ortalama±SE) Tablo 26’da sunulmuştur.

Tablo 26. İnek, koyun, keçi ve manda sütündeki total protein (TP), albümin (ALB), globülin (GLO), albümin/globülin (ALB/GLO), total kolesterol (TK), trigliserit (TG) düzeyleri

	İnek sütü	Koyun sütü	Keçi sütü	Manda sütü
TP (g/dl)	1,7±0,07 ^a	4,83±0,33 ^c	1,96±0,1 ^{ab}	2,32±0,15 ^b
ALB (g/dl)	0,86±0,07 ^a	1,35±0,07 ^b	1,13±0,09 ^{ab}	1,05±0,09 ^a
GLO(g/dl)	0,84±0,22 ^a	3,48±0,36 ^b	0,82±0,3 ^a	1,27±0,81 ^a
ALB/GLO	1,03±0,11 ^b	0,43±0,056 ^c	1,37±0,1 ^a	0,83±0,084 ^b
TK (mg/dl)	1,4±0,16 ^a	2,5±0,61 ^b	0,82±0,26 ^a	0,83±0,24 ^a
TG (mg/dl)	35,5±2,53 ^b	37,6±8,6 ^b	110,88±15,51 ^a	60,25±15,69 ^b

^{a, b, c}: Aynı satır farklı harflerle gösterilen gruplar arası farklar önemli (P<0,05).

Koyun süt örneklerindeki total protein, albümin ve globülin düzeylerinin diğer süt örneklerine göre en yüksek olduğu belirlendi (şekil 1).



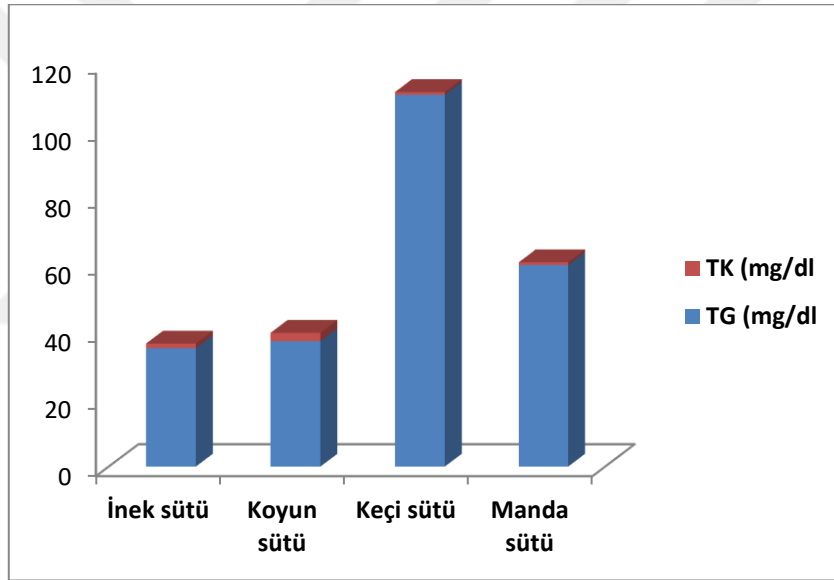
Şekil 1. Farklı süt örneklerindeki TP, ALB ve GLO değişimi

Total protein düzeyinin koyun sütünde en yüksek düzeyde olduğu ve bunun istatistiksel olarak önemli olduğu belirlendi (P<0,05). Total protein düzeyinin

sırasıyla manda, keçi ve inek süt örneklerinde azaldığı fakat aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlendi($P>0,05$).

Globulin düzeyinin koyun sütünde en yüksek düzeyde olduğu bunun istatistiksel olarak önemli olduğu belirlendi($P<0,05$). Daha sonra sırasıyla globülin düzeyi manda, inek ve keçi süt örneklerinde bulunduğu aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlendi($P>0,05$).

Albumin düzeyinin en yüksek koyun sütünde ve sonra da sırasıyla keçi, manda ve inek sütünde olduğu belirlendik. Koyun ve keçi sütü arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($P>0,05$), manda ve inek sütündeki albümin düzeylerinin de birbirine yakın olduğu fakat farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı saptandı ($P>0,05$).



Şekil 2. Farklı süt örneklerindeki trigliserit ve total kolesterol düzeyi

Trigliserit düzeyi keçi süt örneklerinde diğer süt örneklerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu belirlendi ($P<0,05$). Daha sonra sırasıyla manda, koyun ve inek süt örneklerinde olduğu saptandı. İnek ve koyun süt örneklerinin trigliserit düzeyinin birbirine çok yakın düzeyde olduğu belirlendi (Şekil 2).

Total kolesterol düzeyinin koyun sütünde en yüksek düzeyde olduğu ve bunun istatistiksel olarak önemli olduğu belirlendi ($P<0,05$). Total kolesterol

düzeşinin sırasıyla inek, manda ve keçi süt örneklerinde azaldığı ve aralarındaki farkın istatikselsel olarak önemli olmadığı saptandı ($P<0,05$).

4.2. Süt Serumda Bazı Mineral Düzeyleri

Keçi, inek, koyun ve manda süt serumlarındaki kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe), çinko (Zn) düzeylerinin ortalaması ve standart hataları değerleri (ortalama \pm SE) Tablo 27’de sunulmuştur.

Tablo 27. İnek, koyun, keçi ve manda sütündeki serumdaki kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe), çinko (Zn) düzeyleri

	İnek sütü	Koyun sütü	Keçi sütü	Manda sütü
Ca (mg/dl)	50,81 \pm 1,26 ^b	62,72 \pm 0,29 ^c	55,48 \pm 1,04 ^a	62,45 \pm 1,32 ^c
Mg (mg/dl)	9,18 \pm 0,29 ^b	13,89 \pm 0,54 ^c	10,67 \pm 0,29 ^a	13,29 \pm 0,28 ^c
Fe (μg/dl)	29,20 \pm 7,4 ^a	90,0 \pm 9 ^c	30,29 \pm 5,17 ^a	66,58 \pm 8,77 ^b
Zn(μg/dl)	158,74 \pm 15,82 ^{ab}	331,62 \pm 44,87 ^c	98,53 \pm 7,19 ^a	207,65 \pm 43,47 ^b

^{a, b, c}: Aynı satır farklı harflerle gösterilen gruplar arası farklar önemli ($P<0,05$)

Farklı süt örneklerinde Ca düzeyi karşılaştırıldığı zaman, Ca düzeyinin en yüksek düzeyde koyun ve manda sütünde bulunduğu fakat bu iki tür arasındaki farkın istatikselsel olarak önemli olmadığı belirlendi ($P>0,05$). Ca düzeyinin sırasıyla keçi ve inek sütünde azaldığı ve aralarındaki farkın istatikselsel olarak önemli olduğu saptandı ($P<0,05$).

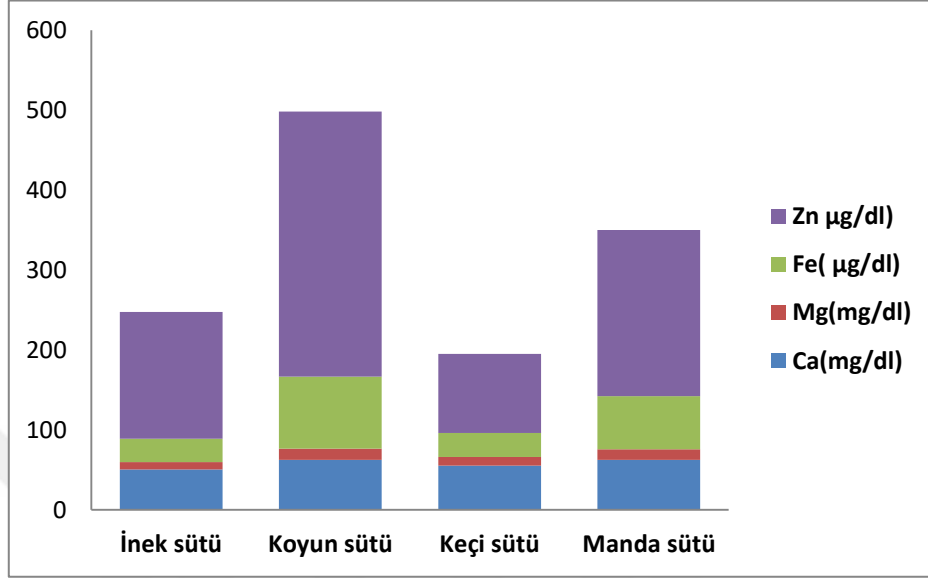
Mg düzeyi en yüksek oranda manda ve koyun sütünde bulunduğu ve düzeyleri arasındaki farkın istatikselsel olarak önemli olmadığı belirlendi ($P>0,05$). Mg düzeyi sırasıyla keçi ve inek sütünde azaldığı saptandı ($P<0,05$).

Fe düzeyi koyun sütünde istatikselsel olarak anlamlı düzeyde en yüksek düzeyde olduğu belirlendi ($P<0,05$). Fe düzeyi daha sonra sırasıyla manda sütünde yüksek olduğu ($P<0,05$), keçi ve inek sütünde ise Fe düzeyinin birbirine çok yakın olduğu fakat farkın ikisi arasında istatikselsel olarak önemli olmadığı belirlendi ($P>0,05$).

Zn düzeyinin koyun sütünde istatikselsel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu belirlendi ($P>0,05$). Zn düzeyinin sırasıyla manda, inek ve keçi sütünde azaldığı belirlendi. İnek sütü ile keçi ve manda sütü arasındaki farkın istatikselsel

olarak önemli olmadığı ($P>0,05$), keçi ve manda sütleri arasındaki farkın ise istatistiksel olarak önemli olduğu saptandı ($P<0,05$).

Farklı süt örneklerinin yüzde mineral dağılımı Şekil 3'te sunulmuştur.



Şekil 3. Farklı süt örneklerinin mineral değerleri

4.3. Süt Serumda α -S1-kazein ve β -laktoglobulin Düzeyleri

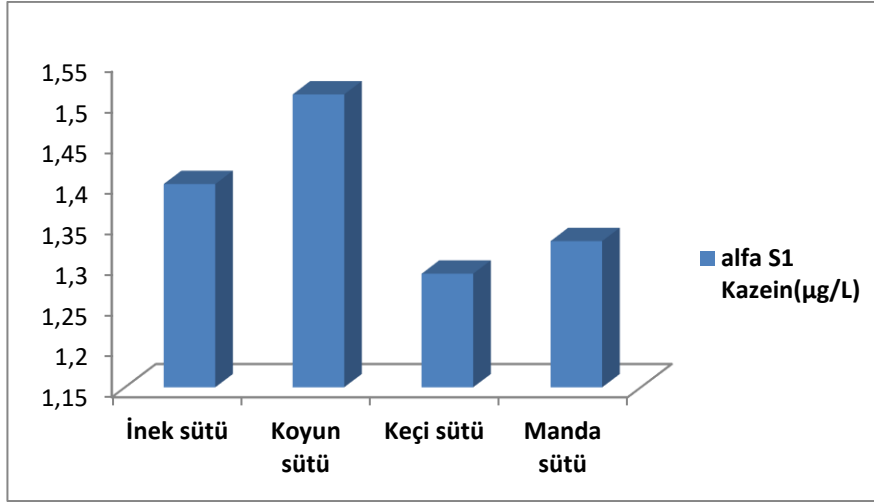
Keçi, inek, koyun ve manda sütlerinin serumlarındaki α -S1-kazein ve β -laktoglobulin düzeylerinin ortalaması ve standart hataı değerleri (ortalama \pm SE) Tablo 28'de sunulmuştur.

Tablo 28. İnek, koyun, keçi ve manda sütündeki α -S1-kazein ve β -laktoglobulin düzeyleri

	α -S1-kazein ($\mu\text{g/L}$)	β -laktoglobulin ($\mu\text{g/L}$)
İnek sütü	1,40 \pm 0,089 ^b	23,19 \pm 2,84 ^b
Koyun sütü	1,51 \pm 0,101 ^c	26,38 \pm 2,62 ^c
Keçi sütü	1,29 \pm 0,107 ^a	20,06 \pm 3,63 ^a
Manda sütü	1,33 \pm 0,119 ^{ab}	22,34 \pm 3,29 ^{ab}

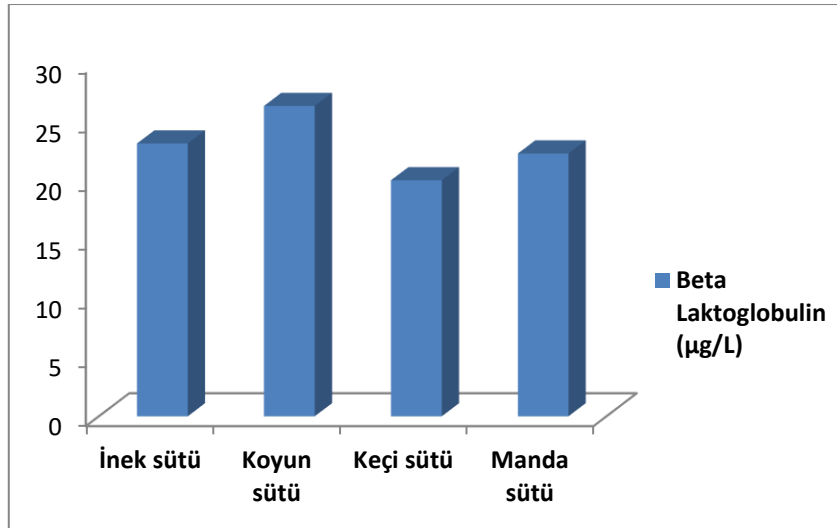
^{a, b, c}: Aynı sütun farklı harflerle gösterilen gruplar arası farklar önemli ($P<0,05$).

Kazeinin α -S1-kazein fraksiyon miktarının koyun sütünde en yüksek düzeyde olduğu belirlendi ($P<0,05$). Daha sonra düzeyin sırasıyla inek ve manda sütünde azaldığı fakat aralarındaki farkın ise istatistiksel olarak önemli olmadığı ($P>0,05$) belirlendi. En düşük α -S1-kazein düzeyinin ise keçi sütünde olduğu saptandı (Şekil 4).



Şekil 4. Farklı süt örneklerindeki α -S1-kazein düzeyi

Farklı süt örneklerindeki β -laktoglobulin düzeyi en yüksek koyun sütünde olduğu ve bunun istatistiksel olarak önemli olduğu belirlendi ($P < 0,05$). β -laktoglobulin düzeyi sırasıyla inek ve manda süt örneklerinde azaldığı ve en düşük düzeyde ise keçi sütünde olduğu belirlendi. Keçi sütü ile manda sütü arasındaki farkın önemli olmadığı ($P > 0,05$), fakat keçi ile koyun ve inek sütü arasındaki farkın ise istatistiksel olarak önemli olduğu saptandı ($P < 0,05$) (Şekil 5).



Şekil 5. Farklı süt örneklerindeki β -laktoglobulin düzeyi

5. TARTIŞMA

Süt, insanlar için en önemli gıdalardan birisi olarak kabul edilmektedir. Süt; protein, yağ, karbonhidrat, mineral, vitamin ve aminoasitler gibi öneme sahip besin içeriği nedeniyle beslenme açısından “en mükemmel yiyecek” olarak tanımlanmıştır. Dünya süt üretiminin % 85’inin inek, %11’inin manda, % 2,3’ünün keçi, % 1,4’ünün koyun, % 0,2’sinin ise deve sütünden sağlandığı bildirilmiştir (FAO, 2015). Gelişmekte olan ülkelerde ise hemen hemen tüm süt inekler tarafından üretilmekte ve süt üretiminin yaklaşık üçte biri ise manda, keçi, deve ve koyun sütünden sağlanmaktadır (Abd El-Salam ve ark. 2011; El-Nahrawy, 2011).

Sütün özelliği ile ilgili çalışmalar daha çok inek sütü ile yapılmış olup sınırlı sayıda çalışma farklı tür sütlerde yapılmış olup bu çalışmalarda daha çok fiziksel ve kimyasal farklılıklar ortaya konulmuştur (Holt ve Jenness, 1984; Jandal, 1996; Park ve ark., 2007). Yapılan çalışmalarda daha çok immün tepki, beslenme ve süttten üretilen ürünlerin özelliklerindeki (örneğin; peynir dokusu) farklılıklar üzerinde yoğunlaşmıştır.

Sütün en önemli besinsel faydası, protein içeriğinin yüksek olmasıdır. Sütün protein içeriğinin yaklaşık olarak % 80’ini kazein ve % 20 sini ise serum proteinleri oluşturmaktadır (Ambrosili ve ark., 1988). Kazein proteinleri (α , β ve γ), 100 nm boyutundaki kazein misellerinden oluşmaktadır. Kalsiyumun çoğu α ve β kazein proteinlerinin fosfoserin kalıntıları ile birleşen kolloidal kalsiyum fosfat yapısında olan bu kazein misellerinden oluşmaktadır (Dalgleish, 2011). Serum proteinleri ise α - ve β -laktoalbümin fraksiyonundan oluşmaktadır. Farklı türlere ait sütlerin tümünde aminoasit diziliminin birbirlerine çok benzer olduğu (Jandal, 1996; Hayam ve ark., 2017) ve kazeinlerin nispi oranlarında hafif değişikliklerle kazein proteinlerinden oluştuğu bildirilmiştir (Richardson ve ark., 1974; Ono ve ark., 1989). Sütteki kazein düzeyi türler arasında değişmektedir. Sütteki kazein miktarının (%w/w) en yüksek koyunda (4,6) olduğu daha sonra sırasıyla manda (3,6), keçi (3) en düşük miktarda ise inek sütünde (2,6) bulunduğu bildirilmiştir (Walstra ve ark., 2006). Sütteki α -S1-kazein aminoasit sekans verileri ile yapılan dendrogram sonucunda sığır, manda, koyun ve keçi sütlerinin mRNA gen sekansının birbirine benzerlik gösterdiği fakat domuz, deve, at ve insanda ise farklı

olduğu bildirilmiştir (Sukla ve ark., 2007). Mandan cDNA'sının aminoasit dizilişinin en yüksek oranda sığır (%95,3) ile benzeştiği daha sonra sırasıyla keçi (% 86,5) ve koyun (%84,5) ile benzediği bildirilmiştir (Sukla ve ark., 2007). Yaptığımız çalışmada kazeinin α -S1-kazein fraksiyon miktarının koyun sütünde en yüksek düzeyde olduğu ($P<0,05$), daha sonra sırasıyla inek ve manda sütünde olduğu, fakat aralarındaki farkın istatikselsel olarak önemli olmadığı ($P>0,05$) belirlendi. Keçi sütünde α -S1-kazein düzeyinin en düşük düzeyde bulunduğu saptandı. α -S1-kazeinin IgE ve T hücre tanıma reaksiyonları nedeniyle önemli bir alerjen olduğu bildirilmiştir (Spuergin ve ark., 1996; Ruitter ve ark., 2007). Bizim çalışmamıza paralel olarak yapılan çalışmalarda, keçi sütünün sığır sütüne göre daha düşük miktarda α -S1-kazein içerdiği bildirilmiştir (Clark ve Shebron, 2000; Martin ve ark., 2002). Çeşitli çalışmalarda keçi sütünde α -S1-kazein düzeyinin düşük olmasının alerjenik etkilerini azalttığı bildirilmiştir (Bevilacqua ve ark., 2001). Gelişmiş ülkelerde, sağlıklı beslenmeyi tercih eden mevcut eğilimler ışığında, niteliği ile özel önem taşıyan keçi sütü ve türevlerine olan ilginin artmakta olduğu bildirilmektedir (Barrionuevo ve ark., 2002; Sampelayo ve ark., 2002).

Yaptığımız çalışmada farklı süt örneklerindeki β -laktoglobulin düzeyinin koyun sütünde en yüksek olduğu ve bunun istatikselsel olarak önemli olduğu belirlendi ($P<0,05$). β -laktoglobulin düzeyi daha sonra sırasıyla inek ve manda süt örneklerinde yüksek olduğu, en düşük düzeyde ise keçi sütünde olduğu saptandı. Keçi sütü ile manda sütü arasındaki farkın önemli olmadığı ($P>0,05$) keçi sütü ile koyun ve inek sütü arasındaki farkın ise istatikselsel olarak önemli olduğu belirlendi ($P<0,05$). Çalışmamıza paralel olarak yapılan çalışmalarda, β -laktoglobulin düzeyinin keçi sütünde en düşük düzeyde olduğu ve daha sonra inek sütünde bulunduğu, en yüksek ise koyun sütünde bulunduğu bildirilmiştir (LAW, 1995; Ruprichova ve ark., 2014). İspanya ve Fransa'daki Saanen ırkına ait keçi sütleri ile yapılan bir çalışma sonucunda en yüksek β -laktoglobulin düzeyinin koyun sütlerinde bulunduğu bildirilmiştir (Önür, 2015).

Meme bezindeki protein sentezinin dolaşım sisteminden aminoasitlerin alımına bağlı olduğu ve laktojenik hormonlar (insülin, prolaktin ve glukokortikoidler) ve dolaşımdaki aminoasitlerin kan konsantrasyonları ile kontrol edildiği bildirilmiştir (Weekes ve ark., 2006, Rhoads ve Grudzien-Nogalska, 2007).

Süt proteini gen ekspresyonunun üreme döngüsünden (örneğin; hamileliğin ortasında aktive olurken, emzirme döneminde pik yaptığı ve süttten kesildikten sonra düştüğü) güçlü bir şekilde etkilendiği bildirilmiştir. Genel olarak, diyet azotunun süt proteinlerine dönüşüm etkinliğinin, keçilerin meme epitel hücrelerinde (% 25-30) nispeten düşük olduğu bildirilmiştir (Bequette ve ark., 1998). Samsun ilinde yetiştirilen koyun, keçi, manda ve ineklerin çığ sütleriyle yaptığımız çalışmada TP, ALB, GLO, ALB/GLO, TK ve TG düzeylerinin spektrofotometrik yöntemle belirlenmesi sonucunda TP düzeyinin koyun sütünde istatistiksel olarak önemli düzeyde yüksek olduğu belirlendi ($P<0,05$). Daha sonra sırasıyla TP düzeyinin manda, keçi ve inek süt örneklerinde bulunduğunu ve aralarındaki farkın ise istatistiksel olarak önemli olmadığı saptandı ($P>0,05$). Çalışmamıza paralel olarak TP içeriğinin koyun sütünde en yüksek olduğu ve daha sonra sırasıyla manda, keçi ve inek sütünde bulunduğu bildirilmiştir (Borkova ve Snalova, 2005; Mahmood ve Usman, 2010; Guetouache ve ark. 2014; Gürsoy, 2015). Koyun sütündeki TP düzeyinin yüksek olmasının sütün besin değeri ile peynir, yoğurt, tereyağ ve kazein üretiminde avantajlar sağlamaktadır. Koyun sütüyle yapılan peynirde veya yoğurta diğer hayvan sütleriyle yapılan göre besin değerinin daha yüksek olduğu söylenebilir. Ancak bu yüksek TP düzeyi koyun sütünün sindirilebilirliğinin daha zor olmasına yol açmaktadır.

Yaptığımız çalışmada ALB ve GLO düzeyinin koyun sütünde diğer tür sütlere göre önemli düzeyde yüksek olduğu belirlendi. ALB düzeyinin yüksekliğini koyun sütünden sonra keçi sütü takip ettiği, daha sonra sırasıyla manda ve en düşük düzeyde ise inek sütünde bulunduğu saptandı. ALB düzeyinin yüksek olmasının sindirilebilirliğin daha düşük olmasına da neden olduğu ve fazla tüketilmesi durumunda sindirim sistemi problemlerine neden olabileceği bildirilmiştir. Yapılan çalışmada koyun sütünün veya koyun sütü ile yapılmış gıdaların yüksek ALB düzeyi nedeniyle konstipasyonda önemli bir sebep olduğu bildirilmiştir (Önür, 2015).

Yaptığımız çalışmada GLO düzeyinin en düşük düzeyde keçi sütünde bulunduğu belirlendi. Vücutta GLO yetersizliği immün sistemin zayıflamasına ve akut veya kronik hastalıklara yatkınlığa neden olmaktadır. GLO'ler vücuttaki antijenlerle savaşmada ve toksinleri atmakta çok önemli görev üstlenmektedir. Bu

nedenle yeterli düzeyde vücutta bulunması önemlidir. Yaptığımız çalışmada en yüksek GLO düzeyinin koyun sütünde bulunduğu belirlendi. Daha sonra sırasıyla manda sütünde bulunduğu ve bu oranın koyun sütünde manda sütünden yaklaşık olarak 3 kat daha fazla olduğu, inek ve keçi sütünden ise 4 kata yakın daha fazla bulunduğu saptandı. Globülinin çeşitli varyantları olduğunu gösteren birçok çalışma olsa da, literatür de ülkemizde yapılmış detaylı çalışmaya rastlanmamıştır. Koyun sütü laktasyon süresinin oldukça kısıtlı olması ve kendine has ağır tat ve kokuda olması nedeniyle daha çok yöresel ürünlerde hammadde olarak kullanılmaktadır. Ayrıca yüksek protein miktarı sebebiyle bebek beslenmesi için de uygun görülmemektedir. Bazı mide ve bağırsak hastalıkları olan kişilerin de koyun sütü ile yapılan ürünlerini tüketmemesi uzmanlarınca tavsiye edilmektedir. Düzenli ve dengeli tüketimde vücuda gerekli GLO alınması için inek sütünün yeterli olduğu bildirilmiştir (Önür, 2015).

ALB/GLO oranı en yüksek olan sütün keçi sütü olduğunu belirlendi. Keçi sütü ALB düzeyi yönünden koyun sütünün ardından en yüksek olan süt türü iken globülin miktarında yine en yüksek olan koyun sütünü manda ve inek sütü takip ettiğini ve keçi sütü globülin kaynağı olarak en düşük düzeyde bulunduğu belirlendi.

Süt yağında 100'den fazla yağ asidi tespit edilmiştir. Bunlar kısa, orta ve uzun zincirli doymuş yağ asitleri ile doymamış yağ asitleridir. Butirik, kaproik ve kaprilik gibi kısa zincirli yağ asitleri diğer bitkisel ve hayvansal yağlarda yer almamaktadır. Süt lipitleri en fazla oranda (yaklaşık % 95) trigliseritlerden oluşturmaktadır ve geri kalan % 5 ise serbest yağ asitleri (FA), fosfolipitler, kolesterol esterler, digliseritler ve monogliseritlerden oluşmaktadır (Harvatine ve ark., 2009; Önür, 2015). Trigliseridler apolar özellikte olup yüzey aktif değildir ve sulu ortamda çözünmezler. Sütteki FA'nın lipojenik yol boyunca meme epitel hücreleri tarafından sentezlendiği ya da dolaşımdan plazmadan alındığı bildirilmiştir (Bauman ve Griinari, 2003). Ruminantlarda, lipogenez oluşmasının süt FA havuzunun % 50'sini kapsayan kısa ve orta zincirli FA (C4: 0 ila C16: 0) oluşmasını sağladığı bildirilmiştir (Barber ve ark., 1997). Ruminantlarda ruminal fermentasyonda FA'nın de novo sentezi için ana öncülleri (asetat ve p-hidroksibutirat) olduğu (Van Soest, 1994) buna karşılık, uzun zincirli FA daha çok kan lipoproteinlerin

lipoprotein lipaz tarafından hidrolizi yoluyla elde edildiği bildirilmiştir (Bauman ve Davis, 1974). Dolaşımdaki lipitler, sırayla, adipoz doku depolarının mobilizasyonundan ve ayrıca sindirim sistemindeki diyet lipit emiliminden geldiği bildirilmiştir (Bauman ve Griinari, 2003). Yaptığımız çalışmada TG miktarının keçi sütünde en yüksek olduğu ($P<0.05$), daha sonra sırasıyla manda, koyun ve keçi sütü geldiği belirlendi. Keçi sütünün diğer sütlerden farklı bir özelliğinin de orta zincirli FA'nin (örneğin C8, C10 ve C12) ve C18:1 doymamış FA'nin özellikle diğer sütlerden daha fazla olduğu bildirilmiştir (Fontecha ve ark., 2000). Keçi ve koyun sütlerindeki toplam yağ asitlerinin %75'inden fazlasının beş çeşit yağ asidinden (C10:0, C14:0, C16:0, C18:0 ve C18:1) meydana geldiği ve keçi ve koyun sütlerindeki metabolik olarak oldukça önemli olan kısa ve orta zincirli yağ asitlerinin düzeylerinin [kaproik (C6:0), kaprilik (C8:0), kaprik (C10:0) ve laurik (C12:0)] inek sütüne göre belirgin olarak daha fazla olduğu bildirilmiştir (Albenzio ve ark., 2006). Bizim çalışmamıza paralel olarak keçi sütünde bulunan yağ asitlerinin toplam yağ asitlerinin % 15-18'ini oluşturduğu, bu oranın inek sütünde yaklaşık olarak % 5-9 dolayında olduğu bildirilmiştir (Park, 2007). İnek sütüne göre keçi sütündeki bütirik (C4:0), miristik (C14:0), palmitik (C16:0) ve linoleik (C18:2) asit miktarın daha yüksek olduğu ancak stearik (C18:0) ve oleik asit (C18:1) içeriklerinin daha düşük olduğu bildirilmektedir (Haenlein, 2004). Buna karşılık, literatürde keçi ve koyun sütü yağlarının düşük oranda bütirik asit ancak yüksek oranda kaproik, kaprilik ve kaprik asit içerdiği bildirilmektedir (Walstra ve ark., 2006). Yapılan bir çalışmada koyun sütünün tekli ve çoklu doymamış yağ asiti miktarı ile omega 3 ve omega 6 yağ asitlerinin keçi sütündekinden daha fazla olduğu bildirilmektedir (Hilali ve ark., 2011). Yaptığımız çalışmada TK düzeyinin koyun sütünde diğer sütlerden önemli düzeyde yüksek olduğu ($P<0,05$) belirlendi. Daha sonra sırasıyla inek, manda ve keçi sütü geldiği bunlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını belirledik ($P>0,05$). Koroner kalp hastalıkları riskleri açısından inek sütünün daha avantajlı olduğu ve keçi sütü içerdiği yüksek trigliserid düzeyinden dolayı kalp ve damar hastaları riski olanlarda tercih edilmemesi gerektiği kanaatine varılmıştır. Sütte bulunan yağ asitleri ile ilgili yapılmış çalışmaların desteklenmeye ve daha geniş çaplı araştırmalarla geliştirilmeye ihtiyacı vardır.

Beslenme açısından makro elementlerin tamamının organizmanın büyümesi ve gelişmesi için mutlak gerekliliği bulunmaktadır. Özellikle Ca ve P kemikler için önemlidir. Ayrıca, sütlerdeki Ca miktarı sütün tuzluluk oranına da etki ederek tat değişikliklerine sebep olmaktadır. Ca kazein misellerinin büyüklüğüne bağlı olarak sütün rengi de etkilenmektedir. Yüksek miktarda Ca bulunması peynir yapımında kolaylık sağlamaktadır. Uzmanlar, sütte bulunan kalsiyumun bağırsaklarda kansere yol açabilen fazla asitleri yok ettiğini ve böylece sindirim sisteminin sağlıklı bir şekilde çalıştığını belirtmektedir. New York Kanser Araştırma Merkezi'nde kanser hastaları incelendiği bir çalışmada, süt içen hastaların kanser hücrelerine bakıldığında, hücre gelişmelerinde yavaşlamaya rastlanmıştır. Böylece, kalsiyumun kanser hücrelerini yavaşlattığı kanıtlanmıştır (Weinberg ve ark., 2004). Çalışmamızda inek, koyun, keçi ve manda süt serumundaki Ca, Mg, Fe ve Zn düzeyleri karşılaştırılmıştır. Ca'un vücut için oldukça önemli bir makro element olduğu bildirilmektedir (Haenlein, 2004). Yaptığımız çalışmada Ca düzeyinin koyun ve manda sütünde en yüksek olduğu, daha sonra sırasıyla keçi ve inek sütünün takip ettiği belirlendi. Çalışmamıza paralel olarak Ca miktarının en yüksek koyun sütünde daha sonra sırasıyla keçi ve inek sütünde bulunduğu bildirilmiştir (Balthazar ve ark., 2017). Hayam ve ark. (2017) tarafından Mısır'da yapılan ve farklı hayvan türlerinin sütlerinin mineral oranlarının karşılaştırıldığı çalışmada Ca miktarının koyun sütünde en fazla olduğu, daha sonra sırasıyla manda, inek ve keçi sütünde bulunduğu bildirilmiştir. Raynal- Ljutovac (2007)'ın yaptığı başka bir çalışmada insan, keçi ve koyun sütlerinin Ca oranları karşılaştırılmış ve yine benzer olarak koyun sütünün diğer sütlere göre Ca oranı yönünden yüksek bulunmuştur. Koyun sütünde minerallerin biyoyararlanımı ile koyun sütünün bu elementlerin değerli bir kaynağı olmasını sağlamaktadır. Hem organik hem de mineral formda kazeine bağlı olan Ca, süt sindirim sürecinde önemli bir kullanılabilirlik gösterdiği bildirilmiştir (Gueguen ve Pointillart, 2000). Farklı yörelerde yetişen hayvan sütlerinin mineral içerikleri ve dağılımları hakkında daha detaylı bir çalışma yapılarak bölgesel veriler elde edilmesi gerekmektedir.

Yaptığımız çalışmada Mg düzeyinin koyun sütü ve manda sütünde en yüksek düzeyde bulunduğu belirlendi. Daha sonra sırasıyla keçi sütü ve en düşük düzeyde ise inek sütünde bulunduğu saptandı. Çalışmamıza paralel olarak yapılan

bir çalışmada en yüksek Mg düzeyinin koyun sütünde bulunduğu ve daha sonra sırasıyla keçi ve inek sütünde bulunduğu bildirilmiştir (Balthazar ve ark., 2017). Mg protein sentezi, kas ve sinir fonksiyonu, kan glukozu kontrolü ve kan basıncı regülasyonu dahil olmak üzere vücutta çeşitli biyokimyasal reaksiyonları düzenleyen 300'den fazla enzim sistemini etkileyen bir kofaktördür. Vücuda düzenli aralıklarla Mg almak hayati açıdan önemli bir rol oynar. Sütün çözünür ve kolloidal fazlardaki kalsiyum, fosfor ve magnezyum dağılımları inek ve keçi sütleri için benzer olsa da, koyun sütü daha düşük çözünürlüğe sahip olmasıyla bu sütlerden farklılık göstermektedir (Hilali ve ark., 2011). Hayam ve ark. (2017)'nin Mısır'da yaptığı çalışmada en yüksek Mg içeriğine sahip süt türünün manda sütü olduğu ve bunu koyun, inek ve keçi sütünün takip ettiği bildirilmiştir.

Yaptığımız çalışmada Fe düzeyinin en yüksek olarak süt koyun sütünde bulunduğu ve bunu manda, keçi ve inek sütü takip ettiği belirlendi. Koyun ve manda sütü Fe düzeyi arasındaki farkın önemli olduğu ($P<0,05$) fakat inek ve keçi sütleri arasındaki Fe düzeyi farkının istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlendi ($P>0,05$). Yapılan bir çalışmada, Fe miktarının koyun ve inek sütünde en yüksek olduğu, en düşük düzeyde ise keçi sütünde bulunduğu bildirilmiştir (Balthazar ve ark., 2017). Yapılan başka bir çalışmada da demirin biyoyararlanımının keçi sütünde, inek sütüne göre, daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Raynal-Ljutovac ve ark., 2008). Bu durumun bağışıklarda daha iyi adsorpsiyonu sağlayan daha yüksek nükleotid miktarı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Koyun sütünde Zn düzeyinin yaptığımız çalışmada istatistiksel olarak önemli düzeyde yüksek olduğu belirlendi ($P<0,05$). Bunu sırasıyla manda, inek ve keçi sütleri takip ettiği saptandı. Yapılan çalışmalarda, bizim çalışmamıza paralel olarak, en yüksek Zn içeriği koyun sütünde bulunmuş olup, inek ve keçi sütü sıralaması da benzer olarak rapor edilmiştir (Balthazar ve ark., 2017; Hayam ve ark., 2017). Yapılan başka bir çalışmada Anglo-Nubian keçi sütünün, Fransa Alp keçi sütlerinden, belirgin bir şekilde daha yüksek oranda Cu ve Zn içerdiği bildirilmiştir (Park, 2007). Çinko yetersizliğinde; büyümede gerilik (cücelik), cinsiyet organlarının gelişmesinde gecikme, hastalıklara dirençsizlik, yaraların iyileşmesinde gecikme, tat ve koku algılamada bozukluklar gibi belirtiler görülmektedir (Raynal-Ljutovac, 2008). Ülkemizde de farklı yörelere ait aynı

hayvanların farklı türlerinin sütlerinin karşılaştırılmasına yönelik çalışmalar yapılması gerekmektedir.



6. SONUÇ

Süt bebeklikten yaşlılığa kadar vücudun gelişmesi, güçlenmesi ve sağlığın korunması için gerekli karbonhidrat, protein, yağ, vitamin ve mineralleri içeren çok önemli bir besin kaynağıdır. Dünya süt üretiminin % 85'inin inek, % 11'inin manda, % 2,3'ünün keçi, % 1,4'ünün koyun, % 0,2'sinin ise deve sütünden sağlandığı bildirilmiştir. Sütün özelliği ile ilgili çalışmalar daha çok inek sütü ile yapılmış olup sınırlı sayıda çalışma farklı tür sütlerde yapılarak fiziksel ve kimyasal farklılıkları ortaya konulmuştur.

Bu tez çalışması, Samsun'da yetiştirilen inek, koyun, keçi ve manda süt örneklerinde α -S1-kazein ve β -laktoglobulin düzeyleri ile bazı biyokimyasal (TP, ALB, GLO, TK, TG) ve mineral değerlerinin (Ca, Mg, Fe, Zn) belirlenmesi ve birbirleri ile karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmesi amacı ile gerçekleştirildi. Çalışma sonucunda koyun sütünde α -S1-kazein, β -laktoglobulin, TP, ALB, GLO, TK, Ca, Mg, Fe, Zn düzeylerinin diğer türlere ait sütlere göre önemli düzeyde yüksek olduğu belirlendi. Trigliserit düzeyi ise en yüksek olarak keçi sütünde tespit edildi.

Çalışma sonucunda koyun sütünün incelenen parametreleri en yüksek düzeyde içeren süt olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle koyun sütü ile yapılmış ürünlerin dikkatli kullanılması ve sütlerden alınan vitaminlerin biyoyararlılığına ilişkin kapsamlı çalışmalar yapılma gerekliliği ortaya konulmuştur. α -S1-kazein ve β -laktoglobulinin bebeklerde süt alerjisine neden olması ve keçi sütünde α -S1-kazein ve β -laktoglobulin düzeyinin en düşük olarak tespit edilmesi nedeniyle bebek beslenmesi için diğer sütlere göre daha uygun olabileceği düşünülmüştür.

KAYNAKLAR

- Abd El-Salam MH, El-Shibiny S. A comprehensive review on the composition and properties of buffalo milk. *Dairy Sci Technol* 2011;91(6):663–669.
- Addeo F, Alloisio V, Chianese L. Tradition and innovation in the water buffalo dairy products. *Ital J Anim Sci* 2007;6:51–57.
- Ahmad S, Anjum FM, Huma N, Sameen A, Zahoor T. Composition and physico-chemical characteristics of buffalo milk with particular emphasis on lipids, proteins, minerals, enzymes and vitamins. *J Anim Plant Sci* 2013;23:62–74.
- Ahmad S. Understanding of the molecular changes in casein micelles of buffalo milk as a function of physico-chemical conditions: a comparison with cow milk. *Agrocampus Ouest-INRA, France, PhD Thesis, 2010*;33–35.
- Akdeniz V, Kınık Ö, Yerlikaya O, Akan E. *Akademik Gıda. Çocuk ve Allerji* 2016;14(3):307–314.
- Albenzio M, Santillo A, Avondo M, Nudda A, Chessa S, Pirisi A, Banni S. Nutritional properties of small ruminant food products and their role on human health. *Small Rum Res* 2006;135:3–12.
- Ambrosini F, Massari FM, Bertoni T, Finzi A, Foresti A, Valentini R, Matta F. Akut miyokard infarktüsünde kalsiyum antagonistleri. *Ital Cardiol* 1988;18(11):974–981.
- Amigo L, Recio I, Ramos M. Genetic polymorphism of ovine milk proteins: its influence on technological properties of milk – a review. *Int Dairy J* 2000;10:135–149.
- Amigo L, Fontecha J. Goat Milk. In: *Encyclopedia of Dairy Sciences*, Fuquay JW (chief ed). 2. Baskı, Academic Press. 2011;484–493.
- Artiss JD, Vinogradov S, Zak B. Spectrophotometric study of several sensitive reagents for serum iron. *Clin Biochem* 1981;14(6):311–315.
- Balthazar CF, Silva HLA, Esmerino EA, Rocha RS, Moraes J, Carmo MAV, Azevedo L, Camps I, Abud Y, Sant'Anna C, Franco RM, Freitas MQ, Silva MC, Raices RSL, Escher GB, Granato D, Senaka Ranadheera C, Nazarro F, Cruz AG. The addition of inulin and *Lactobacillus casei* 01 in sheep milk ice cream. *Food Chem* 2017;25;246:464–472.
- Barber MC, Clegg RA, Travers MT, Vernon RG. Lipid metabolism in the lactating mammary gland. *Biochim Biophys Acta* 1997;1347:101–126.

- Barbour HM, Davidon W. Studies on measurement of plasma magnesium: application of the Magon dye method to the "Monarch" centrifugal analyzer. *Clin Chem* 1988;34(10):2103–2105.
- Barrionuevo M, Alferez MJM, Lopez Aliaga I, Sanz Sampelayo MR, Campos MS. Beneficial effect of goat milk on nutritive utilization of iron and copper in malabsorption syndrome. *J Dairy Sci* 2002;85:657–664.
- Bauman DE, Griinari JM. Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annu Rev Nutr* 2003;23:203–227.
- Bauman DE, Davis CL. Biosynthesis of milk fat. Pages 31-75 in *Lactation: A Comprehensive Treatise*. B.L. Larson and V.R. Smith, eds. Academic Press, New York, New York, 1974; pp. 31–75.
- Bayram T. Süt serum proteinlerinin peynir altı suyundan elde edilmesi. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Yüksek lisans tezi, 2007;72–73.
- Baysal A. Beslenme. 12. Baskı, Ankara, Hatiboğlu Yayınevi. 2009;8–75.
- Benowiez R. Clinical pharmacokinetics of lignocaine. *Clin Pharmacokinet* 1978;3(3):177–201.
- Benowiez R. *Vitamins & You*. Berklett Boks 1981;1:87.
- Bevilacqua C, Martin P, Candalh C, Fauquant J, Piot M, Roucayrol AM, Pilla F, Heyman M. Goats' milk of defective alpha(s1)-casein genotype decreases intestinal and systemic sensitization to beta-lactoglobulin in guinea pigs. *J Dairy Res*. 2001;68(2):217–227.
- Bequette BJ, Backwell FRC, Crompton LA. Current concepts of amino acid and protein metabolism in the mammary gland of the lactating ruminant. *J Dairy Sci* 1998;81:2540–2559.
- Black RE, Williams SM, Jones IE, Goulding A. Children Who Avoid Drinking Cow Milk Have Low Dietary Calcium Intakes And Poor Bone Health. *Amer J Clin Nutr* 2002;76:675–680.
- Bonfatti V, Giantin M, Rostellato R, Dacasto M, Carnier P. Separation and quantification of water buffalo milk protein fractions and genetic variants by RP-HPLC. *Food Chem* 2013;136: 364–367.
- Borkova M, Snaselova J. Possibilities of different animal milk detection in milk and dairy products – a review. *Czech J Food Sci* 2005;23:41–50.
- Borton B. *Human Nutrition*. McGraw-Hill 1978;3:12-56.

- Bosco D. The People's Guide to Vitamins & Minerals. Contemporary Books 1980;54.
- Bramanti E, Sortino Ch, Onor M, Beni F, Raspì G. Separation and determination of denatured α 1-, α 2-, β - and κ -caseins by hydrophobic interaction chromatography in cows', ewes' and goats' milk, milk mixtures and cheeses. *J Chrom* 2003;994:59–74.
- Buffoni JN, Bonizzi I, Pauciullo A, Ramunno L, Feligini M. Characterization of the major whey proteins from milk of Mediterranean water buffalo (*Bubalus bubalis*). *Food Chem* 2011;127:1515–1520.
- Burks AW. Childhood Food allergy. *Immunol Allergy Clin N. Amer* 1999;19: 397–406.
- Chatterton DEW, Smithers G, Roupas P, Bradkorb A. Bioactivity of beta-lactoglobulin and alfa-lactalbumin-Technological implications for processing. *Int Dairy J* 2006;16:1229–1240.
- Chromya V, Svoboda V, Stěpánová I. Spectrophotometric determination of magnesium in biological fluids with xylidyl blue II. *Biochem Med* 1973;7(2):208–217.
- Clark S, Sherbon JW. AlphaS1-casein, milk composition and coagulation properties of goat milk. *Small Rum Res* 2000;38:123–134.
- Collins ED, Norman AW. Handbook of Vitamins. Machlin; 1990:79.
- Costa WKA, Souza EL, Beltrao-Filho EM, Vasconcelos GKV, Santi-Gadelha T, Gadelha CAA, Franco OL, Queiroga RCRE, Magnani M. Comparative protein composition analysis of goat milk produced by the Alphine and Saanen breeds in Northeastern Brazil and related antibacterial activities. *Plos One* 2014;9(3):1–8.
- Dagleish AG. Therapeutic cancer vaccines: why so few randomised phase III studies reflect the initial optimism of phase II studies. *Vaccine* 2011;29(47):8501–8505.
- Davies AB, Law AJ. The effect of acid milk replacer on faecal coliform populations in preweaned calves. *Vet Rec* 1980;107(3):64.
- De Wit JN. Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products. *J Dairy Sci* 1998;81:599–608.
- Dedebaş T. Peyniraltı suyundan ultrafiltrasyon yöntemi ile α -laktoalbumin eldesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Isparta, Yüksek Lisans Tezi, 2009;1–80.

- Dumitraşcu L, Moschopoulou E, Aprodu I, Stanciu S, Rapeanu G, Stanciuc N. Assessing the heat induced changes in major cow and noncow whey proteins conformation on kinetic and thermodynamic basis. *Small Rum Res* 2013;111:129–138.
- Eker A, Yurdakul M. Annelerin Bebek Beslenmesi Ve Emzirmeye İlişkin Bilgi Ve Uygulamaları. *STED* 2006;15:158–163.
- El-Nahrawy MA. α -Fetoprotein-Producing Non-Germ Cell Tumors of the Urological System. *Rev Urol* 2011;13(1):14-9.
- FAO. FAOSTAT: Statistics division. food and agriculture organization of the United Nations 2010. Available from: Accessed 2015 July 31.
- Feligini M, Bonizzi I, Buffoni JN, Cosenza G, Ramunno L. Identification and quantification of a-S1, a-S2, b and k caseins in water buffalo milk by reverse phase-high performance liquid chromatography and mass spectrometry. *J Agricult Food Chem* 2009;57:2988–2992.
- Fontecha J, Lozada L, Martínez-Castro I, Juárez M. Composition of the sterol fraction of caprine milk fat by gas chromatography and mass spectrometry. *J Dairy Res* 2000;67(3):437–441.
- Fox PF, McSweeney PLH. *Dairy Chemistry and Biochemistry*, Blackie Academic and Professional. Second Edition, Ireland, University College. 1998;1–19.
- French TH, Popjak G, Malpress FH. Biological Synthesis of Lactose from Carbon 14 Glucose. *Nature* 1989;169:71.
- Ganguli NC, Parabhakaran RV, Paul TM. A comparative study of cow and buffalo milk casein. *J Dairy Sci* 1962;15:123–124.
- Ganguli NC, Parabhakaran RV, Paul TM. State of the casein micelle in buffalo milk. *Nether Milk Dairy J* 1973;27:258–272.
- German JB, Dillard CJ, Walzem RL. U.S. Whey Products and Dairy Ingredients for Health: A Review. *U.S. Dairy Export Counc* 2001;05:2000.
- Ginger MR, Grigor MR. Comparative aspects of milk caseins. *Comp Biochem Phys* 1999;124:133–145.
- Giray H. Anne Sütü İle Beslenme. *TTB Sürekli Tıp Eğitimi Derg* 2004;13(1):12–15.
- Gottlieb W. *The Complete Book of Vitamins*. Emmaus 1984;15:245.
- Grant GH, Kachmar JF. The proteins of body fluids. *Fund Clin Chemistry* 1976;1:4.

- Grosclaude F. Polymorphisms of milk proteins: some biochemical and genetical aspects. *Proc XVIth Int Conf Anim Blood Group Biochem Polymorph* 1979;1:54–92.
- Guéguen L, Pointillart A. The Bioavailability of Dietary Calcium. *Journal of the American College of Nutrition* 2000;19:119-136.
- Guetouache M, Guessas B, Medjekal S. Composition and nutritional value of raw milk. *Issue Biol Sci Pharmaceut* 2014;2:115–122.
- Gürsoy A. Süt Kimyası ve Biyokimyası. 1. Baskı, Ankara, Güneş Kitabevi. 2015;1–64.
- Haenlein GFW. Goat milk in human nutrition. *Small Rumin Res* 2004;51:155–163.
- Hambling SG, McAlpine AS, Sawyer L. β -lactoglobulin. Elsevier 1992;14:141–190.
- Harper J. Mapping a new frontier; development of integrated cytogenetic maps in plants. *Funct Integr Genomics* 2000;1(2):89-98.
- Harvatine KJ, Boisclair YR, Bauman DE. Recent advances in the regulation of milk fat synthesis. *Anim* 2009;3(1):40–54.
- Hayam MA, Afaf OA, Jihan MK, Wafaa MZ. Evaluation of Different Types of Egyptian Milk from Biochemical Aspects. *Int J Dairy Sci* 2017;12(2):130–136.
- Hayes H, Popescu P, Dutrilaux B. Comparative gene mapping of lactoperoxidase, retinoblastoma, and alpha-lactalbumin genes in cattle, sheep and goat. *Mamm Genome* 1993;4:593–597.
- Hele R. Biosynthesis of Fatty Acids. *J Dairy Sci* 1985(73);360–371.
- Hernandez-Ledesma B, Recio I, Amigo L. Beta-lactoglobulin as source of bioactive peptides. *Amino Acid* 2008;35(2):257–265.
- Hilali M, El-Mayda E, Rischkowsky B, Hunter GJE. Milk protein properties. *J Dairy Res* 2011;17:79–90.
- Holt C, Jenness R. Interrelationships of constituents and partition of salts in milk samples from eight species. *Comp Biochem Physiol A Comp Physiol* 1984;77(2):275–282.
- Hunter W. Lesions of the vulva. *Med Press* 1950;224(26):613–617.
- Itano M. CAP Comprehensive Chemistry. Serum iron survey. *Am J Clin Pathol* 1978;70:516–522.

- İzmen E, Süt Mamülleri ve Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 2. Baskı, Ankara, 1978; 12–26.
- Jain M. Dairy Foods, Dairy Fats, and Cancer: A Review. *Epidemiological Evidence* 1998; 18 (5): 905–937.
- Jandal JM. Comparative aspects of goat and sheep milk. *Small Rum Res* 1996;22:177–185.
- Kaptan N, Süt ve Süt Mamülleri. 1. Baskı, Ankara, Ankara Üniversitesi Basımevi. 1971;12–17.
- Karagözlü C, Bayarer M. Peyniraltı suyu proteinlerinin fonksiyonel özellikleri ve sağlık üzerine etkileri. *Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi* 2004;41(2):197–207.
- Kirschmann J. *Nutrition Almanac*. McGraw-Hill 1984;36.
- Kon SK. Milk and milk products in human nutrition. *FAO Nutrition Study* 1959;17.
- Kondyli E, Svarnas C, Samelis J, Katsiari MC. Chemical composition and microbiological quality of ewe and goat milk of native Greek breeds. *Small Rumin Res* 2012;103:194–199.
- Law AJ. Changes in casein composition of goats' milk during the course of lactation: physiological inferences and technological implications. *J Dairy Res* 1995;62(3):431–439.
- Liebert JL. *Milk Dairy Journ. Netherland* 1951;5:118–124.
- MacGibbon AKH, Taylor MW. Composition and structure of bovine milk lipids. *Adv Dairy Chem* 2006;1:42.
- Mahmood A, Usman S. A comparative study on the physicochemical parameters of milk samples collected from buffalo, cow, goat and sheep of Gujrat. *Pak J Nutr* 2010;9:1192–1197.
- Maret W, Sandstead HH. Zinc requirements and the risks and benefits of zinc supplementation. *J Trace Elem Med Biol* 2006;20:3–18.
- Martin P, Szymanowska M, Zwierzchowski L, Leroux C. The impact of genetic polymorphisms on the protein composition of ruminant milks. *Reproduct Nutr Devel* 2002;42:433–459.
- Masoodi TA, Shafi G. Analysis of casein alpha S1 & S2 proteins from different mammalian species. *Bioinform* 2010;31;4(9):430–435.

- Menard O, Ahmad S, Rousseau F, Briard-Bion V, Gaucheron F, Lopez C. Buffalo vs. cow milk fat globules: Size distribution, zeta-potential, compositions in total fatty acids and in polar lipids from the milk fat globule membrane. *Food Chem* 2010;120:544–551.
- Mercier JC, Vilotte JL. Structure and function of milk protein genes. *J Dairy Sci* 1993;76:3079–3098.
- Metin A. Gastric antral stricture in a patient with chronic granulomatous disease. *Turk J Pediatr* 1999;41(3):69–73.
- Metin M. Sütün Yapısı ve Özellikleri. Ege Üniversitesi Basımevi 2008;1:216.
- Michaylova V, Illkova P. The liquid-state, iodide-selective electrode. *Analytica Chimica Acta* 1971;53:194.
- Mindell E. Vitamin Book for the 21st Century. Berklett Books 1999;36–85.
- Moroli B, Pilla F, Tripaldi C. Detection of milk protein genetic polymorphisms in order to improve dairy traits in sheep and goats: a review. *Small Rum Res* 1998;27:185–195.
- Ono T. Milk casein as molecular assembly. *Tanpakushitsu Kakusan Koso* 1989;34(11):1351–1358.
- Öner Y, Elmacı C. Keçilerde Süt Proteinleri Polimorfizmi. *Hayvansal Üretim* 2007;48(2):49–54.
- Önür ZY. Keçi ve Koyun Sütlerinin Kimyasal Bileşenleri. *GIDA* 2015;40:1–40.
- Özer A, Taş F, Ekerbiçer HÇ. 0-6 Aylık Bebeği Olan Annelerin Anne Sütü ve Emzirme Konusundaki Bilgi ve Davranışları. *TAF Prevent Med Bull* 2010;9315–9320.
- Özkan B. Pastörize Sütün A Ve D Vitamin Kayıplarının İncelenmesi Ve A–D Vitaminlerince Zenginleştirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Yüksek Lisans Tezi, 2002; 1–17.
- Öztürk M, Besler T. Besin Alerjileri. 1. Baskı. Ankara, Klasmat Yayınevi, 2008; 8–10.
- Park YW, Juarez M, Ramos M, Haenlein GFW. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Rum Res* 2007;68:88–113.
- Raynal-Ljutovac K, Gaborit P, Lauret A. The relationship between quality criteria of goat milk, its technological properties and the quality of the final products. *Small Rum Res* 2005;60:167–177.

- Raynal-Ljutovac K, Lagriffoul G, Paccard P, Guillet I, Chilliard Y. Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small Rum Res* 2008;79:57–72.
- Raynal-Ljutovac K, Park YV, Gaucheron F, Bouhallab S. Heat stability and enzymatic modifications of goat and sheep milk. *Small Rum Res* 2007;68:207–220.
- Recio I, Perez-Rodriguez ML, Ramos M, Amigo L. Capillary electrophoretic analysis of genetic variants of milk proteins from different species. *J Chrom A* 1997;768:47–56.
- Rhoads RE, Grudzien-Nogalska E. Phosphorothioate cap analogs stabilize mRNA and increase translational efficiency in mammalian cells. *RNA* 2007;13(10):1745–1755.
- Richardson CW. Effects of various combinations of environmental temperature and humidity on the composition of milk and milk fat of the dairy cow. *Diss Abst* 1980;21(6):2426.
- Richardson TE, Willey J, Nov M. Continuous and discrete theories of detection and recognition. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology* 1974;1:10.
- Ruiter B, Knol EF, van Neerven RJ, Garssen J, Bruijnzeel-Koomen CA, Knulst AC, van Hoffen E. Maintenance of tolerance to cow's milk in atopic individuals is characterized by high levels of specific immunoglobulin G4. *Clin Exp Allergy* 2007;37(7):1103–1110.
- Ruprichova L, Kralova M, Borkovcova I, Vorlova L. Determination of whey proteins in different types of milk. *Acta Veterinaria Brno* 2014;83(1):67–72.
- Saarinen KM, Juntunen-Backman K, Jarvenpaa AL. Supplementary Feeding In Maternity Hospitals And The Risk Of Cow's Milk Allergy: A Prospective Study Of 6209 Infants. *J Allergy Clin Immunol* 1999;1:457–461.
- Sacks H. Max Weber's Ancient Judaism First Published 1999;16(1):1–29.
- Sampelayo S, Barrionuevo M, Alferez MJ, Lopez AI, Campos MS. Beneficial effect of goat milk on nutritive utilization of iron and copper in malabsorption syndrome. *J Dairy Sci* 2002;85(3):657–664.
- Spuergin P, Mueller H, Walter M, Schiltz E, Forster J. Allergenic epitopes of bovine alpha S1-casein recognized by human IgE and IgG. *Allergy* 1996;51(5):306–312.
- Stookey L. Two new spectrophotometric reagents for copper. *Talanta* 1970;17(7):644–647.

- Stull JW, Brown WH. Seasonal and breed variation in the fatty acid content of milk fat. *J Dairy Sci* 1962;45:661.
- Sukla S, Bhattacharya TK, Venkatachalapathy RT, Kumar P, Sharma A. Molecular cloning and characterization of buffalo alpha(s1)-casein gene. *DNA Seq* 2007;18(5):334–340
- Swanberg O. Enzymatische Versuche mit Milchrüsen. *Zeitschr Physiolog Chem* 1975;188:207–224.
- Texdorf I. *Archiv LebensmittelHyg. Milchwissenschaft* 1972; 33:142–145.
- Trujillo AJ, Jordana J, Guamis B, Serradilla JM, Amills M. El polimorfismo del gen de la caseína α s1 caprina y su efecto sobre la producción, la composición y las propiedades tecnológicas de la leche y sobre la fabricación y la maduración del queso. *Food Sci Tech Int.* 1998;4:217–235.
- Üçüncü M. A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi. *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Meta Dergi* 2004;1:236.
- Van Soest PJ. Fiber and physicochemical properties of feeds in: *Nutritional ecology of the ruminant*. Second edition. Cornell University press. 1994;140–155.
- Visser S, Slangen ChJ, Lagerwerf FM, Van Dongen WD, Haverkamp J. Identification of a new genetic variant of bovine β -casein using reversed-phase high-performance liquid chromatography and mass spectrometric analysis. *J Chrom A* 1995;711:141–150.
- Vilotte JL, Soulier S, Printz C, Mercier JC. Sequence of the goat alpha-lactalbumin-encoding gene: comparison with the bovine gene and evidence of related sequences in the goat genome. *Gene* 1991;98(2): 271–276.
- Voelker GR. Single- base polymorphisms within the 5' flanking region of the bovine a-lactalbumin gene. *J Dairy Sci* 1997;80: 194–197.
- Walingo MK. Indigenous food processing methods that improve zinc absorption and bioavailability of plant diets consumed by the Kenyan population. *AJFAND* 2009;9(1):523–535.
- Walstra P, Jenness R. *Dairy chemistry and physics*. John Willey and Sons 1984;1: 407.
- Walstra P. On the stability of casein micelles. *J Dairy Sci* 1990;73:1965–1979.
- Walstra P, Wouters JTM, Geurts TJ. *Dairy Science and Technology*. 3. Baskı, FL, Taylor& Francis Group. 2006; 763.

- Weekes NY, Lewis RS, Patel FR, Chang DJ, Berger D, Lupien SJ. Examination stress as an ecological inducer of sex differences in cortisol. *Stress* 2006; 9:199–206.
- Weichselbaum T. An accurate and rapid method for the determination of proteins in small amounts of blood serum and plasma. *Am J Clin Path* 1946;16: 40–49.
- Weinberg RF, Hodkiewicz P, Groves DI. What controls gold distribution in the Archean? *Geology* 2004;32:545–548.
- Wijesinha-Bettoni R, Burlingame B. Milk and dairy product composition. *Milk and dairy products in human nutrition* 2013;1:25-28.
- Wills NK, Sadagopa Ramanujam VM, Kalariya N, Lewis JR, Van Kuijk FJGM. Copper and zinc distribution in the human retina: Relationship to cadmium accumulation, age, and gender. *Exp Eye Res* 2008;87:80–88.
- Yamaguchi M. Role of nutritional zinc in the prevention of osteoporosis. *Mol Cell Biochem* 2010;338:241–254.
- Yerlikaya O, Kınık Ö, Akbulut N. Peyniraltı suyunun fonksiyonel özellikleri ve peyniraltı suyu kullanılarak üretilen yeni nesil süt ürünleri. *GIDA* 2010;35(4):289–296.
- Yüksel Z, Avcı E, Uymaz B, Erdem YK. General composition and protein surface hydrophobicity of goat, sheep and cow milk in the region of Mount Ida. *Small Rum Res* 2007;106:137–144.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Tuğçe Ayşen ŞENSOY

Doğum Yeri: AMASYA

Doğum Tarihi: 12.05.1993

Medeni Hali: EVLİ

Bildiği Yabancı Diller: İNGİLİZCE(ORTA)

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl): ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ –
2012/2016

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

E-posta: tugceaysencapraz@gmail.com