



FARKLI ORANLARDA EVAPORASYON UYGULAMASIYLA AROMALI SÜT REÇELİ ÜRETİMİ

M. Merve Sarı¹, Atila Yetişemiyen², Ceren Akal^{2*}

¹ Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara

²Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Ankara

Geliş/Received: 11.12.2023; Kabul /Accepted: 28.03.2024; Online baskı /Published online: 08.04.2024

Sarı, M. M., Yetişemiyen, A., Akal, C. (2024). Farklı oranlarda evaporasyon uygulamasıyla aromalı süt reçeli üretimi. GIDA (2024) 49 (2) 356-369 doi: 10.15237/ gida.GD23138

Sarı, M. M., Yetişemiyen, A., Akal, C. (2024). Production of flavoured milk jam by evaporation with different ratios. GIDA (2024) 49 (2) 356-369 doi: 10.15237/ gida.GD23138

ÖZ

Bu çalışma kapsamında süte iki farklı oranda (%30 ve %50) evaporasyon uygulanmış ve %1.5 oranında aroma maddesi ilave edilerek muzlu, çilekli, kakaolu süt reçelleri üretimi gerçekleştirilmiştir. Süt reçeli üretiminde farklı düzeylerde evaporasyon uygulanarak, geleneksel üretimde uygulanan sıcaklık şiddetinin ve dolayısıyla üründe meydana gelen olumsuzlukların azaltılması hedeflenmiştir. Örneklerde bileşim özelliklerinin (kurumadde, kül, yağ ve protein) yanında asitlik değerleri (titrasyon asitliği-°SH ve pH), hidroksimetil furfural (HMF), toplam mezofilik aerobik bakteri, renk, tekstür ve duyu özellikleri 1., 11. ve 21. depolama günlerinde belirlenmiştir. Veriler, koyulaştırılmış bir süt ürünü olan süt reçelinin bileşim özelliklerinde değişim gözlenmediğini, HMF değerlerinin ise uygulanan evaporasyon düzeyine bağlı olarak daha yüksek oranda evaporasyon uygulanan (%50 kurumadde oranına kadar) örneklerde daha düşük olduğunu göstermiştir. Aynı örneklerin daha kısa süre kaynatılması L* ve sertlik değerlerinin de daha yüksek olmasına neden olmuştur. Farklı evaporasyon düzeyi ve aroma maddeleri ilavesi ile üretilen süt reçeli örneklerinin tamamının kabul edilebilir özelliklerde olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Süt reçeli, vakum evaporasyon, aroma, hidroksimetil furfural

PRODUCTION OF FLAVOURED MILK JAM BY EVAPORATION WITH DIFFERENT RATIOS

ABSTRACT

In this study, two different evaporation rates (30% and 50%) were applied to milk and banana, strawberry and cocoa milk jams were produced by adding 1.5% flavouring. This paper aims to mitigate intense heat typically used in traditional milk jam production, thereby reducing its adverse effects on the product. In addition to composition properties (dry matter, ash, fat and protein), acidity (titratable acidity and pH), HMF, total mesophilic aerobic bacteria, colour, texture, and sensory characteristics were determined at the 1st, 11th, and 21st storage days. The data indicated no change in the compositional properties of samples, while HMF values were lower in samples with higher evaporation rates (up to 50% dry matter) depending on the level of evaporation applied. Shorter

* Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*

✉: akal@ankara.edu.tr

☎: (+90) 0312 596 1350

☎: (+90) 0312 318 2219

M. Merve Sarı; ORCID no: 0009-0007-2070-723X

Atila Yetişemiyen; ORCID no: 0000-0001-9985-6850

Ceren Akal; ORCID no: 0000-0002-0441-541X

boiling time of the same samples caused higher L^* and hardness values. All the milk jam samples produced with varying evaporation levels and flavourings were found to have acceptable properties.

Keywords: Milk jam, vacuum evaporation, aroma, hydroxymethylfurfural

GİRİŞ

Süt reçeli, birçok ülkede yaygın olarak tüketilen, sütün koyulaştırılmasıyla elde edilen koyulaştırılmış bir süt ürünüdür. Uygulanan sıcaklık seviyesi ve süresi süt reçelinin hem kıvam hem de renk gibi temel fiziksel özelliklerini etkilediği için farklı kıvamda ve farklı renklerde olabilmektedir. Ayrıca süt reçeli üretiminde uygulanan farklı formülasyon ve işlem koşulları, ürün özelliklerinin optimize edilmesine olanak sağlamaktadır (Ciniviz ve Keser, 2022).

Süt reçeli üzerine yapılan çalışmalarda, vanilya (Oliveira vd., 2009), kahve (Guimarães vd. 2012), nişasta (Silva vd., 2015), peyniraltı suyu (Ferreira vd., 2011), hindistan cevizi (Barbosa vd. 2013) gibi katkı maddeleri ilavesiyle; farklı şeker formülasyonları (Zimmermann vd. 2007) ve farklı şeker oranları (Akal vd. 2018; Malec vd. 2005) uygulanarak süt reçeli üretimi gerçekleştirilmiştir. Bunun dışında Cichoski vd. (2011) tarafından yürütülen bir çalışmada da vakum altında süt reçeli üretimi gerçekleştirilmiş ve *Staphylococcus xylosus* bakterisinin 90 günlük depolama süresince canlılığı araştırılmıştır.

Şeker içeriği yüksek gıdaların uygun olmayan koşullarda depolanması veya yüksek sıcaklık uygulanmasının neden olduğu kimyasal tepkimeler sonucunda HMF oluşabilmektedir. Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonu sırasında ortaya çıkan HMF'nin insan sağlığı üzerine zararlı etkileri bulunabilmektedir (Capuano ve Fogliano, 2011). HMF, başta bal olmak üzere bisküvi, UHT süt, reçel, hazır kahve, kuru meyveler, tahıl bazlı bebek mamaları gibi birçok farklı gıdada bulunabilmektedir (Ünüvar, 2018). Türk Gıda Kodeksi'nde baldaki HMF miktarının güvenli tüketim için maksimum 40 mg/kg olması gerektiği belirtilmiştir (Anonymous, 2020). Ancak karamelizasyon uygulanarak elde edilen süt reçeli gibi gıda ürünlerinde bu limit aşılabilmektedir. Bu riski kontrol altına almak amacıyla farklı yöntemler uygulanabilmektedir. Örneğin Yüksel ve Mercan (2022) tarafından yapılan bir çalışmada laktozun

hidrolize edilmesiyle süt reçeli örneklerinde HMF değerinin düşürülmesi denenmiş ve laktoz içermeyen süt reçeli örneklerinin HMF içeriklerinin, laktoz içeren örneklerden belirgin şekilde daha düşük olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada da belirli kurumadde oranlarına kadar vakum altında düşük sıcaklıkta koyulaşma ve daha sonra ateş üstünde kaynatma uygulanarak süt reçeli üretimi yapılmasının temel amacı geleneksel olarak hem uzun süre hem de yüksek sıcaklık uygulanarak üretilen süt reçelindeki HMF miktarını düşürmek ve yüksek sıcaklık uygulamasının ürün özelliklerinde meydana getirdiği olumsuz etkileri azaltmaktır. Bu nedenle belirli kurumadde değerlerine kadar süte vakum altında evaporasyon uygulanmış ve bunu takiben kaynatma işlemi uygulanarak süt reçeli üretilmiştir. Böylece süt reçelinin karakteristik özelliklerinin kısmen korunması ve sağlık üzerine olumsuz etkileri olan HMF içeriğinin daha düşük olması hedeflenmiştir. Ayrıca süt reçeli üretiminde farklı aroma maddeleri ilavesinin ürünün duyuşal özellikleri başta olmak üzere karakteristik özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçlarla elde edilen süt reçeli örneklerinin bileşim özellikleri (kurumadde, kül, yağ ve protein değerleri) depolamanın 1. gününde, asitlik, HMF değerleri, toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı, renk, tekstür ve duyuşal özellikler depolamanın 1., 11. ve 21. günlerinde belirlenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Ham madde olarak kullanılan çiğ süt ve toz formda kakao Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Uygulama İşletmesinden, kakao dışındaki aromalar (çilek ve muz) ise Atatürk Orman Çiftliği Süt Fabrikası'ndan (Ankara, Türkiye) temin edilmiştir.

Yöntem

Süt reçeli üretiminde kullanılan çiğ inek sütü (% 12.5 kurumadde, % 0.6 kül, % 3.80 yağ, % 3.5 protein, 6.83 pH ve 6.94 titrasyon asitliği değerlerine sahip) öncelikle % 1.5 yağ oranına standardize edilmiş ve % 10 oranında toz şeker

ilave edilmiştir. Daha sonra pilot tip sirkülasyonlu evaporatör (APV Anhydro, Germany) ile 50 kPa vakum altında 55 °C sıcaklıkta istenilen kurumadde oranına kadar (% 30 veya % 50) koyulaştırılmıştır. Evaporasyon işlemini takiben her iki örnek grubuna da nem oranı % 30 olacak şekilde kaynatma işlemi uygulanmıştır. İstenilen kurumadde oranına çıkarılan süt reçeli örnekleri ultraturrax (Janke&Kunkel GMBH Co., Germany) kullanılarak homojenize edilmiş ve aroma maddeleri (çilek, muz ve kakao) % 1.5 oranında ilave edilmiştir. Araştırma kapsamında üretim iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve süt reçeli örnekleri 21 günlük depolama süresince oda sıcaklığında depolanmıştır. Örneklerin bileşim özellikleri depolama başlangıcında (1. gün), diğer analizler (asitlik, HMF, mikrobiyolojik, tekstür ve duyusal) depolamanın 1., 11. ve 21. günlerinde gerçekleştirilmiştir.

Analizler

Toplam kurumadde ve kül gravimetrik olarak (Anonymous, 2002; Kurt vd., 1993) belirlenmiştir. Yağ değerleri, Gerber (Yetişemiyen vd., 1998), toplam azot Kjeldahl yöntemiyle (Gripon vd., 1975) tespit edilmiştir. Örneklerin pH değerlerini belirlemek için pH-metre (Mettler Toledo MP 225, Greisensee, İsviçre) kullanılmıştır.

Renk değerleri CIE-Lab renk alanında renk ölçüm cihazı (Time TCR 200, Çin) ile incelenmiştir. Tekstür profili, tekstür cihazı (Stable Microsystems, UK) kullanılarak 40 mm prob ile, 5 mm/s hızda 2 mm uzunlukta gerçekleştirilmiştir.

Örneklerin HMF içerikleri Yetişmeyen vd. (1998)'e göre spektrofotometrik olarak 443 nm dalga boyunda belirlenmiştir. Aşağıda verilen denklem ile HMF değerleri hesaplanmıştır.
 $HMF (\mu m) = (Absorbans - 0.055) \times 87.5$

Toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) değerleri Plate Count Agar besiyeriyle belirlenmiştir. Petriler 30 °C'de 48 sa süreyle inkübasyona bırakılarak koloni sayımı gerçekleştirilmiştir (Halkman 2005).

Örneklerin duyusal özellikleri Carr vd. (2000)'ye göre 7 kişilik eğitimli panelist grubu tarafından

puanlama testi uygulanarak belirlenmiştir. Süt reçeli örnekleri üç haneli rastgele kodlar verilerek sunulmuş ve panelistlerden örnekleri görünüş, yapı ve lezzet açısından 5 puan (en yüksek 5, en düşük 1) üzerinden değerlendirmeleri istenmiştir.

Sonuçların istatistiksel değerlendirilmesinde ANOVA testi uygulanmış ve farklı grupların belirlenmesi için $P < 0.05$ seviyesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Elde edilen örneklerin bileşim özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Süt reçeli örnekleri aynı kurumadde oranına kadar koyulaştırıldığı için örneklerin kurumadde değerleri ve buna bağlı olarak da bileşim özellikleri birbirine yakın bulunmuştur. Yalnızca toz formda kakao ilave edilerek kurumadde artışına neden olarak üretilen KA3 ve KA5 örneklerinin kurumadde ve kül değerlerinin diğer örneklerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$). Örneklerin yağ ve protein oranları üzerine aroma maddesi ilavesi veya farklı düzeylerde evaporasyon uygulanmasının bir etkisinin olmadığı görülmüştür ($P > 0.05$). Her iki bileşen de kurumadde artışına bağlı olarak hammadde olarak kullanılan çiğ sütteki değerlerinden oransal olarak artış göstermiştir. Kül değerlerinin daha önce belirtildiği gibi kakao ilaveli örneklerde daha yüksek ($P < 0.05$) bulunmasının yanı sıra % 30 kurumadde oranına kadar evaporasyon uygulanmasıyla elde edilen süt reçeli örneklerinin % 50 kurumaddeye kadar evapore edilenlere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Yüksek ısı işlem uygulaması bütün mineral madde değerinde düşüşe neden olmaktadır (Huppertz ve Kelly 2008). Bu nedenle iki örnek grubu arasında tespit edilen farklılığın, söz konusu örneklerde daha uzun süre kaynatma işlemi uygulanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Asitlik değerleri

Araştırma kapsamında üretilen süt reçeli örneklerinin pH değerlerinin 6.0-6.5 arasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Süt reçeli üzerine yapılan diğer çalışmalarda da pH değerlerinin 6.08-6.75 (Önür 2018) veya 5.73-6.15 Ranalli vd. (2012) arasında olduğu bildirilmiştir.

Süt reçelinin üretim yöntemine bağlı olarak uygulanan ısı işlem nedeniyle mikroorganizma sayısı azaltıldığından depolama süresince asitlik değerlerinde belirgin bir artış meydana gelmemiş, aksine örneklerin pH değerleri depolama süresince önemli bir artış göstermiştir ($P < 0.05$). Koyulaştırılmış süt ürünlerinde depolama

süresince pH değerinde görülen artışın, koloidal kalsiyum-fosfatın çözünmesiyle ortaya çıkan kalsiyum ve fosfattan kaynaklandığı bildirilmektedir (Patel vd. 1996). Depolama süresince süt reçeli örneklerinin pH değerlerinde görülen artışın bu durumdan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 1. Süt reçeli örneklerinin bileşim özellikleri (n=2)

Table 1. Gross composition of milk jam samples (n=2)

Örnek ¹ Sample	Kurumadde (%) Dry matter (%)	Yağ (%) Fat (%)	Protein (%) Protein (%)	Kül (%) Ash (%)
K3	71.0±0.48 ^B	4.4±0.02	12.4±0.15	2.3±0.09 ^{BC}
M3	70.8± 0.31 ^B	4.4±0.02	12.4±0.24	2.2±0.09 ^C
C3	71.2± 0.32 ^B	4.4±0.02	12.5±0.30	2.2 ±0.03 ^C
KA3	72.4±0.17 ^A	4.4±0.03	12.5±0.22	4.5 ±0.09 ^A
K5	71.5±0.32 ^B	4.2±0.02	12.6±0.26	2.5±0.11 ^{BC}
M5	71.7± 0.30 ^B	4.1±0.05	12.5±0.16	2.6±0.13 ^B
C5	71.5± 0.23 ^B	4.1±0.04	12.5±0.15	2.3±0.03 ^{BC}
KA5	72.5± 0.13 ^A	4.2±0.02	12.6±0.17	4.3± 0.08 ^A

¹K3: % 30 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen kontrol örneği
M3: % 30 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen muz aromalı örnek
C3: % 30 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen çilek aromalı örnek
KA3: % 30 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen kakao aromalı örnek
K5: % 50 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen kontrol örneği
M5: % 50 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen muz aromalı örnek
C5: % 50 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen çilek aromalı örnek
KA5: % 50 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen kakao aromalı örnek

¹K3: Control sample produced by evaporating up to 30% dry matter
M3: Banana flavored sample produced by evaporating up to 30% dry matter
C3: Strawberry flavored sample produced by evaporating up to 30% dry matter
KA3: Cacao flavored sample produced by evaporating up to 30% dry matter
K5: Control sample produced by evaporating up to 50% dry matter
M5: Banana flavored sample produced by evaporating up to 50% dry matter
C5: Strawberry flavored sample produced by evaporating up to 50% dry matter
KA5: Cacao flavored sample produced by evaporating up to 50% dry matter

Aynı sütündeki farklı büyük harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$)
Different capital letters in the same column refers to statistically significant difference between samples ($P < 0.05$).

Süt reçeli örneklerinde titrasyon asitliği değerlerinde depolama süresince dalgalanma görülmüş ve depolamanın 21. gününde azalma tespit edilmiştir (Çizelge 2). Asidik şartlar altında amino gruplarının proton alımı daha fazla olmakta ve buna bağlı olarak da glikozilamin bileşiğinin oluşumu engellenmektedir (Özhan vd. 2010). Bu durum Maillard tepkimesinin asidik ortamlarda daha yavaş olmasına neden olmaktadır. Ortamın pH değerinin artmasıyla Maillard tepkimesinin meydana gelişi hızlanmaktadır (Ashoor 1984,

Corzo-Martinez vd. 2012, Toker 2012). Süt reçeli örneklerinin pH değerindeki artışın Maillard tepkimesini hızlandırmasıyla asitliğe katkı sağlayan bileşiklerin tepkime sırasında harcanması da artmaktadır. Buna durumun örneklerin titrasyon asitliği değerlerinin depolama süresince azalmasına sebep olabileceği düşünülmektedir.

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

Örnek ¹ Sample	1. Gün Day 1		11. Gün Day 11		21. Gün Day 21		Ortalama Average	
	pH pH	Titrasyon Asitliği Titratable Acidity	pH pH	Titrasyon Asitliği Titratable Acidity	pH pH	Titrasyon Asitliği Titratable Acidity	pH pH	Titrasyon Asitliği Titratable Acidity
K3	6.0±0.07	26.2±0.01	6.1±0.05	27.5±0.24	6.2±0.01	25.6±0.46	6.1±0.04 ^{CD}	26.4±0.38 ^B
M3	6.0±0.07	26.3±0.36	6.1±0.05	26.7±0.41	6.1±0.02	25.8±0.64	6.1±0.04 ^D	26.3±0.27 ^B
C3	6.0±0.03	26.9±1.07	6.0±0.03	28.5±1.75	6.2±0.04	26.6±1.01	6.1±0.03 ^D	27.3±0.71 ^B
KA3	6.1±0.02	29.7±0.20	6.2±0.01	31.3±0.21	6.2±0.03	29.0±0.41	6.2±0.03 ^B	29.1±0.44 ^A
K5	6.1±0.07	24.9±0.07	6.1±0.02	27.2±1.05	6.2±0.05	24.7±0.40	6.1±0.03 ^{CB}	25.6±0.58 ^C
M5	6.0±0.01	23.8±0.02	6.1±0.01	25.2±0.01	6.1±0.01	23.4±0.01	6.1±0.02 ^C	24.1±0.36 ^C
C5	6.1±0.04	25.7±0.15	6.1±0.01	26.1±0.18	6.2±0.02	25.2±0.65	6.1±0.02 ^C	25.7±0.25 ^C
KA5	6.3±0.16	26.9±0.99	6.4±0.25	28.7±0.93	6.5±0.21	26.6±0.96	6.4±0.10 ^A	27.4±0.59 ^B
Ortalama Average	6.1±0.03 ^b	26.3±0.44 ^b	6.2±0.03 ^{ab}	27.7±0.50 ^a	6.2±0.04 ^a	25.9±0.43 ^b		

¹K3: % 30 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen kontrol örneği
 M3: % 30 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen muz aromalı örnek
 C3: % 30 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen çilek aromalı örnek
 KA3: % 30 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen kakao aromalı örnek
 K5: % 50 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen kontrol örneği
 M5: % 50 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen muz aromalı örnek
 C5: % 50 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen çilek aromalı örnek
 KA5: % 50 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen kakao aromalı örnek

¹K3: Control sample produced by evaporating up to 30% dry matter
 M3: Banana flavored sample produced by evaporating up to 30% dry matter)
 C3: Strawberry flavored sample produced by evaporating up to 30% dry matter)
 KA3: Cacao flavored sample produced by evaporating up to 30% dry matter)
 K5: Control sample produced by evaporating up to 50% dry matter
 M5: Banana flavored sample produced by evaporating up to 50% dry matter
 C5: Strawberry flavored sample produced by evaporating up to 50% dry matter
 KA5: Cacao flavored sample produced by evaporating up to 50% dry matter

Aynı sütündeki farklı büyük harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$). Aynı satırdaki farklı küçük harfler depolama günleri arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$). Different capital letters in the same column refers to statistically significant difference between samples ($P < 0.05$). Different small letters in the same row refers to statistically significant difference between storage days ($P < 0.05$).

Renk değerleri

Farklı evaporasyon oranları uygulanarak elde edilen süt reçeli örneklerinin renk değerleri arasında önemli derecede farklılık bulunmuştur ($P < 0.05$). Örneklerin L* değerleri 25.40-81.45, a* değerleri 9.81-32.08 ve b* değerleri 5.13-42.46 arasında tespit edilmiştir. % 50 oranına kadar evapore edilerek elde edilen örneklerin L* değerinin diğer örneklerden daha yüksek olmasının, daha kısa süre kaynatılmalarına bağlı olarak esmerleşme tepkimesinin daha az gerçekleşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Maillard tepkimesi ve renk pigmentlerinin depolama boyunca kararma

eğiliminde olmasına bağlı olarak tüm örneklerin beyazlık göstergesi olan L* değeri depolama sonunda azalmıştır.

Koyulaştırılarak üretilen süt reçelinin kendine has koyu rengi, sıcaklık uygulamasına bağlı olarak ortaya çıkan laktozun aldehit grupları ile proteinlerin amino grupları arasındaki reaksiyona dayanmaktadır (Schlimme ve Buchheim 2002). Uygulanan ısı işlem süresi başta olmak üzere farklı üretim yöntemleri uygulamaları süt reçelinin renk özelliğini doğrudan etkilemektedir. Örneğin Cebeci (2020) tarafından yapılan bir çalışmada farklı süt türleri kullanılarak süt reçeli üretilmiş ve

örneklerin renk değerlerinin önemli farklılık gösterdiği bildirilmiştir. Çalışmada süt reçeli örneklerinin L* değerlerinin 39.91-67.00, a* değerlerinin 2.26-16.85 ve b* değerlerinin 20.37-32.87 aralığında bulunduğu bildirilmiştir. Depolama süresinin sonunda Maillard

reaksiyonunun neden olduğu kahverengileşme süt reçeli örneklerinin a* değerlerinde (kırmızı-yeşillik) artışa neden olmuştur. Ayrıca diğer aroma maddelerinden farklı olarak kakao içeren süt reçeli örneklerinde L*, a* ve b* değerlerinin oldukça farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Süt reçeli örneklerinin renk değerleri (n=2)

Table 3. Colour values of milk jam samples (n=2)

Örnek ¹ Sample	L*			a*			b*		
	1. Gün Day 1	11. Gün Day 11	21. Gün Day 21	1. Gün Day 1	11. Gün Day 11	21. Gün Day 21	1. Gün Day 1	11. Gün Day 11	21. Gün Day 21
K3	73.5±0.37 ^{Ba}	74.6±0.03 ^{Ba}	66.1±0.03 ^{Bb}	12.5±0.12	9.8±0.27	14.0±0.65	29.9±0.69	34.4±0.91	37.2±1.03
M3	75.6±0.41 ^{ABa}	76.3±0.01 ^{Aa}	67.7±0.36 ^{Bb}	12.5±0.35	10.8±0.17	13.4±0.12	30.7±0.15	34.4±0.78	36.6±0.34
C3	75.1±0.03 ^{ABa}	75.5±0.01 ^{ABa}	69.8±0.04 ^{Bb}	12.7±0.07	11.7±0.38	14.1±0.56	30.9±0.33	34.5±0.64	35.6±0.24
KA3	25.4±0.55 ^{Cb}	28.4±0.49 ^{Ca}	27.9±0.52 ^{Ca}	30.2±0.06	29.1±0.76	30.9±0.36	9.14±0.19	12.9±0.74	14.3±0.35
K5	80.3±0.12 ^{Ab}	81.5±0.19 ^{Aa}	79.6±0.37 ^{Ab}	12.5±0.17	10.2±0.22	13.7±0.11	30.4±0.84	33.9±1.05	41.2±0.30
M5	78.9±0.37 ^{Ab}	80.3±0.34 ^{Aa}	78.5±0.12 ^{Ab}	12.5±0.35	12.1±0.08	13.7±0.07	32.7±0.93	35.2±1.57	41.4±0.08
C5	80.7±0.63 ^{Aa}	81.3±0.91 ^{Aa}	80.1±0.84 ^{Aa}	12.6±0.23	12.1±0.12	14.1±0.21	31.9±0.61	34.7±0.52	42.5±0.06
KA5	30.0±0.60 ^{Cb}	29.9±0.98 ^{Ca}	29.0±0.23 ^{Ca}	29.5±0.17	28.8±0.11	32.1±0.77	9.2±0.20	15.0±0.27	18.1±0.25

¹K3: % 30 kurumadde oranına kadar evaporasyonla üretilen kontrol örneği

M3: % 30 kurumadde oranına kadar evaporasyonla üretilen muz aromalı örnek

C3: % 30 kurumadde oranına kadar evaporasyonla üretilen çilek aromalı örnek

KA3: % 30 kurumadde oranına kadar evaporasyonla üretilen kakao aromalı örnek

K5: % 50 kurumadde oranına kadar evaporasyonla üretilen kontrol örneği

M5: % 50 kurumadde oranına kadar evaporasyonla üretilen muz aromalı örnek

C5: % 50 kurumadde oranına kadar evaporasyonla üretilen çilek aromalı örnek

KA5: % 50 kurumadde oranına kadar evaporasyonla üretilen kakao aromalı örnek

¹K3: Control sample produced by evaporating up to 30% dry matter

M3: Banana flavored sample produced by evaporating up to 30% dry matter)

C3: Strawberry flavored sample produced by evaporating up to 30% dry matter)

KA3: Cacao flavored sample produced by evaporating up to 30% dry matter)

K5: Control sample produced by evaporating up to 50% dry matter

M5: Banana flavored sample produced by evaporating up to 50% dry matter

C5: Strawberry flavored sample produced by evaporating up to 50% dry matter

KA5: Cacao flavored sample produced by evaporating up to 50% dry matter

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

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

Mikrobiyolojik özellikler

Uygulanan farklı evaporasyon düzeyi örneklerin bakteri sayısını önemli derecede değiştirmiştir ($P < 0.05$, Çizelge 4). Düşük kurumadde düzeyine kadar evaporasyonla üretilen ve buna bağlı olarak daha uzun süre kaynatılan örneklerin bakteri sayısı depolamanın başlangıcında diğer örneklerden daha düşük bulunmuştur. Ancak depolamanın

sonunda mevcut fark ortadan kalkmıştır. Ayrıca süt reçeli örneklerinin toplam bakteri sayısı depolama boyunca artmıştır ($P < 0.05$). Süt reçeli örneklerinde depolama başlangıcındaki bakteri sayısının, mikroorganizma faaliyetini destekleyecek şartlarda depolanması (oda sıcaklığında depolama ve yüksek şeker içeriği gibi) sebebiyle arttığı düşünülmektedir.

Çizelge 4. Süt reçeli örneklerinin TAMB değerleri (kob/mL) (n=2)
 Table 4. TAMB values of milk jam samples (cfu/mL) (n=2)

Örnek ¹ Sample	1. Gün Day 1	11. Gün Day 11	21. Gün Day 21	Ortalama Average
K3	3.78±0.01 ^{Cc}	4.48±0.02 ^{Cb}	5.44±0.04 ^{Aa}	3.89±0.70
M3	4.31±0.01 ^{Bb}	4.50±0.06 ^{Cab}	4.97±0.45 ^{Ca}	4.59±0.17
C3	4.35±0.01 ^{Bb}	4.53±0.05 ^{Cb}	5.33±0.01 ^{0Ba}	4.74±0.19
KA3	4.17±0.02 ^{Cb}	4.63±0.01 ^{Bb}	5.52±0.01 ^{Aa}	4.77±0.25
K5	4.27±0.01 ^{Bc}	4.62±0.02 ^{0Bb}	5.37±0.01 ^{Ba}	4.75±0.21
M5	4.47±0.01 ^{Ac}	4.72±0.01 ^{ABb}	5.43±0.02 ^{ABa}	4.87±0.18
C5	4.40±0.00 ^{Ac}	4.80±0.03 ^{Ab}	5.41±0.05 ^{ABa}	4.87±0.19
KA5	4.43±0.02 ^{Ac}	4.85±0.02 ^{Ab}	5.53±0.01 ^{Aa}	4.94±0.20
Ortalama Average	4.27±0.22	4.64±0.04	5.38±0.06	

¹K3: % 30 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen kontrol örneği
 M3: % 30 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen muz aromalı örnek
 C3: % 30 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen çilek aromalı örnek
 KA3: % 30 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen kakao aromalı örnek
 K5: % 50 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen kontrol örneği
 M5: % 50 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen muz aromalı örnek
 C5: % 50 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen çilek aromalı örnek
 KA5: % 50 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen kakao aromalı örnek

¹K3: Control sample produced by evaporating up to 30% dry matter
 M3: Banana flavored sample produced by evaporating up to 30% dry matter
 C3: Strawberry flavored sample produced by evaporating up to 30% dry matter
 KA3: Cacao flavored sample produced by evaporating up to 30% dry matter
 K5: Control sample produced by evaporating up to 50% dry matter
 M5: Banana flavored sample produced by evaporating up to 50% dry matter
 C5: Strawberry flavored sample produced by evaporating up to 50% dry matter
 KA5: Cacao flavored sample produced by evaporating up to 50% dry matter

Aynı sütündeki farklı büyük harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$). Aynı satırdaki farklı küçük harfler depolama günleri arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$). Different capital letters in the same column refers to statistically significant difference between samples ($P < 0.05$). Different small letters in the same row refers to statistically significant difference between storage days ($P < 0.05$).

HMF değeri

Yüksek sıcaklık etkisiyle protein ve karbonhidrat etkileşimine bağlı olarak görülen enzimatik olmayan esmerleşme tepkimesinin (Maillard) (Burdurlu ve Karadeniz 2002) içme sütü gibi ürünlerde meydana gelmesi istenmemektedir. Ancak süt reçelinde kendine has aroma ve renk oluşumundan sorumlu olması nedeniyle üretim sırasında kontrollü bir şekilde reaksiyonun gerçekleşmesi istenmektedir. HMF Maillard reaksiyonu sonucu meydana geldiği için reaksiyon düzeyi hakkında bilgi vermektedir (van Boekel 1998).

Bu çalışmada belirlenen HMF değerlerine bakıldığında üretimleri sırasında % 30

kurumaddeye kadar evaporasyon uygulanan örneklerin, % 50 kurumaddeye gelene kadar evaporasyon uygulananlara oranla önemli derecede yüksek miktarda ($P < 0.05$) HMF içerdiği görülmektedir (Çizelge 5). Ayrıca vakum altında evaporasyonla üretilen süt reçeli örneklerinin kaynatma süresinin daha kısa olması nedeniyle örneklerde HMF miktarının geleneksel süt reçeli üretiminden daha düşük olması beklenmektedir. Nitekim, Akal vd. (2018) geleneksel yöntemle elde ettikleri süt reçeli örneklerinde HMF miktarını bu çalışmada elde edilen değerlerden çok daha yüksek (85.88-250.87 $\mu\text{g/L}$ arasında) bulduklarını bildirmişlerdir.

Çizelge 5 Süt reçeli örneklerinin HMF değerleri ($\mu\text{g/L}$) ($n=2$)
 Table 5. HMF values ($\mu\text{g/L}$) of milk jam samples ($n=2$)

Örnek ¹ Sample	1. Gün Day 1	11. Gün Day 11	21. Gün Day 21	Ortalama Average
K3	43.80 \pm 1.69	25.59 \pm 3.80	30.57 \pm 1.59	33.32 \pm 3.62 ^A
M3	42.92 \pm 0.06	24.15 \pm 0.90	28.95 \pm 0.96	32.01 \pm 3.58 ^A
C3	40.95 \pm 1.20	26.70 \pm 1.56	27.58 \pm 2.27	31.74 \pm 3.02 ^A
KA3	41.05 \pm 0.12	22.11 \pm 0.29	24.12 \pm 0.66	29.09 \pm 3.80 ^A
K5	19.45 \pm 0.51	15.29 \pm 0.06	16.49 \pm 0.14	17.08 \pm 0.79 ^B
M5	18.69 \pm 0.11	14.05 \pm 0.05	16.08 \pm 0.85	16.27 \pm 0.88 ^B
C5	16.27 \pm 0.14	12.96 \pm 0.94	16.27 \pm 0.17	15.17 \pm 0.74 ^B
KA5	20.26 \pm 0.57	14.77 \pm 0.99	16.68 \pm 0.57	17.23 \pm 1.07 ^B
Ortalama Average	30.42 \pm 3.06 ^a	19.45 \pm 1.44 ^c	22.09 \pm 1.57 ^b	

¹K3: % 30 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen kontrol örneği
 M3: % 30 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen muz aromalı örnek
 C3: % 30 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen çilek aromalı örnek
 KA3: % 30 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen kakao aromalı örnek
 K5: % 50 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen kontrol örneği
 M5: % 50 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen muz aromalı örnek
 C5: % 50 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen çilek aromalı örnek
 KA5: % 50 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen kakao aromalı örnek

¹K3: Control sample produced by evaporating up to 30% dry matter
 M3: Banana flavored sample produced by evaporating up to 30% dry matter)
 C3: Strawberry flavored sample produced by evaporating up to 30% dry matter)
 KA3: Cacao flavored sample produced by evaporating up to 30% dry matter)
 K5: Control sample produced by evaporating up to 50% dry matter
 M5: Banana flavored sample produced by evaporating up to 50% dry matter
 C5: Strawberry flavored sample produced by evaporating up to 50% dry matter
 KA5: Cacao flavored sample produced by evaporating up to 50% dry matter

Aynı sütündeki farklı büyük harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$). Aynı satırdaki farklı küçük harfler depolama günleri arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$). Different capital letters in the same column refers to statistically significant difference between samples ($P < 0.05$). Different small letters in the same row refers to statistically significant difference between storage days ($P < 0.05$).

Bu çalışma kapsamında ise 21 günlük depolama süresince tüm örnekler içinde en yüksek HMF değeri % 30 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen kontrol örneğinde 43.8 $\mu\text{g/L}$ olarak bulunmuştur (Çizelge 5). % 50 kurumadde düzeyine kadar uygulanan evaporasyon işlemi süt reçeli örneklerinin HMF değerini belirgin bir biçimde düşürmüştür. Bununla birlikte süt reçeli üretiminde aroma maddesi ilavesinin HMF miktarları üzerine etkisinin olmadığı görülmüştür ($P > 0.05$).

Depolama süresince HMF miktarlarındaki değişim incelendiğinde süt reçeli örneklerinin HMF değerlerinin 11. depolama gününde 1. güne

göre önemli bir azalma ($P < 0.05$), 21. günde ise önemli derecede artma ($P < 0.05$) eğiliminde olduğu görülmektedir (Çizelge 5). Ayrıca süt reçeli örneklerinin HMF değerlerinin azaldığı 11. depolama gününde renk değerlerinden L* değerinin arttığı ve HMF miktarının daha yüksek olduğu 21. depolama gününde örneklerin L* değerlerinin azaldığı da tespit edilmiştir (Çizelge 3 ve 5). Toker (2012) ile Ertop ve Sarıkaya (2017) farklı gıdalarda HMF miktarlarının belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmalarda da HMF değerleri ile L* değerleri arasında negatif yönde bir ilişki bulunduğunu bildirmişlerdir. Maillard tepkimesinin ara ürünü olarak meydana gelen HMF parçalanarak levülinik, formik, laktik ve asetik asit

gibi bazı asitlere dönüşebilmektedir (Saldamlı 1998). Depolamanın 11. gününde tespit edilen azalmanın bu parçalanmalardan kaynaklanabileceği, Maillard tepkimesinin gerçekleşmesine bağlı olarak da oda sıcaklığında depolanan süt reçeli örneklerinin 21. günde HMF değerlerinin artış gösterdiği düşünülmektedir. Farklı süt ürünleri üzerine yapılan çalışmalarda da 20°C ve üzeri sıcaklıklarda depolanan örneklerin HMF değerinin arttığı bildirilmiştir (Albala-

Hurtado vd. 1998, Chávez-Servín vd. 2006, Francisquini vd. 2019, Thao vd. 2011).

Tekstür değeri

Gıda ürünlerinin tüketici açısından en önemli özelliklerinden biri kıvam, yapı, akışkanlık özelliklerini gösteren tekstürel özelliklerdir. Farklı oranlarda evaporasyon uygulanarak üretilen örneklerde elde edilen sertlik, yapışkanlık ve liflilik değerlerinin birbirinden farklı olduğu görülmüştür ($P < 0.05$, Çizelge 6).

Çizelge 6. Süt reçeli örneklerinin tekstür değerleri (n=2)

Table 3. Texture values of milk jam samples (n=2)

Örnek ¹ Sample	Sertlik (g) Hardness (g)			Yapışkanlık (g) Stickiness (g)			Liflilik (mm) Stringiness (mm)		
	1. Gün Day 1	11. Gün Day 11	21. Gün Day 21	1. Gün Day 1	11. Gün Day 11	21. Gün Day 21	1. Gün Day 1	11. Gün Day 11	21. Gün Day 21
K3	447.9±36.6 ^{CDc}	1833.8±76.1 ^b	2349.7±30.8 ^a	-127.1±1.9 ^b	-108.1±7.8 ^c	-156.6±8.0 ^a	0.50±0.10 ^{Ab}	0.22±0.01 ^{Bb}	2.40±0.10 ^{Ba}
M3	487.2±25.0 ^D	1722.9±21.1	1948.3±48.0	-123.6±1.9	-117.6±0.8	-138.1±2.4	0.55±0.13 ^{Ab}	0.39±0.05 ^{Ab}	1.22±0.080 ^{Ca}
C3	446.7±17.5 ^D	1680.2±21.5	2046.4±67.6	-129.5±3.2	-112.5±0.6	-147.9±0.8	0.38±0.04 ^{Bb}	0.33±0.01 ^{Ab}	2.74±0.20 ^{Ba}
KA3	554.4±3.30 ^D	1387.0±35.7	2250.7±66.7	-129.9±2.4	-117.0±5.6	-158.3±0.0	0.54±0.10 ^{Ab}	0.35±0.03 ^{Ab}	3.96±0.030 ^{Aa}
K5	1207.7±52.3 ^B	2520.1±12.4	3658.3±9.24	-144.1±6.0	-131.4±4.3	-168.8±12.5	0.38±0.12 ^{Bb}	0.28±0.14 ^{Bb}	1.32±0.22 ^{Ca}
M5	1149.9±49.8 ^B	2916.0±48.4	3376.0±313	-137.8±12	-107.7±4.8	-145.4±7.7	0.53±0.15 ^{Ab}	0.43±0.10 ^{ABb}	2.83±0.49 ^{Ba}
C5	1067.1±9.05 ^B	2803.3±62.8	3593.1±187	-143.0±3.2	-126.7±3.8	-147.1±6.5	0.50±0.04 ^{Ab}	0.31±0.01 ^{Bb}	1.29±0.010 ^{Ca}
KA5	1709.6±16.6 ^A	3062.8±35.8	3902.1±157	-156.8±3.9	-131.6±27.0	-159.6±1.7	0.40±0.15 ^{Bb}	0.34±0.12 ^{Bb}	4.38±0.12 ^{Aa}

¹K3: % 30 kurumadde oranına kadar evaporasyon ile üretilen kontrol örneği

M3: % 30 kurumadde oranına kadar evaporasyon ile üretilen muz aromalı örnek

C3: % 30 kurumadde oranına kadar evaporasyon ile üretilen çilek aromalı örnek

KA3: % 30 kurumadde oranına kadar evaporasyon ile üretilen kakao aromalı örnek

K5: % 50 kurumadde oranına kadar evaporasyon ile üretilen kontrol örneği

M5: % 50 kurumadde oranına kadar evaporasyon ile üretilen muz aromalı örnek

C5: % 50 kurumadde oranına kadar evaporasyon ile üretilen çilek aromalı örnek

KA5: % 50 kurumadde oranına kadar evaporasyon ile üretilen kakao aromalı örnek

¹K3: Control sample produced by evaporating up to 30% dry matter

M3: Banana flavored sample produced by evaporating up to 30% dry matter

C3: Strawberry flavored sample produced by evaporating up to 30% dry matter

KA3: Cacao flavored sample produced by evaporating up to 30% dry matter

K5: Control sample produced by evaporating up to 50% dry matter

M5: Banana flavored sample produced by evaporating up to 50% dry matter

C5: Strawberry flavored sample produced by evaporating up to 50% dry matter

KA5: Cacao flavored sample produced by evaporating up to 50% dry matter

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

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

Sertlik açısından bakıldığında uygulanan evaporasyon düzeyinin süt reçeli örneklerini önemli derecede etkilediği görülmektedir ($P < 0.05$). % 50 kurumadde oranına kadar evaporasyon uygulanan örneklerin daha yüksek

sertlik değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Vakum altında evaporasyon ile daha fazla oranda kurumadde artışı sağlanması süt reçeli örneklerinin tekstürel özelliklerini önemli ölçüde etkilemiştir ($P > 0.05$). Ayrıca ilave edilen aroma

maddelerinin sıvı veya toz formda olması sınırlı da olsa sertlik değerlerini etkilemiştir. Sıvı aroma ilavesiyle elde edilen muz ve çilek içeren süt reçeli örnekleri kakao ilaveli örneklerden daha düşük sertlik değerleri almıştır ($P > 0.05$). Toz formda ilave edilen ve buna bağlı olarak da diğer örneklerden daha yüksek kurumaddeye sahip olan kakaolu örneklerde ise daha yüksek sertlik değerleri tespit edilmiştir. Söz konusu farkın % 30 kurumadde oranına kadar evaporasyon uygulanan örneklerde önemsiz ($P > 0.05$), % 50 kurumadde oranına kadar evaporasyon uygulanan örneklerde önemli seviyede olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.05$).

Tekstürel özelliklerden yapışkanlık, bir malzemenin kopmadan maksimum deformasyonunu, liflilik ise ürünün kopmadan önce uygulanan basıncın ortadan kalkması sırasında uzadığı mesafe olarak tanımlanmaktadır (Bourne 2002). Bahsedilen iki tekstürel özellik birbirleri ile paralel sonuçlar vermiş ve depolama süresince önce azalmış daha sonra artmıştır. Süt reçeli örneklerinin sertlik değerleri de depolama süresince artış göstermiştir. Öztürk (2022) tarafından yürütülen bir çalışmada da depolama süresince devam eden Maillard tepkimesine bağlı olarak süt reçellerinde sertlik değerinin artış gösterdiği bildirilmiştir. Maillard tepkimesi sonucu meydana gelen bileşiklerden kaynaklanan protein çapraz bağlanması, bileşiklerin emülsiyon özellikleri veya protein-polisakkarit interaksyonu söz konusu değişimlere neden olabilmektedir (Starowicz ve Zieliński 2022).

Duyusal nitelikler

Süt reçelinin kendine has yapısı yumuşak, pürüzsüz ve sürülebilir özelliktedir (Silva vd. 2015). Çalışma kapsamında üretilen örneklerin görünüş özellikleri bakımından en yüksek değerleri % 30 oranına kadar evapore edilen çilek aromalı örnek, en düşük değerleri ise % 50 oranına kadar evapore edilen muz aromalı örnek almıştır (Şekil 1). Süt reçeli örneklerinin depolama süresince yapı değerleri incelendiğinde nispeten yüksek değerleri % 30 oranına kadar evapore edilen muz aromalı örnek, en düşük puanı ise % 50 oranına kadar evapore edilen muz aromalı örnek almıştır. Tekstür sonuçlarına da bakıldığında aynı evaporasyon düzeyi uygulanan

örneklerin tekstürel değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Görünüş ve yapı bakımından yüksek oranda evaporasyon uygulanan örneklerin (% 50 kurumadde oranına kadar) panelistler tarafından beğenilmediği görülmüştür.

Depolama süresince lezzet değerleri açısından en yüksek puanı yine % 30 kurumaddeye kadar evaporasyon uygulanarak üretilen kakaolu süt reçeli örneği almıştır. Akpınar vd. (2021) tarafından yürütülen çalışmada da benzer şekilde aroma ilave edilen süt reçeli örneklerinin panelistler tarafından daha çok beğenildiği bildirilmiştir.

Depolama süresi boyunca elde edilen duyuşal değerlendirme değerleri önemli farklılık göstermiştir ($P < 0.05$). Ancak tüm süt reçeli örneklerinin duyuşal değerlendirme puanları 2.5 değerinin üzerinde bulunmuş ve tamamı farklı düzeylerde de olsa beğenilmiştir.

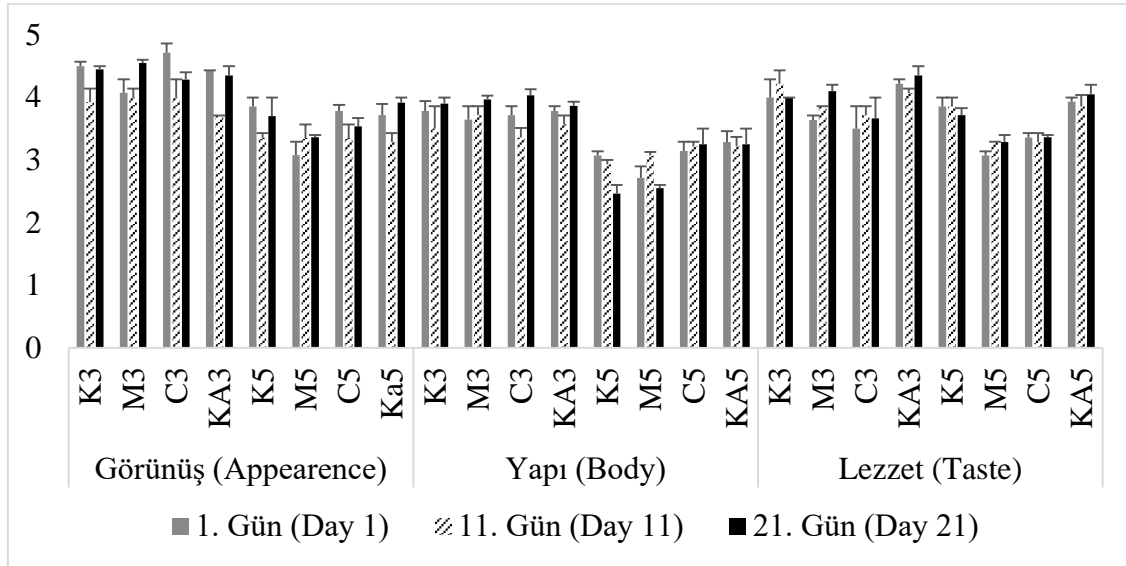
SONUÇ

Bu araştırma kapsamında farklı seviyelerde vakum altında sütün suyunun buharlaştırılması ve sonra kaynatılması ile üretilen aromalı süt reçeli örneklerinin bileşimi (kurumadde, yağ, protein, kül) belirlenmiş ve depolama süresince asitlik, HMF, tekstür profili, renk, toplam bakteri ve duyuşal özellikleri araştırılmıştır.

Kurumadde ve kül değerleri toz formda aroma ilave edilmesine bağlı olarak kakaolu süt reçellerinde diğer örneklerden daha yüksek değerde tespit edilmiştir. Ancak süt reçeli örneklerinin diğer bileşim özellikleri birbirine benzer bulunmuştur. Depolama süresince asitlik değişimlerine bakıldığında ise kolloidal kalsiyum-fosfatın çözünmesiyle ilişkili olarak depolama süresince pH değerinde artış gözleendiği, Maillard tepkimesinin devam etmesiyle de titrasyon asitliği değerinde düşüş gözleendiği ortaya konmuştur. Örneklerin renk değerlerinden L^* değerinin daha az kaynatılarak elde edilen yüksek oranda evaporasyon uygulanan örneklerde daha yüksek olduğu gözlelenmiştir. Daha düşük oranda evaporasyon (% 30 kurumadde oranına kadar) uygulanarak elde edilen örneklerde depolamanın

başlangıcında daha düşük toplam bakteri sayısı tespit edilmiş, bununla birlikte tüm örneklerde depolama süresince toplam bakteri sayısı artmıştır. Süt reçeli örneklerinin HMF içeriğinin kaynatma uygulanarak elde edilen geleneksel yöntemle göre daha az olduğu ortaya konmuştur.

Ayrıca % 30 kurumaddeye ulaşıncaya kadar evapore edilerek üretilen süt reçeli örneklerinde, kaynatma süresindeki farklılıktan dolayı, % 50 kurumadde seviyesine kadar vakum altında koyulaştırılan örneklere oranla HMF miktarı daha fazladır.



Şekil 1. Süt reçeli örneklerinin duysal değerleri (n=2)

Figure 1. Sensorial values of milk jam samples (n=2)

- ¹K3: % 30 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen kontrol örneği
M3: % 30 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen muz aromalı örnek
C3: % 30 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen çilek aromalı örnek
KA3: % 30 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen kakao aromalı örnek
K5: % 50 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen kontrol örneği
M5: % 50 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen muz aromalı örnek
C5: % 50 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen çilek aromalı örnek
KA5: % 50 kurumadde oranına kadar evapore edilerek üretilen kakao aromalı örnek

- ¹K3: Control sample produced by evaporating up to 30% dry matter
M3: Banana flavored sample produced by evaporating up to 30% dry matter)
C3: Strawberry flavored sample produced by evaporating up to 30% dry matter)
KA3: Cacao flavored sample produced by evaporating up to 30% dry matter)
K5: Control sample produced by evaporating up to 50% dry matter
M5: Banana flavored sample produced by evaporating up to 50% dry matter
C5: Strawberry flavored sample produced by evaporating up to 50% dry matter
KA5: Cacao flavored sample produced by evaporating up to 50% dry matter

Süt reçeli örneklerinin sertlikleri de uygulanan evaporasyon düzeyinden etkilenmiştir. Daha yüksek oranda evaporasyon uygulanan örneklerin sertlik değerleri de daha yüksek bulunmuştur. Aynı zamanda depolama süresince tüm örneklerde sertlik değerleri artış göstermiştir. Duyusal değerlendirme sonuçları % 30

kurumadde oranına kadar evaporasyon uygulanarak üretilen süt reçeli örneklerinin duysal puanlarının daha yüksek olduğunu göstermiştir. Lezzet açısından süt reçeli örneklerinin değerlendirilmesinde % 30 kurumadde seviyesine kadar evaporasyon uygulanarak üretilen kakaolu örnekler, depolama

boyunca diğer örneklerden daha yüksek değerler almıştır. Araştırma sonunda evaporasyonun her iki seviyesinin de süt reçeli üretiminde uygulanabilir olduğu ve vakum evaporasyon uygulamasının HMF miktarında düşüşe neden olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte % 30 kurumadde oranına kadar vakum evaporasyon uygulanarak elde edilen süt reçeli örneklerinin geleneksel süt reçeline daha yakın olmasına bağlı olarak duyuşal olarak daha çok beğenildiği ortaya konmuştur.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarların, başka kişiler ve/veya kurumlar ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKILARI

M. Merve Sarı: Üretim, analizlerin yapılması, taslak yazımı; Atila Yetişemiyen: Araştırma planlama, sonuç değerlendirme, makalenin kontrolü; Ceren Akal: Üretim, analizlerin yapılması, araştırma, makalenin yazımı. Tüm yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Koordinatörlüğü tarafından "Farklı Oranlarda Evaporasyon Uygulanması ile Aromalı Süt Reçeli Üretimi" ve 19L0447002 kod nolu proje tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

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

Anonymous (2020). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (Tebliğ No: 2020/7) Sayı: 31107, Ankara, Türkiye.

Akpınar, A., Söbeli, C., Çetin, M.G., Zeytin, M., Dilek, Z. (2021). Production of traditional milk jam with improved functional properties via probiotic and prebiotic, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 58 (3):325-334, <https://doi.org/10.20289/zfdergi.772761>.

Albala-Hurtado, S., Veciana-Nogues, M.T., Marine-Font, A., Vidal-Carou, M. C. (1998).

Changes in Furfural Compounds during Storage of Infant Milks. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(8): 2998-3003.

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

Ashoor, S. H., Zent, J. B. (1984). Maillard browning of common amino acids and sugars. *Journal of Food Science*, 49 (4):1206-1207.

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.

Bourne, M.C. (2002). *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. Academic Press, California, USA.

Burdurlu, H.S., Karadeniz, F. (2002). Gıdalarda Maillard Reaksiyonu. *Gıda Dergisi*, 27(2): 77-83.

Capuano, E., Fogliano, V. (2011). Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural (HMF): A review on metabolism, toxicity, occurrence in food and mitigation strategies. *LWT - Food Science and Technology*, 44: 793-810.

Carr, M.E., Civille, G.V. and Carr, B. T. (2000). *Sensory Evaluation Techniques*. CRC Press, Taylor and Francis Group, Baco Raton, USA. ISBN: 978-148-221-6905.

Cebeci, Ç. (2020). Farklı Süt Kombinasyonlarının Süt Reçeli Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

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. *Agronomía Mesoamericana*, 24(1): 149-167.

Chávez-Servín, J.L., Castellote, A. I., López-Sabater, M.C. (2006). Evolution of potential and free furfural compounds in milk-based infant formula during storage. *Food Research International*, 39: 536-543.

- Cichoski, A. J., Cansian, A. P., Di Luccio, M. (2011). Viability of *Staphylococcus xylosus* during shelf-life of dulce de leche prepared by vacuum evaporation. *Ciência Rural, Santa Maria*, 41(11): 2026-2031.
- Ciniviz, M., Keser, G. (2022). Farklı formasyon ve proses koşullarının süt reçelinin tekno fonksiyonel özelliklerine etkisi. 5. Geleneksel Gıda Sempozyumu. 24-26 Kasım 2022.
- Corzo-Martinez, M., Corzo, N., Villamiel, M., del Castillo, M.D. (2012). Browning Reactions. In: *Food Biochemistry and Food Processing*, Simpson, B. K., Nollet, L. M.L. Toldra, F., Benjakul, S., Paliyath, G.n, Hui, Y.H. John Wiley & Sons, Inc. United Kingdom.
- Ertop, H. M., & Sarıkaya, S.B.Ö. (2017). Çeşitli fırıncılık ürünlerinin hidrosimetilfurfural içeriği, antioksidan aktivitesi ve kolorimetrik özellikleri arasındaki ilişkiler. *Gıda*, 42(6), 834-843.
- 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. *Food Science and Technology (Campinas)*, 31(4): 998-1005.
- Francisquini, J.A., Rocha, J., Martins, E., Stephani, R., da Silva, P. H. F., Renhe, T.I.R., Perrone, I.T., de Carvalho, F.A. (2019). 5-Hydroxymethylfurfural formation and color change in lactose-hydrolyzed Dulce de leche. *Journal of Dairy Research*, 86: 477-482.
- Gripon, J.C., Desmazeud, M.J., Et.le Baes, D., Bergere, J.H. (1975). Role des microorganismes et des enzymes du cours de la maturation. *Le Lait*, 55(548): 502-516.
- 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 Agrotecnologia*, 36: 195-203.
- Halkman, A.K. (2005). *Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları*, Başak Matbaacılık, Ankara, Türkiye, 358 s. ISBN: 975-003-7308.
- Huppertz, T., Kelly, A.L. (2008). Properties and Constituents of Cow's Milk. In: *Milk Processing and Quality Management*, A.Y. Tamime (Ed.) pp. 23-47. Blackwell Publishing Ltd. ISBN:9781444301649.
- Kurt, A., Çakmakçı, S. ve Çağlar, A. (1993). *Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metodları Rehberi*. Atatürk Üniversitesi Yayınları, Erzurum, Türkiye, 150 s.
- 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.
- Oliveira, M.N., Penna, A.L.B., Nevarez Garcia, H. (2009). Production of evaporated milk, sweetened condensed milk and “dulce de leche”. In: *Dairy Powders and Concentrated Products*. Tamime, Y. A. (chief ed.), Blackwell Publishing Ltd, pp. 149-177.
- Önür, Y. Z. (2018). Süt reçeli veya dulce de leche: fizikokimyasal karakterizasyonu. *GIDA*, 43(6): 1091-1099 doi: 10.15237/gida.GD180111.
- Özhan, B., Karadeniz, F., Erge, H. S. (2010). Effect of storage on nonenzymatic browning reactions in carob pekmez. *International Journal of Food Science and Technology*, 45:751-757.
- Öztürk, Y. (2022). Laktozsuz Süt Reçeli Üretiminde Stabilizatör Olarak Nişasta ve Pektinin Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Mardin Artuklu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mardin.
- Patel, A.A., Gandhp H., Singh S. and Patil G.R. (1996). Shelf-life modeling of sweetened condensed milk based on kinetics of maillard browning division of dairy technology. *National Dairy Research Institute Karnal-132 001, Haryana India*.
- Ranalli, N., Andres, S.C., Califano, A.N. (2012). Physicochemical and rheological characterization of “dulce de leche. *Journal of Texture Studies*, 43: 115-123.
- Saldamlı, İ. (2007). *Gıda Kimyası*. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 587 pp.
- 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.

- Starowicz, M., Zieliński, H. (2019). How Maillard Reaction Influences Sensorial Properties (Color, Flavor and Texture) of Food Products?, *Food Reviews International*, 35 (8): 707-725.
- Thao T. Le, Bhandari, B., Deeth H. C. (2011). Chemical and Physical Changes in Milk Protein Concentrate (MPC80) Powder during Storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59 (10): 5465-5473.
- Toker, Ö. S. (2012). Farklı gıdalarda 5-hmf düzeyinin belirlenmesi ve riskli bulunan gıdaların 5-hmf içeriğinin farklı yöntemler kullanılarak azaltılma olanaklarının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- Ünüvar S. (2018). Determination of 5-hydroxymethylfurfural (5-HMF) in Expired Pharmaceutical Syrups by Using HPLC-DAD Method. *JOTCSA*. 5(3): 1431-1440.
- Van Boekel, M.A.J.S. (1998). Effect of heating on maillard reactions in milk. *Food Chemistry*, 62 (4): 403-414.
- Yetişmeyen, A., Gürsoy, A., Çimer, A. (1998). Koyulaştırılmış ve Kurutulmuş Süt Ürünleri Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını. No:1497, 81s, Ankara.
- Yüksel, Z., Mercan, O. (2022). Laktoz Hidrolize Süt Reçelinin Fizikokimyasal Özelliklerinin ve HMF İçeriğinin Belirlenmesi. Türkiye 14. Gıda Kongresi, Ankara, Türkiye, 19-21 Ekim 2022, ss.171.
- 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.