*İçme Sütü (Editör: M. Demirci), Tekirdağ 1998, 49-64*



# İÇME SÜTÜNE İŞLENECEK ÇİĞ SÜTÜN ÖZELLİKLERİ VE UYGULANACAK TESTLER

Songül ÇAKMAKÇI[1] İhsan BAKIRCI[2] Nurhan AKYÜZ[3]

**ÖZET**

En ideal şartlarda bile elde edilen çiğ sütün hiç bir ısıl işlem görmeden tüketilmesi mümkün değildir. İçme sütü olarak değerlendirilen pastörize ve sterilize sütlerin işleneceği çiğ sütte bazı özelliklerin bulunması gereklidir. Bu derlemede içme sütüne işlenecek çiğ sütlerde bulunması gereken duyusal, mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal özellikler açıklanmış ve bunun için yapılması gereken testler üzerinde durulmuştur.

## Giriş

Süt yavru beslenmesinde temel gıda olması yanında gıda endüstrisinin en önemli hammaddesi konumundadır. Çiğ süt kalitesi öncelikle insan sağlığı ve ekonomik nedenlerden dolayı yüksek olmalıdır. Çiğ süt niteliklerini uzun süre koruyabilecek özellikte değildir. Yeni sağılan bir sütle, birkaç saat bekletilmiş süt arasında bile çok önemli farklılıklar vardır. Bünyesindeki çeşitli mikroorganizma ve enzimler, güneş ışığı, havanın oksijeni, çeşitli metaller ve hemen hemen çevredeki her şey sütü etkileyebilmekte ve onun doğal niteliğini bozabilmektedir. Böylece süt duyusal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik olarak değişmekte ve ortaya çıkan birçok fermantasyon veya çeşitli parçalanma ünleri onun tadını, kokusunu, yapısını ve teknolojik özelliklerini bozarak bu mükemmel gıdanın başka bir haI almasına ve sağlık açısından tehlikeli olmasına neden olabilmektedir (1,2,3).

Üretici, standart özellikte ve kaliteli mamul üretmek için çiğ sütün kalitesine bakmak ve bilmek zorundadır. Zira kalitesiz sütten hiçbir yöntemle kaliteli mamul elde edilemez. Bilindiği gibi kalite, bir ürünün belirli bir ihtiyacı karşılamak üzere bünyesinde taşıdığı tüm özellikleri ifade etmekte (1), hatta bazen kalite, "mükemmelliğin derecesi" olarak da kabul edilmektedir (4,5). Kaliteli çiğ süt, sağlıklı ve temiz bir hayvandan elde edilen, normal görünüm, tat, lezzet, koku ve bileşime sahip, mikroorganizma sayısı düşük, dışarıdan bulaşmış her hangi bir yabancı madde içermeyen süttür (2,3,4,6,7,8,9,10,11 ).

Çiğ süt kalitesini etkileyen en önemli etken hiç kuşkusuz sütün mikroorganizma yüküdür. Çünkü çiğ sütün mikrobiyolojik kalitesi, onun sadece işlendiği ürünün kalitesiyle ilgili değil, aynı zamanda sağlıklı ve güvenilir gıda tüketimiyle de yakından ilgilidir. Uygun olmayan koşullarda elde edilen sütlerin mikroorganizma yükünün artması sonucu, asitlik gelişmekte ve önemli derecede kalite kaybı ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, hile amacıyla süte su katılması veya süt yağının kısmen ya da tamamen alınması da içme sütü teknolojisinde önemli bir problem olmaya devam etmektedir (9,12).

Çiğ sütün yüksek sayıda mikroorganizma içermesi onun hijyenik koşullarda üretilmediğini, örneğin, inek memesinden bulaşma olduğunu, uygun olmayan temizlemeden dolayı kap-kacaktan kontaminasyon olduğunu veya sağım ekipmanının yeterince steril olmadığı ya da süt hayvanının mastitise yakalandığını göstermektedir (6,10,12). Ancak şurası da unutulmamalıdır ki ne kadar dikkat edilirse edilsin mikroorganizma içermeyen bir süt üretmeye imkan yoktur. En temiz sanılan veya sağlıklı bir inekten aseptik koşullarda elde

[1] Doç.Dr., Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü
[2] Yrd.Doç., Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü
[3] Prof.Dr., Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü

edilen taze çiğ sütlerin 1ml'sinde önemli sayıda mikroorganizma bulunabilmektedir ( 12,13,14). Burada esas olan, mikroorganizma sayısının minimum düzeyde tutulmasıdır. Bunun için üretim, ulaşım, muhafaza ve pazarlama aşamasında gerekli hususlara dikkat edilmelidir ( 13 ).

Soğutma da sütün fiziksel niteliklerinde bazı bozukluklara yol açabilmektedir. Bu bozukluklar sütün ısıtılması ile de düzelmemektedir. Yapılan incelemeler 10 °C'ye kadar soğutulan sütlerde fazla köpürme, 2-5 °C'ye getirilenlerde ise çok fazla köpürme olduğunu göstermiştir. Pastörize süt sanayiinde bu durum çok önemlidir. Sütün bakteriyolojik durumuna soğutmanın olumlu etkisi, sütün fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine olumsuz etkisi ile karşı karşıya bulunmaktadır (6).

Sağımdan sonra bekletme sütün mikroorganizma yükünü artırmaktadır. Ayrıca bekleme sırasında süt fazla soğumamış ise laktik asit mikroorganizmalarının faaliyeti sonucunda laktozun bir kısmı parçalanarak süt asidine dönüşmektedir. Bu da hem titrasyon asitliğini artırmakta hem de tuz dengesini bozmaktadır. Kalsiyumu çözünen kazein kolloidal durumunu koruyamamakta ve pıhtılaşmaktadır. Pıhtılaşmış sütten de kaliteli bir mamul elde edilememektedir. Bekleme sırasında lipolitik mikroorganizmalar da faaliyet göstererek lipaz enziminin etkisiyle yağı gliserin ve yağ asitlerine parçalar. Bu durum sütün tat ve kokusunu değiştirmektedir (6). Bozucu(psikrotrofik) bakterilerin gelişmesi için sıcaklığın 4.2°C olması gerektiği, yasal standartların sütün sağım tamamlandıktan sonra 1 saat içinde 10 °C ya da sağımın başlamasından itibaren 2 saat içinde 7.2 °C ye soğutulmasını şart koştuğu belirtilmektedir (15). Tank karıştırma sıcaklığının 7.2 °C' yi geçmemesi gerektiği, çiğ sütün hızlı soğutulması ve muhafaza sırasında 1.7-3.3 °C geçmemesinin, kalite ve raf ömrünü maksimum kılmak için kritik olduğu; bu standardın psikrotrofik bakterilerin gelişmesini sınırlandırdığı bildirilmektedir (15).

Süt sanayiinde kalitenin sürekli olabilmesi için iyi bir hammaddenin yanı sıra, uygun teknoloji seçimi ve kullanımı, imalatın çeşitli safhalarında kontrollerin devamlı ve etkin bir şekilde yapılması ve ürünlerin piyasaya arz edilmeden önce mutlaka son kontrollerden geçirilmesi ve nihayet iyi yetişmiş personel istihdamı da önemlidir (2,9,10,11,14).

Pastörize ve sterilize süte işlenecek çiğ sütte bulunması gereken özellikler kısaca aşağıdaki gibi sıralanabilir (6,16,17):

-Süt renk, tat, koku ve görünüş gibi duyusal özellikleri yönünden kusursuz olmalıdır.
-Süt fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından normal olmalıdır.
-Mikroorganizma sayısı düşük olmalıdır.
-Antibiyotik, deterjan ve dezenfektan madde artığı gibi yabancı madde içermemelidir.

Sütte bu niteliklerin bulunup bulunmadığını saptamak için yapılması gereken testler ana hatlarıyla aşağıda sıralanmıştır:

1.Duyusal Testler
-Renk
-Tat
-Koku
-Kıvam
2.Mikrobiyolojik Testler
-Toplam bakteri sayısı
-Koliform bakteri sayısı
-Mastitis testi
3.Fiziksel ve Kimyasal Testler
-Özgül ağırlık tayini
-Donma noktası tayini
-Refraktometre indisi

-Kirlilik (sediment) testi
-Asitlik tayini
-Kurumadde tayini
-Yağ tayini
-Yağsız kurumadde tayini
4. Biyokimyasal Testler
-Metilen mavisi ( redüktaz) testi
-Rezazurin testi
-Peroksidaz testi
5. Prezerve Edici Maddeler ve Boyaların Aranması
6. Diğer Yabancı Maddelerin (antibiyotik, deterjan, dezenfektan madde kalıntısı gibi) Aranması

**1. Duyusal Testler**

İşletmeye gelen çiğ sütler önce duyusal muayenelerden geçirilir. Yani sütün kendine özgü renk, tat, koku, görünüş ve kıvamda olup olmadığına bakılır. Sütün duyusal nitelikleri ve kalitesi, üretim ve muhafaza koşulları ile gördüğü muameleler sonucu oluşur ( 16). Çiğ sütte duyusal muayeneler onun içme sütüne işlemeye uygun olup olmadığını gösteren önemli bir kriterdir.

Duyusal muayeneler sütün rengine, kokusuna, tadına, görünüş ve kıvamına bakılarak yapılır. Değerlendirme sonucunda sütün "Ekstra Sınıf" veya "Birinci Sınıf" çiğ inek sütü özelliğine uygun olup olmadığına karar verilir. Zira ekstra sınıf sütler renk, tat, koku, kıvam ve görünüşçe kusursuz; birinci sınıf sütler renk, tat, koku, kıvam ve görünüşçe hissedilir kusuru olmayanlar; ikinci sınıf sütler ise renk, tat, koku, kıvam ve görünüşçe çok belirgin kusuru olmayanlar olarak değerlendirilmektedir ( 18).

Flavor, süt ve ürünlerinde tüketicinin kabulü için kilit bir özelliktir. Laboratuvarda yapılabilecek sayısız testler bir gıda maddesinin "yenilebilir kaliteye" sahip olup olmadığını belirleyemez. Flavor terimi, bir gıda maddesinin veya içeceğin ağıza konulduğunda algılanan hissi ifade eder. Herhangi bir gıdanın flavor karakterizasyonu aroma, tat ağızda bıraktığı his, görünüş ve bazı gıdalarda özel ses gibi insanın temel hissi reaksiyonları ile belirlenir(15). Çiğ sütte ya da üretilmiş bir süt ürününde anormal flavor veya kokuyu algılama sanatı, kalite belirlemede paha biçilmez bir araçtır. Herhangi bir kusura çare aramaya başlamadan önce süt ürünündeki flavor probleminin doğal olarak teşhis edilmesi ve kaynağının bulunması gerekir. Başlıca duyusal testler aşağıda özetlenmiştir.

**1. 1. Renk**

Normal süt, sarımsı-beyaz veya porselen beyazı rengindedir. İçerisindeki pigmentlere göre krem, sarımsı ve sarı renklerde olabilir. Renk hayvanın türü, ırkı, yediği yem ve mevsim gibi faktörlerin etkisi ile az veya çok değişebilir. Çiğ süt örneklerinde normal renkler dışında bazı değişik renkler de görülebilir. Bunlar meme hastalıkları, fizyolojik etkiler, süte su katılması, süt yağının alınması gibi durumlarda ve süte bulaşan mikroorganizmaların faaliyeti sonucunda oluşabilir (2,16).

İyice karıştırıldıktan sonra bir cam kaba konulan sütün rengi kontrol edilerek sütün genel özellikleri hakkında önemli bilgiler elde edinilebilir( 16).

**l. 2. Tat**

Süt, içerdiği laktozdan dolayı hafif tatlımsı ve hoş bir tattadır. Bunun dışında özellikle bakteri faaliyeti sonucu ortaya çıkan ekşi veya acı tat, hastalıklı memeden elde edilen sütlerde rastlanan tuzlu tat, laktasyonun sonunda enzim faaliyeti sonucu ortaya çıkan ransit tat, yemlerden geçen tatlar ve iç yağı gibi tatlar anormal olarak değerlendirilir( 16).

Sağlık açısından şüpheli sütlerde enfeksiyonu önlemek amacıyla tat muayenesinden önce süt 65 °C'de yarım saat tutulur, soğutulur sonra tat muayenesi yapılır (18).

**1. 3. Koku**

Sütün daha çok elde edildiği hayvanın kokusuna benzeyen kendine özgü bir kokusu vardır. Uygun şartlarda üretilen ve muhafaza edilen sütün kokusu herkesin hoşuna gidecek özelliktedir. Ancak üretim ve muhafaza sırasında yapılan hatalar sütün kokusunun bozulmasına sebep olur. Süt çevresinden koku alma özelliğine sahiptir. Bu bakımdan kötü kokulu yerlerde muhafaza edilmemelidir. Özellikle süt hayvanının sağıldığı yerde uzun süre bekletilmesi veya kötü kokulu yemlerin yedirilmesi ya da sütte bulunan bazı mikroorganizmaların faaliyeti sonucu sütte istenmeyen tat ve kötü kokular oluşmaktadır (2, 11,12,13,16,19).

Koku belirlenirken süt kabı iyice karıştırıldıktan sonra kapağı açılır açılmaz belli aralıklarla koklanır. Anormal kokular tespit edilir(16).

**1. 4. Kıvam**

Bütün sıvılar akışkan olmakla birlikte aralarında akışkanlık farklılığı vardır. Akmaya karşı gösterilen direnç veya viskozite denilen bu terim sıvıyı oluşturan moleküller arasındaki çekme kuvvetinden oluşan dirençtir(2).

Süt suya göre daha viskozdur. Sütteki kurumadde miktarı arttıkça viskozitesi artar. Farklı tür ve ırkların sütleri arasında kıvam bakımından büyük farklar vardır. Süte su katılması durumunda viskozite düşmektedir. Ayrıca sıcaklık dereceleri de sütün viskozitesini etkilemektedir(2). Çiğ sütlerde görülen kıvam bozukluğu genellikle su gibi akma veya çok koyu halde bulunma ya da ip gibi uzama şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bazı mikroorganizmaların faaliyeti sonucu süt yapışkan bir hal alabildiği gibi ağız sütleri, kurumaddece zengin bazı sütler ve laktasyon sonundaki sütlerin de kıvamı yüksektir(16,19). İçme sütüne işlenecek çiğ sütlerin normal kıvamda olması gerekir.
Sütün viskozitesi viskozimetre ile hassas olarak ölçülür.

**2. Mikrobiyolojik Testler**

Bilindiği gibi süt, mikroorganizmaların gelişip çoğalmaları için gerekli olan tüm besin öğelerini (su,karbonhidrat,yağ, protein,vitamin vb.) bünyesinde bulundurur. Ayrıca nötre yakın bir reaksiyon göstermesi (pH 6.6) de mikroorganizmaların faaliyetini kolaylaştırmaktadır. Bu faaliyetler, bazen sütün işlenmesini güçleştirirken, bazen da hastalık etkeni olan patojen mikroorganizmaların üremesi sonucu tehlikeli hastalıkların nedeni olabilmektedir (2,20).

Çiğ sütün mikroorganizma sayısı ile ürün kalitesi arasındaki ilişki temel kabul edilmektedir, Isıya dayanıklı mikroorganizmalar çok düşük bir bulaşma ile bozulmaya neden olabilmektedirler. Çiğ sütte ısıya dayanıklı mikroorganizmalar Enterokoklar, Mikrokoklar, Mikrobakteriumlar ve spor oluşturan aerobik bakterilerdir (6). Proteazlar ve lipazlar çok yüksek sıcaklık stabilitesine sahiptirler ve bundan dolayı pastörizasyondan sonra önemli ölçüde aktivite gösterebilmektedirler. Çiğ süt mikroflorasının metabolitleri de pastörizasyonda kalabilmekte ve içme sütüne geçebilmektedirler. Bu nedenle çiğ sütte bulunan bakterilerle oluşan tat maddeleri içme sütünde tat hatalarına neden olmaktadırlar. Duyusal olarak hissedilen tat hataları mikroorganizma sayısı $10^6$-$10^7$ adet/ml' den sonra başlamaktadır. Çiğ sütteki mikroorganizmaların metabolizma ürünleriyle aynı zamanda ortama bulaşan mikroorganizmaların gelişmesi de teşvik edilebilmektedir. Özet olarak pastörize içme sütü mikroorganizmaca zengin çiğ sütten yapıldığı zaman ortalama olarak düşük kalite ve dayanıklılık göstermektedir (6). Bu nedenle içme sütüne işlenecek çiğ sütlerin çeşitli mikrobiyolojik analizlere tabi tutulması gerekir.

### 2.1. Toplam Bakteri Sayısı

Sütün kalitesinde, ihtiva ettiği mikroorganizma sayısının önemi büyüktür. Sütteki mikroorganizma sayısı her şeyden önce sütün elde edilmesi ve gördüğü işlemler hakkında fikir vermekte ve içme sütü teknolojisinde kullanılıp kullanılamayacağını göstermektedir (19,21). Genellikle, sütteki bakteri sayısının 20.000 adet/ml' den az olması çiğ sütün hijyenik kalitesinin iyi olduğunu, buna karşılık 100.000 adet/ml 'den fazla olması ise üretim ve hijyen konusunda ciddi hatalar bulunduğunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle birçok ülkede 1.sınıf (ya da A sınıfı) sütler için kabul edilen toplam bakteri sayısı 1 x $10^5$ / ml' den az olarak belirlenmiş ve içme sütüne işlenecek hammadde sütün ısı muamelesinden önce bu sınır mecburi kabul edilmiştir (15,22,23).

Bilindiği gibi tüketiciye sıvı halde sunulan içme sütleri, belirli normlarda ısı muamelesine tabi tutularak dayanıklı hale getirilmekte pastörize veya sterilize edilerek çeşitli ambalajlar içerisinde piyasaya arz edilmektedir (2). Çiğ sütteki bakteri sayısı ile içme sütü olarak tüketilen pastörize sütteki bakteri sayısı arasında yakın bir ilişki vardır. Süt işletmesinin pastörizasyonda uyguladığı yönteme ve temizlik koşullarına göre değişmekle beraber, genellikle çiğ sütteki saprofit mikroorganizmaların % 1 kadarı pastörize sütte kalabilmektedir. Bir başka ifadeyle pastörizasyondâ bakteri redüksiyonu % 100 değil, % 99 kadardır. Dolayısıyla pastörize süt tesislerinin, işleyecekleri sütteki toplam bakteri sayısını bilmeleri, pastörizasyon sonucunda bakteri sayısı arzulanan düzeyin altında kalıyorsa böyle sütleri pastörizasyonda kullanmamaları zorunludur(13). Toplam bakteri sayımında genellikle iki yöntem kullanılmaktadır:
l. Standart Plate Count ( SPC)
2. Direkt Mikroskobik Sayım

#### 2.1.1. Standart Plate Count

Bu metotla çiğ süt örneğindeki total aerob canlı bakteri sayılır. Ancak mevcut bakterilerin cinsini belirlemek gerekli değildir. Standart ortama aseptik olarak alınmış taze çiğ süt örneklerinde 30 °C 'de 48±3 saatlik inkübasyondan sonra sayım yapılır. ABD tüzüklerinde maksimum SPC sayısının 80.000- 100.000/ ml ile sınırlandırıldığı, SPC sayısının 20.000 'den daha az olmasının arzu edildiği ve hedefin 5.000 veya 10.000 bakteri/ml olduğu belirtilmektedir (15).

Türk Gıda Maddeleri Tüzüğü'nde pastörize edilecek çiğ sütlerin bakteri limitine dair bir hüküm bulunmamaktadır. Sadece TS- 1019 nolu Pastörize Süt Standardında (24): TS-1018 nolu İnek Sütü –Çiğ standardında özellikleri açıklanan “Ekstra” veya “I. Sınıf” çiğ sütlerin pastörize edilebileceğine dair hüküm bulunmaktadır. Söz konusu standartta “Ekstra Sınıf” sütlerde en çok 500.000 adet/ ml, “I. Sınıf” sütlerde en çok 2.500 000 adet/ml bakteri bulunabilir şeklinde hüküm vardır (18). UHT metoduyla işlenen sterilize süt standardında (25) da aynı hükümler geçerlidir. Çeşitli dünya ülkeleriyle karşılaştırıldığında standartlarımızdaki sayının da çok fazla olduğu ortaya çıkmaktadır.

#### 2. 1. 2. Direkt Mikroskobik Bakteri Sayısı

Hızlı sonuç veren bir metottur, malzeme sarfiyatı azdır. Sanitasyon problemlerinin nedenini de gösterir. İyi yetişmiş bir eleman gram boyama yaparak mevcut bakteri tipi ve miktarı hakkında kanaat sahibi olabilir (15,19,21,22). Fakat bu metot, çok fazla sayıda (300.000 bakteri hücresi/ ml) bakteri olduğu zaman etkindir ( 15).

Çiğ süt kalitesini belirlemede çeşitli ülkelerde aşağıda belirtilen bazı testler de yapılmaktadır:
a – Preliminary Incubation Count (PI) - Ön İnkübasyondan Sonraki Sayı

Bu metot standart petri sayımına basit bir şekilde ve farklı bir yaklaşımdır. Çiğ süt örneği 12.8 °C'de 18 saat 20 dakika tutulduktan sonra SPC işlemine tabi tutulur. PI işlemi; sütte psikrotrofik bakterilerin (bozucu tip) bulunup bulunmadığının bir göstergesidir. Aynı zamanda sütün üretimi ve depolanması sırasında sanitasyon eksikliklerinin de iyi bir göstergesidir. Aslında PI, sütün muhafaza edilebilme kalitesini ifade eder. Çünkü istenmeyen bozucu bakterilerin varlığını gösterir. Soğuk şartları seven bu bakteriler sık sık proteolitik enzimler üretmekte ve pastörizasyondan kurtulabilmektedirler. Daha sonra da sütün raf ömrünü sınırlandırmaktadırlar. Peynir üretimini de olumsuz etkilerler. PI sayısının, taze çiğ sütte SPC sayısının 3-4 katını aşması durumunda ya da PI sayısının 50.000 adet/ml 'yi geçmesi durumunda, kontaminasyon kaynağının ve ortaya çıkaracağı problemlerin incelenmesi gerekir (15).

b - Laboratory Pasteurization Count (LPC)- Laboratuvar Şartlarında Pastörizasyondan Sonraki Sayım

Yöntemin esası, çiğ süt örneklerinin laboratuvarda su banyosunda kesikli pastörizasyon işlemine benzeyen bir ısıl işleme tabi tutulmasıdır. LPC sonucunun 500 (veya 300) adet/ ml' yi aşması, pastörizasyon işleminden canlı kurtulabilen termodurik bakterilerin mevcut olabileceğini gösterir. Bu testin son yıllarda önemini kaybettiği, diğer testlerin daha kritik olduğu belirtilmektedir ( 15).

c - Test for Heat Resistant (sporeforming) Psychrotrophs (HRSP)- Isıya Dayanıklı (spor oluşturan) Psikrotrofların Belirlenmesi

Yeni geliştirilen bu test LPC' nin modifiye edilmiş bir şekli olup termodurik bakteriler için yapılır. Termodurikler aynı zamanda, soğuk şartlarda da gelişebilen (psikrotrofik) bakterilerdir.

Testin esası, çiğ süt örneğinin 80 °C'de 10 dakika ısıtılıp sonra hızla soğutularak (10 gün 7.2 °C' de depolanması ve daha sonra SPC sayımı yapılmasıdır. Bir HRSP testi sonucunda sayının 10 adet/ ml 'yi aşması, raf ömründe muhtemel potansiyel tehlike olduğunun ve peynir veriminin de azalabileceğinin bir göstergesidir. HRSP testinde sayının 0- 10 adet/ ml olması tercih edilir, hiçbir şekilde spor bulunması istenmez ( 15).

**2.2. Koliform Bakteri Sayımı**

Hayvanların ince barsaklarından orijin alan gram negatif, spor oluşturmayan, çubuk şeklinde; laktozu fermente ederek asit ve gaz üreten bakterilerin *(Escherichia coli, Aerobacter aerogenes)* sayımı için ayırıcı besiyeri kullanılır (15,19,21). Koliform sayısı sanitasyon seviyesinin iyi bir göstergesidir. Çiğ süt için bunun standardı < 100 koliform/ml' dir. Bu metot daha çok çiğ süte uygulanır, pastörize süte de uygulanabilir (< 10 adet/ml) (15).

Bu grup mikroorganizmalar özellikle ülkemiz için önemlidir. Çünkü birçok ileri batı ülkesiyle karşılaştırıldığında, süt üretimi ve saklama koşullarının elverişsiz, işletme tekniğinin yetersiz ve birçok ihmalin sonucu olarak ülkemizde üretilen sütlerde bu mikroorganizma grubunun oldukça fazla olduğu görülmektedir. Özellikle süt üretim yerlerinin temizlik ve hijyenik koşullardan yoksun olması, süt hayvanlarının pis yerlerde, gübre üzerinde yatması sonucu elde edilen sütlerde koliform grubu mikroorganizma sayısının çok yüksek olmasına neden olmaktadır (13,21). TS- 1019 nolu Pastörize Süt Standardında (24) I. sınıf pastörize süt (hiç koliform bulunmaması) ve II. sınıf pastörize süt (10'dan az koliform bulunması) için öngörülen değerlerin elde edilebilmesi için, içme sütüne işlenecek çiğ sütlerin koliform mikroorganizma sayılarının da düşük olması gerekmektedir (2,19).

**2. 3. Termodurik ve Termofilik Mikroorganizma Sayısı**

Termodurik bakteriler pastörizasyon sıcaklığına dayanabilir, fakat gelişemezler. Çoğu termodurik mikroorganizmanın optimum gelişme sıcaklığı 30-32 °C, civarındadır. Bu

bakteriler süte daha çok sağım ekipmanının ve süt hayvanın yeterince temiz olmaması sonucu bulaşmaktadırlar. Termodurik mikroorganizma yükü fazla ise pastörizasyonun etkinliği, dolayısıyla hedeflenen mikroorganizma redüksiyonu güçleşmektedir (13,21). Termodurik bakterilerden *Bacillus licheniformis* çiftliklerde bekletilen sütlerde, *Bacillus cereus* ise daha çok fabrikalarda süt biriktirme tanklarındaki sütlerde bulunmaktadırlar. Yapılan bir araştırmada, 12 ay süreyle 350 çiftlikten alınan süt örneğinde toplam bakteri sayısı ile termodurik mikroorganizma sayısı arasında 0.65 'lik bir korelasyonun olduğu saptanmıştır (22).

Kalitesiz çiğ sütlerde fazlaca görülen ve ısıya dayanıklı diğer bir grup ise termofilik bakterilerdir. Bu grup bakteriler de sütteki toplam bakteri sayısını arttırıp onu tat bakımından yavanlaştıran mikroorganizmalardır. Optimum gelişme sıcaklıkları 55 °C civarındadır. Ancak 45-65 °C' ler arasında da çoğalabilirler. Özellikle içleri iyi temizlenmeyen, süt bulaşığı ve taşları içeren düzenlerde fazla miktarda gelişme imkanı bulurlar. Uzun süre temizlenmeden çalışan pastörize süt tesislerinde çoğalarak pastörize sütteki bakteri sayısının yükselmesine yol açarlar ( 13,21,26).

**2.4. Mastitis Teşhis Testleri**

Meme bezinin iltihabi hastalığına mastitis denilmektedir. Memenin sağlık durumunun bozulması hücre sayısının artması ve patojen mikroorganizmaların bulunmasıyla karakterize edilir (27). Mastitis, süt komponentlerinin veya komponent gruplarının çeşitli düzeylerde değişimine neden olur. Bu değişim sadece süt bileşenlerinin miktarında değil, aynı zamanda fiziksel ve/veya kimyasal niteliklerinde de kendini gösterir (28).

Sütün normal bileşimini gösteren en iyi indikatörlerden biri sütteki lökosit ve epitel hücrelerinin sayısıdır (15,29). Normal bileşimdeki süt sağlıklı bir hayvandan elde edilir. Süt hayvanı inekte görülen hastalıklar çok çeşitlidir. Ancak en önemlisi, yüksek süt verimli hayvanlara sık görülen mastitistir (16). Sağlıklı bir inekten elde edilen sütteki hücre sayısı genellikle 70.000 adet/ ml civarında iken, enfeksiyona uğramış hayvanların sütlerindeki sayı 1.000.000 adet/ ml' ye kadar ulaşmaktadır (15). Somatik hücre sayısının 300.000 adet/ml' yi aşması ise, genellikle meme sisteminde patojenik mikroorganizmaların neden olduğu bir enfeksiyonun (mastitis) olduğunu göstermektedir (15).

Hayvanın mastitise yakalanması ile aşağıda belirtilen olumsuz durumlar ortaya çıkmaktadır (16,27,30):

-Hayvanın süt veriminde % 20 kadar azalma ve buna bağlı olarak önemli parasal kayıplar meydana gelir.

- Mastitisli memeden elde edilen sütün rengi, kokusu ve tadı değişir. Süt hoşa gitmeyen, kötü bir koku ve tuzlu bir tat alır.
-Flavor hataları ve bunun sonucu olarak raf ömrü azalır.
- Sütün pH' sı yükselir, SH asitliği düşer.
-Sütün yağ miktarı normal süte göre % 5-12 azalır.
-Süt proteinlerinden kazein miktarı azalırken laktalbumin ve laktoglobulin miktarı artar.
-Laktoz miktarı % 10-20 kadar azalır.
-Mineral maddelerden kalsiyum, potasyum ve fosfor miktarı azalırken sodyum ve klorür miktarı artar.
-Vitaminlerden $B_2$ vitamini normal süte göre % 50 kadar azalırken E vitamini tamamen yok olur.
- Enzimlerden katalaz oldukça artarken fosfataz ve esteraz enzimleri de artar.
- Enfeksiyonun artan şiddeti ile süt salgısının bileşimi kanınkine benzer.
- Sütün sıcaklığa karşı dayanıklılığı azalır.

Mastitis enfeksiyonuna yol açan çok sayıda mikroorganizma vardır. Son zamanlara kadar *Sıreptococcus agalactiae* en yaygın etiyolojik amil olarak kabul ediliyordu. Daha

sonraları *Staphylococcus aureus* 'un daha sık görüldüğü ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra, bazı Pseudomonas türleri ve koliform bakterilerinin de etiyolojik ajan oldukları saptanmıştır (21,31).

Fazla sayıda somatik hücrenin tespiti için kullanılan California Mastitis Testi (CMT) basit ve pratik bir testtir. Bu testte, şüpheli süt ile CMT ayıracı (pH 11 olan % 3'lük Na-lauril-sülfat eriyiği) eşit miktarlarda karıştırılınca viskozite artıyorsa, sütte fazla miktarda hücre olduğu anlaşılmaktadır ( 11 ).
Mastitis testleri temelde iki gruba ayrılmaktadır (21 ):
1. Mastitise yol açan mikroorganizmaların tayini
   a)Direkt mikroskobik sayım,
   b)Kanlı agar plak metodu
   c)Hotis testi
2. Sütün kompozisyonunda meydana gelen değişmelerin tayini
   a)Yüksek pH
   b)Klorür tayini
   c)Katalaz testi

Sütün mastitisli bir hayvandan olup olmadığı basit ve çabuk bir şekilde şu testle anlaşılabilir (16): Siyah bir zemin üzerine konulan temiz bir petri kutusuna iyice karıştırılmış süt örneğinden 5 damla damlatılır. Üzerine 1 damla 1 N NaOH çözeltisi ilave edilerek bir bagetle 15 saniye karıştırılır. Ortamda beyaz pıhtı ve topakçıklar olup olmadığı kontrol edilir. Normal sütte herhangi bir değişiklik olmaz. Mastitisli memeden elde edilen sütlerde pıhtıcıklar görülür. Enfeksiyonun derecesine göre pıhtıcıklar büyür.

Süt üretimi açısından hayvan sağlığını korumak ve büyük ölçüde verim düşmesini önlemek için mümkün olduğu ölçüde tedavi uygulanmalıdır. Tedavisi yapılan hayvanın sütünün en az 5 gün geçmeden süt işletmesine verilmemesi gerekir. Bu hayvanların sütü hiçbir zaman sağlıklı hayvanların sütlerine karıştırmamalıdır (27). Aslında en iyisi hayvan mastitise yakalanmaktan korumalıdır (30).

**3. Fiziksel ve Kimyasal Testler**

**3. l. Özgül Ağırlık Tayini**

Normal bir süt kurumaddece ne kadar zengin ise özgül ağırlığı da o nispette yüksektir. Hayvanın türü sütün özgül ağırlığını oldukça fazla etkilemektedir. Normal olarak koyun sütlerinde bu değer 1.036, inek sütlerinde ise 1.032 civarındadır ( 1,2,11 ).

Sütte özgül ağırlık tayininin en önemli amacı sütün su miktarı hakkında bir fikir edinmektir. Buna ilaveten sütün yağının alınıp alınmadığı veya yağsız süt ve benzeri katılıp katılmadığını tahmin etmektir. Ancak özellikle sütlere hile yapılıp yapılmadığının tespitinde tek başına yeterli bir ölçü değildir. Bu nedenle bu analiz kurumadde veya yağ tayinlerinden biriyle birlikte yapılmalıdır (3,11,16,19,32).

Sütün bileşimini oluşturan unsurların özgül ağırlıkları farklıdır (2,16). Örneğin laktoz 1.63, protein 1.35, madensel maddeler 3-4, sitrik asit 1.6, süt yağı 0.93 ve su 1'dir. Bu maddelerden süt yağının azalması özgül ağırlığı yükseltirken süte su katılması özgül ağırlığın düşmesine neden olur. Bu durum da dikkate alınarak sütün özgül ağırlığının çok yükselmesi onun yağının alındığına işaret sayılabilir. Ancak bu çok hassas bir değerlendirme değildir. Bu nedenle daha doğru sonuca varabilmek için bu gibi sütlerde yağ tayini de yapılmalıdır. Özgül ağırlığın çok düşmesi süte su katıldığına işaret sayılabilir. Süte katılan su miktarı çok fazla ise bunu anlamak mümkün olabilir. Az ise kesin bir karara varabilmek için sütte donma noktası tayini yapmak gerekir. Eğer sütün yağı alınır ve içerisine su katılır ise özgül ağırlık normal gözükebilir. Bu nedenle özgül ağırlık ve yağ analizi birlikte yapılmalıdır. Süte yağsız süt katıldığı zaman da özgül ağırlığı yükselir.

Sütte özgül ağırlık 3 metotla yapılır (16, 19):

1.Laktodansimetre ile
2.Westphal terazisi i1e
3.Piknometre ile

Özgül ağırlık tayininin pratikte önemli olması nedeniyle burada sadece laktodansimetre ile özgül ağırlık tayini anlatılacaktır.

### 3.1.1. Laktodansimetre İle Özgül Ağırlık Tayini

Laktodansimetre ile sütün özgül ağırlığı çabuk ve kolay bulunmaktadır. Laktodansimetre camdan yapılmış özel şekilli bir alet olup çeşitleri çoktur. En iyisi ve kullanışlısı termometreli olanıdır. Ülkemizde Quevenne Laktodansimetresi kullanılmaktadır. Laktodansimetrenin üzerinde, üstte 14'den başlayıp, altta 42 ile biten rakamlar vardır. Bu rakamlar aslında 1.014 ve 1.042 demektir. Okunan değeri özgül ağırlığa çevirmek için ona 1000 ekleyip 1000' e bölmek gerekir. Örneğin laktodansimetrede 15 °C'de 32 değeri okunmuş ise, özgül ağırlık 32 + 1000 / 1000 = 1.032 olur.

Sıcaklığı 15 °C'ye getirilen süt örneği iyice karıştırılarak homojen hale getirildikten sonra köpürtülmeden en az 3 cm çapındaki ölçü silindirine doldurulup, laktodansimetre yavaşça daldırılır. Laktodansimetrenin inip çıkması durunca göz, süt seviyesine getirilerek okuma yapılır. Eğer laktodansimetrenin üzerinde termometre varsa sütün sıcaklığı bu termometreden okunur. Laktodansimetre termometresiz ise sütün sıcaklığı bir termometre ile tespit edilir. Sıcaklık derecesi tam 15 °C ise okunan değer aynen alınır. Sıcaklık 15 °C değilse 15-20 °C arasında düzeltme yapılabilir. Sıcaklık derecesi 15 °C'den yüksek ise okunan sıcaklık derecesinin 15 'den farkı 0.2 ile çarpılır, okunan laktodansimetre değerine eklenir. Sıcaklık derecesi 15 °C'den az ise fark 0.2 ile çarpılır, okunan laktodansimetre değerinden çıkarılır ( 16, 19).

### 3.2. Donma Noktası Tayini

Süt özellikle bileşimindeki hakiki çözünen unsurlar, yani laktoz ve mineral maddelerden dolayı sudan daha düşük bir derecede donar (2, 15). Normal sütte bu değer -0.542 ile - 0.548 arasında değişmekte olup genellikle - 0.550 °C ortalama bir değer olarak kabul edilmektedir ( 1,19). Sütün en az değişken olan veya diğer bir ifadeyle en kararlı olan özelliği donma noktasıdır (15). Bundan dolayı çiğ süte hile amacıyla katılan suyun tespitinde en güvenilir metot olarak kabul edilmektedir (1,2,6,13,15,19). Sütün donma noktasında her bir 0.006 °C artış süte yaklaşık olarak % 1 su ilave edildiğine işaret eder (15). Yapılan araştırmalarda sütteki asitliğin gelişmesi sonucu çözünen maddeler bir miktar arttığından dolayı donma noktasını bir miktar düşürdüğü saptanmıştır. Bu nedenle donma noktası tayininin sütün asitliğinin % 0.12- 0.18 olduğu aralıkta yapılması halinde daha doğru sonuç alındığı tespit edilmiştir. Süte koruyucu madde ilavesi (soda vb.) donma noktasını düşürür (2).

Sütte donma noktası Beckman termometresi ile tayin edilirse de daha çok bu amaç için gösterilen Hortvet özel kriyoskobu ile belirlenmesidir (11,19). Donma noktası tayininde esas, kriyoskop adı verilen özel aletlerle sütün donma sıcaklık derecesini bulmak ve bu dereceyi katkısız sütlerin donma noktalarıyla karşılaştırmaktır (16).

### 3.3. Refraktometre İndisi Tayini

Çözeltilerin ışık kırma güçleri esas alınarak yapılan bir ölçümdür. Bu değer sütte 1.3440-1.3480 arasında değişir. Saf suyun refraktometre indisi 1.3329' dur. Süte su katıldığında sütteki şeker ve mineral maddelerin oranı azalmakta ve sütün refraktometre indisi düşmektedir. Bu özellikten yararlanılarak süte katılan su miktarı hesaplanabilmektedir. Ancak

bu metot donma noktası tayini kadar doğru sonuç vermemektedir ( 1,2,11, 19). Refraktometre denilen aletlerle ölçülür.

### 3.4. Temizlik (Sediment) Testi

Bazen kirlilik derecesi olarak da ifade edilen bu test, süt teknolojisinde büyük öneme sahiptir (2). Kir miktarı 100 ml sütteki kirin (toz, gübre, kıl, bitki artıkları, böcekler gibi katı maddeler) kurutulmuş haldeki mg olarak ağırlığıdır (18). Genellikle çiğ sütlerde kaliteye göre ödeme yapılırken redüktaz muayenelerinin yanısıra kirlilik derecesi de tespit edilmektedir (13). Sediment testiyle çevreden bulaşan yabancı maddeler, süte karışmış olan iltihap ve hücre kalıntıları ile sterilize sütlerde ısı etkisiyle çöken proteinler ve süt tozlarındaki suda erimeyen maddeler saptanmaktadır (2). TS 1018 nolu İnek Sütü -Çiğ Standardında Extra Sınıf sütlerde en çok 3 mg/ 100 ml, 1. Sınıf Sütlerde 6 mg/ 100 ml ve 2. Sınıf Sütlerde ise 10 mg/ 100 ml bulunabileceği hükme bağlanmıştır ( 18).

### 3. 5. Asitlik Tayini

Sütte asitlik derecesi sütün kalitesi hakkında fikir veren önemli kriterlerden biridir. Bilindiği gibi sütün asitliği, ilk asitlik, gelişen asitlik ve bütün asitlik diye çeşitli isimler altında tanımlanmaktadır. İlk asitlik, tabii asitlik diye de tanımlanmaktadır ki bu asitlik süt sağılır-sağılmaz bulunan asitliktir. Tabii asitlik, sütün yapısında bulunan kazein, fosfat, sitrat, albumin, globulin ve $CO_2$' den ileri gelmektedir. Süt, yapısı ve niteliği itibariyle hiçbir zaman tabii asitliği ile kalmaz. Çeşitli mikroorganizmaların özellikle laktik asit bakterilerinin faaliyeti sonucu laktozdan laktik asit meydana gelir ve bu arada bir takım yan ürünler ortaya çıkar ki buna da "meydana gelen veya gelişen asitlik" denilmektedir. Sütün ilk asitliği ile meydana gelen asitliğin toplamına ise " bütün asitlik" denir. Sütün bir de gerçek veya aktüel asitliği vardır ki bu pH ile ifade edilir. pH süt teknolojisinde oldukça önemlidir (1,2,19,33). Artan asitlik sütün ısıya karşı dayanıklılığını azaltır. Asitliğin aşırı düşüklüğü süte alkali maddeler ve su katılmış olabileceğini, asitliğin fazlalığı bazı hastalık etmenlerinin de süte bulaşmış olabileceğini akla getirmektedir (16). Öneminden dolayı hemen her işletme satın alacağı sütlerin asitliğini kontrol etmektedir. Normal inek sütlerinde asitlik % 0.16 - 0.18 veya 7-8 SH arasındadır (16).

Sütte asitlik tayini için çeşitli metotlar vardır. Bunlardan en yaygın olanları subjektif metotlar denilen kaynatma, alkol denemesi ve turnusol muayenesi ile, objektif metotlar denilen titrasyon metotları ve pH asitliğidir ( 13,19).

#### 3. 5. l. Kaynatma

Taze ve normal süt kaynatılınca kesilmez. Eğer kaynatılınca kesiliyorsa sütteki asitliğin artmış olduğu anlaşılır. Oda sıcaklığında bırakılan sütün kesildiği andaki asitliği % 0.5 kadardır. 100 °C'deki sütün pıhtılaştığı asitlik ise 11 SH kadardır ( 19,32).

#### 3.5.2. Alkol Denemesi

Kaynatma gibi alkol denemesi de sütün asitliği hakkında kabaca fikir vermektedir (11). Asitliğin yükselmesi sonucu sütün kolloid yapısı bozulmaktadır. Alkol su çektiği için sütün dispersite derecesini değiştirir. 5 ml süt 5 ml % 68' lik alkol ile karıştırılır. Pıhtı teşekkül ederse tüpün kenarlarına pıhtıcıklar yapışır. Bu taktirde süt fazla ekşidir. Hafif bulaşıklık asitliğin çok yüksek olmadığını gösterir. Taze sütlerde ise hiçbir bulaşma görülmez. Çok küçük pıhtıcıklar 8-8.5 SH, bariz pıhtılar 9-10 SH asitlik derecesinde meydana gelmektedir (11,19).

### 3.5.3. Turnusol Denemesi

Sütün asitliğini kabaca ve pratik olarak kontrol etmede işe yarayan bir metottur. Turnusol indikatörü asitle kırmızı, alkalide mavi renk vermektedir. Taze sütlerde reaksiyon amfoterdir. Mavi turnusol çok kızarırsa asitliğin çok yüksek olduğu anlaşılır ( 19).

### 3.5.4. Titrasyon Asitliği

Sütün buffer özelliğine sahip bileşenleri hafif asidik özellik göstermektedir. pH (6.6-6.8). Soğutmanın gecikmesi ya da uygun olmaması laktik asit bakterilerinin gelişip laktik asit üretmesine imkan sağlamaktadır. Sütün ekşimesi veya pıhtılaşmasının nedeni budur. Bu da titrasyon asitliği ile ölçülmektedir. Normal taze süt hayvana ve kurumadde miktarına bağlı olarak belirli bir ilk asitliğe sahiptir. Bu laktik asit cinsinden % 0.14-0.17'dir. Asitliğin % 0.20 veya daha yüksek olması ekşi tadından anlaşılır. Ancak asitliğin % 0.135' den düşük olması durumunda da psikrotrofik veya bozucu bakteriler tarafından üretilen alkali maddelerin varlığından şüphelenilir.

Titrasyonla asitlik tayinleri çok çeşitli şekillerde yapılmaktadır. Ülkemizde daha çok % asitlik ve SH metotları uygulanmaktadır ( 19).

Soxhlet-Henkel metodu : 100 ml sütün fenolftalein indikatörü eşliğinde asitliğini gidermek için harcanan N/4 NaOH çözeltisinin ml cinsinden miktarıdır. Bir erlenmayere 25 ml iyice karıştırılmış süt örneğinden konur. Üzerine % 2'lik fenolftalein indikatöründen 1 ml ilave edilir ve N/4 NaOH ile sabit hafif pembe renk oluşuncaya kadar titre edilir. Titrasyonda harcanan NaOH miktarı 4 i1e çarpılarak sütün SH cinsinden asitliği bulunur.

% süt asitliği cinsinden asitlik tayini : İyice karıştırılmış süt örneğinden bir erlenmayere 20 g kadar tartılır. Üzerine % 1'lik fenolftalein indikatöründen 0.5 ml kadar ilave edilip 0.1 N NaOH ile sabit pembe renge kadar titre edilir. Harcanan NaOH miktarı aşağıdaki formülde yerine konarak sütün % laktik asit cinsinden asitliği bulunmuş olur.
% Laktik Asit=Harcanan 0.1 N NaOH miktarı (ml) x 0.009/ Süt örneğinin miktarı(g) x 100

### 3.5.5. pH Tayini

Gerçek veya aktüel asitlik denilen ve sütün pH metre ile okunan asitliğidir. Normal bir memeden sağılan sütün pH'sı 6.4- 6.7 arasında değişir. Ağız sütlerinin pH derecesi düşük (bazen 4.5 kadar), mastitisli sütlerin ise 7.6 'ya kadar çıktığı görülmüştür. Sütün pH' sına çeşitli faktörlerin yanı sıra hastalıklar da tesir eder (32).

### 3.6. Kurumadde

Sütün toplam kurumaddesi hem bileşim zenginliğinin hem de az değişken olması nedeniyle süte yapılan hilelerin tespitinde oldukça önemlidir. Hile amacıyla süte ilave edilen su, yağsız süt, yayık altı, peynir suyu gibi maddeler kurumadde miktarını düşürürken süttozu, krema, koyulaştırılmış süt, soda gibi maddeler kurumadde miktarını artırmaktadır (2).

Kurumadde tayininde iki metot vardır. Bunlar gravimetrik metot ve hesaplama ( formül) yöntemidir. Gravimetrik metotların esası belli ağırlıktaki sütün suyunun uçurulup geriye kalan kurumadde miktarının bulunmasıdır. Formülle bulmada ise özgül ağırlık ve yağ miktarı testle bulunup formülde yerine konarak hesaplanmaktadır (19).

### 3.7. Yağ Tayini

Yağ tayini sütün kalitesini belirlemede uzun yıllardan beri kullanılan önemli bir kriter ve süt alış ve satışlarında en önde kontrol edilen bir bileşendir (9,11,13). Süt fabrikalarında uygulanan platform testlerinde ihmal edilmemesi gereken yağ tayini sütte çok değişken olan

ve birçok etki altında değişebilen, hatta sütten kolaylıkla çekilebilen ve üreticilere fazla yağ için ödenen pirimin tespiti açısından oldukça önemlidir. Gıda Maddeleri Tüzüğümüzde alındığı hayvanın adı belirtilmeden satışa çıkarılan çiğ sütün 100 ml' sinde en az 3 g süt yağı bulunması gerektiği hükme bağlanmıştır ( 19).

Sütte yağ tayininde uygulanan başlıca iki ayrı metot grubu vardır. Bunlar çabuk sonuç veren ve pratikte çok kullanılan volumetrik metotlar ile çok daha hassas sonuçlara ihtiyaç duyulduğunda kullanılan gravimetrik metotlardır. Ülkemizde, pratik ve bilimsel çalışmalarda volumetrik metotlardan Gerber metodu yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak son yıllarda kısa sürede çok sayıda numune analiz etmeye imkan sağlayan ve fotometrik bir metot olan Milko-Tester de yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır ( 11,19).

İnek Sütü- Çiğ Standardında ( 18), Extra Sınıf Sütlerde en az % 3.5, 1. Sınıf Sütlerde en az % 3.0 ve 2. Sınıf Sütlerde en az % 2.5 yağ bulunması gerektiği belirtilmektedir.

### 3.8. Yağsız Kurumadde Tayini

Yağ dışındaki katı maddeler sütün yağsız kurumaddesini meydana getirir. Esas olarak laktoz, azotlu maddeler ve mineral maddelerden meydana gelen yağsız kurumadde miktarı çok az değişir. Bu nedenle kalite kontrolünde üzerinde önemle durulması gereken tayinlerden biridir. Süte su katılması durumunda miktarı düştüğünden çok değerli ip uçlan verir (2). Yağsız kurumadde miktarı toplam kurumaddeden yağ miktarının çıkarılması ile hesaplanır (2,11). İnek Sütü-Çiğ Standardında (TS 1018), Extra Sınıf Sütlerde en az % 9, I. Sınıf Sütlerde % 8.5 ve 2. Sınıf Sütlerde % 8.0 yağsız kurumadde bulunması gerektiği belirtilmektedir ( 18).

## 4. Biyokimyasal Testler

İndirekt olarak bakteri populasyonu hakkında bilgi veren metotlar, çiğ sütte boya maddelerinin redüksiyonu esasına dayanmaktadır. Metilen mavisi ve rezazurin gibi boyaların redüksiyon süresi yanısıra kristal viyole veya tetrazolium tuzları da kullanılmaktadır. Diğer yaklaşımlarda da katalaz, oksidaz, piruvat ve/veya ATP üretimi, psikrotrofik bakteriler ve ortamın elektrik (impedance) ölçümleri (mikroorganizma metabolizmasının bir sonucu olarak) yapılmaktadır. Son metot, otomasyon, bilgisayar kontrol ve sonuçların ekranda görülmesi veya print edilmesine uygundur (15). Bu indirekt testlerin prensipleri çeşitli mikroorganizmaların metabolik aktivitelerine dayanmaktadır. Çiğ sütün hijyenik kalitesinin süratle belirlenmesi için en basit yöntem olan bu testlerle mikroorganizmaların redüksiyon faaliyeti, yani oksijen tüketimleri ölçülmektedir. Bu testler sütteki bakteri sayısı arttıkça, sütün redüksiyon kapasitesinin azaldığı varsayımına dayanmaktadır. Ancak bütün bakterilerin redüksiyon aktivitesi göstermemesi veya bazılarının aktivitelerinin farklı olması sebebiyle elde edilen sonuçlar mikroorganizmaların sayısı hakkında kabaca bir fikir vermektedir ( 13,21 ).

Metabolik aktivite testlerinin sadece uygulanan hijyenik önlemlerin indeksi olarak hizmet ettiği, hiçbir koşul altında bakteri sayısı olarak değerlendirilmemeleri gerektiği ve sütte bulunan maddelerle ( antibiyotik vb.) fazla sayıdaki somatik hücrelerle de etkilendiği bilinen bir gerçektir (34). Süt teknolojisinde bu amaçla kullanılan iki redüksiyon testi vardır. Bunlar:

l. Metilen mavisi (redüktaz) redüksiyon testi
2. Rezazurin redüksiyon testi

### 1. Metilen Mavisi Testi

Sütteki total bakteri sayısını belirlemede indirekt bir metottur (21,35). Eskiden beri canlı dokuların metilen mavisinin rengini değiştirdiği bilinmektedir. Süte ilave edilen boya,

redüksiyon sonucu beyaza dönüşmektedir. Rengin beyazlaşması için geçen süreye göre sütlerde sınıflandırma yapılmaktadır. Burada herhangi bir zaman aralığı sistemini uygulamak mümkündür. Bu zaman aralığındaki redüksiyona göre çiğ sütler sınıflandırılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan sistem Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Metilen Mavisi Redüksiyonuna Göre Çiğ Sütlerin Sınıflandırılması (11,19,32)

| Sütün Sınıfı | Redüksiyon Süresi | Tahmini Mikroorganizma Sayısı (adet/ml) |
|---|---|---|
| 1. Sınıf ( çok iyi) | >5 saat | < 500 000 |
| 2. Sınıf (iyi) | 2-5 saat | 500 000-4 000 000 |
| 3. Sınıf ( zayıf) | 20 dakika-2 saat | 4 000 000-20 000 000 |
| 4. Sınıf (kötü) | < 20 dakika | >20 000 000 |

Keçi sütünün metilen mavisi redüksiyon zamanı ve toplam bakteri sayısı arasında yüksek derecede negatif bir ilginin bulunduğu (r = -0.923), keçi sütünün bakteriyolojik kalitesinin kabulü için metilen mavisi testinin faydalı bir indikatör olduğu; redüksiyon zamanı 3 saatten fazla ise yüksek kaliteli çiğ süt, 1 saat veya daha az ise düşük kaliteli çiğ süt ve 1 ila 3 saat arasında ise orta kaliteli süt olarak değerlendirildiği saptanmıştır (35). Aynı araştırmada, süt kalitesinin ilkbahara göre kışın daha yüksek olduğu ve bu değişikliğin esas nedeninin çevre sıcaklığından kaynaklandığı da tespit edilmiştir.

### 4.2. Rezazurin Redüksiyon Testi

Rezazurin testi de metilen mavisi testine benzerdir. Ancak metilen mavisine göre daha hassastır (19,21). Rezazurin boyası da çiğ sütte mavi renk verir. Rezazurin ilave edilen örnek indirgendikçe, bakteri faaliyetiyle paralel olarak mavi renk önce mora, mor renk koyu pembeye ve en sonunda da beyaza dönüşür. Oluşan renk tonlarına göre çiğ sütlerin kalite sınıfları belirlenir (11). Tablo 2' de Rezazurin Testi sonucu sütlerin kalite sınıfları (dereceleri) verilmiştir.

İnek Sütü- Çiğ Standardına (TS 1018) göre rezazurin boyasıyla 1 saatte gelişen renk durumuna göre mavi rengi koruyanlar "Ekstra Sınıf, rengi erguvani veya koyu pembe renge kadar açılanlar "I. Sınıf ve pembe veya beyaz renge dönüşenler "2. Sınıf çiğ süt olarak değerlendirilmektedir (18).

Tablo 2. Rezazurin Redüksiyonuna Göre Çiğ Sütlerin Sınıflandırılması (19, 32)

| Süt Örneğinin Rengi | Sütün Kalite Derecesi |
|---|---|
| Mavi (Renk Değişmemiş) | Çok iyi |
| Mavimsi Mor | İyi |
| Mavimsi Koyu pembe | Orta |
| Pembe | Zayıf |
| Beyaz | Kötü |

### 4.3. Peroksidaz Testi

Sütün belli bir dereceden fazla ısıtılıp ısıtılmadığını anlamak amacıyla yapılan bir testtir. Peroksidaz enzimi peroksitlerden oksijeni ayırma özelliğine sahiptir. Ancak aldığı oksijeni okside olabilen bir başka maddeye de bağlama özelliğindedir. Yapılan araştırmalar bu enzimin 70 °C'de 2.5 saatte, 75 °C'de 2.5 dakikada ve 80 °C'de 2.5 saniyede inaktif olduğunu göstermiştir. Bu test işletmeye gelen sütlerin kaynamış olup olmadığını anlamak amacıyla yapılır (16). Böyle sütler de içme sütü teknolojisinde kullanılamaz.

Bu test için temiz bir deney tüpüne 20 °C'deki süt örneğinden 10 ml alınır. Üzerine 2 damla % 0.2'lik $H_2O_2$ çözeltisi damlatılıp çalkalanır. Bunun da üzerine 2 damla % 2'lik p-fenilendiamin damlatılıp renk kontrol edilir. Mavi renk 30 saniye içinde oluşursa test pozitiftir. Yani süt çiğ veya verilen sıcaklık derecelerine kadar ısıtılmamıştır ( 16).

**5. Prezerve Edici Maddeler ve Boyaların Aranması**

Süt dayanıksız olup bozulmasını ve ısıtılırken kesilmesini önlemek amacıyla bazı koruyucu maddeler katılmaktadır. Bu maddelerin çoğunun süte katılması sağlık için zararlı olup kullanılması Gıda Maddeleri Nizamnamesinde de yasaktır. Bazı boya maddeleri de aynı etkiyi yapıp tüketicinin aldatılmasına neden olur. Bu nedenle özellikle şüpheli durumlarda sütte koruyucu maddeler ve bazı boyalar aranır. Koruyucu maddelerden karbonat, borik asit, formaldehit, hidrojen peroksit, salisilik asit ve benzoik asit; boyalardan azo ve annatto sayılabilir (2,19). Yurdumuzda özellikle yaz aylarında asitliği yükselen sütlere asitliği normal göstermek için sık sık karbonat katılmaktadır. Bu nedenle burada karbonat testi anlatılacaktır.

*Karbonat Testi*

Bir test tüpüne 10 ml süt, 10 ml alkol ve birkaç damla % 1'lik rozalik asit çözeltisi konur ve karıştırılır. Eğer süte karbonat katılmış ise gül kırmızısı, katılmamış ise kahverengimsi renk verir (19,36).

**6. Diğer Yabancı Maddelerin Aranması**

Süt ve mamullerinin yapısında doğal olarak bulunmayan fakat üretim, imalat, muhafaza veya nakliye sırasında süt ve ürünlerine bulaşan, insan sağlığını tehlikeye sokabilen, ürün kalitesini olumsuz yönde etkileyen ve ekonomik kayıplara neden olan birçok yabancı madde vardır. Bunlar ağır metaller, pestisitler, antibiyotikler, radyoaktif maddeler, dezenfektan ve temizlik maddeleri, hormon kalıntıları ve aflatoksinlerdir (2,8,9,15).

Sütte antibiyotik varlığı veya yokluğunu tespit etmek için çok çeşitli laboratuar metotları geliştirilmiştir. *Bacillus sıubtilis* veya *B. stearothermophilus* plate disk testi, 0.020-0.03 IU penisilinin belirlenmesi için resmi olarak kabul edilmiş bir metottur.

Antibiyotik aramada kullanılan diğer metotlar şunlardır (15): Delvo test (kolorimetrik), Charm test (radyoaktif esasa dayalı), Angenics spot test (aglutinasyon reaksiyonu), Paper Dip Strip (basit ve hızlı bir test) .

**Sonuç**

Pastörize ve sterilize sütlerin insan sağlığı için güvenilir, yüksek kalite ve beslenme değerinde üretilebilmesi işletmeye gelen çiğ süt kalitesiyle ilgili bulunduğundan, çiğ sütün elde edilmesi ve işletmeye ulaştırılması ile ilgili aşağıdaki sorunların çözümü gerekmektedir (37):

l.Hayvan sağlığına önem vermek (periyodik olarak hayvanların veteriner kontrolünden geçirilmesi).
2.İşlemeye uygun sütlerin derhal süzülüp soğutulmasını sağlamak.
3.Sağım hijyenine uymak.
4.Süte yabancı madde katmamak.
5.Sütün yağını almamak.
6.Sütün naklinde temiz ve uygun kaplar kullanmak.
7.Üretilen sütleri en seri şekilde işletmeye ulaştırmak, uzaktaki üretim birimlerini bir merkezde toplayıp toplanan sütü soğutmak.

Ancak bu şartlar sağlandığı taktirde temiz, sağlıklı, hilesiz ve mikroorganizma sayısı düşük çiğ süt üretmek mümkün olacaktır. Çiğ sütteki olumsuz değişiklikler insan sağlığı için

tehlikeli olabildiği gibi işletmeci için birçok yönden ekonomik, teknolojik ve standardizasyon problemlerini de ortaya çıkarabilmektedir. Pastörize ve sterilize süt işlemeye uygun çiğ sütlerden içme sütü üretiminden sonra dikkat edilmesi gereken en önemli husus da bu sütlerin yeniden bulaşmasını önlemektir.

**SUMMARY**

**Properties of the raw milk used to be processed drinking milk and the control tests**

It is not conceivable to consume raw milk directly without heat processing since the milk may contain some hazardous microorganisms even if it is produced in ideal conditions. The raw milk should have some quality properties if it is to be used as drinking milk after pasteurization or sterilization processes. In this review, some organoleptic, microbiological, physical, chemical and biochemical properties of the milk, which will be processed to drinking milk, were discussed. Also, the tests, which are used to determine or identify, these conditions were described.

**Kaynaklar**

l.Yöney, Z. 1974. Süt Kimyası. A.Ü. Ziraat Fak. Yay. No: 530, Ders Kitabı No:175. Ankara Üniv. Basımevi, Ankara, 263 s.

2.Metin, M.1977. Süt ve Mamulleri Kalite Kontrolü. Ankara Ticaret Borsası Yay. No: 1. Ankara, 352 s.

3.Carini, S.1989. Quality parameters: milk and milk products. Italia Agricola, 126 (4). 75-86.

4.Burt, R. and Wellsteed, S. 1991. Food safety and legistlation in the dairy industry. J. Society Dairy Technol., 44 (3): 80-89.

5.Bodyfelt F.W.1993. You are the judge of raw milk quality. 1993 Ohio State Dairy Fieldmens Conference. Columbus, Ohio.

6.Demirci, M. 1989. Süt kalitesinin teknolojik yönden önemi. Ulusal Süt ve Ürünleri Sempozyumu. MPM. Yayınları: 394, Ankara. 139-157.

7.Akyüz, N., Coşkun, H., Bakırcı, İ. 1991. Süt ve mamullerinin toplumumuzun beslenmesindeki yeri ve önemi. Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Derg.,1 (1): 166-173.

8.Kubina. J. 1988. Effect of raw milk on milk processing and quality of milk products. Zilina Ustav Meliekarenskov,120-126.

9.Siegaard. J. 1990. Milk as a source of nutrition, evaluated from a quality point of view. Scandinavian Dairy Information, 4 (2): 51-53.

10.Anonymous,1991. Ülkemizde Süt Sanayinin Sorunları. TSEK Yay. No:11, Ankara.

11.Başaran, A. 1990. Tropikal ve Subtropikal İklim Bölgelerinde Süt Teknolojisi. TSEK Ya yını, Kısmet Matbaası, Ankara, 290 s.

12.Komorowski, E. S. and Early, R. 1992. Liquid Milk and Cream. The Technology of Dairy Products. (Edited by R. Early), VCH Publishers, Inc. New York, 301 p.

13.Yöney, Z. 1978. İçme Sütü Teknolojisi. A.Ü. Ziraat Fak. Yay. No: 674, Ders Kitabı No: 206, Ankara Üniv. Basımevi, Ankara 210 s.

14.Buenavantura, M.L.S., Smith, D.E., Villela, A.M., Tatini, S.R., Reineccius, G.A. 1991. Keeping quality of fluid milk various regions of the U.S.A. Dairy, Food and Environmental Sanitation, 11 (2): 82-86.

15. Bodyfelt, F. W. 1993. What parameters (best) determine raw milk quality. 1993 Ohio State Dairy Fieldmens Conference, Columbus, Ohio.

16.Öztek, L. 1991. Peynire işlenecek hammaddenin seçimi ve önemi. II. Süt ve Ürünleri Sempozyumu "Her Yönüyle Peynir". Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Yay. No: 125, Tekirdağ.
17.Uysal, H., Kınık, Ö., Gönç, S. 1995. Yoğurda işlenecek sütün özellikleri ve antibiyotikle rin yoğurt teknolojisine ve kalitesine etkileri. III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu. MPM Yay. No :548, Ankara.
18.Anonymous,1994. İnek Sütü- Çiğ Standardı (TS-1018). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
19.Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A. 1993. Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metodları Rehberi (Genişletilmiş 5. Baskı). Atatürk Üniv. Yay. No: 252/d, Ziraat Fak. Yay. No:18, Erzurum, 238 s.
20.Tunail, N., Köşker, Ö. 1986. Süt Mikrobiyolojisi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 966, Ankara Üniv. Basımevi, Ankara, 134 s.
21.Foster, E.M., Nelson, F.E., Speck, M.L., Doetsch, R.N. and Olson, J.C. Jr. 1983. Dairy Microbiology. Ridgeview Letterpress & Offset, Inc. Ohio.
22.Bramley A.J. and McKinnon, C.H. 1990. The Microbiology of Raw Milk. Dairy Microbiology, Vol.1, Edited by R.K. Robinson, Elsevier Applied Sci. London and New York, 408 p.
23.Rovere, E.1992. Control of the hygienic quality of raw milk. Latte,17 (4) : 349-351.
24.Anonymous,1988. Pastörize Süt Standardı (TS-1019). Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
25.Anonymous, 1978. UHT Yöntemiyle İşlenen Sterilize Süt Standardı (TS-1192). Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
26.Leloğlu, N.1973. Genel Mikrobiyoloji. Atatürk Üniv. Yay. No: 234, Ziraat Fak. Yay. No: 118, Atatürk Üniv. Basımevi, Erzurum,155 s.
27.Demirci, M., Şimşek, O.1988. Meme sağlığı ve süt kalitesi. Gıda Sanayi, 5: 40-41.
28.Packard, V. S. 1984. The components of milk: Some factors to consider in component pricing plans. Dairy and Food Sanitation, 4 (9): 336-347.
29.Paape W. J. Tucker, H.A. and Hafs, H.D. 1965. Comparison of methods for estimating milk somatic cells. J. Dairy Sci., 48,.191-197.
30.Bakke, M.J. 1992. Mastitis Control. Agribusiness Worldwide, January/February:l8-19.
31.Fransworth, RJ. 1993. Microbiological examination of bulk tank milk. Veterinary Clinics of North Ameria: Food Animal Practice, 9 (3): 469-473.
32.Demirci, M. 1986. Süt ve Mamülleri Uygulama Kılavuzu. Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Yay. No 35, Ders Kitabı No: 31, Tekirdağ, 96 s.
33.Yöney, Z. 1964. Süt Teknolojisi. A.Ü. Ziraat Fak. Yay. No: 249, Ders Kitabı No: 88, Ankara Üniv.Basımevi, Ankara, 290 s.
34.Çelik, C. 1979. Çiğ sütün mikrobiyolojik kalitesinin saptanmasında kullanılan testler. Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi, 2 (2) :174-185.
35.Anifantakis, E.M.1993. Bacteriological quality of raw goat's milk in Greece. Lait, 73, 465-472.
36.Anonymous, 1983. Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Yöntemleri Kitabı.Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Gıda İşleri Genel Müdürlüğü Genel Yay. No: 65, Özel Yay. No: 62-105, Ankara.
37.Şengöz, C.1989. Süt sanayiinde çözümü gerekli hammadde sorunları. Gıda Sanayii,11:22.