

## Süt Reçeli Üretim Yöntemleri ve Özellikleri

Cansu Tuna ✉, Seher Arslan

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Denizli

*Geliş Tarihi (Received): 13.09.2015, Kabul Tarihi (Accepted): 18.12.2015*✉ *Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): ctuna091@posta.pau.edu.tr (C. Tuna)*

☎ 0 258 296 31 27 📠 0 258 296 32 62

### ÖZ

Süt reçeli, koyulaştırılmış bir süt ürünüdür. Brezilya, Arjantin, Uruguay ve Meksika gibi birçok Güney Amerika ülkelerinde tüketilmektedir. Bu ülkelerde ismi "dulce de leche, karamel süt ve sütlü şekerleme" olarak bilinmektedir. Maillard reaksiyonu yoğunluğu ve karamelizasyon derecesine göre rengi açık kremle koyu kahverengi arasında değişkenlik göstermektedir. Çabuk bozulabilen süte, şeker ve sodyum bikarbonat ilavesi edilerek üretim gerçekleştirilmektedir. Üretim sırasında kurumadde içeriği yaklaşık %70'e ulaşıncaya kadar konsantre edilen ürün stabil hale gelmektedir. Süt reçeli üretimi ile sütün raf ömrü uzamakta ve depolama masrafları düşmektedir. Enerji içeriği yüksek bir ürün olmasının yanısıra diğer reçel çeşitlerine göre protein bakımından da zengin olması besin değerini artırmaktadır. Bu derlemede süt reçelinin üretim yöntemleri ile birlikte, fizikokimyasal, tekstürel ve duyuşsal özellikleri hakkında da bilgiler sunulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Dulce de leche, Süt reçeli, Karamel süt

### Production Methods and Product Properties of Dulce de Leche

#### ABSTRACT

Milk jam is a condensed dairy product. It has been consumed in some South American countries such as Argentina, Uruguay, Brazil and Mexico. Milk jam is known as "dulce de leche, milk caramel and dairy confectionary" in these countries. Colour of the product varies from light cream to dark brown due to the Maillard reaction intensity and caramelisation. It is produced by the addition of sugar and sodium bicarbonate to perishable milk. It is concentrated until approximately 70% total solids is reached, then becomes a stable product. Milk jam production prolongs shelf life of milk, and storage costs are reduced. The nutritional value of this product is increased due to its high protein content in comparison to other jams, it has a high energy value. In this review, production methods and physicochemical, textural, sensory properties of milk jam are presented.

**Keywords:** Dulce de leche, Milk jam, Caramel milk

#### GİRİŞ

Süt insan beslenmesinde çok önemli bir yere sahiptir. Sütün bu özelliği, insanın büyümesi, gelişmesi ve yaşamını devam ettirmesi için gerekli hemen hemen tüm besin unsurlarını içermesinden ileri gelmektedir. Sütün bu üstün besin niteliğinden daha çok yararlanmak amacıyla raf ömrünü uzatmak ve değişik nitelikli ürünler

elde etmek için çeşitli süt ürünleri üretim teknolojileri geliştirilmiştir [1].

Gıda teknolojisinin ana dallarından olan süt teknolojisi, doğanın özenle hazırladığı sütün yapısını oluşturan değerli besin öğelerini; bazen yoğunlaştırarak, bazen yapısını ve oranını değiştirerek, bazen fermantasyona tabi tutarak, bazen de çoğu mikroorganizmayı etkisiz

hale getirerek, dayanıklı nitelikte ürünler üretme görevini üstlenmiştir [2].

Gıda üretim teknolojilerinde yaşanan yoğun yenilik ve gelişmelerin etkisiyle, gıda üreticileri sürekli artış gösteren talebi karşılamaya yönelik, yeni ingrediyeentler ve ürünler geliştirmeye başlamışlardır. Bu ürünlerden birisi de süt reçelidir.

Süt reçeli, Arjantin ve Uruguay gibi Güney Amerika ülkelerinde popüler olan koyulaştırılmış bir süt ürünüdür [2-5]. Brezilya, Arjantin, Uruguay ve Meksika gibi bir çok ülkede tüketilmektedir. Meksika'da esas keçi sütüyle üretim yapılmakla birlikte inek sütü de kullanılmaktadır. Brezilya yasal düzenlemelerine göre, ürün %30 nem ve %2 kü; minimum %5 protein ve %6-9 arasında yağ içermelidir. Ayrıca, yasal düzenlemelerde süt reçeli işlenmesi için kullanılacak 100 litre sütün, 30 kg sakaroz içermesi, nişasta veya modifiye nişasta miktarının maksimum %0.5, sukroz yerini tutacak monosakaritlerin veya dissakaritlerin ise maksimum %40 oranında kullanılması gerektiği belirtilmektedir. Geleneksel süt reçeli değişken yoğunlukta ve karamel renge sahiptir. Maillard reaksiyonu yoğunluğu ve karamelizasyon derecesine göre rengi açık kremle koyu kahverengi arasında değişkenlik göstermektedir [2].

Pastacılık ürünlerinde dolgu maddesi, dondurma teknolojisinde dondurma sosu ve direkt tatlı olarak tüketilebilir [2, 4].

Süt reçelinin üretim tekniklerinin yanısıra, fizikokimyasal, reolojik, tekstürel, duyuusal ve mikrobiyolojik özellikleri ile ilgili çalışmalara da bu derlemede yer verilmiştir. Bu derleme süt reçeli üzerine yapılacak çalışmaların bilgi alt yapısına destek sağlamış olacaktır.

## ÜRETİM

Süt reçeli üretimi; süte yaklaşık %20 oranında şeker ilavesi yapıldıktan sonra atmosferik basınç altında en az %68 kurumadde oranına ulaşınca kadar kaynatılması sürecini kapsayan bir prostedir. Üretim sırasında protein koagülasyonunu önlemek, maillard reaksiyonu ile rengin esmerleşmesini sağlamak amacıyla sodyum bikarbonat ilave edilmektedir [3]. Geleneksel olarak bu şekilde yapılmasına karşılık farklı metotlar ve katkılar ilave edilerek de üretilmektedir.

Malec ve ark. [4], çeşitli tatlandırıcıları farklı oranlarda kullanarak süt reçeli üretimi yapmışlardır. Üretimde tam yağlı süt tozu (nem miktarı 17 g/kg, protein miktarı 256 g/kg, yağ miktarı 260 g/kg, laktoz miktarı 386 g/kg ve mineral miktarı 58 g/kg) distile su ile (125 g/L) rekonstitüye edilmiştir. Basit formülasyona göre, 1 litre rekonstitüye süte 200 gram şeker ilave edilerek sabit karıştırma ile 120 dakika boyunca ısıtılmıştır (kaynama sıcaklığı 102-103°C). Karışım 30 dakika ısıtıldıktan sonra, pH hazırlanan NaHCO<sub>3</sub> çözeltisi (100 g/L) ile 7.5'e ayarlanmıştır. Süt reçeli numuneleri hemen 60°C'ye kadar soğutulmuş ve analizler gerçekleştirilene kadar 4°C'de depolanmıştır. Aynı çalışmada basit formülasyonun haricinde farklı formülasyonlar kullanılarak süt reçeli üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretimde

aynı prosedür ancak farklı başlangıç şeker kompozisyonları kullanılmıştır. Rekonstitüye süte %0, 10, 15, 20, 25 ve 30 oranlarında sukroz ilave edilerek altı farklı ürün hazırlanmıştır. Diğer üretimlerde sukrozun yanında diğer şekerler de (glukoz, fruktoz ya da mısır şurubu) kullanılarak süt reçelleri üretilmiştir.

Malec ve ark. [5], yaptığı çalışmada farklı şeker oranları ve bu şekerlerin farklı zamanlarda ilavesi yapılarak ve farklı süt tozları kullanarak 7 farklı formülasyona göre süt reçeli üretimleri gerçekleştirmiştir. Birinci formülasyon geleneksel süt reçelidir. Tam yağlı süt tozları, distile suyla (125 g/L) rekonstitüye edilmiştir. 100 mL rekonstitüye süte sukroz eklenip, karışım yağ banyosu kullanılarak sabit karıştırmayla açık kap içinde ısıtılmıştır. Sıcaklık 11 dakikada 102-103°C'ye ulaşmış, sonrasında sabit kalmıştır. Karışım 30 dakika ısıtıldıktan sonra %10 (a/h) NaHCO<sub>3</sub> çözeltisi ile pH 7.5'e ayarlanmıştır. Formülasyon 2 ve 3' de %18 sukroz ve %2 glukoz kullanılmıştır. Formülasyon 4 ve 5' de %18 sukroz ve %2 fruktoz ilave edilmiştir. Formülasyon 2 ve 4'te monosakaritler işlemin başında, formülasyon 3 ve 5'te ise ısıtmanın 90. dakikasında eklenmiş. Diğer üretimlerden farklı olarak 6. formülasyonda yağsız süt tozu, 7. formülasyonda ise laktozu hidrolize edilmiş süt tozu kullanarak geleneksel yöntemle göre üretim yapılmıştır. Karışım 120 dakikalık ısıtma işleminden sonra, suda çözünür katı madde içeriği %70±2'e ulaşmış ve ürün süt reçelinin duyuusal özelliklerine sahip olmuştur.

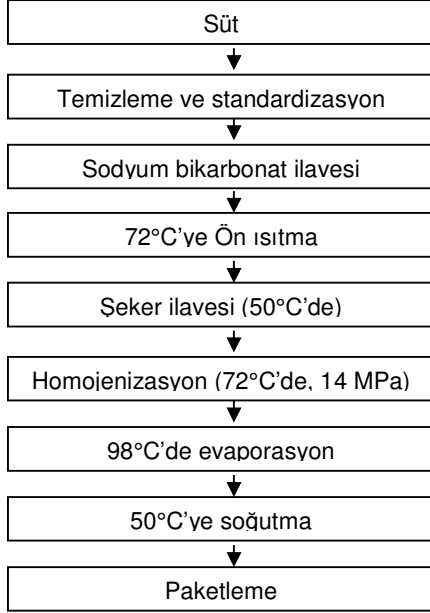
Char ve ark. [6], süt reçelini, atmosfer basıncı altında, glukoz şurubu (%18 a/a), sukroz (%30 a/a), NaHCO<sub>3</sub> (%0.3 a/a) ve vanillin ilaveli kısmen hidrolize edilmiş pastörize sütü (%51.2 a/a) buharlaştırarak hazırlamışlardır. Üretim sonunda ürünün a<sub>w</sub>'sini 0.79 olarak belirlemişlerdir. Süt reçellerinin su aktivite değerini 0.85 veya 0.80'e yükseltmek amacıyla, steril distile su ilave etmişlerdir. Ürüne farklı düzeylerde (0, 500, 1000, 1500 ya da 2000 ppm civarında) potasyum sorbat eklenmiştir. Ürünün pH değeri, sitrik asit (%50 a/h) ilave edilerek pH 5.5 ya da 6.0'a ayarlanmıştır.

Zimmermann ve ark. [7], çalışmasında iki farklı formülasyona göre süt reçeli üretimi yapmışlardır. Birinci formülasyonda %10 sukroz, %2 glukoz şurubu, %2 peyniraltı suyu tozu, %0.1 ksantam gam, sodyum bikarbonat ve karamel rengini veren renklendirici kullanılırken ikinci formülasyonda ise farklı olarak sukroz %8 olarak ilave edilmiştir.

Giménez ve ark. [3], yaptığı çalışmada 35 rpm'de dönen yüzey sıyırma karıştırıcıya sahip olan laboratuvar pişiricisi kullanarak süt reçeli üretimini gerçekleştirmiştir. Üretimde süt, şeker, sodyum bikarbonat ve potasyum sorbat kullanılmış olup, süte 70 brikse ulaşınca kadar yaklaşık 3 saat ısıtma işlemi uygulanmış ve daha sonra ürün 70°C'ye soğutulmuştur. Paketleme öncesi ürünün suda çözünür kurumaddesi 74±0.5 brik olarak belirlemişlerdir. Ürün 20°C'de ışık görmeyecek şekilde 1 kg'lık cam kaplarda ambalajlanmıştır.

Oliveria ve ark. [2]'ye göre, süte atmosferik basınç altında NaHCO<sub>3</sub> (protein koagülasyonunu önlemek amacıyla) ve aroma maddesi olarak vanilya kullanılarak

yaklaşık %70 kurumadde ( $a_w=0.85$ ) oranına ulaşıncaya kadar ısıtılma işlemi uygulanır. Isıtılma işlemi sonucunda enzimatik olmayan kahverengileşme reaksiyonu meydana gelir. Bu reaksiyon sonunda kahverengi renk oluşumu yanında, ürün çekici tat-aroma kazanmaktadır. Üründe maya-küf gelişimini engellemek için potasyum sorbat ilave edilebilir. Şekil 1'de süt reçeli üretim akım şeması verilmiştir.



Şekil 1. Süt reçeli üretim akım şeması [2]

Hentges ve ark. [8] süt reçelini, %3 süt yağı içeren standardize süttan 13 D asitliğe (0.13 g laktik asit/100 mL süt) ulaşana kadar sodyum bikarbonat ekleyerek hazırlamışlardır. Karışım %20 sukroz ilave edildikten sonra, 100-105°C'de sıcaklıkta 2.5 saat süresince karıştırılarak ürün elde edilmiştir.

Ferreira ve ark. [9], süt reçeli üretiminde; tam yağlı pastörize süt, kristal şeker, sodyum bikarbonat, mısır nişastası, sodyum sitrat, çözünebilir kahve ve peynir altı suyu kullanmışlardır. Süt reçeli üretimine başlanmadan önce, sodyum bikarbonat ilave edilerek süttan asitliği %0.1 laktik asit ve peynir altı suyunun asitliği ise %0.08 laktik asit düzeyine düşürülmüştür. Üretimde 20 litre süt işleme kapasitesine sahip açık kazan kullanılmıştır. Karışım (süt+peynir altı suyu) ısıtıldıktan sonra şeker (%20), sodyum sitrat (%0.08) ve nişasta (%0.5) ilave edilmiştir. Çözünebilir katı madde içeriği %71'e ulaşana kadar ısıtılma işlemi uygulanmıştır. Bitiş noktasına ulaşıldıktan sonra çözünebilir kahve 1:1 (kahve:su) oranında sıcak suda seyreltilerek karışıma eklenmiştir. Kahve ilavesinden sonra ürün cam kavanozlarda şişelenerek analizler için karton kutular içinde saklanmıştır.

Guimarães ve ark. [10], diyet süt reçeli üretimi için pastörize yağsız süt (yağ içeriği: % 0.2), kristal tip şeker, sukraloz, sodyum bikarbonat, polidekstroz, sodyum sitrat ve %1 çözünebilir kahve kullanmışlardır. Geleneksel üretim için tam yağlı pastörize süt, kristal şeker (%20), sodyum bikarbonat (%0.056), sodyum

sitrat (%0.08) ve %1 hazır kahve kullanılmıştır. Kahve konsantrasyonu süt miktarıyla ilişkili olarak tespit edilmiştir. Süt, 20 litre çalışma kapasitesine ve mekanik karıştırma bıçağına sahip paslanmaz çelik kazana yerleştirilmiştir. Sukroz/sukraloz, sodyum sitrat ve polidekstroz, öncelikle ısıtılmış süttan içinde iyice çözüldürüldükten sonra ilave edilmiştir. Çözünebilir katı madde içeriği, 71 briket ulaşana kadar ısıtılma işlemi uygulanmıştır. Isıtılma işlemi sonlandırılmasıyla birlikte instant kahve, sıcak suda (1:1) seyreltilerek ilave edilmiş ve mekanik karıştırıcı bıçak kullanılarak karışım homojen hale getirilmiştir. Daha sonra, süt reçeli sıcakken cam kaplara dolumu yapılmış, soğuk su içinde soğutulmuş ve oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir.

Silva ve ark. [11], geleneksele uygun olarak üretim yapmıştır. Üretim atmosfer basıncı altında 15 kg kapasiteli ve karıştırıcıya sahip çift duvarlı paslanmaz çelik evaporatörde gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, süt, şeker (%20), sodyum bikarbonat (%1) ve sodyum sitrat (%1) atmosfer basıncı altında evaporatör içine yerleştirilmiştir. Daha sonra, süt istenen çözünebilir katı madde içeriğine (%68±2) ulaşana kadar karıştırılarak konsantrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Nişasta (%0.5) eklenerek çözünebilir katı madde içeriği farklı konsantrasyonlarda gözlenmiştir. İstenen konsantrasyona ulaşıldıktan sonra 70±2°C'ye soğutulmuştur.

## SÜT REÇELLERİNİN ÖZELLİKLERİ

Malec ve ark. [4], farklı şeker kompozisyonları kullanarak ürettikleri süt reçellerinin hepsinde çözünebilir katı madde içeriğini %70±2, pH 6.7±0.01 ve su aktivitesi değerini 0.85±0.01 olarak tespit etmişlerdir.

Garitta ve ark. [12], süt reçellerinin tahmini raf ömürlerini duyuusal testlerle belirlemeye çalıştıkları araştırmalarında 25°C'de 109 gün, 37°C'de 53 gün ve 45°C'de 9 gün olarak tespit etmişlerdir.

Süt reçellerinde lizin kaybı üzerinde yapılan bir çalışmada glukozlu karışımın üretimde kullanılması durumunda lizin kaybının, fruktozlu karışıma göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Farklı miktarlarda sukroz ilave edilerek üretilen süt reçellerinde (eklenen sukroz miktarı dikkate alınmaksızın) lizin kaybının yaklaşık %30 oranında olduğu belirlenmiştir [5].

Char ve ark. [6], süt reçellerinde *Eurotium chevalieri*'nin gelişimi üzerine pH, potasyum sorbat ve su aktivitesinin etkilerini araştırmak amacıyla ürettiği örneklerinde su aktivitesi 0.80, pH 5.5 ve 1000 ppm potasyum sorbat ilave edilmesi sonucunda en az 90 gün bu mikroorganizmanın gelişmesinin önlenemediğini saptamışlardır.

Laktoz hidrolizi ile kumluluk oluşumunu önlemek ve böylece süt reçeli örneklerinin raf ömrünün uzatmak amacıyla Giménez ve ark. [3], süt reçeli üretiminde laktozu hidrolize edilmiş süt kullanmışlardır. Ancak, bu teknolojik süreç ürünün duyuusal özelliklerinde (renk, doku ve lezzet) değişime neden olmuştur. Laktoz hidroliz oranlarındaki artış kabul edilebilirlik puanlarını

önemli ölçüde düşürmüş ve satış yüzdesinde de azalmaya sebep olmuştur. Maksimum laktoz hidroliz yüzdesi genel kabul edilebilirliği dikkate alınarak ve matematiksel modelleme (sağkalım analizi) (survival analysis) kullanılarak yapılan hesaplama sonucunda maksimum laktoz hidrolizi tahammül oranı yaklaşık %5 olarak tespit edilmiştir. Sodyum bikarbonat, maillard kahverengileşme reaksiyonları oranı üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, hidrolize süt ile süt reçeli imalatı esnasında düşük bikarbonat konsantrasyonları kullanımının düşük düzeyde maillard reaksiyonuna neden olacağı ve duyuşsal profilin bu nedenle daha az değişeceğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar süt reçeli yapımındaki duyuşsal değişikliklere neden olduğu için ideal üretim şartlarını bulmak için farklı araştırmalara ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir.

Hentges ve ark. [8], *Salmonella typhimurium*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 ve *Staphylococcus aureus*'u  $10^3$  ve  $10^1$  düzeyinde süt reçellerine inoküle ederek depolamanın 0, 1, 2, 3, 5, 10, 20 ve 30. günlerinde bu mikroorganizmaların hayatta kalma düzeylerini araştırmışlardır. Araştırmacılar 30 günlük depolama süresince *Salmonella typhimurium* ve *L. monocytogenes*'in her iki inokülasyon oranında süt reçellerinde canlılıklarını koruduklarını belirlemişlerdir. *E. coli* O157:H7 ve *S. aureus*' un ise  $10^3$  düzeyinde 30 günlük depolama süresince,  $10^1$  inokülasyon düzeyinde ise *E. coli* O157:H7 'nin 5. güne ve *S. aureus*'un ise 10. güne kadar canlılıklarını sürdürdüklerini tespit etmişlerdir.

Ferreira ve ark. [9], farklı oranlarda peynir altı suyu ve kahve ilave edilerek yapılan süt reçelleri ile ilgili bir çalışmada, %10 peynir suyu ve %1 kahve içeren örnek ile %30 peynir suyu ve %1 kahve içerenler duyuşsal analiz sonucunda en fazla beğenilen örnekler olarak belirlenmiştir.

Guimarães ve ark. [10], diyet süt reçel üretimi ile ilgili çalışmasında, ürünlerin briksi 71, nem içeriği %12.45-21.70, protein içeriği %9.87-12.51, yağ içeriği %0.5-1.0, kül içeriği %2.15-2.84 ve toplam şeker oranı %40.33-46.88 olarak tespit etmiştir. Araştırmacılar polidekstroz eklenmesinin süt reçelinin su aktivitesinin, nem içeriğinin ve diyet lifinin artışında, kül ve çözünebilir katı madde içeriğinin ise azalmasında etkili olduğunu gözlemlemişlerdir. Sukroz yerine kullanılan sukralozun oranındaki artış ile kül içeriği ve asitliğin arttığı saptanmıştır. Yüksek oranda diyet lifi içeriğinden dolayı sukralozun yanında polidekstrozun kullanılması ile süt reçellerinde istenen kıvama ulaşılabileceği belirtilmiştir. Polidekstrozun yüksek oranda kullanılması ve sukralozun düşük oranda kullanılması durumunda süt reçeli üretiminde yüksek verim elde edilebileceği tespit edilmiştir. Genel olarak, polidekstroz ve sukraloz kullanımının süt reçelinin kalitesini olumsuz etkilemediği ve süt reçelinin beslenme kalitesinin iyileştirilmesi için mükemmel bir alternatif olduğunu saptamışlardır.

Silva ve ark. [11], iki farklı nişasta ve iki farklı çözünebilir katı madde konsantrasyonunun süt reçeli üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmada süt reçellerinin briks değerini 66.7-69.5, nem oranını %30.12-33.74, protein oranını %6.9-7.2, yağ içeriğini %6.1-7.4, kül içeriğini %1.74-1.80 ve toplam şeker oranını %50.92-53.74

arasında tespit etmişlerdir. Amidogem 6790 kodlu esterifiye edilen cassava nişastası kullanılarak üretilen süt reçellerinin kabul edilebilirlik puanları, diğer örnekler göre (kontrol örneği, mısır nişastalı, mısır nişastalı ve cassava nişastası kombine kullanılarak üretilen örnekler) daha yüksek olarak belirlenmesine rağmen bu fark istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Renk analizi ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $C^*$ ) sonuçlarına göre örnekler arasındaki farkları istatistiki açıdan önemli olarak saptamışlardır. Tekstürel ve duyuşsal özellikler bakımından (renk özelliği hariç) örneklerarasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.

Ranalli ve ark. [13], piyasadan temin edilen farklı tipteki süt reçellerinin (geleneksel, konfeksiyonel, kalorisi düşürülmüş ve yağı azaltılmış) fizikokimyasal ve reolojik özelliklerini belirlemişlerdir. Süt reçellerinin protein içeriklerini %6.4-8.2, yağ içeriklerini %1.3-7.9, nem içeriklerini %31.5-48.8, briks değerlerini 59-78, pH değerlerini 5.70-6.15 ve  $a_w$  değerlerini ise 0.764-0.882 aralıklarında tespit etmişlerdir. Ürünlerin renk değerleri arasında da farklılık bulunduğu, Hunter L değerlerinin 36.4-50.4, a değerinin 6.56-9.07 ve b değerinin ise 16.9-26.1 arasında olduğu saptanmıştır. Ürünlerin psödoplastik davranış gösterdiğini ve viskozite değerleri azaldıkça kayma hızının arttığını tespit etmişlerdir.

Chacon-Villalobos ve ark. [14], inek sütü yerine belli oranlarda keçi sütü (%0, %25, %50, %75, %100) kullanılarak yapılan süt reçellerinin fiziksel ve duyuşsal özelliklerini incelemişlerdir. Ürünün yapımında keçi sütü kullanımı arttıkça, istenen konsistense ulaşmak için daha yüksek briks düzeyine ulaşılması gerektiği belirlenmiştir. Renk değerlerinde az da olsa değişiklik olduğu, kırmızılık ve sarılık değerlerinin depolama süresi arttıkça ve keçi sütü kullanım miktarı arttıkça arttığı saptanmıştır. Formülasyonda tamamıyla inek sütü kullanıldığı zaman sertlik, elastiklik ve yapışkanlık değerlerinin arttığı tespit edilmiştir.

Barbosa ve ark. [15], klasik ve %1.5 hindistan cevizi ilave edilerek üretilen iki farklı süt reçeli formülasyonu üzerinde 28.4-76.4°C sıcaklık aralığında termofiziksel ve reolojik özelliklerini belirlemişlerdir. Genel olarak hindistan cevizi ilave edilen örnekler ile edilmeyen örnekler arasında önemli olmayan farklılıklar gözlenmiştir. Örneklerin ısı kapasitesi değerleri 2633.2-3101.8 J/kg °C, termal kondüktivite (iletkenlik) 0.383-0.452 W/m °C, termal difüzyon değerleri  $1.082 \times 10^{-7}$ - $1.130 \times 10^{-7}$  m<sup>2</sup>/s, yoğunluk değeri 1310.7-1350.7 kg/m<sup>3</sup> arasında belirlenmiştir. İki farklı formülasyonla hazırlanan süt reçellerinin Bingham modeli kullanılarak newtonyen olmayan davranış gösterdiğini saptamışlardır. Akma gerilim değerlerini 17.6-27.3 Pa, plastik viskozite değerini ise 5.9-19.9 Pa.s arasında tespit etmişlerdir.

Gaze ve ark. [16], piyasadan temin edilen 7 farklı ticari markaya ait süt reçellerinin fizikokimyasal, optik ve enstrümental yöntemlerle özelliklerini belirlemeye çalışmışlardır. Süt reçellerinin pH değerini 6.14-6.37, nem içeriğini %17.49-29.67, protein içeriğini %2.10-7.12, yağ içeriğini %3.56-6.99 ve kül içeriğini %1.31-2.05 arasında saptamışlardır. Yapılan bu çalışmada 32 farklı aroma bileşeni ve sukrozunda laktoza ve glukozu

göre örneklerde daha fazla bulunduğu belirlenmiştir. Kalsiyum ve potasyum örneklerde en fazla bulunan mineraller olarak tespit edilmiştir.

Zimmermann ve ark. [7], ksantam gam ve peynir altı suyu proteini kullanılarak ve iki farklı formülasyona göre üretilen süt reçellerinin fizikokimyasal, duyu ve reolojik özelliklerini incelemiştir. Birinci ve ikinci formülasyonunun nem içerikleri sırasıyla %28.22-%35.89, karbonhidrat içerikleri %54.09-%45.57, yağ içerikleri %6.88-%7.26, kül içerikleri %1.94-%2.05, protein içerikleri %8.78-%9.23, kalori değerleri 313.34-284.00 kcal/100g ve verimi ise 29.43-28.91 olarak tespit edilmiştir. Kuvvet yasası ve Herschel-Buckley modelleri ürünlerin reolojik davranışlarını belirlemek için kullanılmıştır. Kayma incelenmesi davranışına göre newtonyen olmayan akış gösterdiği saptanmıştır. Sukroz içeriği %10 olan birinci formülasyonunun konsistens indeksinin ve görünür viskozite değerinin, sukroz içeriği düşürülmüş (%8 sukroz) formülasyona göre daha fazla olduğu saptanmıştır. Duyusal analiz sonucunda %8 oranında sukroz içeriğine sahip olan örnek daha yüksek puan almıştır.

## SONUÇ

Koyulaştırılmış bir süt ürünü olan süt reçeli Güney Amerika ülkelerinde yaygın olarak üretilen ve tüketilen bir üründür. Süte, şeker ve sodyum bikarbonat ilave edilerek gerçekleştirilen geleneksel üretime alternatif olan formülasyonlarda geliştirilmiştir. Genellikle inek sütü kullanılmasına rağmen, bazı ülkelerde keçi sütü kullanılarak da üretilmektedir. Üretim farklılıkları, ürün içine giren katkılarına, bunların eklenme oranlarına, üretim sırasında ilave edilme zamanlarına göre değişiklik göstermektedir. Sukroz yerine farklı tatlandırıcıların, fonksiyonel özellik kazandırmak için peynir altı suyu tozunun ve diyet süt reçeli üretimi için yağsız sütün kullanıldığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda ürün kompozisyonunun yanısıra reolojik ve duyu özellikleri de saptanmıştır. Bu konuda yapılan araştırma sonuçları incelendiğinde süt reçellerinin protein içeriğinin %2.10-12.51, yağ içeriğinin %0.5-7.9, nem içeriğinin %12.45-48.8, briks değerinin 59-78, pH değerinin 5.5-6.37 ve  $a_w$  değerinin de 0.764-0.882 arasında olduğu belirlenmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda süt reçellerinin mikrobiyolojik özellikleri, aroma bileşenleri ve kıvam artırıcı maddelerin ürün üzerine etkileri de incelenmiştir.

## KAYNAKLAR

- [1] Tekinşen, O.C., 2000. Süt Ürünleri Teknolojisi. Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- [2] Oliveira, M.N., Penna, A.L.B., Garcia-Nevarez, H., 2009. Dairy Powders and Concentrated Products. Production of evaporated milk, sweetened condensed milk and 'Dulce de Leche', Edited by A. Y. Tamime, Wiley&Blackwell, Chichester, U.K., 149-179p.
- [3] Giménez, A., Ares, G., Gámbaro, A., 2008. Consumer reaction to changes in sensory profile of dulce de leche due to lactose hydrolysis. *International Dairy Journal* 18: 951-955.
- [4] Malec, L.S., Llosa, R.A., Vigo, M.S., 1999. Sugar formulation effect on available lysine content of

- dulce de leche. *Journal of Dairy Research* 66: 335-339.
- [5] Malec, L.S., Llosa, R.A., Naranjo, G.B., Vigo, M.S., 2005. Loss of available lysine during processing of different dulce de leche formulations. *International Journal of Dairy Technology* 58(3): 164-168.
- [6] Char, C.D., Guerrero, S.N., Alzamora, S.M., 2007. Growth of *Eurotium chevalieri* in milk jam: influence of pH, potassium sorbate and water activity. *Journal of Food Safety* 27: 1-6.
- [7] Zimmermann, J.V., Gris, E.F., Chaves, E.S., Prudêncio, E.S., Barreto, P.L.M., Amboni, R.D.M., Luiz, M.B., 2007. Physicochemical, sensorial and rheological properties of doce de leite with xanthan gum and whey protein concentrate, *Publication of Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)* 13: 53-59.
- [8] Hentges, D., Silva, D.T., Priscila, A.D., Conceição, R.C.S., Zonta, M.N., Timm, C.D., 2010. Pathogenic microorganism survival in dulce de leche. *Food Control* 21: 1291-1293.
- [9] Ferreira, L.O., Pimenta, C.J., Pinheiro, A.C.M., Pereira, P.A.P., Santos, G., 2011. Sensory evaluation of 'dulce de leche' with coffee and whey using different affective data analysis methods. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas* 31(4): 998-1005.
- [10] Guimarães, Í.C.O., Rocha Leão, M.H.M., Pimenta, C.J., Oliveira-Ferreira, L., Ferreira, E.B., 2012. Development and description of light functional dulce de leche with coffee. *Ciência e Agroecologia* 36: 195-203.
- [11] Silva, F.L., Ferreira, H.A.L., Souza, A.B., Almeida, D.F., Stephani, R., Pirozi, M.R., Carvalho, A.F., Perrone, I.T., 2015. Production of dulce de leche: The effect of starch addition. *LWT-Food Science and Technology* 62(1): 417-423.
- [12] Garitta, L., Hough, G., Sanchez, R., 2004. Sensory shelf life of dulce de leche. *Journal of Dairy Science* 87(6): 1601-1607.
- [13] Ranalli, N., Andres, S.C., Califano, A.N., 2012. Physicochemical and rheological characterization of 'dulce de leche'. *Journal of Texture Studies* 43: 115-123.
- [14] Chacon-Villalobos, A., Pineda-Castro, M.L., Mendez-Rojas, S.G., 2013. Effect of different proportions of goat milk and cow's milk on the physical and sensory characteristics of "dulce de leche". *Agronomía Mesoamericana* 24(1): 149-167.
- [15] Barbosa, V.C., Garcia-Rojas, E.E., Coimbra, J.S.R., Cipriano, P.A., Oliveira, E.B., Telis-Romero, J., 2013. Thermophysical and rheological properties of dulce de leche with and without coco nut flakes as a function of temperature. *Food Science and Technology* 33(1): 93-98.
- [16] Gaze, L.V., Costa, M.P., Monteiro, M.L.G., Lavorato, J.A.A., Conte Júnior, C.A., Raices, R.S.L., Cruz, A.G., Freitas, M.Q., 2015. Dulce de Leche, a typical product of Latin America: characterisation by physicochemical, optical and instrumental methods. *Food Chemistry* 169: 471-477.