

Siyah Alaca, Kırmızı Alaca ve Simental siğir sütlerinde somatik hücre sayısı ile süt amiloid A, elektriksel iletkenlik ve pH arasındaki ilişkiler

Relationships between somatic cell count and milk amyloid A, electrical conductivity, and pH in Holstein cattle, Red Holstein, Simmental breed milk

Mürüvvet KURT¹, Ali KAYGISIZ²

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye.

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Received / Geliş: 06.09.2023 Accepted / Kabul: 07.11.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Somatik hücre sayısı Süt amiloid A Elektiksel iletkenlik pH Süt</p> <p>Keywords: Somatic cell count Milk amyloid A Electrical conductivity pH Milk</p> <p>Corresponding author/Sorumlu yazar: Mürüvvet KURT muruvvetduz@aku.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> 	<p>Bu çalışmada Siyah Alaca, Kırmızı Alaca ve Simental siğir sütlerinde somatik hücre sayısı (SHS) ile süt amiloid A (SAA), elektriksel iletkenlik (Eİ) ve pH arasındaki ilişkilerin araştırılması amaçlanmıştır. Siyah Alaca (46 baş) ve Kırmızı Alaca (13 baş) siğirlerinin % 87 ve % 78'i, Simental siğirlerinin (82 baş) ise hiçbiri SHS bakımından risk grubunda bulunmamıştır. Çalışmada somatik hücre sayısı Siyah Alaca, Kırmızı Alaca ve Simental ırklarında sırasıyla 4.49 ± 0.079, 4.40 ± 0.091 ve 4.20 ± 0.111 hücre ml^{-1} olarak belirlenmiştir. SAA ortalama düzeyleri Siyah Alaca ırkında 343.80 ± 26.40, Kırmızı Alaca ırkında 286.20 ± 24.520, Simental ırkında 479.85 ± 76.79 $ngml^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Süt örneklerinin pH değerleri Siyah Alaca ırkında ise 6.62 ± 0.017, Kırmızı Alaca ırkında 6.67 ± 0.016, Simental ırkında 6.58 ± 0.084 tespit edilmiştir. Eİ değerleri Siyah Alaca ırkında 3.58 ± 0.050, Kırmızı Alaca ırkında 3.65 ± 0.071, Simental ırkında 1.21 ± 0.019 $mS\ cm^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar, Siyah alaca ve Kırmızı Alaca ırklarında SHS ile SAA arasında anlamlı bir yakın ilişkinin düşük konsantrasyonlarda bile farkedilebiliyor olması süte özgü SAA'nın subklinik mastitisin potansiyel bir fizyolojik belirteci olduğunu düşündürülebilir. Eİ ve pH ölçüm sonuçlarının SHS ve SAA ile anlamlı ilişki içinde olmaması, bu belirteçlerin hastalık tespitinden ziyade süt kalitesinin belirlenmesinde kullanılabileceğini göstermiştir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>In this study, the investigation aimed to explore the relationships between somatic cell count (SCC) and milk amyloid A (MAA), electrical conductivity (EC), and pH in Holstein Friesian, Red Holstein and Simmental cattle milk. Among Holstein (46 head) and Red Holstein (13 head) cattle, 87% and 78%, respectively, exhibited no risk of SCC, while none of the Simmental breed (82 head) were within the risk category based on SCC. The study determined the SCC in Holstein cattle, Red Holstein, and Simmental breeds as 4.49 ± 0.079, 4.40 ± 0.091, and 4.20 ± 0.111 cell ml^{-1}, respectively. The average MAA levels were calculated as 343.80 ± 26.40 $ng\ ml^{-1}$ in Holstein, 286.20 ± 24.520 $ngml^{-1}$ in Red Holstein, and 479.85 ± 76.79 $ngml^{-1}$ in Simmental breeds. The pH values of milk samples were determined as 6.62 ± 0.017 in Holstein, 6.67 ± 0.016 in Red Holstein, and 6.58 ± 0.084 in Simmental breeds. EC values were measured as 3.58 ± 0.050 $mS\ cm^{-1}$ in Holstein, 3.65 ± 0.071 $mS\ cm^{-1}$ in Red Holstein, and 1.21 ± 0.019 $mS\ cm^{-1}$ in Simmental breeds. The results suggest a significant association between SCC and MAA, even at lower concentrations in Holstein and Red Holstein breeds, implying the potential of breed-specific MAA as a physiological marker for subclinical mastitis. The lack of significant associations between EC, pH measurements, and SCC and MAA indicates their potential utility in determining milk quality rather than disease detection.</p>
<p>Cite/Atf</p>	<p>Kurt, M., & Kaygısız, A. (2024). Siyah Alaca, Kırmızı Alaca ve Simental siğir sütlerinde somatik hücre sayısı ile süt amiloid A, elektriksel iletkenlik ve pH arasındaki ilişkiler. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (1), 120-132. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1340860</p>

GİRİŞ

Mastitis, çeşitli bakteri türlerinin ve toksinlerinin neden olduğu meme bezi iltihabıdır (Sharma ve ark., 2007). Mastitis aynı zamanda, süt verimindeki azalma, sütün bileşimindeki değişim, sütün bir kısmının kullanılamaz olması, tedavi ve veteriner masrafı nedeniyle süt sığırlarında büyük ekonomik kayıplara neden olan en yaygın hastalıktır (Keefe, 2012; de Vliegher ve ark., 2012). Mastitis, memenin glandüler dokusunda patolojik değişiklikler ile birlikte salgılanan sütte fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal değişikliklere de neden olur (Radostitis ve ark., 1995). Ayrıca mastitik sütteki bakteriyel kontaminasyon, sütü insan tüketimi için elverişsiz hale getirir (Kadariya ve ark., 2014; Ibrahim ve ark., 2015). Mastitis, süt verimi ve süt bileşenleri üzerindeki olumsuz etkisinin ötesinde, süt ineklerinde üreme performansı üzerinde de zararlı bir etkiye sahiptir (Kumar ve ark., 2017). Subklinik mastitisin neden olduğu kayıp ölçmek neredeyse imkânsızdır, ancak uzmanlar bunun sürüde klinik vakalardan daha fazla mali kayba neden olduğu konusunda hemfikirdir (Navaneethan ve ark., 2023). Süt sığırlarında subklinik mastitis (SCM) insidansı klinik mastitise göre 15-40 kat daha fazladır (Seegers ve ark., 2003).

Somatik hücre sayısı (SHS), küresel olarak süt sektöründe çoğunlukla süt kalitesi için kullanılan temel bir parametredir. SHS sütün kalitesini etkiler ve subklinik aşamada mastitis teşhisi için temel bir parametredir (Feng ve ark., 2020). Türk Gıda Kodeksi (Anonim, 2000) ve Avrupa Birliği (EC 853/2004) yasal mevzuatına (Anonymous, 2004) göre çiğ inek sütü için SHS sınırı ≤ 500.000 hücre ml^{-1} olarak belirlenmiştir.

SCM, sütte veya meme görünümünde gözle görülür herhangi bir değişikliğe neden olmaz, ancak süt kalitesini ve miktarını etkiler; süt veriminde, toplam üretimin üçte ikisine varan kayıplara kadar azalmaya neden olur; süt bileşimini değiştirir, sütte inflamatuvar bileşenlerin ve bakterilerin varlığını değiştirir (Haq, 2014; Singh ve ark., 2015). Ayrıca, SCM'den etkilenen inekler normal süt üretirler ancak, diğer hayvanlar için enfeksiyon kaynağıdır, bu durum ise enfeksiyonun sürü arasında yayılmasına neden olur (Prabhu ve ark., 2013; Bandyopadhyay ve ark., 2015).

Memede veya sütte gözle görülür değişikliklerin olmaması nedeniyle memenin görsel muayenesi ve palpasyonu ile SCM tanısı konması zordur. Bu durum, SCM'nin teşhisini zorlaştırır ve daha zor hale getirir. SCM olgularının tanısında SHS, sütte patojen etkenlerin izolasyonu ve kanda biyokimyasal değerlerde meydana gelen değişimler yaygın olarak değerlendirilir. Bu parametrelerin yanısıra memede oluşan inflamasyona bağlı olarak artış gösteren akut faz proteinleri (AFP), yangı mediatörleri ve oksidatif stres parametreleri de SCM olgularının tanısında kullanılmaktadır. Bu ilave yöntemler, SCM'nin erken teşhisine katkı sağlamayı hedeflemektedir. Nitekim, Süt Amiloid A (SAA) veya haptoglobulin (HP) gibi akut faz proteinlerinin de mastitis belirteçleri olduğu keşfedilmiştir (Jaeger ve ark., 2017; Sadek ve ark., 2017; Hussein ve ark., 2018). Mastitis iltihabına bir tepki olarak, patojenite seviyesine bağlı olarak sütteki süt Amiloid A seviyesinde de artış olması beklenir (Nazifi ve ark., 2008; Szczubiał ve ark., 2012; Vasil ve ark., 2012). SAA doku hasarından kısa bir süre sonra (genellikle 24 saat içinde) plazmada ve diğer vücut sıvılarında hızlı ve yoğun bir şekilde artan bir proteindir. Bu hızlı ve yoğun artış (18-20 katına kadar) SAA'nın bir yangı belirtici olarak değerlendirilmesini ve sağlık durumunun izlenmesinde önemli olmasını sağlar. Ayrıca, tedaviye verilen yanıtların değerlendirilmesinde de önemli bir rol oynamaktadır. Jaeger ve ark. (2017), SAA'yı ölçen bir çalışmada, mastitis ineklerinin SHS'ye kıyasla daha hassas ve spesifik bir şekilde tanımlanmasının mümkün olduğunu göstermişlerdir. Serum amiloid A'nın atlarda ve sığırlarda karaciğer dışında SAA gibi farklı izoformlarının da olduğu rapor edilmiştir (Eckersall ve ark., 2001; Jayaraman ve ark., 2017; Sack, 2018). Sığırlarda sütte spesifik form olan SAA'nın, SHS ve sütte patojen etkenler gibi diğer SCM tanısal belirteçlere göre avantajının, meme epitel hücreleri tarafından lokal olarak sentezlenmesinden dolayı süte özgü olması ve bu nedenle mastitis tanısında hassas ve güvenilir bir biyobelirteç olduğu belirtilmektedir (Eckersall ve ark., 2001; Hussein ve ark., 2018). Ayrıca, SAA düzeyinin SCM'de diğer bir avantajı, sağlıklı hayvanlarda tespit edilemeyecek düzeylerde bulunmasıdır (Hussein ve ark., 2018). Yapılan çalışmalar, doğal olarak meydana gelen veya deneysel olarak indüklenen subklinik ve klinik mastitisin teşhisinde

SAA'nın tanınal değeri olduğunu göstermiştir (Safi ve ark., 2009; Hussein ve ark., 2018; Gronlund ve ark., 2003; Kalmus ve ark., 2013).

Sütte pH değeri mikrofloranın gelişmesine etkisi ve enzim aktivitesindeki rolü gibi etkilerden dolayı önemli bir kalite kriteridir. Henüz sağılmış inek sütünün pH değeri 6.6 ila 6.8 arasında değişim gösterir. Süt, özellikle içerdiği mineral maddeler nedeniyle iletken bir gıdadır (Milci & Yaygın, 2004). Sütün elektriksel iletkenliği, içerdiği iyonlar tarafından belirlenirken, diğer bileşenler ise iletkenlik üzerinde farklı düzeyde etki etmektedir. Normal bileşimli inek sütünün elektrik iletkenliği (Eİ) 25 °C'de 4.0-5.5 mS cm⁻¹ (miliSiemens/santimetre) değerleri arasında yer almaktadır (Metin, 1998). Ancak, 6.0 mS cm⁻¹'in üzerindeki değerler, meme bezlerinde patolojik oluşumları akla getirmektedir (Nielen ve ark., 1992; Špauskas ve ark., 2006). Araştırmacılar Eİ değerlerindeki 1mS cm⁻¹'lik artışın, süt veriminde ortalama 0.88 kg gün⁻¹ düzeyinde düşüşe yol açtığını bildirmişlerdir (Nielen ve ark., 1993).

Sütün elektriksel iletkenliğinin haftalık aralıklarla düzenli olarak ölçülmesi (ICAR, 2022), ineklerin meme sağlığını ve beslenme durumunu izlemek için değerli bir araçtır. Eİ, ayrıca sütün kalitesini belirlemede ve süt üretimini optimize etmede kullanılan önemli bir parametredir. Bu nedenle, çiftliklerde ve süt işleme tesislerinde elektriksel iletkenlik ölçümlerine haftalık aralıklarla düzenli olarak yer vermek, sütün kalitesini ve sağlık durumunu sürekli olarak takip etmek için önemlidir.

Sütün elektrik iletkenliği, doğal faktörlere bağlı olarak zamanla değişiklikler gösterebilir ve laktasyon ilerledikçe normale dönebilir, ancak laktasyonun sonunda tekrar yükselebilir. Elektrik iletkenliği değeri aynı hayvanın farklı meme başlarından elde edilen sütler arasında bile küçük farklılıklar gösterebilir. Elektrik iletkenliği ayrıca hayvanın türüne ve ırkına bağlı olarak da değişebilir. Örneğin, yapılan çalışmalara göre domuz ve deve sütünde ortalama 4.60 mS cm⁻¹, keçi sütünde 5.46 mS cm⁻¹, koyun sütünde ise 4.33 mS cm⁻¹ elektrik iletkenliği değerleri tespit edilmiştir. Süt hayvanının beslenme şekli, fizyolojik durumu ve kızgınlık dönemi de sütün elektrik iletkenliğini etkileyen diğer faktörler arasında yer almaktadır (Saldamlı & Erdem, 1988).

Bu çalışmada, Kahramanmaraş ilinde yetiştirilen Siyah Alaca, Kırmızı Alaca ve Simental ırkı ineklerden elde edilen sütlerde SHS, SAA, Eİ ve pH değerlerinin ve bu parametreler arasındaki ilişkilerin araştırılması, ırkların da sütteki mastitis parametreleri bakımından karşılaştırılmaları amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmanın hayvan materyalini Kahramanmaraş ilinde yetiştirilen ve klinik olarak sağlıklı olan 46 baş Siyah Alaca, 23 baş Kırmızı Alaca ve 13 baş Simental olmak üzere toplam 82 baş süt sığırı ve bunlardan alınan süt örnekleri oluşturmuştur. Her bir ineğin 4 meme çeyreğinden sütler ayrı ayrı alınmıştır. Sürü sorumlusu ile yapılan görüşmelerde, ineklere örneklerin alındığı laktasyon döneminde gerek mastitise gerekse diğer enfeksiyonlara yönelik herhangi bir tedavinin uygulanmadığı bildirilmiştir. İneklerde inspeksiyon ile gözlemlenen ve palpasyon ile meme muayenesi yapıldığında klinik olarak sağlıklı olduğu müşahade edilen tüm hayvanlardan akşam sağımında süt örnekleri alınmıştır. İşletmede sağım odalarında vakumlu otomatik sağım sistemi ile günde 2 sağım uygulanmaktadır. Örnek almak amacı ile meme bölgesi ve meme başları %70'lik etil alkollü pamuk ile temizlenmiştir. Bölgenin kurummasını takiben, ilk 3-5 sağımda dökülen sütler atılmış ve orta sağım sütler kullanılarak her meme başından ayrı olacak şekilde yaklaşık 10-15 ml süt örneği alınmıştır. Bu süt örnekleri steril plastik tüplere yerleştirilmiştir.

SHS ölçümü

SHS ölçümleri De Laval Somatik Hücre Ölçüm Cihazı (DCC) kullanılarak yapılmıştır. De Laval sayım kiti içine, her bir meme başından alınan süt örneğinden birkaç damla eklenerek karıştırılmıştır. Ardından, yüklü kaset De Laval hücre sayıcıya yerleştirilerek ölçüm yapılmıştır. DCC cihazı, DNA-spesifik floresan probu propidium iodide kullanarak somatik hücreleri saymaktadır ve sonuçlar bir dakikadan daha kısa sürede göstergede görünmektedir (Anonim,

2012). Toplanan inek sütlerinde SHS'si ≤ 100.000 hücre ml^{-1} altında olan Grup I (GI) ve > 100.000 hücre ml^{-1} olan Grup II (GII) olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır.

Elektriksel iletkenlik ölçümü ve pH analizi

Çiğ sütler, falcon tüplere alınarak hücre sabiti $k= 0,341 \text{ l cm}^{-1}$ olarak kabul edilen WTW marka (Cond 330i/SET) portatif bir kondüktometre kullanılarak $mS \text{ cm}^{-1}$ cinsinden iletkenlik ölçümleri yapılmıştır (Göncü & Yeşil, 2018).

Bu çalışmada, süt örneklerinden yaklaşık 50 ml'lik numuneler alınarak beherlere konulmuş ve numunelerin oda sıcaklığına gelmesinin ardından pH metrenin kalibrasyonu cihaz talimatlarına göre yapılmıştır. pH değeri, oda sıcaklığında İnolaLWTW serisi pH 720 portatif bir pH metre kullanılarak belirlenmiştir. Cihazın probu, sütle dolu örnek tüpüne daldırılmış ve ekranda stabilite göstergesi görüldüğünde değer kaydedilmiştir (Göncü & Yeşil, 2018; Yörükoğlu, 2019).

Kondüktometreler, sıvının içerdiği anyon ve katyonların elektriği iletim kabiliyetlerini kullanarak iletkenlik derecesini ölçmek için elektrotlar aracılığıyla sıvıya daldırılmıştır. Cihazın kalibrasyonu için önceden hazırlanan potasyum klorür çözeltilerinin elektriksel iletkenlikleri ölçülmüştür. Daha sonra cihazın probu ve termometresi numuneye daldırılarak, bir iki tur çevrilmiş ve cihazın gösterdiği değer sabitlendikten sonra okuma yapılmıştır.

Süt amiloid A analizi

Süt örnekleri analizden hemen önce $+4^{\circ}C$ 'de çözdürülerek oda sıcaklığında çalışılmıştır. SAA konsantrasyonları, Tridelta Development (Maynooth, Ireland) tarafından ticari olarak sunulan bir ELISA kiti kullanılarak belirlenmiştir. Bu kit, SAA için özgül monoklonal antikoları içeren solid faz bir ELISA kiti olarak tasarlanmıştır. Süt örnekleri ve bilinen miktarda SAA içeren standartlar, plakaya eklenmiştir. Kuyucuktaki SAA, plağa bağlı immobilize antikolar tarafından yakalanmış ve konjugat antikorla işaretlenmiştir. Bağlanmamış materyallerin uzaklaştırılması için yıkama işlemi gerçekleştirilerek Streptavidin-Horse Radish Peroxidase (Streptavidin HRP) konjugatı eklenmiş ve inkübe edilmiştir. İkinci bir inkübasyon sonrasında TMB substratı eklenmiştir. Oluşan renk yoğunluğu, orijinal numunede bulunan SAA konsantrasyonu ile orantılıdır. Optik yoğunluklar, Bio-tek Inc, Winooski VT, ABD, Model ELx 800 otomatik bir plaka okuyucuda 450 nm 'de ölçülmüştür. SAA konsantrasyonları, üretici tarafından sağlanan referanslar kullanılarak bir standart eğriye dayanılarak hesaplanmıştır. Süt örnekleri 1:50 oranında seyreltilerek iki kez ölçülmüştür. Sonuçlar uygun bir dilüsyon faktörüyle çarpılarak $ng \text{ mL}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Çalışma aralığı $0.438 - 7.5 \text{ ug mL}^{-1}$ ve testin duyarlılığı 0.10 ug mL^{-1} olarak belirlenmiştir.

İstatistik analizler

İneklerin SHS bakımından sınıflandırılmalarında "Agriculture and Horticulture Development Board (AHDB)" (Anonymous, 2022) tarafından bildirilen ölçek kullanılmıştır. Buna göre; (i) bir inekten alınan süt örneklerindeki $SHS < 100.000$ hücre ml^{-1} süt ise bu hayvan *enfekte olmamış* kabul edilmektedir. (ii) ml sütte $100.000 - 200.000$ aralığında SHS'ye sahip bir inek *potansiyel riskli* grupta yer alır. (iii) ml sütte 200.000 hücre SHS açısından *eşik değer*'dir. (iv) Test sonuçları > 300.000 hücre ml^{-1} çıkan inekler için belli *patojenlerle enfekte olmuş* hayvan teşhisi konulabilmektedir.

Yapılan çalışmada, ırklar arasında somatik hücre sayısı (SHS) sınıfları bakımından fark olup olmadığı χ^2 testi ile analiz edilmiştir. İstatistik analizlerde SAS paket programı kullanılmış ve $p < 0.05$ anlamlılık seviyesi seçilmiştir (Orhan ve ark., 2004). Elde edilen SAA, pH, Eİ ve SHS değerlerinin Shapiro-Wilk testi sonucunda normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir ($p < 0.05$). SAA, pH, Eİ ve SHS değerlerinin ırklara göre oluşturulan gruplara ilişkin istatistiksel olarak farklılığının değerlendirilmesinde Kruskal-Wallis analizinden yararlanılmıştır. SAA, pH ve Eİ değerlerinin SHS sınıflarına göre oluşturulan gruplara ilişkin istatistiksel olarak farklılığının değerlendirilmesinde ise Mann-Whitney U testinden yararlanılmıştır. Analizler sonucunda gruplar arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla Dunn testi kullanılmıştır. Ayrıca değişkenlerin birbiriyle ilişkisinin analizi Spearman korelasyon analizi ile gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu araştırma kapsamında incelenen Siyah Alaca ve Kırmızı Alaca sığırların % 87 ve % 78'i, Simental sığırların ise tamamı somatik hücre sayısı bakımından AHDB ölçeğine göre (Anonymous, 2022) risk grubunda bulunmamıştır (Çizelge 1). Irklar arasındaki farklar ise istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. Torres-Neira ve ark. (2020) Kolombiya Boyaca bölgesinde topladıkları tank sütü örneklerinin SHS değerlerinin %42.42'sinin <200.000 hücre ml⁻¹, %48.49'unun 200.001-400.000 hücre ml⁻¹ arasında değiştiğini, kalan %0.9'un ise >400.000 hücre ml⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir. Kaygısız (2023) tarafından incelenen Esmer sığırların %39'unun hiçbir risk grubunda olmadığı, %34'ünün "potansiyel risk" ve %27'sinin ise "enfekte" grubunda yer aldığı bildirilmiştir. Danimarka Kırmızısı, Simental ve Siyah Alaca ırklarında, "risk grubunda olmayan" inek oranı %53-55, "potansiyel risk grubundaki" inek oranı % 22-24, "sınır değerdeki" inek oranı %8-11 ve "enfekte grubundaki" inek oranı ise %12-15 olarak bildirilmiştir (Kaygısız & Şahin, 2023). Bu çalışmada, risk grubundaki inek sayısının düşük çıkması ineklerin büyük çoğunluğunun ilk laktasyonda olmasına yorumlanabilir. Zira, süt ineklerinde, ineğin yaşının artması ile SHS artmakta, immun sistem zayıflamakta ve sağım makinasının etkisi meme başlarında deformasyon artmakta ve mikroorganizmaların meme kanallarına girişi kolaylaşmaktadır (Deveci ve ark., 1994).

Çizelge 1. İneklerin mastitis risk durumlarına göre dağılımı

Table 1. Distribution of cows according to mastitis risk status

	Siyah Alaca	Kırmızı Alaca	Simental	Toplam
Enfekte olmamış (<100.000 hücre ml ⁻¹)	40 (% 87)	18 (%78)	13 (% 100)	71 (%87)
Potansiyel risk (100.000 – 200.000 hücre ml ⁻¹)	5 (% 11)	2 (%9)	0	7 (%9)
Eşik değer (200.000 – 300.000 hücre ml ⁻¹)	0	1 (%4)	0	1 (%1)
Enfekte olmuş (>300.000 hücre ml ⁻¹)	1 (% 2)	2 (%9)	0	3 (%3)
Toplam	46	23	13	82

$\chi^2 (6.780) < \chi^2 (12.592)$ Kabul

Sütte pH, EI, SAA ve SHS bakımından ırklara ait tanımlayıcı bilgiler Çizelge 2-3'de verilmiştir.

Bu çalışmada somaik hücre sayısı bakımından ırk arası farklılık anlamlı bulunmamıştır. Hayvanın sağlık durumu dışında, somatik hücre sayısını etkileyen diğer faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır. Irk, yaş, laktasyon dönemi, sağım tekniği, yetiştirme sistemleri, çevre koşulları ve mevsim gibi etkenler, somatik hücre sayısında değişimlere neden olabilir. Çalışmada log₁₀ somatik hücre sayısı Siyah Alaca, Kırmızı Alaca ve Simental ırklarında sırasıyla 4.49±0.079 hücre ml⁻¹, 4.40±0.091 hücre ml⁻¹ ve 4.20±0.111 hücre ml⁻¹ olarak bulunmuştur. Şanlıurfa, Erzurum, Samsun, Elazığ ve Malatya illerinde çiğ süt örneklerindeki log₁₀ somatik hücre sayısı sırasıyla 6.25 hücre ml⁻¹; 6.83 hücre ml⁻¹; 6.60 hücre ml⁻¹; 6.04 hücre ml⁻¹ ve 6.09 hücre ml⁻¹ olarak saptanmıştır (Patır ve ark., 2010). Ortalama log₁₀ SHS değerini Çoban ve ark. (2007) 5.73±0.39 hücre ml⁻¹, Diler ve Baran (2014) 5.43±0.05 hücre ml⁻¹ ve Kaygısız (2012) 5.015±0.030 hücre ml⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada SHS ortalaması gerek AB normları açısından ve gerekse daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen bulgulara göre daha düşük olarak tespit edilmiştir. SHS'nin düşük olması da yine ineklerin çoğunluğunun ilk laktasyonda olmaları ile açıklanabilir. SHS'nin düşük bulunmuş olması da süt kalitesi açısından önemli bir bulgudur.

Süt SAA seviyesi ile SHS arasındaki korelasyon Kırmızı Alaca (P=0.03) ve Siyah Alaca ırklarında (P=0.055) önemli, Simental ırkında ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4-6). SHS ile Log SHS arasındaki korelasyonların çok önemli bulunması zaten beklenen bir durumdur. Bunun dışında kalan özellikler arasındaki korelasyonlar tüm ırklarda önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 2. Siyah Alaca, Kırmızı Alaca ve Simental Sığır ırkına ait tanımlayıcı bilgiler

Table 2. Descriptive information for Holstein cattle, Red Holstein, Simmental breed

Değişken	N	X±Sx	% 95 Güven sınırı	Min-Max	CV
Siyah Alaca					
pH	53	6.62±0.017	6.58-6.65	5.99-6.85	1.92
Eİ	53	3.58±0.050	3.48-3.68	3.16-5.69	10.22
SAA-Abs	53	0.347±0.030	0.287-0.407	0.091-0.942	63.06
SAA-ng/mL	53	343.80±26.40	290.82-396.79	110.09-781.46	55.91
SHS	53	92000±28609.2	34591-149408	3000-1221000	226.39
Log ₁₀ SHS	53	4.49±0.079	4.34-4.65	3.48-6.09	12.73
Kırmızı Alaca					
pH	23	6.67±0.016	6.64-6.70	6.54-6.87	1.15
Eİ	23	3.65±0.071	3.51-3.80	3.06-4.29	9.28
SAA-Abs	23	0.418±0.0056	0.302-0.534	0.110-1.142	64.18
SAA-ng/mL	23	286.20±24.520	235.35-337.05	160.09-606.91	41.09
SHS	23	40826±8526.8	23142-58510	6000-121000	100.16
Log ₁₀ SHS	23	4.40±0.091	4.21-4.59	3.78-5.08	9.94
Simental					
pH	17	6.58±0.084	6.37-6.73	5.28-6.81	5.30
Eİ	17	1.21±0.019	1.17-1.25	1.09-1.38	6.57
SAA-Abs	17	349.8±43.86	256.79-442.75	160.09-677.82	51.70
SAA-ng/mL	17	479.85±76.79	317.07-643.63	90.55-1142.36	65.98
SHS	17	31.35±14.121	1.42-61.29	3.00-252.00	185.70
Log ₁₀ SHS	17	4.20±0.111	3.97-4.44	3.47-5.40	10.84

Çizelge 3. Irklara ait medyan değerleri (non-parametrik analiz)

Table 3. Median values of breeds (non-parametric analysis)

	Kırmızı Alaca (23)	Simental (17)	Siyah Alaca (53)	P
pH	6.665	6.655	6.625	0.188
Eİ	3.645	3.515	3.540	0.290
SAA	0.344	0.294	0.251	0.389
SHS	4.255	4.230	4.380	0.186
Log ₁₀ SHS	18000	17000	24000	0.186

Çizelge 4 Siyah Alaca ırkında süt bileşenleri arasındaki korelasyonlar

Table 4. Correlations between milk components in the Holstein breed

Özellikler	pH	Eİ	SAA	Ng/MI	SHS
Eİ	0.151 P=0.28				
SAA-Abs	-0.128 P=0.36	-0.066 P=0.64			
SAA- ngmL ⁻¹	-0.007 P=0.96	-0.038 P=0.79	0.033 P=0.81		
SHS	-0.180 P=0.20	-0.024 P=0.87	0.265 P=0.055	-0.207 P=0.14	
Log ₁₀ SHS	0.090 P=0.52	0.099 P=0.48	0.100 P=0.48	-0.051 P=0.72	0.764** P=0.0001

**P<0.01.

Çizelge 5. Kırmızı Alaca ırkında süt bileşenleri arasındaki korelasyonlar

Table 5. Correlations between milk components in the Red Holstein breed

Özellikler	pH	Eİ	SAA	Ng/MI	SHS
Eİ	0.086 P=0.70				
SAA-Abs	0.293 P=0.17	0.324 P=0.13			
SAA- ngmL ⁻¹	-0.125 P=0.57	-0.512 P=0.0124*	-0.27 P=0.20		
SHS	-0.061 P=0.78	-0.375 P=0.078	0.43 P=0.03*	-0.010 0.96	
Log ₁₀ SHS	-0.094 P=0.67	-0.323 P=0.13	0.309 P=0.14	0.057 0.79	0.78 P=0.0001**

*P<0.05, **P<0.01.

Çizelge 6. Simental ırkında süt bileşenleri arasındaki korelasyonlar

Table 6. Correlations between milk components in the Simmental breed

Özellikler	pH	Eİ	SAA	Ng/MI	SHS
Eİ	0.378 P=0.07				
SAA-Abs	0.034 P=0.87	-0.203 P=0.34			
SAA- ngmL ⁻¹	-0.316 P=0.13	-0.234 P=0.27	-0.242 P=0.27		
SHS	0.108 P=0.62	0.011 P=0.96	-0.002 P=0.99	0.027 0.90	
Log ₁₀ SHS	-0.069 P=0.75	0.125 P=0.56	0.029 P=0.89	0.0108 0.96	0.954 P=0.0001**

**P<0.01.

Yapılan Mann-Whitney U testi sonuçlarına göre ele alınan özelliklerin SHS gruplarına göre değişimi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 7). Yapılan Kruskal-Wallis testi sonuçlarına göre ise ele alınan özelliklerin ırklara göre değişimi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 8).

Çizelge 7. SHS gruplarına göre karşılaştırmalar

Table 7. Comparisons for SCC groups

Değişkenler (Variables)	N	Medyan (Q1-Q3)(IQR) (Median)	P
SAA	80	0.289 (0.192-0.482)(0.29)	0.441
(SAA-Abs)	13	0.366 (0.175-0.622) (0.45)	
pH	80	6.645 (6.585-6.694) (0.11)	0.661
	13	6.665 (6.593-6.705) (0.11)	
Eİ	80	3.540 (3.385-3.721) (0.34)	0.610
	13	3.595 (3.213-3.78) (0.57)	
Log ₁₀ SHS	80	4.230 (4.079-4.532) (0.45)	0.000**
	13	5.248 (5.064-5.713) (0.65)	
SAA- ngmL ⁻¹	80	299.636(188.955-489.523) 300.57	0.740
	13	250.546(193.727-515.773) 322.05	
SHS	80	17000 (12000-34000) 22000	0.000**
	13	177000(116000-532000)416000	

**P<0.01.

Çizelge 8. Irklara göre karşılaştırmalar

Table 8. Comparisons for breeds

Değişkenler (Variables)	N	Medyan (Q1-Q3)(IQR) (Median)	P
SAA (SAA-Abs)	Kırmızı Alaca	23	0.344 (0.250-0.517)(0.27)
	Simental	17	0.294 (0.219-0.466) (0.25)
	Siyah Alaca	53	0.251 (0.167-0.544) (0.38)
pH	Kırmızı Alaca	23	6.665 (6.615-6.725) (0.11)
	Simental	17	6.655 (6.510-6.698) (0.19)
	Siyah Alaca	53	6.625 (6.585-6.683) (0.10)
Eİ	Kırmızı Alaca	23	3.645 (3.425-3.860) (0.44)
	Simental	17	3.515 (3.363-3.360) (0.24)
	Siyah Alaca	53	3.540 (3.378-3.718) (0.34)
Log ₁₀ SHS	Kırmızı Alaca	23	4.255 (4.08-4.90) (0.82)
	Simental	17	4.230 (3.991-4.363) (0.37)
	Siyah Alaca	53	4.380 (4.114-4.771) (0.66)
SHS	Kırmızı Alaca	23	17000 (10.000-23.500) (67.000)
	Simental	17	17000 (12.000-19.000) (13.500)
	Siyah Alaca	53	24000 (13.000-59.000) (46.000)

Bu çalışmada, ineklerden alınan süt örneklerinde SAA ortalama düzeyleri Siyah Alaca ırkında 343.80 ± 26.40 ng ml⁻¹, Kırmızı Alaca ırkında 286.20 ± 24.520 ng ml⁻¹; Simental ırkında ise 479.85 ± 76.79 ng ml⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca Süt SAA seviyesi ile SHS arasındaki korelasyon Siyah Alaca ırkında (P=0.055) ve Kırmızı Alaca ırkında (P=0.03) önemli, Simental ırkında ise önemsiz bulunmuştur. Daha önce yapılan çalışmalarda, subklinik mastitisli ineklerde Amiloid A'nın sütteki değerinin sağlıklı olanlara göre (sırasıyla 3600.5 ve 790.2 ng mL⁻¹) anlamlı olarak daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Aynı çalışmada, her iki grup arasında SAA seviyelerinde (sırasıyla 2.72 ve 2.68 ng mL⁻¹) anlamlı bir fark olduğu da gözlemlenmiştir (Bochniarz ve ark., 2018). Thomas ve ark. (2015) yaptığı bir çalışmada ise mastitis tespiti için ortalama bazal SAA konsantrasyonunun 0.96 µg ml⁻¹ olarak belirlendiği bildirilmiştir.

Daha önce yapılan çalışmalarda, kronik subklinik mastitisli ineklerin, sağlıklı kontrol inekleri ile karşılaştırılmasında, farklı meme bölgelerindeki süt konsantrasyonlarında önemli bir amiloid A farkını gözlemlenmiş, ayrıca SAA değerlerinin 0.9 mg l⁻¹ altındaki seviyelerin sağlıklı meme bölgelerinin iyi bir göstergesi olduğu değerlendirilmiştir (Gronlund ve ark., 2003; 2005). SAA, inek, at ve koyun dâhil olmak üzere farklı türlerin sütünde tanımlanmış olup, meme epitel hücreleri tarafından üretilen proteinin bu formu, kolostrumda bol miktarda bulunmaktadır. Bununla birlikte, sağlıklı hayvanlardan elde edilen sütte SAA seviyeleri daha düşüktür (Jacobsen ve ark., 2005).

Bu araştırma bulgularına benzer olarak, Åkerstedt ve ark. (2007) ise ineklerde gerek meme çeyreklerinden alınan süt örneklerinde ve gerekse tanklardan alınan süt örneklerinde SHS ve SAA arasında anlamlı ilişkiler bulunduğunu, Jaeger ve ark. (2017) SHS ve SAA-ELISA arasında test doğruluğu açısından anlamlı bir fark tespit edilemediğini, her iki testinde eşit derecede önemli spesifik olmayan mastitis göstergeleri olduğunu, Evkuran Dal ve ark. (2019) SHS ve SAA ölçümlerinin aslında meme dokusu inflamasyonunu tespit etmede benzer sonuçlar verdiğini, hatta SAA ölçümlerinin çok daha duyarlı sonuçlar verdiğini, Düz ve ark. (2021) ise SAA test verilerinin Eİ ve pH ölçümlerine göre SHS ile ilişkisinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Taze sütün pH değeri genellikle $6.6-6.8$ olup bu değerden sapmalar bazı belirtileri ortaya çıkarabilir. Örneğin, normal süte göre, kolostrum adı verilen ilk sütün pH değeri (pH = 6) daha düşüktür. Laktasyon süresi sonunda ise sütün pH değeri genellikle biraz yükselir. Mastitisli olan ineklerde ise sütün pH değeri yükselerek 7.5 seviyelerine ulaşabilir. Bu sütlerin protein ve bazı tuz oranları, sağlıklı süttten farklı olabilir (Van Den Berg, 1988). Bu nedenle, pH değeri sütün kalitesini değerlendirmede önemli bir kriter olarak kabul edilmektedir. Özellikler bakımından ırkların karşılaştırıldığı parametrik analizlerde süt örneklerinin ortalama pH değerleri; Siyah Alaca ırkında 6.62 ± 0.017 , Kırmızı Alaca ırkında 6.67 ± 0.016 , Simental ırkında ise 6.58 ± 0.084 olarak tespit edilmiştir. Irklar arasından pH

değerleri bakımından farklılık belirlenmemiştir. Çalışmada analiz edilen süt örnekleri literatürde bildirilen sağlıklı süt pH değerleriyle örtüşmektedir.

Çiğ süt sıcaklığıyla doğrusal bir ilişki bulunan (Špauskas ve ark., 2006) Eİ değerleri üzerine, mastitisin yanı sıra ırk, laktasyon sayısı, laktasyon dönemi, meme lobu, sağım aralığı, sütün bileşimi, günlük değişimler, kızgınlık, hastalıklar, beslenme düzeyi ve işletmeye ait faktörlerin etkisi olduğu belirtilmektedir (Nielen ve ark., 1992; Norberg, 2005; Špauskas ve ark., 2006). Qayyum ve ark. (2016), sütün daha yüksek elektrik iletkenliği ve pH'ya sahip olmasını enfekte sütteki mineral içeriğindeki değişikliğin ve daha yüksek lökosit sayısının neden olduğu mastitiden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Sağlıklı ineklere ait sütlerin 25 °C'deki Eİ değerleri 4-5.5 mS cm⁻¹ olarak bildirilirken, 6.0 mS cm⁻¹'nin üzerindeki değerler, meme bezlerinde patolojik oluşumları akla getirmektedir (Nielen ve ark., 1992; Špauskas ve ark., 2006).

Çalışmada Eİ değerleri Siyah Alaca ırkında 3.58±0.050 mS cm⁻¹, Kırmızı Alaca ırkında 3.65±0.071 mS cm⁻¹, Simental ırkında ise 1.21±0.019 mS cm⁻¹ tespit edilmiştir. Tespit edilen değerler literatürde bildirilen sağlıklı sütteki iletkenlik değerlerinin altında bulunmuştur. Elektriksel iletkenlik bakımından ırkların karşılaştırılmasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

Sonuç olarak, bu çalışma da SHS değerlerinin yapılan çalışmalarda elde edilen bulgulara göre daha düşük olarak tespit edilmiş olması süt kalitesi hakkında önemli bir sonuç olmuştur. Ayrıca ırklarda elde edilen süt parametreleri, Siyah Alaca ırkının yanısıra Kırmızı Alaca ve Simental ırklarının da bölgede başarı ile yetiştirilebileceğini göstermektedir. SAA süte spesifik olması nedeniyle tanıda yüksek doğruluk oranına sahip olduğu düşünülmektedir. Çalışmada SAA seviyesi ile SHS arasındaki korelasyon Siyah Alaca ırklarında ve Kırmızı Alaca önemli düzeyde olduğu görülmüştür. Elde edilen bu sonuçlar, SAA'nin subklinik mastitisi belirlemede öne çıkabileceği düşünülmektedir. Bu sebeple SAA ölçümlerinin stabil bir biyobelirteç olduğunun tespiti için daha büyük ölçekli işletmelerde örnek sayısını ve diğer parametreleride içine alan çalışmalar yapılması önerilmektedir.

Sonuç olarak, SHS düzeyleri süt sığırlarında subklinik mastitisin teşhisinde ve tedavinin etkinliğinin izlenmesinde değerli bir parametre olması yanı sıra SAA'nin süte özgü olması ve bu nedenle mastitis tanısında hassas ve güvenilir bir biyobelirteç olabileceği de düşünülmektedir. Elektriksel iletkenlik ve pH yöntemi daha az iş gücü daha kısa sürede sonuç vermesi, gıda maddelerinin, özellikle süt ve ürünlerinin kalitesinin takibi için çok önemli bazı avantajlara sahiptir. Bunun yanında Eİ ve pH sonuçlarının, Siyah Alaca, Kırmızı Alaca ve Simental ırklarının süt kalitesi açısından inceleyecek parametreler olduğu fakat mastitisi belirlemede bir etkisi olmadığı ortaya konulmuştur. Eİ ve pH ölçümleri için her ne kadar cihazlar gerekli olsada kullanım süresi içinde analiz başına düşen maliyet oranının azaldığı ve analiz süresinden yüksek tasarruf sağlandığı düşünülürse süt kalitesi için değerlendirmede büyük işletmeler için kullanımı önerilebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı tarafından (2021-7-11-M) desteklenmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

ETİK ONAY BEYANI

Bu çalışma deneysel olmayan tarımsal uygulamaları (Anonim, 2011) kapsamında değerlendirildiğinden "Etik Kurul belgesi" alınmasına gerek duyulmamıştır.

KAYNAKLAR

- Åkerstedt, M., Waller, K.P., & Sternesjö, Å. (2007). Haptoglobin and serum amyloid A in relation to the somatic cell count in quarter, cow composite and bulk tank milk samples. *Journal of Dairy Research*, 74 (2), 198-203. <https://doi.org/10.1017/S0022029906002305>
- Anonim (2000). Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği. 14/2/2000 tarihli ve 23964 sayılı Resmî Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/23964.pdf> (Erişim tarihi: 15.10.2023).
- Anonim (2011). Deneysel ve Diğer Bilimsel Amaçlar İçin Kullanılan Hayvanların Refah ve Korunmasına Dair Yönetmelik. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111213-4.htm> (Erişim tarihi: 15.10.2023).
- Anonim (2012). De Laval Somatik Hücre Ölçüm Cihazı DCC. <http://www.delaval.com.tr/Products/Milking/Cell-counter-DCC/default.htm> (Erişim tarihi: 15.10.2023).
- Anonymous (2004). Commission Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin. *Official Journal of the European Union*, 139, 55-205.
- Bandyopadhyay, S., Samanta, I., Bhattacharyya, D., Nanda, P.K., Kar, D., Chowdhury, J., Dandapat, P., Das, A.K., Batul, N., Mondal, B., Dutta, T.K., Das, G., Das, B.C., Naskar, S., Bandyopadhyay, U.K., Das, S.C., & Bandyopadhyay, S. (2015) Co-infection of methicillin-resistant *Staphylococcus epidermidis* methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and extended spectrum β -lactamase producing *Escherichia coli* in bovine mastitis - Three cases reported from India. *Veterinary Quarterly*, 35 (1), 56-61. <https://doi.org/10.1080/01652176.2014.984365>
- Bochniarz, M., Zdzisińska, B., Wawron, W., Szczubiał, M., & Dąbrowski, R. (2017). Milk and serum IL-4, IL-6, IL-10, and amyloid A concentrations in cows with subclinical mastitis caused by coagulase-negative staphylococci. *Journal of Dairy Science*, 100 (12), 9674-9680. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13552>
- Çoban, Ö., Sabuncuoğlu, N., & Tüzemen, N (2007). Siyah Alaca ve Esmer ineklerde somatik hücre sayısına çeşitli faktörlerin etkisi. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 47 (1), 15-20.
- de Vliegher, S., Fox, L.K., Piepers, S., McDougall, S., & Barkema, H.W. (2012) Invited review: Mastitis in dairy heifers: nature of the disease, potential impact, prevention, and control. *Journal of Dairy Science*, 95 (3), 1025-1040. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4074>
- Deveci, H., Apaydın, A.M., Kalkan, C., & Öcal, H. (1994). *Evcil hayvanlarda meme hastalıkları*. Fırat Üniversitesi Basımevi, 1. Baskı, Elazığ.
- Diler, A.A., & Baran, A. (2014) Erzurum'un Hınıs ilçesi çevresindeki küçük ölçekli işletme tank sütlerinden alınan çiğ süt örneklerinin bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi*, 26 (1), 18-24.
- Düz, M., Doğan, Y.N., & Doğan, İ. (2021). İnek sütlerinde somatik hücre sayısı ile süt amiloid A, elektriksel iletkenlik ve pH arasındaki ilişkiler. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24 (2), 457-463. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogan.vi.748069>
- Eckersall, P.D., Young, F.J., McComb, C., Hogarth, C.J., Safi, S., Weber, A., McDonald, T., Nolan, A.M., & Fitzpatrick, J.L. (2001). Acute phase proteins in serum and milk from dairy cows with clinical mastitis. *Veterinary Record*, 148 (2), 35-41. <https://doi.org/10.1136/vr.148.2.35>
- Evkuran Dal, G., Sabuncu, A., Aktaran Bala, D., Enginler, S.Ö., Çetin, A.C., Çelik, B., & Koçak, Ö. (2019). Evaluation of intramammary platelet concentrate efficacy as a subclinical mastitis treatment in dairy cows based on somatic cell count and milk amyloid A levels. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 25 (3), 357-363. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2018.20982>
- Feng, L., Yuxia, C., Zichen, W., Zipeng, L., Ahmad, M.J., Ming, L., Tengyun, G., & Shenhe, L. (2020). The effect of exogenous melatonin on milk somatic cell count in buffalo. *Pakistan Veterinary Journal*, 41, 152-155. <http://dx.doi.org/10.29261/pakvetj/2020.074>

- Grönlund, U., Hallen Sandgren, C., & Persson Waller, K. (2005). Haptoglobin and serum amyloid A in milk from dairy cows with chronic subclinical mastitis. *Veterinary Research*, 36, 191-198. <https://doi.org/10.1051/vetres:2004063>
- Grönlund, U., Hultén, C., Eckersall, P.D., Hogarth, C., & Waller, K.P. (2003). Haptoglobin and serum amyloid A in milk and serum during acute and chronic experimentally induced *Staphylococcus aureus* mastitis. *Journal of Dairy Research*, 70 (4), 379-386. <https://doi.org/10.1017/s0022029903006484>
- Haque M.E. (2014). Rapid detection of subclinical mastitis in dairy cow. *Journal Fisheries & Livestock Production*, 3, 128. <https://doi.org/10.4172/2332-2608.100012>
- Hussein, H.A., Razik, K.H., Gomaa, A.M., Elbayoumy, M.K., Abdelrahman, K.A., & Hosein, H.I. (2018). Milk amyloid A as a biomarker for diagnosis of subclinical mastitis in cattle. *Veterinary World*, 11 (1), 34-41. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2018.34-41>
- Ibrahim, H.M.M., Ahmed, A.M., El-seedy, Y.Y., & El-Khodery S.A. (2015). Distribution of multidrug-resistant gram-negative bacteria causing clinical mastitis in dairy cows. *Global Veterinary*, 15, 268-277. <https://doi.org/10.5829/idosi.gv.2015.15.03.1012>
- ICAR (2022). Section 2 - Guidelines for Dairy Cattle Milk Recording Section 2 – Cattle Milk Recording. <https://www.icar.org/Guidelines/02-Overview-Cattle-Milk-Recording.pdf>
- Jacobsen, S., Niewold, T.A., Kornalijnslijper, E., Toussaint, M.J.M., & Gruys, E. (2005) Kinetics of local and systemic isoforms of serum amyloid A in bovine mastitic milk. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 104 (1-2), 21-31. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2004.09.031>
- Jaeger, S., Virchow, F., Torgerson, P.R., Bischoff, M., Biner, B., Hartnack, S., & Rüegg, S.R. (2017). Test characteristics of milk amyloid A ELISA, somatic cell count, and bacteriological culture for detection of intramammary pathogens that cause subclinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, 100 (9), 7419-7426. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12446>
- Jayaraman, S., Gantz, D.L., Haupt, C., & Gursky, O. (2017). Serum amyloid A forms stable oligomers that disrupt vesicles at lysosomal pH and contribute to the pathogenesis of reactive amyloidosis. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 114 (32), E6507-E6515. <https://doi.org/10.1073/pnas.1707120114>
- Kadariya, J., Smith, T.C., & Thapaliya, D. (2014). *Staphylococcus aureus* and staphylococcal food - Borne disease: an ongoing challenge in public health. *BioMed Research International*, 827965. <https://doi.org/10.1155/2014/827965>
- Kalmus, P., Simojoki, H., Pyörälä, S., Taponen, S., Holopainen, J., & Orro, T. (2013). Milk haptoglobin, milk amyloid A, and N-acetyl- β -d-glucosaminidase activity in bovines with naturally occurring clinical mastitis diagnosed with a quantitative PCR test. *Journal of Dairy Science*, 96 (6), 3662-3670. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6177>
- Kaşıkcı, G., Çetin, O., Bingöl, E.B., & Gündüz, M.C. (2012). Relations between electrical conductivity, somatic cell count, California mastitis test and some quality parameters in the diagnosis of subclinical mastitis in dairy cows. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 36, 49-55. <https://doi.org/10.3906/vet-1103-4>
- Kaygısız, A. (2023). The effect of somatic cell count and milk urea nitrogen on milk composition in Brown Swiss Cows. *Journal of Animal Science and Economics*, 2 (1), 1-6. <https://doi.org/10.5152/JASE.2023.1158853>
- Kaygısız, A., & Şahin, O. (2023). Bazı sütçü sığır ırklarında somatik hücre sayısı (SHS) ve süt üre nitrojen (MUN) seviyesinin süt verimi ve bileşimine etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28 (2), 290-307. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1220523>
- Kaygısız, A., & Karnak, İ. (2012). Kahramanmaraş'ta süt sığırları işlemlerinden toplanan çiğ süt örneklerinin somatik hücre sayısının AB normları ve subklinik mastitis bakımından değerlendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 15 (1), 9-15. <https://doi.org/10.18016/ksujns.31645>

- Keefe, G. (2012). Update on control of *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae* for management of mastitis. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 28 (2), 203-216. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2012.03.010>
- Kumar, N., Manimaran, A., Kumaresan, A., Jeyakumar, S., Sreela, L., Mooventhana, P., & Sivaram, M. (2017) Mastitis effects on reproductive performance in dairy cattle: A review. *Tropical Animal Health and Production*, 49 (4), 663-673. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1253-4>
- Metin, M. (1998). *Süt teknolojisi-sütün bileşimi ve işlenmesi*. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 33, İzmir.
- Milci, S., & Yaygın, H. (2004). Elektrik iletkenliği ölçüm tekniğinin süt teknolojisindeki uygulama alanları. *Akademik Gıda*, 2 (5), 24-28.
- Navaneethan, R., Saravanan, S., & Suresh, P. (2023). Causal association of epidemiological factors with the incidence of bovine clinical and subclinical mastitis. *Indian Journal of Animal Health*, 62 (1), 1-8.
- Nazifi, S., Khoshvaghti, A., & Gheisari, H.R. (2008). Evaluation of serum and milk amyloid A in some inflammatory diseases of cattle. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 9, 222-226.
- Nielen, M., Deluyker, H., Schukken, Y.H., & Brand, A. (1992). Electrical conductivity of milk: measurement, modifiers, and meta analysis of mastitis detection performance. *Journal of Dairy Science*, 75, 606-614. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77798-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77798-4)
- Nielen, M., Schukken, Y.H., Van De Broek, J., Brand, A., Deluyker, H.A., & Maatje, K. (1993). Relations between on-line electrical conductivity and daily milk production on a low somatic cell count farm. *Journal of Dairy Science*, 76, 2589-2596. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77593-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77593-1)
- Norberg, E. (2005). Electrical conductivity of milk as a phenotypic and genetic indicator of bovine mastitis: A review. *Livestock Production Science*, 96, 129-139. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.12.014>
- Orhan, H., Efe, E., & Şahin, M. (2004). *SAS yazılımı ile istatistiksel analizler*. Tuğra Ofset, Isparta, 139.
- Patır, B., Can, Ö.P., & Gürses, M. (2010). Farklı illerden toplanan çiğ inek sütlerinde somatik hücre sayıları. *Fırat University Medical Journal of Health Sciences*, 24, 87-91.
- Prabhu, K.N., Isloor, S., Hegde, R., Rathnamma, D., Veeregowda, B.M., Narasimha, M.H.N., Shome, R., & Suryanarayana, V.V.S. (2013). Development of polymerase chain reaction for detection of predominant streptococcal isolates causing subclinical bovine mastitis. *Indian Journal of Biotechnology*, 12, 208-212. <http://nopr.niscpr.res.in/handle/123456789/19275>
- Qayyum, A., Khan, J.A., Hussain, R., Avais, M., Ahmad, N., & Khan, M.S. (2016). Investigation of milk and blood serum biochemical profile as an indicator of sub-clinical mastitis in cholistani cattle. *Pakistan Veterinary Journal*, 36, 275-279.
- Sack, G.H. (2018). Serum Amyloid A – A review. *Molecular Medicine*, 24 (1), 46. <https://doi.org/10.1186/s10020-018-0047-0>
- Sadek, K., Saleh, E., & Ayoub, M. (2017). Selective, reliable blood and milk bio-markers for diagnosing clinical and subclinical bovine mastitis. *Tropical Animal Health and Production*, 49 (2), 431-437. <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1190-7>
- Safi, S., Khoshvaghti, A., Jafarzadeh, S.R., Bolourchi, M., & Nowrouzian, I. (2009). Acute phase proteins in the diagnosis of bovine subclinical mastitis. *Veterinary Clinical Pathology*, 38 (4), 471-476. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2009.00156.x>
- Saldamlı, İ., & Erdem, K.Y. (1988). Süte su katma yolu ile yapılan hilelerin saptanmasında örneğin mayalar, genellikle iyonize olmayan metabolitler elektriksel iletkenlik yönteminin kullanılabilirliği. *Doğa Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 12 (3), 409-420.
- Seegers, H., Fourichon, C., & Beaudeau, F. (2003). Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. *Veterinary Research*, 34, 475-491. <https://doi.org/10.1051/vetres:2003027>

- Sharma, N., Gautam, A., Upadhyay, S.R., Hussain, K., Soodan, J.S., & Gupta, S.K. (2007). Role of antioxidants in udder health: A review. *Indian Journal of Field Veterinarians*, 8 (2), 284-295.
- Singh, M., Sharma, A., Sharma, R., Mittal, D., Yadav, P., & Charaya, G. (2015). Estimation of acute phase proteins as early biomarkers of buffalo subclinical mastitis. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10 (12), 894-902. <https://doi.org/10.3923/ajava.2015.894.902>
- Skrzypek, R., Wójtowski, J., & Fahr, R.D. (2004). Factors affecting somatic cell count in cow bulk tank milk-A case study from Poland. *Journal of Veterinary Medicine, Series A*, 51, 127-131. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.2004.00611.x>
- Špauskas, V., Klimiene, I., & Matusevičius, A. (2006). A comparison of indirect methods for diagnosis of subclinical mastitis in lactating dairy cows. *Veterinarski Arhiv*, 76 (2), 101-109.
- Szczubiał, M., Dabrowski, R., Kankofer, M., Bochniarz, M., & Komar, M. (2012). Concentration of serum amyloid A and ceruloplasmin activity in milk from cows with subclinical mastitis caused by different pathogens. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 15, 291-296. <https://doi.org/10.2478/v10181-011-0149-x>
- Torres-Neira, O.L., Gonzalez-Torres, Y.O., Perez-Rubiano, C.C., Martinez-Martinez, M.I., Nausa-Patino, Y.D., & Mora-Parada, J.M. (2020). Evaluation of the physicochemical, hygienic and microbiological quality of milk in a collection center in Boyaca-Colombia. *Revista Científica-Facultad De Ciencias Veterinarias*, 30 (2), 75-81.
- Van Den Berg, J.C.T. (1988). *Dairy technology in the tropics and subtropics*. Pudoc. Wageningen, Netherlands, 290.
- Vasil, M., Elecko, J., Farkašová, Z., & Zigo F. (2012). Diagnostic importance of the concentration of milk amyloid A in quarter milk samples from dairy cows with mastitis. *Acta Veterinaria Brunensis*, 81, 133-138. <https://doi.org/10.2754/avb201281020133>
- Yörükoğlu, A.B. (2019). İzmir’de yüksek kapasiteli bazı süt işleme tesislerine gelen inek sütlerinin bileşimi ve kalitesi ile bunların mevsim ve yöreye göre değişimi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, 81 s.