

Karaman'da Satışa Sunulan Çiğ Süt Örneklerinin Bazı Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Özellikleri

Sabire Yerlikaya^{1*}, Enes Arda Ural²

¹Gıda Mühendisliği Bölümü, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Türkiye

²Fen Bilimleri Enstitüsü, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Türkiye

*(sabirebattal@kmu.edu.tr)

(Received: 28 April 2025, Accepted: 07 May 2025)

(4th International Conference on Scientific and Innovative Studies ICSIS 2025, April 29-30, 2025)

ATIF/REFERENCE: Yerlikaya, S. & Ural, E. A. (2025). Karaman'da Satışa Sunulan Çiğ Süt Örneklerinin Bazı Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Özellikleri. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 9(5), 64-68.

Özet – Bu çalışmada Karaman ilinden toplanan dört farklı çiğ süt örneklerinde toplam mezofilik aerofilik bakteri (TMAB), maya-küf, koliform bakteri, renk, briks ve pH değerleri araştırılmıştır. TMAB ve maya-küf açısından en düşük konsantrasyona sahip numunenin B örneği olduğu tespit edilmiştir. Ancak B örneği aynı zamanda en fazla koliform bakteri içeren gruptur. Bu durum sütün sağım, depolama ve taşınması sırasında hijyen ve sanitasyon kurallarına uyulmadığını gösterir. En parlak örnek C; a^* ve b^* değeri en yüksek örnek B olarak tespit edilmiştir. A örneğinin pH değeri 6,6'dan düşük bulunmuştur. Bu da süte ağız sütü veya asitliği artıracak mikroorganizmaların bulaşmış olabileceğini göstermektedir. Briks değerleri analiz edilen bütün süt örnekleri için uygun bulunmuştur. Su ilavesi gibi bir hile yapılmadığı düşünülmektedir. Süt insan beslenmesi açısından yeri doldurulmayacak bir besin maddesidir. Hammaddenin sütte gözlenen herhangi bir kontaminasyon, sütün işlenmesi sırasında daha da riskli bir hale gelebilmektedir. Bu nedenle sütün kalite özellikleri iyileştirilerek kullanılmalı, halk sağlığı böylece riske atılmamalıdır.

Anahtar Kelimeler – Koliform, Maya, Küf, Toplam Canlı Sayımı.

I. GİRİŞ

Süt, insan beslenmesinde temel öneme sahip, biyolojik değeri yüksek hayvansal kaynaklı bir gıda maddesidir. Protein, yağ, laktoz, mineral ve vitaminler açısından zengin içeriğiyle özellikle çocuklar, yaşlılar ve hassas bireyler için vazgeçilmez bir besin kaynağıdır. Ancak bu değerli bileşim, aynı zamanda çeşitli mikroorganizmalar için de uygun bir üreme ortamı oluşturarak çiğ sütün bozulmaya açık hale gelmesine neden olmaktadır. Bu sebeple çiğ süt hem mikrobiyolojik hem de fizikokimyasal yönlerden titizlikle izlenmesi gereken bir gıda ürünüdür [1].

Çiğ sütün kalitesi; hayvan sağlığı, sağım koşulları, çevresel faktörler, hijyen düzeyi ve depolama gibi birçok etkene bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Kalite değerlendirmesinde mikrobiyolojik olarak özellikle toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı, maya-küf ve koliform bakteri varlığı gibi kriterler öne çıkmaktadır. Bu mikroorganizmalar hem sütün raf ömrünü hem de halk sağlığını doğrudan etkileyebilmektedir. Fizikokimyasal analizler ise sütün pH değeri, renk ve briks (çözünmüş kuru madde miktarı) gibi özelliklerini inceleyerek ürünün saflığı, bozulma durumu ve işlenmeye uygunluğu hakkında bilgi vermektedir [2].

Günümüzde çiğ süt, hem sokak sütü olarak doğrudan tüketiciye ulaşmakta hem de süt endüstrisinde hammadde olarak kullanılmaktadır. Özellikle sokak sütlerinin uygun koşullarda üretilip üretilmediği, halk sağlığı açısından endişe yaratmaktadır. Bu nedenle, farklı kaynaklardan elde edilen çiğ süt örneklerinin mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi, kalite kontrol çalışmalarına ışık tutmakta ve yasal düzenlemelerin etkinliğini değerlendirme açısından önem arz etmektedir [3].

Karaman ili, hayvancılık faaliyetlerinin yoğun olarak sürdürüldüğü bölgelerden biri olup, süt üretimi açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Ancak üretilen çiğ sütün kalite düzeyinin, hijyenik koşullarda sağım yapıp yapılmadığının ve depolama sürecinin uygunluğunun düzenli olarak kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, Karaman ilinde faaliyet gösteren çiftliklerden temin edilen çiğ süt örneklerinin mikrobiyolojik (toplam mezofilik aerobik bakteri, maya-küf, koliform) ve fizikokimyasal (pH, renk, briks) özelliklerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, Karaman'daki çiftliklerden elde edilen çiğ süt örneklerinin mikrobiyolojik ve fizikokimyasal açıdan analiz edilerek, sütlerin kalite düzeylerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Elde edilen veriler, hem üretici hem de tüketici açısından güvenli süt üretimi ve tüketimi konularında farkındalık sağlamayı ve kalite iyileştirme süreçlerine katkı sunmayı hedeflemektedir.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada kullanılan çiğ süt örnekleri Karaman merkez ilçede bulunan 4 farklı yerden, 2025 yılı mart ayında temin edilerek aseptik koşullarda Gıda Mühendisliği Laboratuvarına getirilmiştir.

A. Metot

A1. Toplam Mezofilik Aerofilik Bakteri Sayımı

Besiyeri olarak Plate Count Agar (PCA) (Merck, Almanya) kullanılmıştır. Pipet yardımıyla 0,1 mL dilüsyon alınıp petri kutusuna aktarılmıştır. Yayma plak yöntemiyle yapılan ekimler, 30°C'de 24-48 saat süre inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonucunda gelişen koloniler log kob/ml olarak verilmiştir [4].

A2. Maya-Küf Sayımı

Maya-küf sayımı için %10 tartarik asit içeren Patato Dextrose Agar (PDA) (Merck, Almanya) besiyeri kullanılmıştır. Dilüsyonlar oluşturulduktan sonra 0,1 mL alınarak PDA içeren petri kutularına aktarılmıştır. 28°C'de 4-5 gün süreyle inkübe edilmiştir. Süre sonunda gelişen koloniler log kob/ml olarak verilmiştir [5].

A3. Koliform Analizi

Toplam koliform analizi en muhtemel sayım (EMS-3 tüp) yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemde, önceden hazırlanmış örnek seyreltmelerinden 1 mL, durham tüpü içeren Laurly Sulphate Tryptose Broth (LSTB) (Merck, Almanya) içeren 3 tüp'e ilave edilip 24-48 saat boyunca 37°C'de inkübe edilmiştir. İnkübasyonun sonunda, gaz pozitif tüpler belirlenip, koliform bakteri sayısı EMS tablosu kullanılarak hesaplanmıştır. 1 ml örnekteki olası koliform bakteri sayısını hesaplamak için bu değer ilk seyreltmenin seyreltme faktörüyle çarpılmıştır [6] (Feng et al. 1998).

A4. Renk Tayini

Numunelerin renk analizi Hunter Lab kolorimetresi ile örneklerin 3 farklı noktasından okumalar yapılarak L^* (parlaklık), a^* ($\pm$ kırmızı-yeşil), b^* ($\pm$ sarı-mavi) değerleri tanımlanmıştır [7].

A5. pH ve Briks Tayini

Her numunenin pH değeri bir pH metre (pH 315i/SET WTW, Almanya) kullanılarak ölçülmüştür [8]. Suda çözünür kuru madde (briks) tayini için cihazın (KEM RA-600) haznesine süt örneklerinden ayrı ayrı birkaç damla damlatılıp, cihazın okuma yapması beklenmiş, ekranda yazan değer briks olarak kaydedilmiştir.

A6. İstatistik Analiz

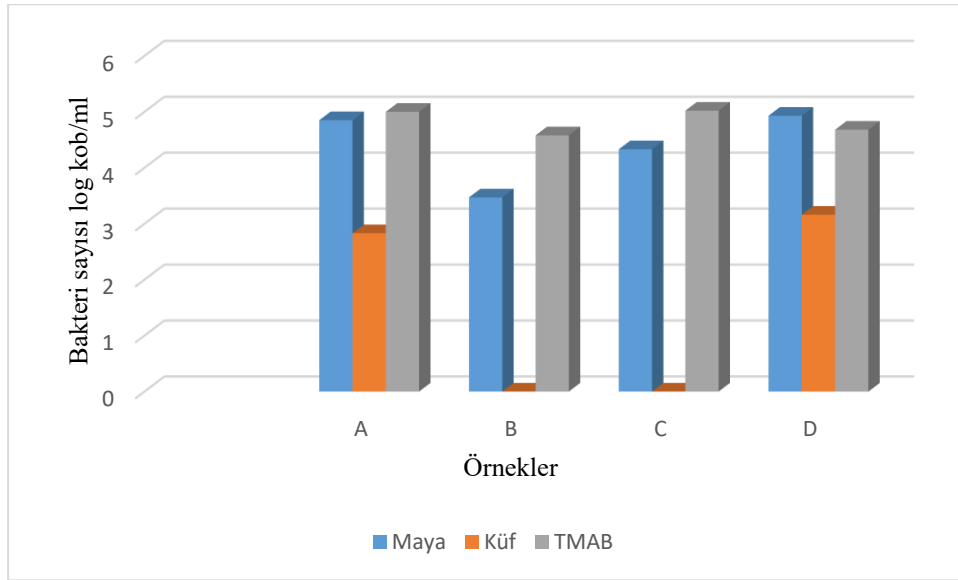
Sonuçlar çizelgeler halinde MINITAB Release® 16.1.0 [9] (Minitab, 2010) programı kullanılarak varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Sonuçlar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile değerlendirilerek, uygulama grupları arasında farklılık olup olmadığı ortaya konulmuştur [10-11].

III. BULGULAR VE TARTIŞMA

A. Mikrobiyolojik Analizler

Şekil 1'e göre örneklerin maya konsantrasyonu 3,47-4,93 log kob/ml arasında tespit edilmiştir. En yüksek maya yükü D örneğinde bulunmuştur. B ve C örneklerinde küf hiç bulunmazken, en fazla küf konsantrasyonu yine D örneğinde tespit edilmiştir. Toplam mezofilik aerofilik bakteri sayısı (TMAB) ise en fazla C örneğinde bulunmaktadır (5,2 log kob/ml). Maya-küf ve TMAB yükü bakımından en az mikroorganizmaya sahip örneğin B olduğu görülmektedir. Tablo 1'e göre koliform bakteri sayısı ise 1,57-110,0 log kob/ml arasında değişiklik göstermektedir. C örneğinde diğer örneklere göre çok daha az miktarda koliform bulunmuştur.

Türk Gıda Kodeksi Çiğ ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'nde çiğ inek sütlerinde TMAB sayısının en fazla (30°C'de) ≤ 5 log kob/ml olması gerektiği bildirilmiştir. Buna göre C örneği (5,02 log kob/ml) bu kurala uymamaktadır. Bu durum sütlerin sağımı sırasında, depolanmasında ve taşınmasında hijyen ve sanitasyon kurallarına uyulmadığını gösterir. İzmir ilinde 50 adet süt örneklerinin TMAB sayısının incelendiği bir çalışmada elde edilen rakamlara bağlı olarak sütlerin %21'inin kodeks verilerine uyduğu tespit edilmiştir [12]. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar literatür ile paralellik göstermektedir.



Şekil 1. Süt örneklerine ait maya-küf ve TMAB sayısı

Diler ve Baran [13], Erzurum'da temin ettikleri çiğ süt örneklerinin mikrobiyolojik özelliklerini inceledikleri bir çalışmada, çiğ sütlerde 5,29 log kob/ml TMAB, 3,03 log kob/ml koliform bakteri tespit etmişlerdir. Kesentaş ve Akbulut [12], çiğ süt örneklerinde koliform konsantrasyonunu 3,70 log kob/ml olarak bulmuşlardır. Güngör ve ark., [14]'nın Mardin ilinde satılan çiğ sütlerin mikrobiyolojik kalitesini araştırdıkları bir çalışmada; TMAB, koliform ve maya-küf sayılarını sırasıyla 6,62, 4,98 ve 4,87 log kob/ml olarak bulduklarını belirtmişlerdir.

B. Fiziksel Analizler

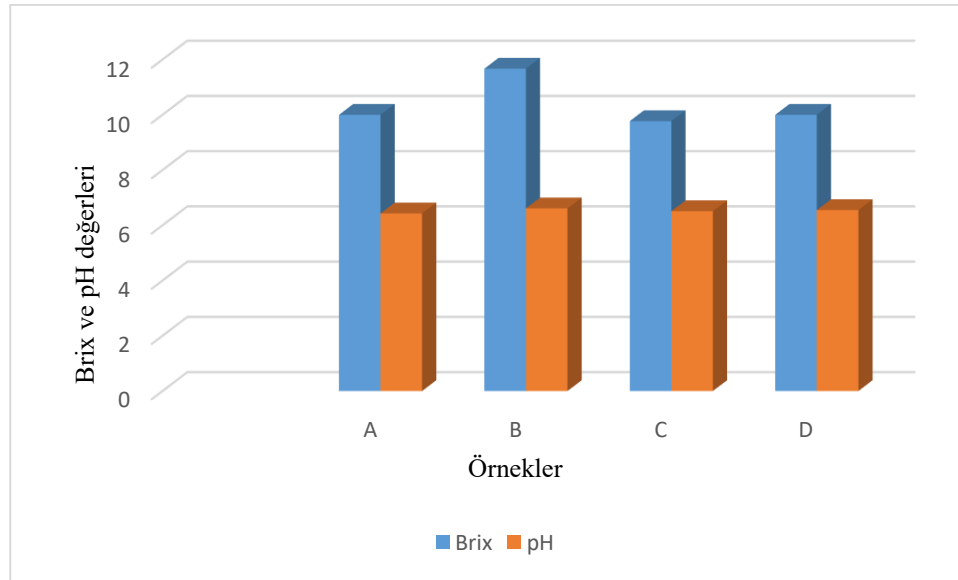
Tablo 1'e göre örneklerin parlaklık değerleri 89,07 ile 90,21 arasında değişiklik göstermektedir. En parlak sütün C örneği olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin a^* ve b^* değerleri ise sırasıyla -0,69 ile -1,98 ve 7,72 ile 11,47 arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. a^* değeri bütün örneklerde negatif bulunduğundan, örneklerde yeşillik daha fazla bulunmuştur. Aynı şekilde b^* değeri pozitif bulunduğundan sarılık özelliğinin daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1. Çiğ süt örneklerine ait renk ve koliform bakteri (log kob/ml) sonuçları

Örnek	L^*	a^*	b^*	Koliform
A	89,07 $\pm$ 0,162 ^c	-1,77 $\pm$ 0,010 ^c	8,61 $\pm$ 0,060 ^c	110,00 $\pm$ 0,000 ^a
B	89,53 $\pm$ 0,200 ^b	-0,69 $\pm$ 0,006 ^a	11,47 $\pm$ 0,021 ^a	110,00 $\pm$ 0,000 ^a
C	90,21 $\pm$ 0,074 ^a	-1,44 $\pm$ 0,006 ^b	9,26 $\pm$ 0,025 ^b	1,57 $\pm$ 0,058 ^b
D	89,49 $\pm$ 0,070 ^b	-1,98 $\pm$ 0,020 ^d	7,72 $\pm$ 0,104 ^d	88,67 $\pm$ 36,950 ^a

Sağlıklı bir hayvandan elde edilen süt pH'ı 6,6-6,8 aralığında olmalıdır [13]. Buna göre yalnızca B örneği pH açısından bu kurala uygundur (Şekil 2). Mikrobiyal kontaminasyonun olması diğer örneklerin pH değerlerinde azalmaya neden olmuş olabilir. pH değerinin 6,5'in altında olması süte ağız sütünün bulaşmış olabileceği veya asitliğin fazla geliştiğini gösterir [1]. Yalnızca A örneğinin pH değeri düşük bulunmuştur (6,43).

Erzurum'da, Mardin'de ve Şanlıurfa'da yapılan çalışmalarda çiğ sütlerin pH değerleri sırasıyla 5,93, 6,56 ve 6,46 olarak tespit edilmiştir [3, 13, 14].



Şekil 2. Süt örneklerine ait briks ve pH değerleri

Sütte briks değeri süte su ilave edilip edilmediğini, hile yapıp yapılmadığını gösterir. Yağsız kuru madde olarak da adlandırılır [15]. Çalışmamızda yağsız kuru madde miktarı %9,77-11,67 arasında değişiklik göstermektedir. Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'ne [16] göre; çiğ sütteki % yağsız kuru madde miktarı en az %8,5 olması gerektiği belirtilmektedir. Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar tebliğ verileriyle uyum göstermektedir. Yapılan bir çalışmada çiğ sütün briks değeri 10,4-10,8 arasında bulunmuştur [2].

IV. SONUÇLAR

Çiğ süt, mikroorganizmaların hızlı bir şekilde ürediği bir ortam sunar, bu nedenle mikrobiyolojik özelliklerinin düzenli olarak izlenmesi büyük önem taşır. Sütteki mikroorganizma yükü, hijyenik koşullara, sağım yöntemlerine, depolama sıcaklıklarına ve sütün taşınma sürecine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Çiğ sütlerde, özellikle patojenik bakteriler (*Salmonella*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* gibi) ve mastit ajanları gibi zararlı mikroorganizmaların bulunma riski vardır. Bununla birlikte, süt işleme ve soğutma yöntemleri, mikroorganizmaların çoğalmasını engellemede önemli rol oynamaktadır.

Fizikokimyasal özellikler ise sütün kalitesini doğrudan etkileyen bir diğer önemli unsurdur. Çiğ süt, yüksek besin değerine sahip olmasının yanı sıra, su içeriği, yağ oranı, protein içeriği ve asidite gibi parametrelerle de karakterizedir. Yağ oranı, sütün besleyici değerini belirlerken, protein içeriği sütün besin kalitesini etkileyen bir diğer kritik parametredir. Sütün asidite seviyesi, mikroorganizmaların büyüme koşullarını belirlemede etkili olup, tazelik ve bozulma durumu hakkında bilgi verir. Ayrıca, çiğ sütün pH değeri ve yoğunluğu da kaliteyi belirleyen faktörler arasında yer almaktadır.

Yapılan analizlere bağlı olarak en iyi süt örneği B numunesi gibi görülmektedir. Ancak koliform yükü fazla olduğundan tam anlamıyla tüketilmesi gereken bir süt örneğidir şeklinde söylemek pek de mümkün değildir. Bu nedenle mikrobiyal kontaminasyonu önce engellemek veya bulaşma olduysa ısıl işlemle inhibe etmek önem taşır.

Genel olarak, çiğ süt, mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri bakımından dikkatli bir şekilde izlenmeli ve hijyenik koşullar altında işlenmelidir. Mikroorganizma kontrolü ve sütün kimyasal bileşenlerinin izlenmesi, süt sağlığını ve güvenliğini artırarak tüketici sağlığını koruyacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Metin, M., (2005). Süt teknolojisi. Sütün Bileşimi ve İşlenmesi., İzmir.
- [2] Alkın, E., (2008). Determination of trans-Fatty Acids on the Milk Processing Stages. Uludağ Üniv. Doktora Tezi.
- [3] Göncü, B., Çelikel, A., Akın, M.B., Akın, M.S., (2017). Şanlıurfa’da satışa sunulan sokak sütlerinin bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Harran Üni Müh Derg, 2(2), 15-23.
- [4] AOAC, Official Methods of Analysis (18th ed.). Arlington, VA, Association of Official Analytical Chemists, 2000.
- [5] Halkman, A.K., (2005). Gıda mikrobiyolojisi uygulamaları, MERCK, Başak Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd. Şti., Ankara, 358
- [6] Feng, N.K., Zhi, J.C., Chun, N.L., Che, M.T., (1998). Scavenger and antioxidant properties of prenylflavones isolated from *Artocarpus heterophyllus*. Free Radical Biology and Medicine, 25:160-168.
- [7] Hunt, M.C., Acton, J.C., Benedict, R.C., Calkins, C.R., Cornforth, D.P., Jeremiah, L.E., Olson, D.G., Salm, C.P., Savell, J. W. & Shivas, S. D., (1991). Guidelines for meat color evaluation, 9-12. 44th Annual Reciprocal Meat Conference, Chicago
- [8] Ockerman, H.W., (1985). Quality control of post-mortem muscle tissue (13th ed.). The Ohio State University. Columbus, OH, USA.
- [9] MiniTab, (2010), MINITAB, Release.
- [10] Snedecor, G.W., Cochran, W.G., (1980). The comparison of two samples, Statistical methods, 7.
- [11] Mstat, C., Version 4.00. East Lansing, MI: Michigan State Uni., 1986.
- [12] Kesenkaş, H., Akbulut, N., (2010). İzmir ilinde satılan sokak sütleri ile orta ve büyük ölçekli çiftliklerde üretilen sütlerin özelliklerinin belirlenmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 47 (2): 161-169.
- [13] Diler, A., Baran, A., (2014). Determination of some quality characteristics of raw cow milk on smallholder dairy farms in Hınıs district of Erzurum. Alinteri Journal of Agriculture Science, 26 (B), 18-24 ISSN:1307-3311
- [14] Güngör, A., Gürbüz, S., Akın, M.S., Akın, M.B., Palabıçak, B., (2020). Some Physicochemical and microbiological properties of raw milk sold in Mardin, Harran Üniv Vet Fak Derg, 9 (1): 001-005.
- [15] Uylaşer, V., (1989). Değişik saklama koşullarındaki sterilize sütlerin kimyasal ve mikrobiyolojik kalite kontrolleri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ürünleri Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Bursa. 58 s
- [16] Anonim (2006). Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği 22.08.2006 tarih ve 26267 sayılı Resmi Gazete.