

FARKLI ŞEKER ORANLARININ SÜT REÇELİNİN KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Ceren Akal**, İlkay Buran¹, Rabia Albayrak Delialioğlu², Atila Yetişemiyen¹

¹Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Ankara, Türkiye

²Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyometri ve Genetik Bölümü, Ankara, Türkiye

Geliş / Received: 21.06.2018; Kabul / Accepted: 29.09.2018; Online baskı / Published online: 24.10.2018

Akal, C., Buran, İ., Albayrak Delialioğlu, R., Yetişemiyen, A. (2018). Farklı şeker oranlarının süt reçelinin kalite özellikleri üzerine etkisi. *GIDA* (2018) 43 (5) 865-875 doi: 10.15237/gida.GD18067

Akal, C., Buran, İ., Albayrak Delialioğlu, R., Yetişemiyen, A. (2018). The effect of different sugar ratio on the quality properties of milk jam. GIDA (2018) 43 (5) 865-875 doi: 10.15237/gida.GD18067

ÖZ

Bu çalışmada inek sütüne farklı düzeyde (%10, %15 ve %20) şeker ilave edilerek üretilen süt reçelinin bazı nitelikleri araştırılmıştır. Süt reçeli üretimiyle sütün besleyici özelliği artırılmış ve bu ürünün özelliklerini ortaya koymak amaçlanmıştır. Süt reçeli örneklerinde depolamanın 1., 8. ve 15. günlerinde nem (%), kül içeriği (%), sakkaroz ve toplam şeker değerleri (%), HMF değeri (µg/L), yağ içeriği (%), titrasyon asitliği (°SH), pH değeri, protein içeriği (%), kıvam indeksi (Pa.s), akış davranış indeksi, renk değerleri ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. Alınan sonuçlara göre şeker oranı arttıkça nem (%), kül içeriği (%), HMF değeri (µg/L), yağ içeriği (%), titrasyon asitliği (°SH), protein içeriği (%), kıvam indeksi ile a ve b renk değerlerinin azaldığı; diğer taraftan sakkaroz ve toplam şeker değerlerinin (%) arttığı tespit edilmiştir. Duyuşal parametreler açısından bakıldığında ise %15 şeker içeren süt reçeli örneği en yüksek puanları almıştır.

Anahtar kelimeler: Süt reçeli, fizikokimyasal özellikler, reolojik özellikler, duyuşal analiz

THE EFFECT OF DIFFERENT SUGAR RATIO ON THE QUALITY PROPERTIES OF MILK JAM

ABSTRACT

In this study, milk jam was produced from cow milk by the addition of different levels of sugar (10%, 15% and 20%). By the production of milk jam the nutritional properties of milk has been increased and characteristics of this product is aimed to be determined. Water (%), ash (%), sucrose and total sugar (%), HMF(µg/L), fat (%), titratable acidity(°SH), protein contents(%), consistency index(Pa.s), flow behavior index, values of color and the sensory properties of the samples were determined on the 1st, 8th and 15th days of the storage period. According to the results; as the rate of sugar increased, water(%), ash(%), HMF(µg/L), fat(%), titratable acidity(°SH), protein(%), consistency index, and the values of a and b of color reduced. However, the value of sucrose and total sugar also increased. Regarding to the sensory evaluation; milk jam sample that contained sugar in a ratio of 15% had the highest results.

Keywords: Milk jam, physiochemical properties, rheological properties, sensory analyses

* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ akal@ankara.edu.tr,

☎(+90) 312 596 1350

☎(+90) 312 318 2219

GİRİŞ

Süt, bir canlının hayatta kalması ve gelişmesi için ihtiyaç duyduğu besin maddelerinin çoğunu yeterli miktarlarda içeren bir gıda maddesidir. Özellikle çocuk ve bebek beslenmesinde yüksek protein ve kalsiyum içeriğinden dolayı önemli bir yere sahiptir. Sütün bu özelliklerini daha uzun süre kullanmak veya bazı özelliklerini geliştirmek için farklı teknikler kullanılarak yeni ürünler üretilmektedir.

Koyulaştırılarak besin değeri artırılmış bir süt ürünü olan süt reçeli İspanya, Meksika, Arjantin, Uruguay, Güney Amerika, Brezilya, Paraguay, Şili ve Bolivya başta olmak üzere birçok ülkede yaygın olarak tüketilmektedir (Oliveria vd., 2009; Gaze vd., 2015a; Ramirez-Sucre ve Velez-Ruiz, 2011; Chacon-Villalobos vd., 2013; Zarpelon, 2016). Süt reçeli farklı ülkelerde “dulce de leche”, “duke de leche”, “arequipe”, “manjar blanco”, “doce de leite” ve “caramel jam” (karamel reçeli) gibi isimlerle de anılmaktadır (Ranalli vd., 2012).

Süt reçeli üretimi, sütün ısı uygulayarak suyunun uzaklaştırılması ve şeker (glukoz ve sakkaroz) ilave edilmesi esasına dayanmaktadır (Garitta vd., 2004). Elde edilen ürün, kremden kahverengiye değişebilen renklerde, homojen ve akıcı kıvamda tatlı bir süt ürünüdür. Standart bir üretim yöntemi olmadığı için süt reçeli kullanım amacına göre istenen renk ve kıvamda elde edilebilmektedir. Pastacılık, dondurma üretimi ve şekerleme sanayinde ara ürün olarak kullanılabilen süt reçeli, doğrudan da tüketilebilmektedir.

Standart bir üretim yöntemi olmamakla birlikte genel olarak süt reçeli; %20-30 oranında şeker ilave edilen sütün %50-80 kurumadde değerine kadar vakum altında evaporasyonu veya atmosfer basıncında kaynatılmasıyla üretilmektedir. Süt proteinleri ile indirgen şekerin ısı altında etkileşimi ile meydana gelen Maillard reaksiyonunun yoğunluğu ve karamelizasyon derecesi son ürünün rengini belirlemektedir. Bu reaksiyonu teşvik etmek amacıyla üretimde sodyum bikarbonat (NaHCO₃) kullanılabilir (Tuna ve Arslan, 2016). Aynı zamanda sodyum bikarbonat, asidik bileşen miktarının artması sonucunda oluşabilecek topaklaşmayı da engellemektedir (Gaze vd., 2015b; Rovedo vd., 1991).

Süt reçeli üzerine yapılan araştırmalarda ürün üretiminde kahve (Ferreira vd., 2012), hindistan cevizi (Barbaso vd., 2013), vanilya (Oliveira vd., 2009) gibi farklı aroma maddeleri, modifiye nişasta (Hough, 1990; da Silva vd., 2015) veya farklı şeker kaynakları kullanımının (Malec vd., 2005; Zimmermann vd., 2007) süt reçelinin özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

Bu çalışmada ise; süt reçeli üretiminde, 15 günlük depolama süresince şeker oranının ürün kalite özellikleri üzerine etkisini ortaya koymak amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırmada hammadde olarak kullanılan süt, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Eğitim-Araştırma ve Uygulama İşletmesi'nden temin edilmiştir.

Çalışma kapsamında kullanılan ticari olarak üretilen şeker (sakkaroz) ise yerel bir marketten temin edilmiştir.

Süt Reçeli Üretimi

İnek sütüne ilave edilecek şeker (sakkaroz) miktarını belirlemek amacıyla gerçekleştirilen ön denemelerde; 10 litre süte 1 kg, 1.5 kg ve 2 kg şeker ilave edilerek süt reçeli üretilmesine karar verilmiştir.

Süt reçeli üretimi aşağıdaki şekilde yapılmıştır:

Sıcaklığı 50°C getirilen çiğ inek sütü (%12.83 kurumadde, %3.45 protein, %3.65 yağ, 6.76 pH değeri, 7.95 °SH titrasyon asitliği) 3 ayrı kaba alınarak %10 (A örneği), %15 (B örneği) ve %20 (C örneği) oranlarında şeker ilave edilmiştir. Sıcaklığı 65°C'ye getirilen süt ve şeker 10000 devir/dk hızla 5 dk ultraturrax (T45, Janke & Kunkel GMBH Co., Germany) ile homojenize edilmiş olup daha sonrasında karıştırılarak yaklaşık 1 saat süreyle kaynatılmıştır. Literatür bilgilerine göre (Tuna ve Arslan, 2016; Navarro vd., 1999; Hough vd., 1990; Ranalli vd., 2017) süt reçelinin %30 nem içeriğinde olması gerekçesiyle her bir örneğin kurumadde içeriği yaklaşık %70

oranına ulaşınca kadar kaynatma işlemi uygulanmıştır. Kurumadde kontrolü Abbe refraktometresi (WYA-2W ABBE Refractometer) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Daha sonra süt reçeli sıcakken kaplara dolumu yapılarak soğuk su içinde soğutulup oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir.

Bu araştırma kapsamında üretilen süt reçeli örneklerinin 2 tekerrürlü olarak üretimleri yapılmış olup 15 gün süre ile oda sıcaklığında depolanmıştır. Depolamanın 1., 8. ve 15. günlerinde örneklere ait bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikler ortaya konmuştur.

Yapılan Analizler

Çiğ sütte gravimetrik yöntem ile toplam kurumadde değerleri (Anonymous, 2002), Gerber yöntemiyle yağ içerikleri (Anonymous, 1990), titrasyon asitliği değerleri (Anonymous, 2002) ve Kjeldahl yöntemiyle toplam azot değerleri (Gripon vd., 1975) belirlenmiştir.

Süt reçeli örneklerinin toplam kurumadde değerleri gravimetrik yöntem ile (Anonymous, 2002), yağ içerikleri Modifiye Gerber yöntemiyle (Yetişemiyen vd., 1998), titrasyon asitliği değerleri (Anonymous, 2002), toplam azot değerleri Kjeldahl yöntemiyle (Gripon vd., 1975) ve kül değerleri gravimetrik yöntem ile (Kurt vd., 1993) belirlenmiştir. Örneklerin pH değerleri birleşik elektrotlu dijital pH-metre (Mettler Toledo MP 225) kullanılarak ölçülmüştür. HMF (hidroksimetilfurfural) tayininde, karbonhidratların ısıtılması ile oluşan hidroksimetilfurfural, paratoluidin ve barbitürik asit ile reaksiyona sokularak oluşan renkli çözeltinin absorbansı spektrofotometrik olarak ölçülerek buradan hidroksimetilfurfural miktarı belirlenmiştir. Karbonhidratların indirgen özelliğinden yararlanılarak toplam şeker ve sakkaroz tayini gerçekleştirilmiştir (Yetişemiyen vd., 1998).

Süt reçeli örneklerinin reolojik özellikleri, Kinexus Pro+ model reometre (Malvern, Worcestershire, UK) ile belirlenmiştir. Karıştırılarak homojen hale getirilen süt reçeli örneklerinin reolojik ölçümleri 5°C sıcaklıkta ve 0.10-300 s⁻¹ kayma hızı aralığında; 4° açılı konik prob ile

gerçekleştirilmiştir. Değişen 36 adet kayma hızında kayma gerilimi ve viskozite değerleri ölçülmüştür. Elde edilen veriler Power Law model akış davranışı modeli ile akış indeksi "n" fonksiyonuyla, kıvam indeksi ise "K" fonksiyonuyla tanımlanarak tespit edilmiştir.

Renk; CIE (Commission Internationale de l'Eclairage-Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) renk alanında Time TCR 200 marka renk ölçüm cihazı ile L (aydınlık değeri), a (kırmızı-yeşillik değeri), b (sarı-mavilik) değerleri şeklinde belirlenmiştir. Duyusal analizler ise, duyuşal değerlendirme konusunda yalnızca temel eğitim almış 7 yarı eğitilmiş panelistin katılımıyla tüketim sıcaklığı 22°C'de sunulan örnekler için puanlama testi kullanılarak yapılmıştır (Bodyfelt, 1988).

Sonuçların istatistiksel değerlendirilmesinde tesadüf blokları deneme planına göre varyans analizleri gerçekleştirilmiş, farklı grupların belirlenmesi için Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çiğ süütün titrasyon asitliği, yağ, protein ve toplam kurumadde değerlerinin, Türk Gıda Kodeksi'nin 2000/6 numaralı "Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği"ne uygun olduğu belirlenmiştir.

Örneklerde pH değeri ve titrasyon asitliği değerleri standart hataları ile birlikte Çizelge 1'de verilmiştir.

Uygulanan ısıl işlem nedeniyle mikroorganizma yükü elimine edildiğinden depolama süresince asitlik gelişimi olmamıştır. İstatistiki değerlendirmede pH değerleri açısından örnek ve depolama günleri arasındaki interaksyonun önemli olduğu tespit edilmiş ($P < 0.05$) ve farklılıklar Çizelge 1'deki değerler üzerinde verilmiştir. Örneklerin depolama süresince pH değerlerinin arttığı gözlenmiştir. Bunun durumun, koyulaştırılmış ürünlerde pH değerinin artmasına neden olan, koloidal kalsiyum fosfatın çözünmesine bağlı olarak kalsiyum ve fosfatın doymamış hale gelmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Patel vd., 1996).

Çizelge 1. Süt reçeli örneklerinin pH-değeri ve titrasyon asitliği (°SH) değerleri (n=2)
 Table 1. pH and titratable acidity (°SH) values of milk jam samples (n=2)

Örnek ¹	pH değeri pH value				Titrasyon asitliği (°SH) Titratable acidity (°SH)			
	1. Gün Day 1	8. Gün Day 8	15. Gün Day 15	Ortalama Average	1. Gün Day 1	8. Gün Day 8	15. Gün Day 15	Ortalama Average
A	6.13±0.02 ^{Ab}	6.15±0.00 ^{Ab}	6.17±0.03 ^{Ab}	6.15±0.01	25.50±0.10	24.15±0.15	23.13±0.82	24.26±0.49 ^a
B	6.10±0.00 ^{Cb}	6.20±0.00 ^{Bab}	6.28±0.01 ^{Aa}	6.19±0.03	20.05±0.76	18.40±0.00	19.16±1.60	19.20±0.55 ^{ab}
C	6.18±0.01 ^{Ba}	6.22±0.01 ^{ABa}	6.23±0.01 ^{Aa}	6.21±0.01	17.12±0.45	14.60±0.20	15.05±0.71	15.59±0.54 ^b
Ortalama Average	6.14±0.02	6.19±0.01	6.22±0.02		20.89±1.57 ^A	19.05±1.76 ^B	19.12±1.56 ^B	

¹:A: Süte %10 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği

B: Süte %15 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği

C: Süte %20 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği

¹:A: Milk jam sample that produced by adding 10% sugar to milk

B: Milk jam sample that produced by adding 15% sugar to milk

C: Milk jam sample that produced by adding 20% sugar to milk

Aynı satırdaki farklı büyük harfler depolama günleri arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$). Aynı sütündeki farklı küçük harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$)

Different capital letters in the same row refers to statistically significant difference between storage days ($P < 0.05$). Different small letters in the same column refers to statistically significant difference between samples ($P < 0.05$).

Süt reçeli örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinde, pH değeri sonuçlarının aksine depolama süresince azalma gözlenmiştir. İlave edilen şeker miktarının iki katına çıkartılmasıyla asitlik değerleri azalmıştır. Yapılan istatistiki değerlendirmede titrasyon asitliği değerleri bakımından örnekler ve depolama günleri arasındaki interaksiyon önemli bulunmamış ($P > 0.05$) ancak örnekler ve depolama günleri arasındaki farklılık ayrı ayrı önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Elde edilen sonuca göre A ve C örneklerinin titrasyon asitliği değerleri arasındaki farklılığın önemli olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.05$). Örneklerin depolamanın 8. gününde elde edilen titrasyon asitliği değerleri depolamanın 1. gününe göre önemli derecede azalma göstermiştir ($P < 0.05$). Depolamanın 8. ve 15. günlerinde tespit edilen titrasyon asitliği değerleri arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).

Süt reçeli örneklerinin nem ve kül değerleri standart hataları ile birlikte Çizelge 2'de verilmiştir. Su dışındaki tüm bileşenleri kapsayan

kurumadde değerinin artması; protein, kül, yağ ve toplam şeker miktarlarının dolayısıyla da besleyici özelliklerinin artması anlamına gelmektedir. En düşük şeker oranına sahip A örneklerinde nem değeri depolama süresince azalmıştır. Şeker oranı daha yüksek olan B ve C örneklerinde ise nem değeri depolamanın 8. gününde azalmış ve depolamanın 15. gününde artış göstermiştir (Çizelge 2). Bu durumun; belirli şeker konsantrasyonuna ulaşıldığında şeker-su arasında oluşan hidrojen bağları nedeniyle şekerin suyu bağlamasından (Giangiacomo, 2006) kaynaklandığı düşünülmektedir.

A ve B örnekleri ile B ve C örneklerinin nem içerikleri arasındaki farklılık önemli değil iken ($P > 0.05$) A ve C örneklerinin nem içerikleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Tüm örneklerin nem içerikleri depolamanın 8. gününde önemli bir azalma göstermiş ($P < 0.05$) 15. günde ise önemsiz miktarda azalmıştır ($P > 0.05$).

Çizelge 2. Süt reçeli örneklerinin nem ve kül (%) değerleri (n=2)
 Table 2. Water content and ash (%) values of milk jam samples (n=2)

Örnek ¹	Nem değeri (%) Water content value (%)				Kül değeri (%) Ash content (%)			
	1. Gün Day 1	8. Gün Day 8	15. Gün Day 15	Ortalama Average	1. Gün Day 1	8. Gün Day 8	15. Gün Day 15	Ortalama Average
A	34.68±1.55	24.77±0.35	23.37±0.84	27.61±2.30 ^a	1.97±0.04 ^{Ba}	2.58±0.01 ^{Aa}	2.03±0.02 ^{Ba}	2.19 ±0.12
B	27.27±1.16	20.09±2.68	20.60±1.37	22.65±1.68 ^{ab}	1.70±0.06 ^{Bb}	2.27±0.06 ^{Ab}	1.63±0.03 ^{Bb}	1.87±0.13
C	21.75±1.27	14.29±1.00	15.73±0.14	17.26±1.51 ^b	1.50±0.02 ^{Bb}	1.73±0.05 ^{Ac}	1.40±0.09 ^{Bc}	1.54±0.07
Ortalama Average	27.90±2.44 ^A	19.72±2.06 ^B	19.90±1.47 ^B		1.72±0.09	2.19±0.16	1.69±0.12	

¹:A: Süte %10 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği
 B: Süte %15 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği
 C: Süte %20 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği

¹:A: Milk jam sample that produced by adding 10% sugar to milk
 B: Milk jam sample that produced by adding 15% sugar to milk
 C: Milk jam sample that produced by adding 20% sugar to milk

Aynı satırdaki farklı büyük harfler depolama günleri arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$). Aynı sütündeki farklı küçük harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$)

Different capital letters in the same row refers to statistically significant difference between storage days ($P < 0.05$). Different small letters in the same column refers to statistically significant difference between samples ($P < 0.05$).

Süt reçelinde kül miktarının yaklaşık %2 olduğu bilinmektedir (Tuna ve Arslan, 2016). Farklı şeker oranlarına sahip süt reçelinin üretildiği bu çalışmada da kül miktarlarının %1.40-2.58 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Süt reçeli üretiminde yüksek miktarda şeker ilavesinin kül miktarını nispi olarak azalttığı belirlenmiştir. Süt reçeli örneklerinin kül değerleri açısından depolama günleri ve örnekler arasındaki interaksiyon önemli bulunmuştur ($P < 0.05$).

Süt reçeli örneklerinin yağ ve protein değerleri standart hataları ile birlikte Çizelge 3'te verilmiştir.

Süt reçeli örneklerinin protein değerlerinin istatistiki değerlendirmesinde depolama günleri ve örnekler arasındaki interaksiyon önemli bulunmuş ($P < 0.05$) ve farklılıklar Çizelge 3'te değerler üzerinde verilmiştir. Örneklerin protein değerleri, depolamanın 8. gününe kadar artmış, 15. günde ise azalmıştır. Elde edilen protein sonuçlarının kurumadde değerleriyle paralel olduğu gözlenmiştir.

Yağ değerleri açısından B ve C örnekleri birbirine yakın sonuç verirken ($P > 0.05$) A örneğinin yağ içeriği daha fazladır ($P < 0.05$). Örneklerin depolama süresince yağ içerikleri sadece

depolamanın 15. gününde önemli artış göstermiştir ($P < 0.05$).

Süt reçeli örneklerinin renk değerleri (L, a ve b) standart hataları ile birlikte Çizelge 4'te verilmiştir.

Örneklerin parlaklığını gösteren L değerleri arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$), ancak depolamanın 15. gününde L, a ve b değerleri depolamanın 8. gününe göre önemli derecede daha az bulunmuştur ($P < 0.05$). Kırmızı-yeşil renk özelliğini gösteren a değerleri açısından bakıldığında ise tüm örnekler arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Renk değerlerinden a değerinin azalması kırmızılığın azaldığını göstermektedir. C örneğinin a değeri önemli derecede diğer örneklerden düşük bulunmuş, bir diğer ifadeyle C örneği diğer örneklerden daha az kırmızı bulunmuştur ($P < 0.05$). Örneklerin b değerleri de birbirinden farklı bulunmuştur ($P < 0.05$). Artışı sarılığın, azalışı maviliğin simgesi olan b değerinin A örneğinde en yüksek; C örneğinde ise en düşük olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen renk değerleri; ısı katalizörlüğündeki protein-şeker interaksiyonu sonucu oluşan HMF değerleriyle (Çizelge 6) paralellik göstermiştir. En yüksek

HMF değerine sahip olan A örneğinin yine en yüksek kırmızı (a) ve sarı (b) değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Süt reçeli örneklerinin protein ve yağ (%) değerleri (n=2)
Table 3. Protein and fat (%) values of milk jam samples (n=2)

Örnek ¹	Protein değeri (%) Protein value (%)				Yağ değeri (%) Fat value (%)			
	1. Gün Day 1	8. Gün Day 8	15. Gün Day 15	Ortalama Average	1. Gün Day 1	8. Gün Day 8	15. Gün Day 15	Ortalama Average
A	10.56±0.04 ^{Aa}	10.82±0.09 ^{Aa}	10.15±0.10 ^{Aa}	10.51±0.13	5.30±0.30	5.20±0.20	5.63±0.18	5.37±0.13 ^a
B	9.87±0.17 ^{Bb}	10.87±0.12 ^{Aa}	8.69±0.13 ^{Cb}	9.81±0.40	3.10±0.00	3.15±0.05	3.60±0.10	3.28±0.11 ^b
C	7.51±0.47 ^{Ac}	8.15±0.11 ^{Ab}	7.82±0.17 ^{Ac}	7.83±0.18	2.60±0.10	2.85±0.25	3.25±0.25	2.90±0.15 ^b
Ortalama Average	9.31±0.60	9.95±0.57	8.89±0.43		3.67±0.53 ^B	3.73±0.47 ^B	4.16±0.48 ^A	

¹:A: Süte %10 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği

B: Süte %15 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği

C: Süte %20 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği

¹:A: Milk jam sample that produced by adding 10% sugar to milk

B: Milk jam sample that produced by adding 15% sugar to milk

C: Milk jam sample that produced by adding 20% sugar to milk

Aynı satırdaki farklı büyük harfler depolama günleri arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$). Aynı sütündeki farklı küçük harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$).

Different capital letters in the same row refers to statistically significant difference between storage days ($P < 0.05$). Different small letters in the same column refers to statistically significant difference between samples ($P < 0.05$).

Çizelge 4. Süt reçeli örneklerinin renk değerleri (n=2)
Table 4. Colour values of milk jam samples (n=2)

Örnek ¹	L				a				b			
	1. Gün Day 1	8. Gün Day 8	15. Gün Day 15	Ort. Average	1. Gün Day 1	8. Gün Day 8	15. Gün Day 15	Ortalama Average	1. Gün Day 1	8. Gün Day 8	15. Gün Day 15	Ortalama Average
A	86.3±0.8	87.9±2.0	84.5±1.0	86.2±0.9	5.4±0.10	5.6±0.26	5.9±0.07	5.6±0.12 ^a	27.0±0.37	31.0±1.49	34.2±2.61	30.8±1.54 ^a
B	88.7±0.6	90.5±0.0	89.2±0.6	89.5±0.4	4.0±0.37	4.2±0.30	4.8±0.16	4.3±0.20 ^b	19.6±0.35	25.0±0.80	26.4±0.51	23.7±1.33 ^b
C	89.2±0.8	90.2±0.8	88.8±0.5	89.4±0.4	2.4±0.23	2.8±0.13	3.5±0.39	2.9±0.24 ^c	15.5±0.40	17.9±1.02	24.4±1.28	19.3±1.73 ^b
Ort. Average	88.1±0.6 ^{AB}	89.5±0.8 ^A	87.5±1.0 ^B		3.9±0.56 ^B	4.2±0.53 ^B	4.7±0.45 ^A		20.7±2.13 ^B	24.6±02.45 ^{AB}	28.3±2.05 ^A	

¹:A: Süte %10 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği

B: Süte %15 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği

C: Süte %20 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği

¹:A: Milk jam sample that produced by adding 10% sugar to milk

B: Milk jam sample that produced by adding 15% sugar to milk

C: Milk jam sample that produced by adding 20% sugar to milk

Aynı satırdaki farklı büyük harfler depolama günleri arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$). Aynı sütündeki farklı küçük harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$).

Different capital letters in the same row refers to statistically significant difference between storage days ($P < 0.05$). Different small letters in the same column refers to statistically significant difference between samples ($P < 0.05$).

Süt reçeli örneklerinin toplam şeker ve sakkaroz (%) değerleri standart hataları ile birlikte Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Süt reçeli örneklerinin sakkaroz ve toplam şeker (%) değerleri (n=2)
Table 5. Sucrose and total sugar values (%) of milk jam samples (n=2)

Örnek ¹	Sakkaroz değeri (%) Sucrose value (%)				Toplam şeker değeri (%) Total sugar value (%)			
	1. Gün Day 1	8. Gün Day 8	15. Gün Day 15	Ortalama Average	1. Gün Day 1	8. Gün Day 8	15. Gün Day 15	Ortalama Average
A	35.79 ±0.41	46.86±1.50	46.29±1.20	42.98±2.33 ^c	45.36±1.81	56.65±0.65	56.65±0.65.	52.88±2.44 ^b
B	46.16±0.28	52.92±1.58	54.77±0.63	51.28±1.71 ^b	56.53±0.83	63.94±2.42	64.94±1.58	61.80±1.85 ^{ab}
C	55.69±2.96	62.01±1.05	62.10±0.78	59.93±1.58 ^a	66.00±2.30	72.34±0.80	72.34±0.80	70.23±1.49 ^a
Ortalama Average	45.88±3.72 ^B	53.93±2.85 ^A	54.39±2.92 ^A		55.96±3.85 ^B	64.31±2.95 ^A	64.64±2.91 ^A	

¹:A: Süte %10 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği
B: Süte %15 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği
C: Süte %20 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği

¹:A: Milk jam sample that produced by adding 10% sugar to milk
B: Milk jam sample that produced by adding 15% sugar to milk
C: Milk jam sample that produced by adding 20% sugar to milk

Aynı satırdaki farklı büyük harfler depolama günleri arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$). Aynı sütündeki farklı küçük harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$)

Different capital letters in the same row refers to statistically significant difference between storage days ($P < 0.05$). Different small letters in the same column refers to statistically significant difference between samples ($P < 0.05$).

Uygulanan yöntemle, önce sakkaroz invert şekerle dönüştürülmüş, sonra elde edilen invert şekerin indirgen özelliğinden yararlanılarak toplam şeker miktarı hesaplanmıştır. Sakkaroz değeri örneklerin ilave edilen şeker miktarına bağlı olarak birbirinden farklı sonuçlar göstermiştir. Tüm örneklerin sakkaroz değerleri arasındaki farklılık doğal olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). %10 şeker ilave edilen A örneği ile %20 şeker ilave edilen C örneğinin toplam şeker değerleri arasındaki farklılık da önemli bulunmuştur ($P < 0.05$).

Sakkaroz ve toplam şeker açısından depolama günleri arasındaki farklılık da nem içeriğine paralel olacak şekilde depolamanın 8. gününde önemli artış göstermiş ($P < 0.05$), ancak depolamanın 15. gününde daha az miktarda artış göstermiştir ($P > 0.05$).

Süt reçeli örneklerinin HMF değerleri ($\mu\text{g/L}$) standart hataları ile birlikte Çizelge 6'da verilmiştir.

Gıdalarda enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonu olarak bilinen Maillard reaksiyonu ısı ile protein ve şekerin interaksiyonu esasına dayanmaktadır (Burdurlu ve Karadeniz, 2002). İçme sütlerinde gerçekleşmesi istenmeyen Maillard reaksiyonu, süt reçelinde karakteristik renk ve aroma oluşumu için istenmektedir. HMF, Maillard reaksiyonu sırasında oluşan bir ara üründür ve uygulanan ısı işlemin yoğunluğunu göstermektedir (van Boekel, 1998). Süt reçeli örneklerinin HMF sonuçlarının istatistiki değerlendirmesinde depolama günleri ve örnekler arasındaki interaksiyon önemli bulunmuş ($P < 0.05$) ve farklılıklar Çizelge 6'da değerler üzerinde verilmiştir. Örneklerin HMF değerlerinin şeker miktarından bağımsız bir değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Tüm örneklerin HMF değerlerinin depolamanın 8. gününde önemsiz derecede azalma; 15. gününde önemli derecede artış gösterdiği ortaya konmuştur ($P < 0.05$). Gıdalarda su aktivitesinin ve dolayısıyla su miktarının artmasının HMF miktarını artırdığı

bilinmektedir. HMF değerinin depolamanın 8. gününde azalmasının hem nem miktarının azalmasından hem de HMF'nin parçalanarak

diasetil, asetik asit ve laktik asit gibi bileşenlere dönüşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Köksel, 2007).

Çizelge 6. Süt reçeli örneklerinin HMF ($\mu\text{g/L}$) değerleri ($n=2$)
Table 6. HMF values ($\mu\text{g/L}$) of milk jam samples ($n=2$)

Örnek ¹	HMF ($\mu\text{g/L}$)			Ortalama Average
	1. Gün Day 1	8. Gün Day 8	15. Gün Day 15	
A	96.64 \pm 4.07 ^{Ba}	85.88 \pm 0.60 ^{Ba}	250.87 \pm 1.41 ^{Aa}	144.5 \pm 33.7
B	80.82 \pm 1.78 ^{Bb}	75.97 \pm 1.11 ^{Ba}	175.96 \pm 1.66 ^{Ab}	110.9 \pm 20.6
C	85.51 \pm 4.04 ^{Bb}	75.80 \pm 0.31 ^{Ba}	167.49 \pm 1.59 ^{Ab}	109.6 \pm 18.4
Ortalama Average	87.66 \pm 3.35	79.22 \pm 2.13	198.10 \pm 16.80	

¹:A: Süte %10 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği
B: Süte %15 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği
C: Süte %20 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği

¹:A: Milk jam sample that produced by adding 10% sugar to milk
B: Milk jam sample that produced by adding 15% sugar to milk
C: Milk jam sample that produced by adding 20% sugar to milk

Aynı satırdaki farklı büyük harfler depolama günleri arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$). Aynı sütündeki farklı küçük harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$)

Different capital letters in the same row refers to statistically significant difference between storage days ($P < 0.05$). Different small letters in the same column refers to statistically significant difference between samples ($P < 0.05$).

Ayrıca örneklerin kırmızılık değerinin (a değeri) artmasıyla HMF değerinin de arttığı görülmüştür. UHT sütlerde HMF tayini yapılan bir çalışmada da benzer şekilde kırmızılık ve HMF değerleri arasında pozitif bir ilişki olduğu belirtilmiştir (Urgu vd., 2017).

Süt reçeli örneklerinin kıvam indeksi ve akış davranış indeksi değerleri standart hataları ile birlikte Çizelge 7'de verilmiştir.

Newtonian akış göstermeyen akışkanlarda kayma hızının değişimine bağlı olarak kayma geriliminin değişmesinden dolayı viskozite değeri belirlenmemektedir. Bunun yerine kıvam indeksi değeri (K) örneklerin kayma hızı-kayma gerilimi ilişkisini ortaya koyması açısından kullanılabilir.

Hem kıvam indeksi hem de akış davranış indeksi açısından depolama günleri ve örnekler arasındaki interaksyon önemli bulunmuştur ($P < 0.05$).

Kıvam indeksi değerlerine bakıldığında depolamanın 1. gününde şeker oranı arttıkça K değerinin azaldığı ancak depolamanın ilerlemesiyle şeker oranının etkisinin ortadan kalktığı belirlenmiştir. Depolamanın 15. gününde elde edilen K değerlerinin depolamanın 1. gününden daha yüksek olduğu görülmüştür. Depolama süresince süt reçeline benzer ürünlerde de, protein denaturasyonu ve proteinin diğer bileşenler ile interaksyonu sonucunda viskozite artışı gözlenmiştir (Felipe vd. 1991). Akış davranış indeksi değeri (n) ise, akışkanın Newtonian akışa ne kadar yakın olduğunu göstermektedir. Depolamanın tüm günlerinde B ve C örneklerinin yakın sonuçlar verdiği, A örneğinin ise önemli derecede bu örneklerden farklı akış davranış indeksi değerine sahip olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$). Buna göre şeker oranının %15'ten %20'ye çıkartılmasının örneğin akış davranışını değiştirmede ama %10 oranında ilave edilmesinin akış davranışında önemli bir farklılık meydana getirdiği söylenebilir. Ancak tüm

örneklerin akış tipinin Newtonian olmayan akışa uygun olduğu belirlenmiştir. Newtonian olmayan akışkanlar, kayma hızının değişimine bağlı olarak

viskozitesi değişiklik gösteren akışkanlar olarak bilinmektedir (Steffe, 1996; Collyer ve Clegg, 1998).

Çizelge 7. Süt reçeli örneklerinin kıvam (K), akış (n) ve korelasyon (güven) katsayısı (R²) değerleri (n=2)
Table 7. Consistency index (K), flow behaviour index (n) and coefficient of correlation (confidence) values of milk jam samples (n=2)

Örnek ¹	1. Gün Day 1			8. Gün Day 8			15. Gün Day 15		
	K (Pa.s)	n	R ²	K (Pa.s)	n	R ²	K (Pa.s)	n	R ²
A	33.15±0.75 ^{Ca}	0.170±0.03 ^{Cb}	0.96	69.70±2.20 ^{Bab}	0.559±0.04 ^{Ba}	0.95	142.8±13.3 ^{Aa}	0.855±0.03 ^{Aa}	0.98
B	19.69±1.63 ^{Aa}	0.411±0.01 ^{Aa}	0.99	40.94±1.63 ^{Ab}	0.380±0.03 ^{Ab}	0.99	37.44±1.16 ^{Ab}	0.311±0.01 ^{Ab}	0.99
C	18.090±0.50 ^{Ca}	0.413±0.06 ^{Aa}	0.97	94.5±12.3 ^{Aa}	0.356±0.01 ^{Ab}	0.99	53.67±1.15 ^{Bb}	0.319±0.00 ^{Ab}	0.96

¹:A: Süte %10 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği

B: Süte %15 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği

C: Süte %20 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği

¹:A: Milk jam sample that produced by adding 10% sugar to milk

B: Milk jam sample that produced by adding 15% sugar to milk

C: Milk jam sample that produced by adding 20% sugar to milk

Aynı satırdaki farklı büyük harfler depolama günleri arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir (P <0.05). Aynı sütündeki farklı küçük harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir (P <0.05)

Different capital letters in the same row refers to statistically significant difference between storage days (P <0.05). Different small letters in the same column refers to statistically significant difference between samples (P <0.05).

Süt reçeli örneklerinin duyusal değerlendirme sonuçları standart hataları ile birlikte Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Süt reçeli örneklerinin duyusal değerlendirme sonuçları (n=2x7)
Table 8. Sensory evaluation results of milk jam samples (n=2x7)

Örnek ¹	Görünüş Appearance				Yapı Structure				Lezzet Taste			
	1. Gün Day 1	8. Gün Day 8	15. Gün Day 15	Ortalama Average	1. Gün Day 1	8. Gün Day 8	15. Gün Day 15	Ortalama Average	1. Gün Day 1	8. Gün Day 8	15. Gün Day 15	Ortalama Average
A	3.85±0.15	3.35±0.35	3.35±0.35	3.52±0.17 ^b	3.70±0.20	3.65±0.05	3.70±0.00	3.68±0.05	3.85±0.25	4.15±0.45	3.55±0.45	3.85±0.21
B	4.00±0.00	4.65±0.15	4.40±0.00	4.35±0.13 ^a	4.00±0.00	4.50±0.00	4.30±0.30	4.27±0.12	4.20±0.10	4.50±0.00	4.25±0.55	4.31±0.16
C	4.20±0.10	4.10±0.00	4.15±0.15	4.15±0.05 ^a	3.90±0.20	4.10±0.00	3.30±0.40	3.77±0.19	3.90±0.00	4.30±0.20	3.70±0.00	3.97±0.12
Ortalama Average	4.02±0.08	4.03±0.26	3.97±0.22		3.87±0.09	4.08±0.16	3.77±0.23		3.98±0.10	4.31±0.14	3.83±0.23	

¹:A: Süte %10 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği

B: Süte %15 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği

C: Süte %20 oranında şeker ilave edilerek üretilen süt reçeli örneği

¹:A: Milk jam sample that produced by adding 10% sugar to milk

B: Milk jam sample that produced by adding 15% sugar to milk

C: Milk jam sample that produced by adding 20% sugar to milk

Aynı satırdaki farklı büyük harfler depolama günleri arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir (P <0.05). Aynı sütündeki farklı küçük harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir (P <0.05)

Different capital letters in the same row refers to statistically significant difference between storage days (P <0.05). Different small letters in the same column refers to statistically significant difference between samples (P <0.05).

Yapı ve lezzet açısından hem örnekler hem de depolama günleri arasındaki farklılık önemsiz bulunmuş ($P > 0.05$), görünüşte ise sadece A örneği diğer örneklerden farklı bulunmuştur ($P < 0.05$). Görünüş, yapı ve lezzet değerlerine bakıldığında şeker oranı en az olan A örneğinin en düşük değerleri aldığı; B örneğinin ise en yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Görünüş özelliği dışında istatistik açıdan önemli olmayan farklılıklar görülse de tüm örneklerin kabul edilebilir nitelikte olduğu ortaya konmuştur.

SONUÇ

Sunulan bu çalışma sonucunda koyulaştırılmış bir süt ürünü olan süt reçelinin depolama süresince kimyasal özelliklerinin çok fazla değişmediği ($P > 0.05$), ancak şeker oranı arttıkça sadece toplam şeker ve sakkaroz miktarının yükseldiği belirlenmiştir ($P < 0.05$). Depolama süresince şeker oranının artmasının; parlaklık göstergesi olan L renk değerini arttırdığı, kırmızı-yeşil rengi belirten a ve sarı-mavi rengi belirten b değerini ise azalttığı tespit edilmiştir. HMF değerinin A örneğinde tüm günlerde en yüksek seviyede olduğu gözlenmiştir. Reolojik özellikler bakımından kıvam indeksinin tüm örneklerde önemli bir farklılık göstermediği, akış davranış indeksinin ise %10 şeker içeren A örneğinde en yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Duyusal analiz sonuçları değerlendirildiğinde görünüş, yapı ve lezzet olarak en çok beğeniyi %15 sakkaroz içeren B örneği almıştır. Elde edilen verilere göre, farklı oranlarda şeker içerecek şekilde üretilen tüm süt reçeli örneklerinin kabul edilebilir özelliklerde olduğu sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte bu çalışma ile farklı şeker düzeylerindeki süt reçeli kullanım olanağı ortaya konmuştur.

KAYNAKLAR

Anonymous (1990). TS 8189 Süt Yağ Tayini-Gerber Metodu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonymous (2002). TS 1018 İnek Sütü-Çiğ, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

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

coconut flakes as a function of temperature. *Food Sci Technol (Campinas)* 33(1): 93-98.

Burdurlu, H.S., Karadeniz, F. (2002). Gıdalarda maillard reaksiyonu. *GIDA* 27(2): 77-83.

Bodyfelt, F.W., Tobias, J., Trout, G.M. (1988). *The Sensory Evaluation of Dairy Products*. Van Nostrve Reinhold, New York, 598 p.

Chacon-Villalobos, A., Pineda-Castro, M.L., Méndez-Rojas, S.G. (2013). Efecto de la Proporción de leche bovina caprina en las características del Dulce de Leche. *Agronomia Mesoamericana* 24(1): 149-167.

Collyer, A.A., Clegg, D.W. (1998). *Rheological Measurement*. 2nd edition. Chapman & Hall, 779, UK.

da Silva, F.L., Hiani, A.L.F., de Souza, A.B., Almedia, D.F., Stephani, R., Pirozi, M.R., de Carvalho, A.F., Perrone, Í.T. (2015). Production of dulce de leche: The effect of starch addition. *Food Sci Technol (Campinas)* 62: 417-423.

Felipe, A.I.A., Melcon, B., Zapico, J. (1991). Structural changes in sweetened condensed milk during storage: an electron microscopy study. *J Dairy Res* 58: 337-344.

Ferreira, L.O., Pimenta, C.J., Pinheiro, A.C.M., Pereira, P.A.P., Santos, G. (2012). Sensory evaluation of "dulce de leche" with coffee and whey using different affective data analysis methods. *Food Sci Technol (Campinas)* 31(4): 998-1005.

Garitta, L., Hough, G. Sa, R. (2004). Sensory shelf life of Dulce de Leche. *J Dairy Sci* 87: 1601-1607.

Gaze, L.V., Oliveira, B.R., Ferrao, L. L., Granato, D., Cavalcanti, R.N., Conte Júnior, C. A. , Cruz, A.G., Freitas, M.Q. (2015a). Preference mapping of dulce de leche commercialized in Brazilian markets. *J Dairy Sci* 98(3): 1443-1454.

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. (2015b). Dulce de Leche, a typical product of Latin America: Characterisation by physicochemical, optical and instrumental methods. *Food Chem* 169: 471-477.

Gripon, J.C., Desmazeaud, M.J., Bars, D. Le., Bergere, J.L. (1975). Etude du Role Des

- Microorganismes Et Des Enzymes Au Cours De La Maturation Des Fromages. *Le Lait* 548: 502-516.
- Giangiaco, R. (2006). Study of water–sugar interactions at increasing sugar concentration by NIR spectroscopy. *Food Chem* 96: 371-379.
- Hough, G., Martinez, E., Contarini, A. (1990). Sensory and objective measurement of sandiness in Dulce de Leche, a typical Argentine dairy product. *J Dairy Res* 73: 604-611.
- Hough, G. (1992). Sensory profiling of Dulce de Leche, a dairy based confectionary product. *Journal of Sensory Studies* 7: 157-178.
- Köksel, H. (2007). Karbonhidratlar. *Gıda Kimyası*, Saldamlı, İ. (ed.), Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, Türkiye, s. 49-132.
- Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A. 1993. *Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metodları* Rehberi. Atatürk Üniversitesi Yayınları, Erzurum, No:252/d, 150.
- 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. *Int J Dairy Technol* 58(3): 164-168.
- Navarro, A.S., Ferrero, C., Zaritzky, N.E. (1999). Rheological characterization of “dulce de leche” by dynamic and steady shear measurements. *J Texture Stud* 30: 43-58.
- Oliveira, M.N., Penna, A.L.B., Nevarez Garcia, H. (2009). Production of evaporated milk, sweetened condensed milk and ‘dulce de leche’. *Dairy Powders and Concentrated Products. Dairy Science and Technology Consultant*, Tamime, Y. A. (chief ed.), Blackwell Publishing Ltd. 149-177.
- Patel, A.A., Gandhi, H., Singh, S. and Patil, G.R. (1996). Shelf-life modeling of sweetened condensed milk based on kinetics of maillard browning. *J Food Process Pres* 20: 431-451.
- Ranalli, N., Andres, S.C., Califano, A.N. (2012). Physicochemical and rheological characterization of “Dulce De Leche”. *J Texture Stud* 43: 115–123.
- Ranalli, N., Silvina, C.A., Califano, A.N. (2017). Rheological behavior of low-fat Dulce de Leche with added xanthan gum. *J Food Process Pres* 41: 1-8.
- Rez-Sucre, M.O.R., Lez-Rui, J.F. (2011). The physicochemical and rheological properties of a milk drink favoured with cajeta, a Mexican caramel jam. *Int J Dairy Technol* 64(2): 294-304.
- Rovedo, C.O., Viollaz, P.E., Suarez, C. (1991). The Effect of pH and temperature on the rheological behavior of Dulce De Leche, a typical dairy Argentine product. *J Dairy Res* 74(5): 1497-1502.
- Steffe, J. F. (1996). *Rheological Methods in Food Process Engineering*, 2nd edition. Freeman Press, 367, USA, 428 p.
- Tuna, C., Arslan, S. (2016). Süt Reçeli Üretim Yöntemleri ve Özellikleri. *Akademik Gıda* 14(2): 204-208.
- Urgu, M., Saatli, T.E., Türk, A., Koca, N. (2017). Hidroksimetilfurfural içeriğinin belirlenmesi. *Akademik Gıda* 15(3): 249-255.
- van Boekel, M.A.J.S. (1998). Effect of heating on maillard reactions in milk. *Food Chem* 62 (4): 403-414.
- Yetişemiyen, A., Gürsoy, A., Çimer, A. (1998). *Koyulaştırılmış ve Kurutulmuş Süt Ürünleri Teknolojisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. No:1497, Ankara, Türkiye.
- Zarpelon, J., Luciano, M., Andressa, C.V., Ribeiro, D.H.B., Daguer, H. (2016). Validation of an automated method for the analysis of fat content of dulce de leche. *J Food Compos Anal* 48: 1-7.
- 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. *Publ UEPG Ci Exatas Terra Ci Agr Eng Ponta Grossa* 13:53-59.