



Investigation of the Physicochemical, Beneficial Microorganism, and Bioactive Properties of Colostrum Samples from Different Sheep and Goat Breeds: The Case of Burdur Province

Pelin Ertürkmən^{1,a,*}, Türker Atcalı^{2,b}, Esra Uğur Geçer^{3,c}

¹Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur Gıda, Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Burdur, Türkiye

²Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur Gıda, Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, Burdur, Türkiye

³Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 04.09.2024 Accepted : 30.10.2024</p> <p>Keywords: Colostrum Akkaraman ACE-inhibitor Beneficial Microorganism Antioxidant</p>	<p>In this study, the colostrum samples from six Akkaraman sheep and five Honamlı goats, which are industrially and economically significant breeds widely raised in Burdur (Turkey), were analyzed for their physicochemical and bioactive properties on the 1st, 2nd, and 3rd days after birth, as well as mature milk samples on the 15th day. It was found that sheep colostrum contained higher levels of total protein, dry matter, and fat compared to goat colostrum ($p < 0.05$). The beneficial microorganism content in the colostrum samples of both breeds was determined to be above 7 log CFU/mL during the first 3 days after birth. The levels of total aerobic mesophilic bacteria (TAMB) in the sheep and goat colostrum samples were 8.82-8.03 and 8.52-8.33 log CFU/mL, <i>Bifidobacterium</i> spp. were 8.41-8.12 and 8.15-7.97 log CFU/mL, and <i>Lactobacillus acidophilus</i> were 7.61-6.78 and 7.85-7.61 log CFU/mL, respectively. To measure antioxidant activity, the 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), 2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) radical cation, and trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) methods were used. The highest ABTS and TEAC antioxidant values were found on the 1st day in the sheep and goat colostrum samples at 67.44 and 71.32, and 20.76 and 24.65, respectively ($p < 0.05$). The highest ACE-inhibitory activity was observed on the 2nd day in sheep colostrum samples at 32.39%, and on the 3rd day in goat colostrum samples at 42.29%. In mature milk samples, a decrease in bioactive properties was observed compared to colostrum samples in both animals. This study showed that the high ACE-inhibitory and antioxidant activity in the colostrum samples of Honamlı goats indicated a good protective ability against the formation of peroxy radicals. This study revealed the value of colostrum from different small ruminant species in terms of bioactive properties and beneficial microorganism content.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(s2): 2338-2346, 2024

Farklı Koyun ve Keçi Irkları Kolostrum Örneklerinin Fizikokimyasal, Yararlı mikroorganizma ve Biyoaktif Özelliklerinin Araştırılması: Burdur İli Örneği

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 04.09.2024 Kabul : 30.10.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Kolostrum Akkaraman ACE-inhibitör Yararlı Mikroorganizma Antioksidan</p>	<p>Bu çalışmada, Burdur (Türkiye) ilinde endüstriyel ve ekonomik yönden yetiştiriciliği yaygın şekilde yapılan evcil keçi (<i>Capra hircus</i>) ve koyun (<i>Ovis aries</i>) ırklarından olan 6 adet Akkaraman ırkı koyunları ile 5 adet Honamlı ırkı keçilerinin doğum sonrası 1., 2. ve 3. gün kolostrumları ve 15. gün olgun süt örnekleri fizikokimyasal ve biyoaktif özellikler yönünden analiz edilmiştir. Koyun kolostrumunun keçi kolostrumuna kıyasla daha yüksek düzeyde total protein, kurumadde ve yağ içerdiği saptanmıştır ($p < 0,05$). İki farklı ırkın kolostrum örneklerinde yararlı mikroorganizma içeriği doğumdan sonraki ilk 3 günlük süre boyunca >7 log kob/mL düzeyinde saptanmıştır. Koyun ve keçi kolostrum örneklerinde sırasıyla; toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) düzeyi 8,82-8,03; 8,52-8,33 log kob/mL, <i>Bifidobacterium</i> spp. 8,41-8,12; 8,15-7,97 log kob/mL ve <i>Lactobacillus acidophilus</i> 7,61-6,78; 7,85-7,61 log kob/mL olarak tespit edilmiştir. Antioksidan aktivitenin ölçülmesinde 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiyazol-6-sülfonik asit) (ABTS) radikal katyonu, troloks eşdeğeri antioksidan kapasite tayin (TEAC) yöntemleri kullanılmıştır. ABTS ve TEAC antioksidan değerleri 1.gün alınan koyun ve keçi kolostrum örneklerinde en yüksek düzeyde sırasıyla 67,44; 71,32 ve 20,76; 24,65 değerlerinde belirlenmiştir ($p < 0,05$). Koyun kolostrum örneklerinde en yüksek ACE-inhibitör aktivite %32,39 ile 2.gün belirlenirken, keçi kolostrumunda %42,29 ile 3.gün belirlenmiştir. Olgun süt örneklerinde ise her iki hayvan kolostrum örneklerine göre biyoaktif özellik değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Bu çalışmada ACE-inhibitör ve antioksidan aktivitenin Honamlı ırkı keçi kolostrum örneklerinde yüksek olması keçi kolostrum örneklerinin peroksil radikallerinin oluşumuna karşı iyi bir koruma yeteneğine sahip olduğunu göstermiştir. Yapılan bu çalışma, biyoaktif özellikler ve yararlı mikroorganizma içeriği yönünden farklı küçükbaş hayvan türü kolostrumlarının değerlerini ortaya koymuştur.</p>

^a pelin_bozkurt07@hotmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0003-4321-7886>

^c tatcali@mehmetakif.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0002-9420-0155>

^c esra.ugur@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0457-723X>



Giriş

Küçükbaş hayvan sütü üretimi ve tüketimi son yıllarda gittikçe artmaktadır. Bu yüzden hayvancılık ekonomisi, hayvan sağlığı ve refahının geleceği açısından önemli olan küçükbaş hayvan kolostrumu ve sütlerinin içeriği ile kalitesi üzerine gerçekleştirilen çalışmalar daha değerli hale gelmektedir (Ovet, 2023). Evcil keçi (*Capra hircus*) ve koyun (*Ovis aries*) ırklarından olan Honamlı keçileri ve Akkaraman cinsi koyunlar Türkiye'nin Akdeniz Bölgesinde yetiştiriciliği yaygın şekilde gerçekleştirilen farklı morfolojik ve verimsel özelliklere sahip önemli küçükbaş hayvan ırklarındandır (Elmaz ve ark., 2012; Elmaz ve ark., 2018).

Memelilerin doğum sonrası ilk 5 günlük süreçte meme bezleri tarafından salınan salgı "kolostrum" olarak isimlendirilir ve 15. günden sonra olgun süt halini alır (Minda ve ark., 2015; İlkaç ve ark., 2023). Kolostrum, zengin içeriği sayesinde normal süttten daha koyu renk ve kıvamda olup protein içeriği 3-4 kat daha yüksektir (140-150 g/L) (Korhonen & Pihlanto, 2007). Yeni doğan yavru canlımın beslenmesinde tek doğal immunoglobulin kaynağıdır (Biswas ve ark., 2007; Van ve ark., 2020; de Lima ve ark., 2024). Hastalıklardan ve enfeksiyonlardan koruyabilen antikorlar dışında bağışıklık sistemini aktive eden, bağırsak fonksiyonunu başlatan ve yaşamın ilk günlerinde sağlıklı bir bağırsak mikrobiyomunun oluşturmasına yardımcı olan birçok biyolojik aktif bileşen içerir. Kolostrumda bulunan *Bifidobacterium* spp., mikroorganizmalar bağışıklık yanıtlarını stabilize etmede kritik bir rol oynar ve özellikle T hücreleri farklılaşması ve proliferasyonu için önemlidir (Chung ve ark., 2012). Bu bakteriler diğer mikroorganizmalarla birlikte IgG emilimini artırır ve bağırsak bariyerinin oluşumuna katkıda bulunur (Godden ve ark., 2012; Suo ve ark., 2012).

Zengin besinsel bileşime ve mikrobiyal bütünlüğe sahip kolostrum hayvan sağlığı ve refahı açısından hayati öneme sahiptir (Miranda ve ark., 2023). Bunun yanında yeni doğan yavrular sınırlı enerji rezervleriyle doğduğundan yeterli miktarda ve kalitede kolostrum almaları önem arz eder. Kolostrumun mikrobiyal kalitesi genellikle toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) ve toplam koliform sayısı kullanılarak değerlendirilir. Buna karşın bazı çalışmalar kolostrumda mikrobiyal yükün endüstriyel kabul edilebilir eşik olan 5,00 log kob/mL TMAB sayısını aştığını göstermektedir (Donahue ve ark., 2012).

Buzağuların bağırsak kolonizasyonunda koliform grubu mikroorganizmaların sayısının mümkün olduğunca düşük olması önemlidir. Mikrobiyal bütünlüğe sahip olmayan kolostrumlarla beslenen buzağularda, besinlerin yetersiz emilimi gibi sağlık problemleri ve anaerobik yararlı suşların kolonizasyonda yavaşlama gözlenebilir (Flint ve ark., 2008; Puppert ve ark., 2020). Yararlı anaerob mikroorganizmalar, koliform grubu bakterilerin de azalmasına katkı sağlamaktadır. 1 ile 3 gün arasındaki ve 3 ile 8 hafta arasındaki buzağular, özellikle *Escherichia coli* ile ilişkili enfeksiyonlara karşı oldukça hassastır (Bashahun & Amina, 2017; Yasir ve ark., 2024). Araştırmacılar *Lactobacilli* ve *Bifidobacterium* ile *Escherichia coli* arasındaki negatif ilişkiyi vurgulamıştır (Malmuthuge ve ark., 2015).

Günümüzde süt proteinleri, antihipertansif, antitrombotik, antimikrobiyal, antioksidan, immünomodülatör, mineral bağlayıcı ve mikrobiyota stimülasyonu gösteren biyoaktif peptitlerin en iyi kaynağı olarak kabul edilmektedir (Korhonen & Pihlanto, 2007). Doğal biyoaktif peptitlerin keşfi, bu peptitlerin düzenli bir diyet ve gıda takviyeleri yoluyla biyofarmasötik biçimde insan sağlığının teşviki için kullanılması açısından yeni fırsatlar sunar (Manninen, 2009). Protein içeriği yüksek olan kolostrumdan, enzimatik aktivite, sindirim enzimleri veya gıda işleme sırasında biyoaktif peptitler üretilebilir (Sharma ve ark., 2011). Özellikle, *Lactobacillus* spp. tarafından yapılan mikrobiyal fermantasyon sayesinde 2 ile 25 amino asit kalıntı uzunluğuna sahip biyoaktif peptitler oluşabilir (Gill ve ark., 2000; Chakrabarti ve ark., 2018). Bunun yanında biyoaktif peptitler patojenik mikroorganizmaların önemli ölçüde azalmasını sağlayabilir (Zhang ve ark., 2016). Özellikle Lactoferricin B gibi antimikrobiyal peptitler, *E. coli*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *Haemophilus influenzae* ve *Helicobacter pylori* gibi bakterileri; *Candida albicans* gibi mayalar ve Hepatit C, Herpes simpleks virüsü, Sitomegalovirüs, HIV-1, Polio virüsü ve Rotavirüs gibi virüsleri inhibe edebilir (Farnaud & Evans, 2005). Ayrıca *Lactobacilli* ve *Bifidobacteria*'nın çoğalması bakteriyemi veya endotoksemi riskinin azaltılmasında rol oynar (Artym & Zimecki, 2015). Bunun yanında artış gösteren laktik asit bakterileri (LAB) gibi yararlı mikroorganizmalar, anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) inhibitörleri üreterek fermente gıdalar, özellikle süt ürünlerinde, hipertansiyonu düşürmek için insan ve hayvan sağlığına birçok fayda sağlayabilir (Ashok & Aparna, 2017; Jitpakdee ve ark., 2021). Ayrıca, LAB antimikrobiyal, antioksidan, antikarsinojenik ve kolesterol düşürücü gibi birçok biyoaktif etki sunar (Kashyap ve ark., 2022; Ertürkmen et al., 2023).

Kaliteli ve zengin besinsel içeriğe sahip kolostrum beslenmesi yeni doğan canlılar için oldukça önemlidir. Kolostrumun işlevsel bir gıda olabilirliği ve bağırsak mikrobiyomunun dengesini de koruması gibi konularla ilgili yapılan çalışmalar büyük önem taşımaktadır. Ayrıca farklı hayvan türlerinde olduğu gibi aynı türün farklı ırklarında da kolostrum bileşimlerinde değişiklikler gözlenebilmektedir. Bu nedenle bu özgün çalışmada Akkaraman ırkı koyunlar ile Honamlı ırkı keçilerin ilk 3 günlük kolostrumları ile 15.gün olgun sütlerinin fizikokimyasal özellikleri, ACE inhibitör ve antioksidan aktivite gibi özellikleri ile kolostrum örneklerinin yararlı mikroorganizma içerikleri belirlenerek koyun ve keçi gibi farklı türlerin kolostrumlarının bazı işlevsel özelliklerini ortaya koymak hedeflenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Kolostrum ve Olgun Süt Örnekleri

Çalışmada kullanılan kolostrum sütleri, Burdur ilinde yeni doğum yapmış 6 Akkaraman koyunu ve 5 Honamlı ırkı keçisinden elde edilmiştir. Hayvanların doğumu takiben 1., 2. ve 3. günlerdeki kolostrumu ile 15. gündeki olgun sütleri gerekli hijyenik önlemler alınarak sağılmıştır.

15 mL'lik steril falcon tüplerinin (Fıratmed/Türkiye) içerisine alınan kolostrum ve süt örnekleri +4°C'ye soğutulularak Süleyman Demirel Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Süt Laboratuvarı'na getirilmiştir. Kolostrum ve 15.gün olgun süt örnekleri, koyun ve keçi olarak ayrı ayrı bir şekilde steril kapta birleştirilerek karıştırılmış ve tek bir numune haline getirilmiştir. Tüm analizler üç tekrarlı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Kimyasal Analizler

Kolostrum ve süt örneklerinin fizikokimyasal bileşimlerini belirlemek amacıyla pH, yağ (%), kurumadde (%), toplam protein (%) ve kül (%) analizleri yapılmıştır. Kuru madde analizi IDF (1987)'ye göre 105°C'de sabit ağırlığa gelene kadar numunelerin kurutulmasıyla belirlenmiştir. Yağ analizi Gerber yöntemi ile yapılmıştır. pH değerlerinin ölçümü standart pH tampon çözeltileri ile pH Metre (inolab WTW dijital) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Öner ve Aloğlu, 2018). Kül değeri, örneklerin 550 ° C'de kül fırınında beyaz renge alana kadar yakılması sonucunda ölçülmüştür (AOAC, 1990). Protein tayini FOSS MilkoScan (FT1- Danimarka) cihazı ile ölçülerek % protein olarak belirlenmiştir.

Kolostrum ve Olgun Süt Örneklerinden Suda Çözünen Ekstrakt Elde Edilmesi

Koyun ve keçi kolostrum ve olgun süt örneklerinin biyoaktif özelliklerini belirlemek amacıyla örneklerden suda çözünür ekstrakt (SÇE) elde edilmiştir. Örneklerden 20 mL alınarak 40°C'deki su banyosunda 30 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda örneklerin pH'sı 1 M HCl ile pH 4,6'ya ayarlanmıştır. Çöken kazeinler, 4°C'de 15 dakika boyunca 5000 rpm'de santrifüj edilerek ayrılmıştır. Süpernatant Whatmann No:113 ile süzümüştür (Öner & Aloğlu, 2018). Elde edilen filtrat (SÇE), kolostrum ve süt örneklerinin biyoaktif özelliklerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Suda çözünen protein miktarının belirlenmesinde BCA Kit Assay II (BioVision, K813-2500) kullanılmıştır. Numunelerin toplam protein değerinin hesaplanmasında Bovin Serum Albumin (BSA) protein standardı ile çizilen eğri esas alınmıştır.

Anjiyotensin Dönüştürücü Enzim (ACE) İnhibitör Aktivitesi

ACE-inhibitör aktivitesi, Cushman & Cheung (1971) tarafından ilk olarak tanımlanan ve daha sonra Meira ve ark. (2012) tarafından modifiye edilen yöntemin değiştirilmiş bir versiyonu kullanılarak belirlenmiştir. Bu analiz için örneklerin SÇE'leri 20 µL'lik boş tüplere eklenmiştir. Analizde kullanılan substrat çözeltisi, pH 8,3'te 0,1 M sodyum borat tamponunda (0,3 M NaCl içeren) 5 mM HHL ile çözülerek hazırlanmıştır. İçerisinde örnek bulunan tüplere, hazırlanan substrat çözeltisinden 100 µL eklenmiştir. Ayrı bir tüpe sadece 100 µL substrat çözeltisi eklenmiş ve kontrol tüpü (tüp A) olarak isimlendirilmiştir. Ardından, tüplerin hepsine 20 µL ACE (0,1 U/mL) eklenmiştir. Ortaya çıkan karışım 37°C'de 30 dakika inkübe edilmiştir. Hippurik asidi ekstrakte etmek için tüplere 1 mL etil asetat eklenmiştir. Oda sıcaklığında 10 dakikalık bir inkübasyonun ardından, her tüpün üst fazı dikkatlice ayrı bir tüpe aktarılmıştır. Aktarılan sıvı daha sonra 95°C'de 20 dakika kurutulmuştur. Kurutma adımını takiben, tüplere 1 mL distile su eklenmiş ve absorpsans 228 nm'de ölçülmüştür. ACE inhibisyonu, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

Formül'de A, kontrol tüpündeki ACE ve HHL'nin absorpsansını, B ise örnekteki ACE ve HHL'nin absorpsansını temsil etmektedir (Munir ve ark., 2020).

$$\%ACE\text{-inhibitör aktivitesi} = (A-B)/A \times 100$$

DPPH Radikal Temizleme Aktivitesi

DPPH [2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (%90,0; Sigma Chemicals Co, St, Louis, MO, ABD)] radikal temizleme aktivitesi, Bersuder ve ark., (1998) tarafından bildirilen yöntemle ve Oussaief ve ark. (2020) tarafından yapılan değişikliklerle belirlenmiştir. Bu amaçla, SÇE örneklerinden 1 mL alınmış ve 1 mL DPPH (125 mM) etanol çözeltisi ile karıştırılmıştır. Karışımlar, karanlıkta oda sıcaklığında 60 dakika inkübe edilmiştir. Kontrol için, örnek yerine distile su kullanılmıştır. Elde edilen çözeltinin absorpsansı, spektrofotometre (Shimadzu UV-1601) kullanılarak 517 nm'de ölçülmüştür (Bersuder ve ark., 1998; Oussaief ve ark., 2020). DPPH radikal temizleme aktivitesi aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır. Formül'de A_k kontrol abs değerini, A_ö örnek absorpsans değerini temsil etmektedir.

$$\%DPPH\text{ radikal temizleme aktivitesi} = [(A_k - A_{\text{ö}})/(A_k)] \times 100$$

ABTS Radikal Temizleme Aktivitesi

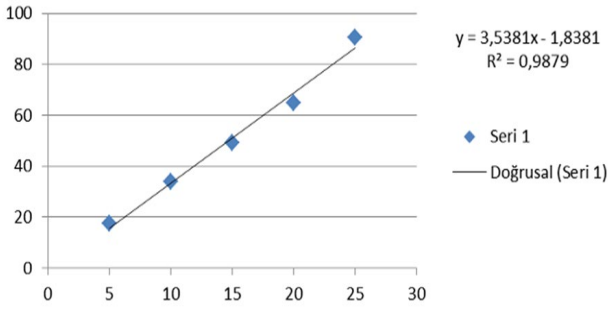
Re ve ark., (1999) tarafından geliştirilen ve Sadat ve ark., (2011) tarafından uyarlanan metoda göre gerçekleştirilmiştir. Kısaca, ABTS+• (ABTS—2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiyazol-6-sülfonik asit)) radikal katyonu, 7 mmol/L ABTS katyonunun, 45 mmol/L potasyum persülfat içinde çözülmesi ve karışımın oda sıcaklığında karanlıkta 15 saat bekletilmesiyle üretilmiştir. Ardından, ABTS radikal katyon reaktifi, 740 nm'de yaklaşık 0,7 absorpsansa ulaşmak için pH 7,4'te 5 mmol/L sodyum fosfat tamponu ile seyreltilmiştir. Radikal, 22°C'de en az 1 saat stabil kalmıştır. SÇE örneklerinden 10 µL alınıp üzerine 1 mL seyreltilmiş ABTS radikal reaktifi ile karıştırılarak 30°C'de 10 dakika inkübe edilmiştir. Daha sonra, absorpsans 740 nm'de ölçülmüştür. Aynı işlem 5-25 µM aralığındaki farklı konsantrasyonlarda Troloks için uygulanmıştır. Radikal temizleme aktivitesi ile Troloks eğrisinin tüm deneysel noktaları, 3 ölçümün ortalama değerleri ± SD (standart sapma) olarak alınmıştır. %ABTS radikal temizleme aktivitesi aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır. Formül'de A_b başlangıç abs değerini, A_s son absorpsans değerini temsil etmektedir.

$$\%ABTS\text{ radikal temizleme aktivitesi} = [(A_b - A_s)/(A_b)] \times 100$$

Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC), belirli bir maddenin serbest radikal temizleme kapasitesini, standart olan Troloks ile karşılaştırarak ölçer. TEAC, aktiviteye karşı konsantrasyon grafiğinin eğiminin, verilen madde için Troloks grafiğinin eğimine oranıdır (Re ve ark., 1999). Troloks standart eğrisi Şekil 1.'de verilmiştir. Sonuçlar µM TEAC/mg olarak ifade edilmiştir.

Kolostrum Örneklerinin Mikrobiyolojik Analizleri

Keçi ve koyun kolostrum örneklerinden aseptik koşullar altında her grup için Ringer solüsyonu ile 1:9 oranında seyreltmeler hazırlanmıştır. Mikrobiyolojik analizler dökme plak yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Troloks standart eğrisi
Figure 1. Trolox standard curve

Bifidobacterium spp. sayımları, anaerobik koşullarda 37°C'de 48 saat inkübe edilen MRS Agar (Merck, Almanya) içerisine 0,5 g/L sistein (L-Cysteine, Sigma-Aldrich) eklenerek gerçekleştirilmiştir (Roy, 2001). *Lactobacillus acidophilus* sayımları, anaerobik koşullarda 37°C'de 72 saat inkübe edilen MRS Agara %10 (v/v) D-sorbitol eklenerek belirlenmiştir (Dave & Shah, 1998). *Lactococcus* sayımları, 30°C'de 48 saat inkübe edilen M-17 Agar (M17, Merck) kullanılarak belirlenmiştir. TMAB, 30°C'de 48 saat inkübe edilen Plate Count Agar (PCA) (Biokar, Fransa) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Maya ve küf sayımları, 25°C'de 3-5 gün inkübe edilen, %10 steril laktik asit ile pH'sı $3,5 \pm 0,1$ 'e ayarlanarak asidifiye edilmiş Potato Dextrose Agar (PDA, Merck) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sayım sonuçları log kob/mL olarak ifade edilmiştir (Halkman, 2005).

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler, Minitab 17 istatistik paket programında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu analiz, incelenen örneklerde gruplar arasındaki farkları değerlendirilmiştir. Örneklerdeki günler arası meydana gelen değişiklikleri değerlendirmek için Tukey'in çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Kolostrum Örneklerinin Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

Kolostrum ve olgun süt örneklerinin fizikokimyasal analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre sonuçlar değerlendirildiğinde kolostrum örneklerinin toplam protein, kurumadde ve yağ miktarlarının ilk 3 gün boyunca alınan koyun örneklerinde keçi örneklerine kıyasla anlamlı şekilde daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Koyun ve keçi örneklerinde sırasıyla toplam protein %11,28-14,10; 10,17-11,21, kuru madde %22,56-25,55; 20,83-22,34 ve yağ değerleri %6,93-7,40; 5,34-5,93 aralığında belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında keçi kolostrum örneklerinin 3 günlük ortalama kuru madde %21,54 ve toplam protein düzeylerinin %10,57; koyun kolostrumlarında ortalama kuru madde %24,17 ve protein düzeyleri %12,93 olarak belirlenmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda Saanen ırkı keçilerin kolostrum örneklerinde kuru madde, protein ve yağ düzeylerinin sırasıyla 21,23, 10,24, 7,73 (%) olduğu (Yang ve ark., 2009), aynı özelliklerin Massese ırkı koyunlarda sırasıyla 24,58, 12,44, 8,21 (%) olduğu bildirilmiştir (Martini ve ark., 2012).

Koyun kolostrumunda yapılan bazı çalışmalarda araştırmacılar kurumadde değerlerinin %17,29-28,29; yağ değerinin %6,9-8,6 aralığında olduğunu tespit etmiştir (Kessler ve ark., 2021; Silva ve ark., 2022). Bu çalışmada elde edilen bulguların, araştırmacıların kurumadde ve protein bulgu değerleri ile uyumlu seviyelerde olduğu, buna karşın koyun ve keçilerde yağ değerlerinin araştırmacıların sonuçlarına göre daha düşük seviyede kaldığı belirlenmiştir. Honamlı keçi kolostrum örneklerinin 1. gün kül değerleri diğer günlere kıyasla anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Akkaraman koyun kolostrumlarının kül değerleri günler arası istatistiksel bir farklılık göstermemiştir ($p > 0,05$). Olgun sütte kül düzeyi her iki ırkta da kolostruma göre azalış göstermiştir ($p < 0,05$). Bu çalışmada kül değerlerinde elde edilen bulgular bazı araştırmacıların kolostrumlardan elde ettiği kül sonuç değerleri ile benzerdir (Kessler ve ark., 2021; Silva ve ark., 2022). Farklı ırklardaki hayvanların laktasyon sayısı (Romero ve ark., 2013), meme hastalıkları (mastitis vb.) (Puppel ve ark., 2020), birey ve mevsim (Duan ve ark., 2024; Westhoff ve ark., 2024), canlılığın beslenme durumu ve ırkı (Zarcula ve ark., 2010) gibi pek çok faktörler kolostrumun kurumadde, protein, yağ ve kül gibi bazı kimyasal bileşim değerlerini etkileyebilir.

Kolostrum, bileşim ve fizikokimyasal özellikler açısından oldukça dinamik ve değişken bir sıvıdır. Olgun süte kıyasla daha fazla düzeyde protein, yağ, antimikrobiyal peptitler, immunglobulinler, büyüme faktörleri vitamin ve mineraller içerir. Fakat normal süte doğru geçtikçe kolostrumun bileşimindeki pek çok değer azaldığı bildirilmektedir (Hernández-Castellano ve ark., 2016; McGrath ve ark., 2016; Polidori ve ark., 2022; Duan ve ark., 2024; Yalçıntaş ve ark., 2024). Bu çalışmada keçi ve koyun kolostrum örneklerinde toplam protein, kurumadde ve yağ düzeyleri 3. gün kolostrum örnekleri ve olgun sütte ilk 2 gün alınan kolostrum örneklerine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşük bulunmuştur ($p < 0,05$). Sanchez-Macias ve ark., (2014), yaptıkları bir araştırmada kolostrum örneklerinde ilk 3 günde total protein, yağ ve kuru madde düzeylerinin gün ilerledikçe azaldığını ortaya koymuştur. Benzer şekilde Tekinşen ve Nizamlioğlu (2001), kolostrum örneklerinin protein, kuru madde, yağ ve kül yüzdelerinde 0. saatten itibaren ilk 4 günlük süreçte zaman geçtikçe azalış gösterdiğini bildirmiştir.

Koyun ve keçi kolostrum örneklerinin pH değeri sırasıyla 6,21-6,34; 6,27-6,36 aralığında tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında hem koyun hem de keçilerin 1. gün kolostrumlarının pH düzeyleri 2. ve 3. gün alınan kolostrum örneklerine göre anlamlı şekilde düşük tespit edilmiştir ($p < 0,05$). İki ırkın olgun sütlerinde pH değerleri kolostrum örneklerine göre artış göstermiştir ($p < 0,05$). Bu çalışmada ilk 3 günlük koyun kolostrumlarından elde edilen ortalama 6,28 pH değeri bulgularının, Kumar ve ark., (2017)'in doğumdan itibaren 12 saat arayla ilk 3 gündeki Mapura ve Malwari ırkı koyun cinsi kolostrum örneklerinden elde ettiği pH değerlerinden (6,59 ve 6,54) daha düşük olduğu gözlenmiştir. Bu farklılıklar bireysel ve çevresel faktörlerden (laktasyon sayısı, meme hastalıkları, mevsim, canlılığın beslenme durumu, hayvanların ırkı vb.) kaynaklanabilir (Zarcula ve ark., 2010; Romero ve ark., 2013; Duan ve ark., 2024; Westhoff ve ark., 2024).

Tablo 1. Kolostrum ve olgun süt örneklerinin fizikokimyasal özellikleri
 Table 1. Physicochemical properties of colostrum and mature milk samples

Fizikokimyasal Özellikler	Hayvan Türü	Kolostrum örnekleri			Olgun süt
		1. gün	2. gün	3. gün	15. gün
Toplam Protein (%)	Koyun	14,10±0,58 ^{Aa}	13,42±0,31 ^{Aa}	11,28±0,16 ^{Ab}	5,14±0,14 ^{Ac}
	Keçi	11,21±0,10 ^{Ba}	10,34±0,33 ^{Bb}	10,17±0,21 ^{Bb}	4,39±0,15 ^{Bc}
Kuru madde (%)	Koyun	25,55±0,13 ^{Aa}	24,42±0,25 ^{Ab}	22,56±0,07 ^{Ab}	10,58±0,16 ^{Ac}
	Keçi	22,34±0,22 ^{Ba}	20,83±0,35 ^{Bb}	21,47±0,08 ^{Bb}	10,32±0,08 ^{Ac}
Yağ (%)	Koyun	7,40±0,04 ^{Aa}	7,21±0,02 ^{Ab}	6,93±0,03 ^{Abc}	5,98±0,04 ^{Ac}
	Keçi	5,93±0,03 ^{Ba}	5,64±0,01 ^{Bb}	5,34±0,04 ^{Bbc}	5,11±0,03 ^{Bc}
pH	Koyun	6,21±0,02 ^{Bc}	6,30±0,01 ^{Ab}	6,34±0,01 ^{Ab}	6,70±0,03 ^{Aa}
	Keçi	6,27±0,01 ^{Ac}	6,33±0,02 ^{Ab}	6,36±0,02 ^{Ab}	6,74±0,02 ^{Aa}
Kül (%)	Koyun	0,96±0,01 ^{Ba}	0,96±0,01 ^{Aa}	0,94±0,02 ^{Aa}	0,91±0,02 ^{Ab}
	Keçi	1,02±0,01 ^{Aa}	0,98±0,01 ^{Ab}	0,97±0,01 ^{Ab}	0,87±0,04 ^{Bc}

a,b,c,d: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farkı gösterir (p<0,05); A,B,C,D: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farkı gösterir (p<0,05)

Tablo 2. Kolostrum ve olgun süt örneklerinin biyoaktif özellikleri
 Table 2. Bioactive properties of colostrum and mature milk samples

Biyoaktif Özellikler	Hayvan Türü	Kolostrum örnekleri			Olgun süt
		1. gün	2. gün	3. gün	15. gün
ABTS (%)	Koyun	67,44 ±2,06 ^{Ba}	40,86±0,02 ^{Bb}	54,85±0,66 ^{Ab}	38,28±0,21 ^{Bb}
	Keçi	71,32±1,68 ^{Aa}	72,97±1,29 ^{Aa}	52,65±4,13 ^{Ab}	48,16±0,66 ^{Ab}
TEAC (µM TEAC/mg)	Koyun	20,76±0,74 ^{Ba}	12,08±0,04 ^{Bb}	18,34±0,14 ^{Aa}	16,02±1,25 ^{Ab}
	Keçi	24,65±0,28 ^{Aa}	23,72±0,23 ^{Aa}	17,77±0,11 ^{Ab}	17,13±0,08 ^{Ab}
Protein içeriği (mg/mL)	Koyun	12,47±0,33 ^{Ba}	13,95±0,36 ^{Aa}	11,80±0,59 ^{Aa}	10,91±0,90 ^{Aa}
	Keçi	14,90±0,10 ^{Aa}	11,73±2,83 ^{Ab}	10,05±1,77 ^{Ab}	11,59±0,42 ^{Ab}
DPPH (%)	Koyun	52,16±0,62 ^{Ba}	50,31±0,41 ^{Ba}	44,05±0,51 ^{Bab}	32,81±0,64 ^{Bb}
	Keçi	71,05±0,21 ^{Aa}	62,32±0,31 ^{Ab}	49,10±0,31 ^{Ac}	39,84±0,62 ^{Ad}
ACE-inhibitör aktivite (%)	Koyun	27,25±0,77 ^{Ba}	32,39±0,87 ^{Ba}	21,72±1,16 ^{Bab}	15,62±1,32 ^{Bb}
	Keçi	37,92±0,39 ^{Ab}	36,12±0,90 ^{Ab}	42,29±1,16 ^{Aa}	29,70±0,90 ^{Ac}

a,b,c,d: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farkı gösterir (p<0,05); A,B,C,D: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farkı gösterir (p<0,05)

Kolostrum ve Süt Örneklerinin Biyoaktif Özellikleri

Süt ve kolostrum proteinleri, antioksidan, antimikrobiyal, antitrombotik, antiinflamatuvar ve immünomodülatör aktivitelere sahip biyoaktif peptitlerin en iyi kaynaklarından biri olarak kabul edilir (Korhonen, 2010). Kolostrumda çeşitli antioksidanlar, enzimatik (süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz, katalaz) ve enzimatik olmayan proteinler ve peptitler laktoperoksidaz (LPO), laktoferrin (LF) ve serüloplazmin (CP), peynir altı suyu proteini, kazein hidrolizat, fenolik bileşikler ve vitaminler (A ve E) bulunmuştur (Albera & Kankofer, 2009). Bu çalışmada farklı küçükbaş hayvan türlerinin kolostrum ve olgun süt örneklerinin biyoaktif özelliklerini belirlemek için elde edilen SÇE örneklerinin protein içeriği Tablo 2'de verilmiştir.

Koyun ve keçi SÇE örneklerinin protein içeriği sırasıyla %13,95-10,91 ile %14,90-10,05 arasında değişmiştir. Honamlı keçilerinin 1.gün SÇE örneklerinin protein içeriği koyunlardan anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur (p<0,05). Kolostrumların 2. ve 3. günü ile 15.günkü olgun süte ait SÇE örnekleri arasında hayvan türü bazında önemli bir farklılık görülmemiştir (p>0,05). Koyun SÇE örnekleri arasında günler arası önemli farklılık görülmemiştir (p>0,05). Keçi SÇE örneğinde yalnızca 2.günde düşüş olduğu belirlenmiştir (p<0,05).

Akkaraman koyunu ve Honamlı keçisinin kolostrum örneklerinin biyoaktif özelliklerine ait sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir. Koyun ve keçi kolostrum örneklerinin ABTS

radikal temizleme aktivitesi sırasıyla %67,44-38,28 ile %72,97-48,16 arasında değişmiştir. TEAC antioksidan aktivitesi ise koyun ve keçi kolostrumları için sırasıyla 20,76-12,08 ile 24,65-17,13 µM TEAC/mg arasında değişmiştir. Söz konusu bu iki antioksidan aktivitesinin 3.gün kolostrum örnekleri haricinde keçi sütünde koyun sütüne göre daha yüksek olduğu görülmüştür (p<0,05). Troloks eşdeğeri en yüksek değerler, örneğin peroksil radikallerin oluşumuna karşı koruma yeteneğinin iyi olduğunu ve dolayısıyla potansiyel olarak yüksek antioksidan aktiviteyi gösterir. DPPH radikal temizleme aktivitesi koyun ve keçi örneklerinde sırasıyla %52,16-32,81 ve %71,05-39,84 arasında değişmiş ve tüm kolostrum örnekleri ile 15.günkü olgun süt örneğinde keçinin daha yüksek değer gösterdiği belirlenmiştir.

Hem koyun hem de keçilerin 1.gün kolostrum örneklerinde antioksidan parametrelerin tümünün en yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır (p<0,05). Keçi sütünün daha yüksek antioksidan aktivite göstermesi literatür ile uyumludur (Kalyan ve ark., 2021). En düşük antioksidan aktiviteyi keçi örnekleri için 15.gün olgun süt örnekleri göstermiştir. Koyun örneklerinde ise en düşük ABTS ve DPPH radikal temizleme aktivitesini 15.gün olgun süt örneği gösterirken, en düşük TEAC antioksidan aktivitesini 12,08 µM TEAC/mg ile 2.gün kolostrum örneği göstermiştir (p<0,05). Elde edilen bulgulara benzer olarak McGrath ve ark. (2016) kolostrumun antioksidan kapasitesinin, olgun süte kıyasla daha yüksek olduğunu,

bunun nedeninin A (retinol), E (tokoferol) ve C vitaminleri gibi anti-stres vitaminlerinin kolostrumda normal sütte daha yüksek seviyelerde bulunmasından kaynaklandığını bildirmiştir.

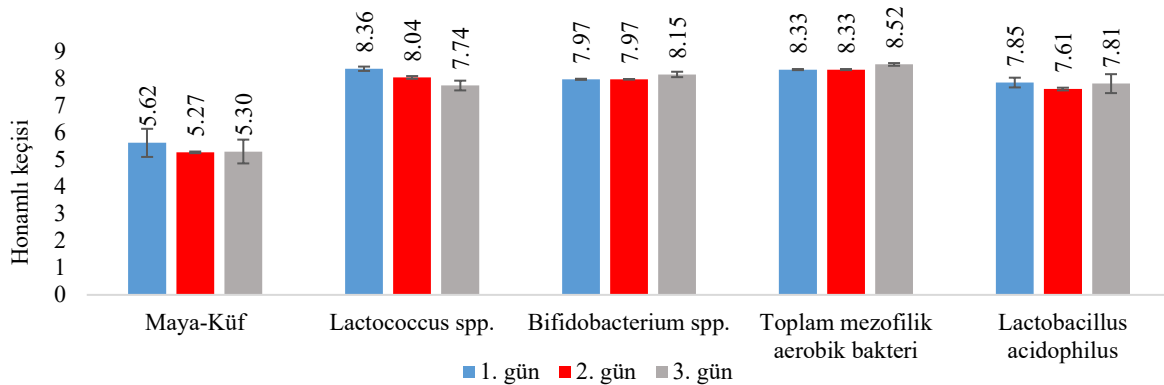
ACE-inhibitör peptitler, vücuttaki kan basıncını düzenleme yeteneğine ve antihipertansif etkiye sahip olan peptitlerdir. Bu nedenle ACE-inhibitörleri, kardiyovasküler hastalıkların önlenmesi ile kan basıncını kontrol eder (Fu ve ark., 2016). Bu peptitler, bilinen sentetik ACE-inhibitör maddelere kıyasla doğal olarak proteinlerin hidrolizi ile elde edilmekte ve hipertansiyonu kontrol etmek için odaklanılan nutrasötik alternatiflerden birisi olmuştur. Protein yönünden miktar ve çeşit olarak zengin bir gıda olan süt ve süt ürünleri, ACE-inhibitör peptit eldesi açısından üzerinde sıklıkla çalışılan gıdaların başında gelmektedir. Kolostrumun ise içeriğinde yoğun olarak bulunan β -laktoglobulin gibi serum proteinleri yolu ile ACE-inhibitör etkiyi arttırdığı bilinmektedir (Rohit ve ark., 2012; Ashok & Aparna, 2017). Koyun ve keçi örneklerine ait ACE-inhibitör aktivite sonuçları Tablo 2’de verilmiştir. ACE-inhibitör aktivite koyun ve keçi kolostrum örneklerinde sırasıyla %32,39-15,62 ile %42,29-29,70 arasında değişmiştir. Koyun örneklerinde en yüksek ACE-inhibitör aktiviteyi 2.gün kolostrumu gösterirken zamanla bu değerin azaldığı görülmüş ve en düşük değeri 15.gün olgun keçi sütü göstermiştir ($p<0,05$). Keçi örneklerinde ise 1. ve 2.gün kolostrumlarında önemli bir fark görülmemiştir ($p>0,05$). En düşük değeri %29,70 ile 15.gün olgun sütünde gösterdiği tespit edilmiştir. Örnekler hayvan bazında değerlendirildiğinde keçi kolostrum örnekleri ile 15.günkü olgun süt örneklerinin ACE-inhibitör aktivitesinin, koyuna ait örneklerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Elde edilen farklı hayvan türlerine ait bulgular Sousa ve ark. (2019)’ın çalışma sonuçları ile benzerdir. Her iki hayvan türü için 15. gün olgun süt örneklerinde kolostruma göre biyoaktivitede düşüş olması, kolostrumun biyolojik yönden değerini ortaya koymuştur.

Kolostrum Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

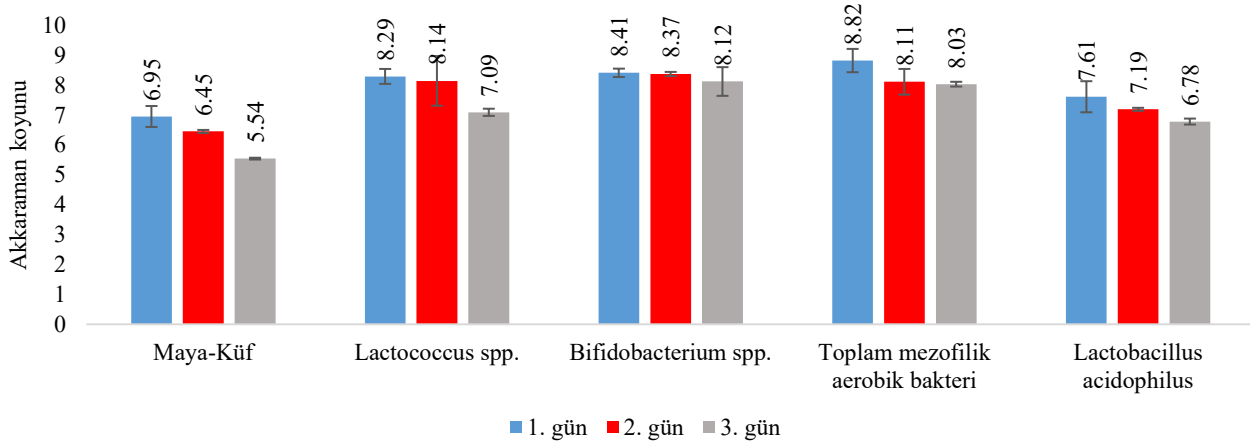
Koyun ve keçi kolostrum örneklerinde sırasıyla TMAB düzeyi içerikleri 8,03-8,82; 8,33-8,52 log kob/mL ve laktokok içerikleri 7,09-8,29; 7,74-8,36 log kob/mL; probiyotik özellikleriyle bilinen *L. acidophilus* içerikleri

sırasıyla 6,78-7,61; 7,61-7,85 log kob/mL ve *Bifidobacterium* spp. düzeyi sırasıyla 8,12-8,41; 7,97-8,15 log kob/mL değişim aralığında tespit edilmiştir. Maya-küf içeriği iki farklı türde de 5-6 log kob/mL değişim aralığında belirlenmiştir (Şekil 2 ve Şekil 3).

Mikrobiyal bütünlüğe sahip kolostrumlar bağırsakta kompleks maddelerin biyoaktif maddelere dönüşümünden, anaerobik veya seçici anaerobik bakteriyel suşların gelişiminden sorumludurlar (Puppet ve ark., 2020). Bir buzağının yaşamının ilk üç günü içinde kolostrum ve rumendeki mikrobiyal değişiklikler çok hızlı bir şekilde değişebilir. En belirgin değişiklikler aerobik bakterilerin azalması ve anaerobik bakterilerin artışıdır (Puppet ve ark., 2020). Bu çalışmada farklı hayvan türlerinden alınan kolostrumlarda yaşamın 1. günden 3. güne kadar alınan örneklerde *Lactobacilli* ve *Bifidobacterium* cinsi türlerin gelişimi oldukça yüksek düzeyde belirlenmiştir (>8 log kob/mL). İlk gün alınan koyun kolostrum örneklerinde *Bifidobacterium* spp, TMAB ve maya- küf sayısı keçi kolostrum örneklerine kıyasla daha yüksek düzeyde saptanmıştır. *L. acidophilus* düzeyi ilk 3 gün boyunca keçi türlerinden alınan kolostrum örneklerinde koyun kolostrumuna kıyasla daha yüksek düzeyde belirlenmiştir. Araştırmacılar farklı ırkların bileşimlerinde kullanılan yem, hayvanın stres ve sağlık durumu, hayvanın ırkı, mevsimsel ve çevresel faktörler gibi bazı parametrelerin kolostrumun mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özelliklerinde değişikliğe neden olabileceğini bildirmiştir (Karlıdağ, 2020; Yasir ve ark., 2024). Bu mikroorganizmaları içeren postnatal dönemdeki birincil popülasyonların gelişim dinamikleri, yetişkin hayvanların rumen mikrobiyotasının oluşumu için de ayrıca çok önemlidir. Bazı araştırmacılar rumen sıvısında yaşamın ikinci gününde anaerobların sayısının 9,0 log kob/mL (Jami ve ark., 2013; Puppet ve ark., 2020) düzeyine ulaşabileceğini bildirmektedir. Minato ve ark. (1992) bir buzağının yaşamının ilk gününde toplam anaerobik bakterileri düzeyinin 8,3 log kob/mL ve yedinci günde 9,3 log kob/mL düzeyine ulaştığını bildirmiştir. Aynı zamanda sadece bağırsak mikroflorasının kompozisyonu üzerinde değil, yemden yararlanmayı artırarak ağırlık artışı da olumlu yönde etkilediği ve ishal riskini azalttığı belirtilmektedir (Lopez ve Heinrichs, 2022; Ceniti ve ark., 2022).



Şekil 2. Honamlı keçisi kolostrum örneklerinin mikrobiyolojik özellikleri
Figure 2. Microbiological properties of Honamlı goat colostrum samples



Şekil 3. Akkaraman koyunu kolostrum örneklerinin mikrobiyolojik özellikleri
Figure 3. Microbiological properties of Akkaraman sheep colostrum samples

Araştırma Sonucu ve Öneriler

Kolostrum, antikorlar ve bağışıklık uyarıcı biyoaktif bileşenler açısından zengin bir kaynaktır. Aynı zamanda, yeni doğan yavrunun sindirim sisteminde yararlı mikroorganizmaların hızlı çoğalmasını sağlayan bir faktördür. Bu çalışmada keçi ve koyun türlerinin doğumdan sonraki ilk 3 günlük kolostrumu ve 15. gün olgun sütlerinin biyoaktif ve fizikokimyasal özellikleri araştırılmıştır. Yararlı mikroorganizma içerikleri ise hayvanların 3 günlük kolostrumlarında belirlenmiştir. Ruminant hayvan türlerine ait kolostrumlar arasında farklılıklar bulunduğu ve bu kapsamda koyun kolostrumunun keçi kolostrumuna kıyasla daha yüksek düzeyde total protein, kurumadde ve yağ içerdiği belirlenmiştir. Koyun ve keçi kolostrum türlerinden olan hayvanların doğumundan sonra ilk gün alınan kolostrum örneklerinin, 15. gün alınan olgun süt örneklerine göre daha yüksek suda çözünen protein ve biyoaktif bileşen özellikler göstermesi kolostrumun biyolojik yönden değerini ortaya koymuştur. Keçi kolostrumun, koyun kolostrumuna ve olgun süt örneklerine göre biyoaktif özelliklerinin daha yüksek olması, keçi sütünün özellikle kolostrum fazında iken biyolojik yönden önemini göstermektedir. İlk gün alınan kolostrum örneklerinde daha yüksek düzeyde *Lactobacilli* ve *Bifidobacterium* spp. gibi yararlı mikroorganizma ve biyoaktif özellik içeriğinin belirlenmesi kolostrumun yüksek mikrobiyolojik kalitesi ile işlevsel özellikleri arasındaki olumlu ilişkiyi doğrulamıştır. Bu çalışma ışığında kolostrum, yavru beslenmesindeki bilinen öneminin yanı sıra biyoaktif özelliği yüksek ve yararlı mikroorganizmalar yönünden zengin olması ile çeşitli nutrasötik çalışmalara da potansiyel kaynak sağlayabilir.

Bilgi

Teşekkür

Bu çalışma, Prof. Dr. Zübeyde Öner'in katkılarıyla Süleyman Demirel Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Süt Teknolojisi ve Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu Gıda Teknolojisi Laboratuvarlarının imkanlarıyla gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

- Albera, E., & Kankofer, M. (2009). Antioxidants in colostrum and milk of sows and cows. *Reproduction in Domestic Animals*, 44, 606–611. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2007.01027.x>
- Artym, J., & Zimecki, M. (2005). Rola laktoferryiny w prawidłowym rozwoju noworodka The role of lactoferrin in the proper development of newborns. *Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej*, 59, 421–432.
- Ashok, N. R., & Aparna, H. S. (2017). Empirical and bioinformatic characterization of buffalo (*Bubalus bubalis*) colostrum whey peptides & their angiotensin I-converting enzyme inhibition. *Food Chemistry*, 228, 582–594. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.02.007>
- AOAC, (1990). "Official Methods of Analysis". 15 th ed., Arlington, VA.
- Bashahun, G. M., & Amina, A. (2017). Colibacillosis in Calves: A review of literature. *Journal of Veterinary Medical Science*, 2, 62–71. <https://doi.org/10.31248/JASVM2017.041>
- Bersuder, P., Hole, M., & Smith, G. (1998). Antioxidants from a heated histidine-glucose model system. I: Investigation of the antioxidant role of histidine and isolation of antioxidants by high-performance liquid chromatography. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 75(2), 181–187.
- Biswas, P., Vecchi, A., Mantegani, P., Mantelli, B., Fortis, C., & Lazzarin, A. (2007). Immunomodulatory effects of bovine colostrum in human peripheral blood mononuclear cells. *New Microbiologica*, 30, 447–454.
- Ceniti, C., Costanzo, N., Morittu, V. M., Tilocca, B., Roncada, P., & Britti, D. (2022). Review: Colostrum as an Emerging food: Nutraceutical Properties and Food Supplement. *Food Reviews International*, 39(7), 4636–4664. <https://doi.org/10.1080/87559129.2022.2034165>
- Chakrabarti, S., Guha, S., & Majumder, K. (2018). Food-derived bioactive peptides in human health: Challenges and opportunities. *Nutrients*, 10(11), 1738. <https://doi.org/10.3390/nu10111738>
- Chen, B., Tang, G., Guo, W., Lei, J., Yao, J., & Xu, X. (2021). Detection of the core bacteria in colostrum and their association with the rectal microbiota and with milk composition in two dairy cow farms. *Animals (Basel)*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/ani1123363>
- Chung, H., Pamp, S. J., Hill, J. A., Surana, N. K., Edelman, S. M., & Troy, E. B. (2012). Gut immune maturation depends on colonization with a host-specific microbiota. *Cell*, 149, 1578–1593.

- Cushman, D. W., & Cheung, H. S. (1971). Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochemical Pharmacology*, 20(7), 1637–1648. [https://doi.org/10.1016/0006-2952\(71\)90292-9](https://doi.org/10.1016/0006-2952(71)90292-9)
- de Lima, T. C., de Sobral, G. G., de França Queiroz, A. E. S., Chinelate, G. C. B., Porto, T. S., Oliveira, J. T. C., & Carneiro, G. F. (2024). Characterization of lyophilized equine colostrum. *Journal of Equine Veterinary Science*, 132, 104975. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2023.104975>
- Donahue, M., Godden, S., Bey, R., Wells, S., Oakes, J., Sreevatsan, S., ... & Fetrow, J. (2012). Heat treatment of colostrum on commercial dairy farms decreases colostrum microbial counts while maintaining colostrum immunoglobulin G concentrations. *Journal of Dairy Science*, 95, 2697–2702. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5184>
- Donnet-Hughes, A., Perez, P. F., Doré, J., Leclerc, M., Levenez, F., Benyacoub, J., ... & Schiffrin, E. J. (2010). Potential role of the intestinal microbiota of the mother in neonatal immune education. *Proceedings of the Nutrition Society*, 69(4), 407–415. <https://doi.org/10.1017/S0029665110001898>
- Duan, H., Sun, Q., Chen, C., Wang, R., Yan, W. (2024). A review: The effect of bovine colostrum on immunity in people of all ages. *Nutrients*, 16(13), 2007. <https://doi.org/10.3390/nu16132007>
- Elmaz, Ö., Dağ, B., Saatçı, M., Aktaş, H. A., Mamak, N., & Gök, B. (2012). The determination of some morphological characteristics of Honamlı goat and kids, defined as a new indigenous goat breed of Turkey. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18(3): 481–485. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2011.5767>
- Elmaz, Ö., Ağaoğlu, Ö. K., Akbaş, A. A., Saatçı, M., & Metin, M. Ö. (2018). The present conditions of sheep farms in Burdur province in the Mediterranean region of Turkey. 1st international symposium on silvopastoral systems and nomadic societies in Mediterranean countries, ISNOS-MED, 37–41.
- Erdem, H., Atasever, S. (2005). Yeni doğan buzağılarda kolostrumun önemi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(2), 79-84.
- Farnaud, S., & Evans, R. W. (2005). Lactoferrin: The conductor of the immunological system? In *Lactoferrin: The conductor of the immunological system?* Nova Science Publishers. [https://kclpure.kcl.ac.uk/portal/en/publications/lactoferrin-the-conductor-of-the-immunological-system\(d71622ca-a367-48b5-87a9-5dc981c89933\)/export.html](https://kclpure.kcl.ac.uk/portal/en/publications/lactoferrin-the-conductor-of-the-immunological-system(d71622ca-a367-48b5-87a9-5dc981c89933)/export.html)
- Flint, H. J., & Bayer, E. A. (2008). Plant cell wall breakdown by anaerobic microorganisms from the mammalian digestive tract. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1125, 280–288. <https://doi.org/10.1196/annals.1419.022>
- Fu, Y., Young, J. F., Rasmussen, M. K., Dalsgaard, T. K., Lametsch, R., Aluko, R. E., & Therkildsen, M. (2016). Angiotensin I-converting enzyme-inhibitory peptides from bovine collagen: insights into inhibitory mechanism and transepithelial transport. *Food Research International*, 89, 373–381. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.08.037>
- Godden, S. M., Smolenski, D. J., Donahue, M., Oakes, J. M., Bey, R., Wells, S., Sreevatsan, S., Stabel, J., & Fetrow, J. (2012). Heat-Treated colostrum and reduced morbidity in preweaned dairy calves: Results of a randomized trial and examination of mechanisms of effectiveness. *Journal of Dairy Science*, 95, 4029–4040. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5275>
- Halkman A. K., (2005). Gıda mikrobiyolojisi uygulamaları. *Başak Matbaacılık*, 358s.
- Hamouda, R. H., Thannaa, K. H., & Nabih, A. M. (2010). Bacteriological and pathological studies on some aerobic and anaerobic bacteria causing diarrhoea in camel calves. *Veterinary Medicine Journal Giza*, 58, 177–197.
- Hernández-Castellano, L. E., Almeida, A. M., Castro, N., & Argüello, A. (2014). The colostrum proteome, ruminant nutrition, and immunity. *Current Protein & Peptide Science*, 15(1), 64–74. <https://doi.org/10.2174/138920371501140114103637>
- Hernández-Castellano, L. E., Almeida, A. M., Renaut, J., Argüello, A., Castro, N. (2016). A proteomics study of colostrum and milk from the two major small ruminant dairy breeds from the Canary Islands: A bovine milk comparison perspective. *Journal of Dairy Research*, 83(3), 366-374. <https://doi.org/10.1017/S0022029916000273>
- IDF, (1987). Determination of total solids content. IDF Standard 21B. Brussels, Belgium: International Dairy.
- İlkaç, H. Y., Aktaş, Ş., Güldemir, H. H., Semerci, S. Y., Batirel, S., & Garipağaoğlu, M. (2023). Kolostrum ve olgun anne sütünün makro besin ögesi bileşimini etkileyen maternal faktörler. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 51(1), 9–17. <https://doi.org/10.33076/2023.BDD.1726>
- International Dairy Federation (IDF). (1987). Determination of total solids content (IDF Standard 21B).
- Jami, E., Israel, A., Kotser, A., & Mizrahi, I. (2013). Exploring the Bovine Rumen Bacterial Community from Birth to Adulthood. *ISME Journal*, 7, 1069–1079. <https://doi.org/10.1038/ismej.2013.2>
- Jitpakdee, J., Kantachote, D., Kanzaki, H., & Nitoda, T. (2021). Selected probiotic lactic acid bacteria isolated from fermented foods for functional milk production: Lower cholesterol with more beneficial compounds. *LWT - Food Science and Technology*, 135, Article 110061. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110061>
- Kalyan, S., Meena, S., Kapila, S., Yadav, R., & Deshwal, G. K. (2021). In vitro assessment of antioxidative potential of goat milk, casein and its hydrolysates: Comparison of goat milk with bovine and buffalo milk. *Research Square*, 1–19. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-546200/v1>
- Karlıdağ, M. (2020). Kolostrum: farmakolojik, nutrasötikal ve fonksiyonel özellikleri. *Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*
- Kashyap, R., Narayan, K. S., & Vij, S. (2022). Identification of antibacterial and immunomodulatory bioactive peptides generated from buffalo (*Bubalus bubalis*) colostrum whey fermented by *Lactobacillus rhamnosus* C25: LC-MS/MS-based analysis. *Journal of Functional Foods*, 95, 105158. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105158>
- Kessler, E. C., Bruckmaier, R. M., Gross, J. J. (2021). Comparative estimation of colostrum quality by Brix refractometry in bovine, caprine, and ovine colostrum. *Journal of Dairy Science*, 104(2), 2438–2444. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19020>
- Korhonen, H., & Pihlanto, A. (2007). Technological options for the production of health-promoting proteins and peptides derived from milk and colostrum. *Current Pharmaceutical Design*, 13(8), 829–843. <https://doi.org/10.2174/138161207780363112>
- Korhonen, H. J. (2010). Health-promoting proteins and peptides in colostrum and whey. *Bioactive Proteins and Peptides as Functional Foods and Nutraceuticals*, 1, 151–168. <https://doi.org/10.1002/9780813811048.ch11>
- Kumar, H., Kumar, S., Kumar, S., Kumar, G. (2017). Chemical and immunological quality of sheep colostrum: effect of breed. *Human Health and Nutrition*, 67, 48–53.
- Lopez, A. J., & Heinrichs, A. J. (2022). Invited review: The importance of colostrum in the newborn dairy calf. *Journal of Dairy Science*, 105(4), 2733–2749. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20114>
- Malmuthuge, N., Griebel, P. J., & Guan, L. L. (2015). The gut microbiome and its potential role in the development and function of newborn calf gastrointestinal tract. *Frontiers in Veterinary Science*, 2, 36. <https://doi.org/10.3389/fvets.2015.00036>
- Martini, M., Altomonte, I., Salari, F. (2012). The lipid component of Massese ewes' colostrum: Morphometric characteristics of milk fat globules and fatty acid profile. *International Dairy Journal*, 24(2), 93–96. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.07.006>

- McGrath, B. A., Fox, P. F., McSweeney, P. L., & Kelly, A. L. (2016). Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Science & Technology*, 96, 133–158. <https://doi.org/10.1007/s13594-015-0258-x>
- Meira, S. M. M., Daroit, D. J., Helfer, V. E., Correa, A. F. P., Segalin, J., Carro, S., & Brandelli, A. (2012). Bioactive peptides in water-soluble extracts of ovine cheeses from Southern Brazil and Uruguay. *Food Research International*, 48, 322–329. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.05.011>
- Minato, H., Otsuka, M., Shirasaka, S., Itabashi, H., & Mitsumori, M. (1992). Colonization of microorganisms in the rumen of young calves. *Journal of General and Applied Microbiology*, 38, 447–456. <https://doi.org/10.2323/jgam.38.447>
- Minda, H., Kovács, A., Funke, S., Szász, M., Burus, I., Molnár, S., ... & Decsi, T. (2004). Changes of fatty acid composition of human milk during the first month of lactation: a day-to-day approach in the first week. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 48(3), 202–209. <https://doi.org/10.1159/000079821>
- Miranda, C., Igrejas, G., & Poeta, P. (2023). Bovine colostrum: Human and animal health benefits or route of transmission of antibiotic resistance-One Health perspective. *Antibiotics*, 12(7), Article 156. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12071156>
- Munir, M., Nadeem, M., Mahmood Qureshi, T., Gamlath, C. J., Martin, G. J. O., Hemar, Y., & Ashokkumar, M. (2020). Effect of sonication, microwaves, and high-pressure processing on ACE-inhibitory activity and antioxidant potential of Cheddar cheese during ripening. *Ultrasonics Sonochemistry*, 67, 105–140. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2020.105140>
- Oussaief, O., Jrad, Z., Adt, I., Dbara, M., Khorchani, T., & El-Hatmi, H. (2020). Antioxidant activities of enzymatic-hydrolysed proteins of dromedary (*Camelus dromedarius*) colostrum. *International Journal of Dairy Technology*, 73, 333–340. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12709>
- Ovet, C. (2023). Colostrum induced passive immune transfer in lambs. *Journal of Istanbul Veterinary Sciences*, 7(2), 80–88. <https://doi.org/10.30704/http-www-jivs-net.1335313>
- Öner, Z., & Aloğlu, H. Ş (2018). Süt ve Süt Ürünleri Analiz Yöntemleri. Sidas Medya Ltd. Şti., Çankaya, İzmir.
- Park, Y. W., Juárez, M., Ramos, M., Haenlein, G. (2007). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68(1-2), 88–113. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.013>
- Polidori, P., Rapaccetti, R., Klimanova, Y., Zhang, J. J., Santini, G., & Vincenzetti, S. (2022). Nutritional parameters in colostrum of different mammalian species. *Beverages*, 8(3), 54. <https://doi.org/10.3390/beverages8030054>
- Puppel, K., Gołębiewski, M., Grodkowski, G., Solarczyk, P., Kostusiak, P., Klopčić, M., & Sakowski, T. (2020). Use of somatic cell count as an indicator of colostrum quality. *Plos One*, 15(8), e0237615. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237615>
- Puppel, K., Gołębiewski, M., Konopka, K., Kunowska-Słószarz, M., Słószarz, J., Grodkowski, G., ... & Sakowski, T. (2020). Relationship between the quality of colostrum and the formation of microflora in the digestive tract of calves. *Animals*, 10(8), 1293. <https://doi.org/10.3390/ani10081293>
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorisation assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9), 1231–1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Rohit, A. C., Sathisha, K., & Aparna, H. S. (2012). A variant peptide of buffalo colostrum β -lactoglobulin inhibits angiotensin I-converting enzyme activity. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 53, 211–219. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2012.03.057>
- Romero, T., Beltrán, M. C., Rodríguez, M., De Olives, A. M., & Molina, M. P. (2013). Goat colostrum quality: Litter size and lactation number effects. *Journal of Dairy Science*, 96(12), 7526–7531. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6900>
- Roy, D. (2001). Media for the isolation and enumeration of bifidobacteria in dairy products. *International Journal of Food Microbiology*, 69(3), 167–182. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(01\)00496-2](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00496-2)
- Sadat, L., Çakir-Kiefer, C., N'Negue, M. A., Gaillard, J. L., Girardet, J. M., & Miclo, L. (2011). Isolation and identification of antioxidant peptides from bovine α -lactalbumin. *International Dairy Journal*, 21(4), 214–221. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2010.11.011>
- Sánchez-Macias, D., Moreno-Indias, I., Castro, N., Morales-delaNuez, A., Argüello, A. (2014). From goat colostrum to milk: Physical, chemical, and immune evolution from partum to 90 days postpartum. *Journal of Dairy Science*, 97(1), 10–16. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6811>
- Sharma, S., Singh, R., & Rana, S. (2011). Bioactive peptides: A review. *International Journal of Bioautomation*, 15, 223–250.
- Silva, J. A. G., Silveira, M. D. M., Leão, P. V. T., Cunha, J. V. T. D., Dias, M. B. D. C., Lima, M. S. D., Silva, M. A. P. D. (2022). Chemical profile colostrum, quality refrigerated and frozen milk of santa inês sheep. *Ciência Rural*, 52(8), e20200986. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200986>
- Sousa, Y. R., Medeiros, L. B., Pintado, M. M. E., & Queiroga, R. C. (2019). Goat milk oligosaccharides: Composition, analytical methods and bioactive and nutritional properties. *Trends & Technology*, 92, 152–161. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.052>
- Suo, C., Yin, Y., Wang, X., Lou, X., Song, D., Wang, X., & Gu, Q. (2012). Effects of *Lactobacillus plantarum* ZJ316 on Pig Growth and Pork Quality. *BMC Veterinary Research*, 8, 89.
- Tekinşen, O.C. Nizamloğlu M. 2001. Süt Kimya, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Birinci baskı, Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, 18–19–128–129.
- Turkish Standards Institution. (1978). Peynirde yağ miktarı tayini (Van Gulik Metodu). Turkish Standards Institution.
- Westhoff, T. A., Borchardt, S., Mann, S. (2024). Nutritional and management factors that influence colostrum production and composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 107(7), 4109–4128. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24349>
- Van, H. I., Goossens, K., Vandaele, L., & Opsomer, G. (2020). In vitro review: MicroRNAs in bovine colostrum-focus on their origin and potential health benefits for the calf. *Journal of Dairy Science*, 103(1), 1–15. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16959>
- Yalçıntaş, Y. M., Duman, H., Rocha, J. M., Bartkiene, E., Karav, S., & Ozoğul, F. (2024). Role of bovine colostrum against various diseases. *Food Bioscience*, 61(104818), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.104818>
- Yang, X., Chen, J., & Zhang, F. (2009). Research on the chemical composition of Saanen goat colostrum. *International Journal of Dairy Technology*, 62(4), 500–504. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2009.00515.x>
- Yasir, M., Al-Zahrani, I. A., Khan, R., Soliman, S. A., Turkistani, S. A., Alawi, M., & Azhar, E. I. (2024). Microbiological risk assessment and resistome analysis from shotgun metagenomics of bovine colostrum microbiome. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 31(4), 103957. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2024.103957>
- Zarcula, S., Cernescu, H., Mircu, C., Tulcan, C., Morvay, A., Baul, S., & Popovici, D. (2010). Influence of breed, parity and food intake on chemical composition of first colostrum in cow. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 43(1), 154–154.
- Zhang, L. J., Sen, G. L., Ward, N. L., Johnston, A., Chun, K., Chen, Y., & Gallo, R. L. (2016). Antimicrobial peptide LL37 and MAVS signaling drive interferon- β production by epidermal keratinocytes during skin injury. *Immunity*, 45(1), 119–130. <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2016.06.021>