

Farklı hidrokolloid kombinasyonları ve depolama süresinin sütlaç örneklerinin bazı özellikleri üzerine etkileri

Effects of different hydrocolloid combinations and storage time on some properties of rice pudding samples

Selen KADAĞAN¹ , Seher ARSLAN^{1*} 

¹Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye.
selen_basdere@hotmail.com, sehera@pau.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 01.10.2021
Kabul Tarihi/Accepted: 23.01.2022

Düzeltilme Tarihi/Revision: 18.01.2022

doi: 10.5505/pajes.2022.38328
Araştırma Makalesi/Research Article

Öz

Bu makalede, farklı hidrokolloid kombinasyonlarının (ksantan guar gam, karregen-an-guar gam ve karregen-an-ksantan gam) sütlaçın fiziksel, duyuusal, kimyasal ve tekstürel özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Depolama süresi ve farklı formülasyonlar serum ayrılması, Hunter L, b değerleri, sertlik, esneklik, sakızimsılık ve iç yapışkanlık değerleri üzerinde istatistiksel açıdan önemli seviyede etkilemiştir ($p<0.05$). Depolama süresine bağlı olarak serum ayrılması artış gösterirken, en düşük serum ayrılması değerine sahip olan depolamanın sonunda karregen-an-ksantan gam içeren sütlaç örneği olmuştur. Sütlaçların sertlik değerleri 1.01-2.31 N, elastiklik değerleri 6.28-12.71 mm ve sakızimsılık değerlerini ise 0.426-0.872 N ve iç yapışkanlık 0.20-0.52 olarak tespit edilmiştir. Panelistlerle yapılan duyuusal analiz sonucunda depolamanın sonunda en yüksek koku, kıvam ve tat puanına guar gam-karregen-an kombinasyonu ile hazırlanan örneğin verdiği saptanmıştır. Hidrokolloid ilave edilmeyen örneğin genel beğeni puanları, diğer örneklerle göre daha düşük olarak belirlenmesine rağmen, bu fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Anahtar kelimeler: Sütlaç, Hidrokolloid, Depolama süresi, Duyusal özellikler, Tekstürel özellikler.

Abstract

In this article, the effects of different combinations of hydrocolloids (xanthan gum-guar gum, carrageenan-guar gum and carrageenan-xanthan gum) on the physical, sensory, chemical and textural properties of rice pudding were investigated. Storage time and different formulations had a statistically significant effect on serum separation, Hunter L, b values, hardness, springiness, gumminess, and cohesiveness values ($p<0.05$). While serum separation increased depending on the storage time, rice pudding sample containing carrageenan-xanthan gum had the lowest serum separation value at the end of the storage. The hardness values of the rice puddings were determined as 1.01-2.31 N, the springiness values as 6.28-12.71 mm and the gumminess values as 0.426-0.872 N and cohesiveness as 0.20-0.52. As a result of the sensory analysis conducted with the panelists, it was determined that the sample prepared with the combination of guar gum and carrageenan gave the highest odor, consistency and taste score at the end of storage. Although, the general appreciation scores of the sample without hydrocolloid were lower than that of the other samples, this difference was not found to be statistically significant ($p>0.05$).

Keywords: Rice pudding, Hydrocolloid, Storage period, Sensory properties, Textural properties.

1 Giriş

Sütlaç, sütlü tatlılar arasında en fazla bilinen sütlü tatlılardan biridir. Sütlü aş veya sütlü pirinç olarak da bilinen tatlının, ilk olarak 15. yüzyılda tıp ile ilgili kitaplarda ve Kaygusuz Abdal'ın şiirlerinde bahsedildiği belirtilmektedir. Sütlaç Osmanlı sarayında ziyafet sofralarında da yer alan bir sütlü tatlı çeşididir. Divan'ı Lugatı't Türk de sütlaç benzeri bir tatlının tarifi verilmektedir [1].

Sütlaç, süt proteini bazlı pirinçli bir sütlü tatlı olup, İngilizce kaynaklarda rice pudding olarak geçmektedir. Sütlaç bileşiminde formülasyonuna göre süt, pirinç tanesi veya un, şeker, nişasta ve farklı hidrokolloidlerin bulunduğu pirinçli bir süt tatlısıdır [2]. Sütlaç farklı ülkelerde farklı isimlerle ve farklı formülasyonlara sahiptir. Hindistan'da "kheer," Almanya'da "milchreis", Tayland'da "sticky rice, İsveç'te "risgrönsgröt", İspanya'da "arroz con Leche", İngiltere'de "an old English baked rice pudding" olarak bilinen farklı formülasyonlara sahip tatlılar, dünya mutfağında yer alan sütlaç tarzı ürünlere örnek olarak gösterilebilir. Hindistan'da kheer olarak bilinen de pirinçli sütlü bu ülkede sıklıkla tüketilmekte ve tatlı bizim sütlaçımıza oldukça benzer formülasyona sahiptir. Yarı katı bir

gıda olan sütlaç tatlısının kıvamı, tüketici tercihlerine göre değişkenlik göstermektedir [3].

Ksantan gam, *Xanthomonas campertis* bakterisinden elde edilen mikrobiyal bir gamdır. Ksantan gamı, iki glikoz ünitesi, iki mannoz ünitesi ve bir glukuronik asit ünitesinden oluşan tekrarlanan pentasakkarit birimlerinden oluşan birincil yapıya sahip anyonik bir heteropolisakkarittir. Ksantan gamın ana omurgası (1→4) β-D-glikopiranosil birimlerinden oluşur ve C-3'te diğer her glikoz kalıntısında bir trisakkarit yan zincir ile ikame edilir. Trisakkarit zinciri, iki D-mannoz ünitesi arasında bir D-glukuronik asit ünitesinden oluşur. Terminal D-mannoz ünitesinin yaklaşık yarısı, 4 ve 6 pozisyonlarına keto grubu yoluyla bağlanmış bir pirüvik asit kalıntısı içerir. Ana zincire bağlı D-mannoz, O-6 konumunda bir asetil grubu içerir [4]. Ksantan gam, soğuk ve sıcak suda çözünme özelliği ve yüksek viskozite sağlama, yağ ikame maddesi olma ve suyu bağlama gibi özellikleri nedeniyle gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ksantan gam az yağlı gıdalarda yağ ikamesi olması yanında, viskoziteyi ve dokuyu kontrol etmek ve fazla suyu bağlamak gibi görevleri de bulunmaktadır [5]. Guar gam, yüzyıllardır özellikle Hindistan ve Pakistan'da yetiştirilen *Cyamopsis tetragonolobus*'un endosperm kısmının

*Yazışılan yazar/Corresponding author

öğütülmesiyle elde edilen jel oluşturu bir galaktomandır. Suda güçlü bir hidrojen bağı oluşturma eğilimine sahip olduğu için, iyi bir koyulaştırıcı ve stabilizatör etkiye sahiptir. Guar gamın en önemli özelliği, yüksek viskoziteli çözeltiler vermek için soğuk su sistemlerinde hızla hidratlanabilmesidir. Guar gamın viskozitesi de zamana, sıcaklığa, konsantrasyona, pH'a, iyonik güce ve ayrıca çalkalama tipine bağlıdır. Bir gıda katkı maddesi olarak emülsifiye etme, suyu bağlama, donmuş ürünlerde buz kristallerini önleme, birçok sıvı-katı sistemi üzerinde nemlendirme, koyulaştırma, stabilize etme gibi özelliği bulunmaktadır. Dondurmalarda, soslarda, kek karışımlarında, peynirlerde, meyve içeceklerinde ve sos gibi ürünlerde gıda ağırlığının <%1 miktarında kullanılmaktadır. Guar gam çözeltisi viskoziteleri, guar gamın konsantrasyonundaki artışlarla orantılı olarak artmaktadır. Bunun nedeni guar molekülünün galaktoz yan zincirinin su molekülü ile etkileşimidir. Guar konsantrasyonundaki artış, moleküller arası zincir etkileşimini artırmaktadır. Guar konsantrasyonu, iki katına çıktığında viskozitede on kat artış göstermektedir. Çalışmalarda %0.5 konsantrasyona kadar guar gam çözeltileri Newton sistemi gibi davranırken, bu konsantrasyon seviyesinin üzerinde guar çözeltileri Newton olmayan ve tiksotropik sistemler gibi davranmaktadır [6].

Karragenan, belirli kırmızı deniz yosunu türlerinden (Rhodophyta) ekstraksiyon yoluyla elde edilen polisakkarit ailesi için genel bir isimdir. Gıda endüstrisinde, karragenanlar, koyulaştırma, jelleşme ve stabilize etme yetenekleri gibi mükemmel fiziksel fonksiyonel özellikleri bulunmaktadır. Süzme peynir dokusunu iyileştirmek, pudingler ve sütlü tatlıların viskozitesini ve dokusunu kontrol etmek ve et işleme endüstrisinde köfte, sos ve az yağlı hamburger üretimi için hidrokolloid ve stabilizatör olarak kullanılmaktadır. Ticari karragenanlar, 100 ile 1000 kDa arasında değişen bir ortalama moleküler kütleye sahiptir. Karragenan yapısında galaktoz ve sülfatın yanı sıra, ksiloz, glikoz ve üronik asitler gibi karbonhidrat türevlerini, metil eter ve piruvat gibi grupları da bulundurmaktadır. Bununla birlikte, suda çözünürlükleri esas olarak sülfat gruplarının (çok hidrofilik) seviyelerine ve ilişkili katyonlarına bağlıdır. Karragenanlarda bulunan başlıca iyonlaşabilir katyonlar sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyumdur, ancak diğer iyonlar da daha düşük oranda bulunabilir. Sonuç olarak, sülfat fraksiyonlarının oranı ve katyonların dengesi, çözeltilerin viskozitesini veya karragenanlar tarafından oluşturulan jellerin gücünü belirlemektedir [7].

Bu makalede, farklı hidrokolloid kombinasyonları kullanılmasının sütlaç üretimi üzerinde etkisi ve sütlaçların depolama süresince fiziksel, tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerinde meydana gelen değişimlerin incelenmesi hedeflenmiştir.

2 Materyal ve metot

2.1 Materyal

Pastörize süt, Kırmızı Süt İşletmesinden (Denizli, Türkiye) temin edilmiştir. Şeker, pirinç, pirinç unu, tuz ve tarçın Denizli'deki yerel bir marketten alınırken, karragenan, ksantan ve guar gam ise Smart Kimya Tic. ve Dan. Limited Şirketten (İzmir, Türkiye) temin edilmiştir.

2.2 Metot

2.2.1 Sütlaç örneklerinin hazırlanması

Sütlaç üretimi için yapılan ön denemeler ile istenen duyuşal özelliklerin (görünüm, yapı, tat gibi) elde edilmesi için hangi hidrokolloidlerin kullanılacağı ve hangi düzeyde ilave edileceği belirlenmiştir. Ön denemelerde seçilen hidrokolloidlerden %0.010, %0.015, %0.020, %0.025, %0.030, %0.050 düzeylerinde ilave edilerek ön üretimler gerçekleştirilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre belirlenen kombinasyonlarda hidrokolloid ilave etme oranı %0.25 olarak belirlenmiştir. Tablo 1'de sütlaç üretim formülasyonu verilmiştir.

Tablo 1. Sütlaç üretim formülasyonu.

Table 1. Rice pudding production formulations.

Hammaddeler	SÇ	SÇ1	SÇ2	SÇ3
Süt (L)	1	1	1	1
Su (L)	1	1	1	1
Şeker (g)	250	250	250	250
Pirinç (g)	100	100	100	100
Pirinç unu (g)	30	30	30	30
Tuz (g)	1.5	1.5	1.5	1.5
Tarçın (g)	1.5	1.5	1.5	1.5
Karragenan (g)			0.25	0.25
Guar gam (g)		0.25	0.25	
Ksantan gam (g)		0.25		0.25

SÇ: Kontrol numunesi. SÇ1: Guar gam ve ksantan gam kombinasyonu içeren sütlaç. SÇ2: Guar gam ve karragenan kombinasyonu içeren sütlaç. SÇ3: Karragenan ve ksantan kombinasyonu içeren kombinasyonu içeren sütlaç.

Ayıklanıp yıkanan pirinçler tencereye konulmuş. Üstüne su ilave edilerek 15-20 dk. haşlama işlemine tabi tutulmuştur. Haşlanan pirinçler oda sıcaklığına soğutulduktan sonra üzerine soğuk süt ilave edilerek 40 °C'ye kadar ısı işlem uygulanmıştır. Pirinç unu ve kullanılan gımlar formülasyonlara uygun olarak ön ısı işlem görmüş sütlü karışım içinde iyice çözündürülmüştür. Üretimde kullanılan süt 80 °C'ye geldiği zaman çözündürülen karışım ilave edilmiş ve 10 dk. ısı işlem uygulanmıştır. Karışıma şeker ilave edilerek koyulaşması beklenmiştir. Koyulaşan sütlaç tatlısı kâselere doldurulmuş, oda sıcaklığına geldikten sonra örnekler buzdolabında muhafaza edilmiştir [8-9].

2.3 Kimyasal analizler

Sütlaç örneklerinin toplam kurumadde (%) ve kül (%) miktarları gravimetrik olarak, protein (%) miktarları mikrokjeldahl yöntemi ile yağ (%) miktarları Sokselet yöntemi ile yapılmıştır. pH analizi pH metre cihazı (Hanna HI 8314, Hanna Instruments, İtalya) ile ölçülerek belirlenmiştir [10].

2.3.1 Fiziksel analizler

Serum ayrılması analizi için, 10 g örnek santrifüj tüpüne aktarıldıktan sonra 4 °C'de 30 dk. 6300 g hızında santrifüj (Nüve NF 1200R, Ankara, Türkiye) edilmiştir. Serum ayrılması sonuçları % olarak verilmiştir [11]. Renk değerleri Hunter Lab cihazı (Hunter Miniscan Xe, HunterLab, Reston, USA) kullanılarak ölçülmüştür. Renk analizinde Hunter L, a ve b değerleri belirlenmiştir. Hunter L aydınlık ve karanlık, (+) a renk değeri kırmızı, (-) a renk değeri yeşil; (+) b renk değeri sarı ve (-) b mavi renk değerini vermektedir [12].

2.3.2 Tekstürel analizler

Tekstürel parametreler 4.5 kg yük hücrelerine sahip olan Tekstür cihazı (Brookfield CT3, Brookfield Mühendislik Laboratuvar AŞ, Middleboro, MA 02346 USA) ile değerlendirilmiştir. Test hızı

2 mm/sn. olup, örneğe 2 defa sıkıştırma uygulanmıştır. Analizde 12.7 mm çaplı silindir prob kullanılarak, probun örneğe girme derinliği 15 mm seçilerek tekstürel özellikler belirlenmiştir [13].

2.3.3 Duyusal analiz

Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü lisans, yüksek lisans, doktora ve öğretim üyelerinden oluşan 30 adet panelist tarafından duyusal analiz yapılmıştır. Örnekler rastgele 3 basamaklı bir sayı ile kodlanmış olup 150 g'lık kaplarda panelistlere sunulmuştur. Panelistlerin, örnekleri 9 puanlık hedonik skalaya göre renk, görünüş, koku, tat, görsel kıvam ve genel beğeni açısından değerlendirmeleri istenmiştir [13],[14].

2.3.4 İstatistiksel analiz

Depolama süresinin ve farklı hidrokoloid kombinasyonlarının kullanımının verilerin üzerindeki etkisi istatistiksel analiz yapılarak belirlenmiştir. Analizlerden elde edilen veriler, istatistiksel analiz SPSS programı ile değerlendirilmiştir. Deneysel üretim 2 tekerrürlü ve her tekerrür de en az 2 paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel olarak önemli farklılıklar $p < 0.05$ düzeyinde Duncan Testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

3 Bulgular ve tartışma

3.1 Kimyasal kompozisyon

Sütlaç üretiminde kullanılan sütün kuru maddesi %10.35 yağ miktarı %3.20 protein miktarı %3.13 ve pH değeri 6.6'dır. Sütlaç üretiminde farklı formülasyonların kullanımı kuru madde, protein, kül içeriklerini ve pH değerlerini önemli düzeyde etkilemiştir ($p < 0.05$). En yüksek kuru madde değerine sahip olan örnek SÇ1 kodlu örneğin olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2). Kontrol örneğinin pH değerleri hidrokoloid ilaveli

sütlaçlara göre daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Köylü [15], sütlaç üzerinde yaptığı çalışmada kuru madde değerlerini %23.95-26.75, protein içeriğini %3.38-4.05, kül içeriğini %0.71-0.86 ve pH değerlerini 6.46-6.59 arasında tespit etmiştir. Djaoud ve diğ. [16] sütlü tatlılar üzerinde yaptığı çalışmada kuru madde değerini %21.52-23.02, yağ değerini %1.44-2.16, protein değerini %2.65-3.14, sakkaroz içeriğini %8.02-16.00 arasında belirlemişlerdir.

3.2 Fiziksel özellikleri

Sütlaç örneklerinin serum ayrılması, Hunter L ve b değerleri hem depolama süresinden hem de farklı hidrokoloid kombinasyonu kullanılmasından önemli düzeyde etkilenmiştir (Tablo 3). Nişasta, hidrokoloidlerle beraber kullanıldığı zaman biyopolimerlerin türü ve konsantrasyonunun yanı sıra nişasta mikroyapısına ve jelatinizasyon koşullarına bağlı olarak karışımların reolojik özelliklerinde büyük farklılıklar elde edilmektedir [17].

Serum ayrılması değerleri depolama süresince artış göstermiştir. Lobato ve diğ. [18] nişasta bazlı sütlü tatlılar üzerinde yaptığı çalışmada, soğukta depolama sırasında nişasta molekülünün tekrar organizasyonu nedeniyle süyun serbest kaldığını ve serum miktarının arttığını belirtmişlerdir. Depolamanın sonunda en yüksek serum ayrılması, hidrokoloid ilavesi yapılmayan örnek de tespit edilmiştir. Bu durum hidrokoloidlerin serum ayrılması üzerinde etkin olduğunu göstermektedir.

SÇ2 örneği depolama başında en yüksek L değerine sahip örnek olmuştur. Örneklerin a değerleri negatif yönde tespit edilirken, b değerleri ise pozitif değerlere sahiptir. Depolama süresince SÇ1 örneğinin b değerleri, diğer örneklerle göre daha düşük olarak saptanmıştır. SÇ2 örneğinin depolamanın sonunda en yüksek L, a ve b değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir.

Tablo 2. Sütlaç örneklerinin kimyasal özellikleri.

Table 2. Chemical properties of rice pudding samples.

Sütlaç kodu	Kuru madde (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Kül (%)	pH
SÇ	28.60±0.46 ^{ab}	3.47±0.18	4.35±0.14 ^{ab}	0.50±0.01 ^b	6.65±0.01 ^a
SÇ1	29.78±0.86 ^a	3.41±0.25	4.18±0.16 ^b	0.52±0.01 ^a	6.60±0.01 ^b
SÇ2	28.98±0.66 ^{ab}	3.08±0.11	4.22±0.14 ^b	0.53±0.01 ^a	6.60±0.03 ^b
SÇ3	28.33±0.87 ^b	3.30±0.24	4.61±0.25 ^a	0.54±0.01 ^a	6.60±0.01 ^b

SÇ: Kontrol numunesi; SÇ1: Guar gam ve ksantan gam kombinasyonu içeren sütlaç. SÇ2: Guar gam ve karragenan kombinasyonu içeren sütlaç. SÇ3: Karragenan ve ksantan gam kombinasyonu içeren kombinasyonu içeren sütlaç. ^{a,b}: Aynı satırdaki farklı harfler örnekler arasındaki istatistiksel farklılığı belirtmektedir ($p < 0.05$).

Tablo 3. Sütlaç örneklerinin depolama süresince fiziksel özellikleri.

Table 3. Physical properties of rice pudding samples

Özellikler	Depolama Süresi (g)	Sütlaç Kodları			
		SÇ	SÇ1	SÇ2	SÇ3
Serum ayrılması	1	0.31±0.03 ^{Ca}	0.34±0.40 ^{Ca}	0.23±0.21 ^{Cb}	0.25±0.11 ^{Cb}
	5	0.45±0.02 ^{Bb}	0.53±0.20 ^{Ba}	0.52±0.17 ^{Ba}	0.33±0.16 ^{Bc}
	10	0.77±0.12 ^{Aa}	0.67±0.01 ^{Abc}	0.69±0.02 ^{Ab}	0.66±0.21 ^{Ac}
L	1	69.13±0.89 ^{Ab}	68.08±1.06 ^{Abc}	72.01±0.52 ^{Aa}	66.47±0.67 ^{ABc}
	5	68.26±0.35 ^{Aa}	65.91±0.96 ^{Aab}	67.88±1.06 ^{Bab}	65.71±0.75 ^{Bb}
	10	68.36±1.36 ^{Aa}	67.80±0.47 ^{Aa}	69.57±0.56 ^{Ba}	67.79±0.33 ^{Aa}
a	1	-2.95±0.53	-2.87±0.71	-3.69±0.02	-1.27±0.18
	5	-2.82±0.42	-2.45±0.14	-2.40±0.20	-1.43±0.15
	10	-2.17±0.73	-3.16±0.13	-3.29±0.74	-1.88±0.12
b	1	5.71±0.24 ^{Bab}	5.19±0.56 ^{Ab}	6.26±0.17 ^{Aa}	6.29±0.06 ^{Aa}
	5	6.40±0.06 ^{Aa}	4.41±0.31 ^{Ab}	6.22±0.09 ^{Aa}	6.61±0.02 ^{Aa}
	10	6.18±0.24 ^{ABb}	4.69±1.15 ^{Ab}	6.63±0.14 ^{Aa}	6.52±0.31 ^{Aa}

SÇ: Kontrol numunesi. SÇ1: guar gam ve ksantan gam kombinasyonu içeren sütlaç. SÇ2: Guar gam ve karragenan kombinasyonu içeren sütlaç. SÇ3: Karragenan ve ksantan gam kombinasyonu içeren kombinasyonu içeren sütlaç. ^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler örnekler arasındaki istatistiksel farklılığı belirtmektedir ($p < 0.05$). ^{A-C}: Aynı sütündeki farklı harfler depolama süresine göre istatistiksel farklılığı belirtmektedir ($p < 0.05$).

Yeşilyurt [3] yaptığı çalışmada pirinç kullanarak yaptığı çalışmada sütlaçların L* değerlerini depolama süresince 76.81-78.06, a* değerlerini -2.69-(-3.01), b* değerlerini 9.50-10.92 arasında belirlemiştir. Farklı tahılların ve kontrol olarak pirinçli sütlaçın kullanıldığı çalışmada pirinçli sütlaçın L* değerleri 75.80-75.95, a değerleri -2.22-(-2.50), b değerlerini 7.93-8.52 olarak tespit edilmiştir [15]. Örneklerin hazırlanmasında farklı hidrokolloid kombinasyonların kullanılması renk farklılığına neden olmuş olabilir.

3.3 Tekstürel özellikler

Sütlaç örneklerinin sertlik, esneklik, sakızımsılık ve iç yapışkanlık değerleri üzerinde hem formülasyonlar hem de depolama süresi istatistiksel açıdan ($p<0.05$) önemli olarak saptanmıştır (Tablo 4).

Gıdaların yapısında belirli bir deformasyon yaratmak için uygulanması gereken kuvvet olarak ifade edilen sertlik tekstürel açıdan önemli bir kavramdır. İç yapışkanlık, güçlü bağ oluşumunu ve örneklerin yapısal bir bütünlük sağladığını göstermektedir. Tekstür analizinde iç yapışkanlık değerinin yüksekliği daha güçlü bir jel yapısı ile ilgilidir [19].

Hidrokolloid ilave edilmeyen örneğin tekstürel parametreleri, diğer örneklerle göre daha düşük tespit edilmiştir. Kullanılan gamlar ve kazein arasındaki etkileşimler bu tekstürel özellikleri etkilemiş olabilir. Depolamanın 5. ve 10. günlerinde en yüksek sertlik değeri SÇ3 sütlaçında saptanmıştır. Depolamanın başında en yüksek sertlik, esneklik, sakızımsılık ve iç yapışkanlık değerlerine sahip olan tatlı karregenan-ksantan gam kombinasyonu içeren olduğu saptanmıştır.

Depolama süresi arttıkça örneklerin tekstürel özelliklerinde azalış olduğu tespit edilmiştir. Depolamanın sonunda SÇ3 kodlu örneğin iç yapışkanlık değeri diğerlerine göre daha yüksek olarak belirlenmiş olup, bu durum örneğimizin jel yapısının güçlü olduğunu göstermektedir. Çalışmamızda karragenan içeren örneklerin tekstürel parametreleri, genellikle diğer iki örneğe göre daha yüksek olarak belirlenmiştir.

Verbeken ve diğ. [11], süt bazlı tatlı ürünlerde κ -karragenan ile kazein arasındaki etkileşimlerin tekstürel özellikler üzerinde etkin olduğunu gözlemişlerdir. Yaseminli sütlaçlar üzerinde yapılan çalışmada, karragenan ve oktenil süksinik anhidrit nişastadan oluşan karışım kullanılarak yapılan tatlının sertlik,

ve çiğnenabilirlik değerleri, diğer örneklerle daha göre yüksek olarak saptanmıştır. Bunun nedeni muhtemelen yağsız süt tozunda kazein içindeki pozitif yükler ile oktenil süksinik anhidrit nişastadaki negatif yükler arasındaki hidrofobik ve elektrostatik etkileşim olabildiğini belirtmişlerdir [2].

Kheer tatlısı üzerinde yapılan bir çalışmada sertlik örnekleri örneklerin kuru madde artışlarına bağlı olarak 0.291 ile 0.449 N arasında belirlemişlerdir. [20]. Gupta ve diğ. [21] puding üretiminde modifiye edilmiş amarant nişastası kullanımının pudinglerin yapışkanlık, çiğnenbilirlik ve esneklik değerlerinde artışa neden olduğunu belirtmiştir.

3.4 Duyusal özellikler

Görünüş, renk, tat, koku, kıvam özellikleri hem depolama periyodundan hem de hidrokolloid kullanımından istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilenmiştir ($p<0.05$). Genel beğeni açısından depolamaya bağlı olarak puanların değiştiği ve farkın istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır. Örneklerin duyusal özelliklerin çoğunun 5. depolama gününde hafifçe bir düşüş belirlenirken, 10. güne bakıldığında bu azalışın oldukça belirgin olduğu tespit edilmiştir (Tablo 5). Görünüş puanları açısından SÇ2 örneği depolamanın başında, en yüksek puanı aldığı saptanmıştır. SÇ3 örneği, 10.günde en yüksek renk puanına sahip olan sütlaç örneğidir. Depolamanın sonunda en düşük renk, kıvam, tat, koku ve genel beğeni puanlarına sahip olan örnek hidrokolloid ilave edilmeyen örnek olmuştur. SÇ3 örneği depolamanın son günü hariç diğer günler en yüksek kıvam puana sahip olan örnekler olarak tespit edilmiştir. Kuru maddenin kheer tatlısı üzerinde etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada bizim kuru madde oranımıza yakın tatlılarda (%25.5-30.5) görünüş ve renk puanları 6.87-8.22, tat-aroma değerleri 6.91-8.18, kıvam 6.71-7.91 ve genel kabul edilebilirlik 6.87-8.16 değerleri arasında olduğu en yüksek duyusal puanların %28.1 kuru maddeli tatlılarda belirlenmiştir. Bu araştırmanın sonuçları bizim duyusal puanlarımıza oldukça yakın olduğu belirlenmiştir [20]. Taro veya kolokas olarak da bilinen gölevez den elde edilen unun hidrokolloid olarak puding yapımında kullanıldığı bir çalışmada, yüksek oranda taro unu içeren puding örnekleri duyusal açıdan koyuluk ve viskozite açısından en yüksek puanı almıştır [22].

Tablo 4. Sütlaç örneklerinin depolama süresince tekstürel özelliklerindeki değişimler.

Table 4. Changes in the textural properties of rice pudding samples during storage.

Özellikler	Depolama Süresi (g)	Sütlaç Kodları			
		SÇ	SÇ1	SÇ2	SÇ3
Sertlik (N)	1	1.73±0.56 ^{Ab}	1.89±0.27 ^{Aab}	2.17±0.31 ^{Aa}	2.31±0.16 ^{Aa}
	5	1.05±0.65 ^{Bc}	1.64±0.21 ^{ABb}	1.41±0.15 ^{Bb}	2.11±0.24 ^{Ba}
	10	1.01±0.10 ^{Bc}	1.26±0.12 ^{Bb}	1.44±0.11 ^{Bb}	2.06±0.13 ^{Ba}
Esneklik (mm)	1	10.77±0.46 ^{Ac}	12.09±0.06 ^{Ab}	12.48±0.01 ^{Aab}	12.71±0.02 ^{Aa}
	5	8.53±0.25 ^{Bc}	10.88±0.36 ^{Bb}	11.45±0.23 ^{Ba}	11.20±0.14 ^{Bab}
	10	6.28±0.09 ^{Cc}	9.70±0.04 ^{Cb}	10.66±0.11 ^{Ca}	10.70±0.90 ^{Ca}
Sakızımsılık (N)	1	0.473±0.01 ^{Ac}	0.652±0.03 ^{Ab}	0.856±0.02 ^{Aa}	0.872±0.03 ^{Aa}
	5	0.454±0.02 ^{Ac}	0.534±0.02 ^{Bb}	0.728±0.03 ^{Ba}	0.576±0.02 ^{Bb}
	10	0.426±0.01 ^{Bd}	0.445±0.01 ^{Cc}	0.643±0.02 ^{Ca}	0.546±0.01 ^{Bb}
İç yapışkanlık	1	0.25±0.06 ^{Ad}	0.33±0.04 ^{Ac}	0.43±0.01 ^{Ab}	0.52±0.01 ^{Aa}
	5	0.21±0.00 ^{Aa}	0.27±0.01 ^{Ba}	0.42±0.01 ^{Aa}	0.32±0.24 ^{Aa}
	10	0.20±0.01 ^{Ad}	0.25±0.01 ^{Bc}	0.32±0.02 ^{Bb}	0.40±0.01 ^{Aa}

SÇ: Kontrol numunesi. SÇ1: Guar gam ve ksantan gam kombinasyonu içeren sütlaç. SÇ2: Guar gam ve karragenan kombinasyonu içeren sütlaç. SÇ3: Karragenan ve ksantan gam kombinasyonu içeren kombinasyonu içeren sütlaç.*d : Aynı satırdaki farklı harfler örnekler arasındaki istatistiksel farklılığı belirtmektedir ($p<0.05$). A-C: Aynı sütündeki farklı harfler depolama süresine göre istatistiksel farklılığı belirtmektedir ($p<0.05$).

Tablo 5. Sütlaç örneklerinin depolama süresince duyu özelliklerindeki değişimler.
Table 5. Changes in sensory properties of rice pudding samples during storage.

Özellikler	Depolama Süresi (gün)	Sütlaç Kodları			
		SÇ	SÇ1	SÇ2	SÇ3
Görünüş	1	7.45±0.94 ^{Ab}	7.55±0.85 ^{Aab}	8.10±0.64 ^{Aa}	7.80±0.83 ^{Aab}
	5	7.35±0.74 ^{Aa}	7.50±0.68 ^{Aa}	7.30±0.92 ^{Ba}	7.35±0.87 ^{Aa}
	10	6.30±0.86 ^{Ba}	6.10±0.55 ^{Ba}	6.20±0.61 ^{Ca}	6.50±0.45 ^{Ba}
Renk	1	7.80±0.69 ^{Ab}	8.50±0.68 ^{Aa}	8.25±0.71 ^{Aa}	8.60±0.59 ^{Aa}
	5	7.55±0.75 ^{Ab}	8.15±0.67 ^{Aa}	8.10±0.71 ^{Aa}	8.00±0.85 ^{Aab}
	10	6.50±0.68 ^{Bb}	6.80±0.85 ^{Bab}	6.80±0.76 ^{Bab}	7.40±0.54 ^{Ba}
Koku	1	8.05±0.60 ^{Ac}	8.70±0.47 ^{Aa}	8.35±0.48 ^{Abc}	8.50±0.51 ^{Aab}
	5	7.70±0.92 ^{Aa}	8.10±0.55 ^{Ba}	8.05±0.94 ^{Aa}	7.90±0.90 ^{Ba}
	10	6.30±0.65 ^{Bc}	6.90±0.71 ^{Cab}	7.35±0.67 ^{Ba}	6.50±0.85 ^{Cbc}
Tat	1	8.10±0.85 ^{Aa}	8.45±0.51 ^{Aa}	8.30±0.65 ^{Aa}	8.50±0.68 ^{Aa}
	5	7.70±0.47 ^{Abc}	8.10±0.30 ^{Ba}	7.45±0.42 ^{Bc}	7.90±0.55 ^{Bab}
	10	6.35±0.87 ^{Bb}	6.90±0.71 ^{Ca}	6.90±0.30 ^{Ca}	6.55±0.99 ^{Cab}
Görsel Kıvam	1	8.30±0.47 ^{Aab}	8.20±0.61 ^{Aab}	8.10±0.30 ^{Ab}	8.50±0.68 ^{Aa}
	5	7.10±0.85 ^{Bb}	8.00±0.91 ^{Aa}	7.70±0.57 ^{Ba}	8.10±0.55 ^{Ba}
	10	6.30±0.81 ^{Ca}	6.60±0.50 ^{Ba}	6.65±0.74 ^{Ca}	6.55±0.60 ^{Ca}
Genel beğeni	1	8.20±0.61 ^A	8.50±0.51 ^A	8.30±0.80 ^A	8.25±0.78 ^A
	5	7.70±0.47 ^B	7.90±0.72 ^B	8.00±0.72 ^A	8.00±0.45 ^A
	10	6.30±0.92 ^C	6.40±0.50 ^C	6.45±0.68 ^B	6.80±0.83 ^B

SÇ: Kontrol numunesi; SÇ1: Guar gam ve ksantan gam kombinasyonu içeren sütlaç. SÇ2: Guar gam ve karragenan gam kombinasyonu içeren sütlaç. SÇ3: Karragenan ve ksantan gam kombinasyonu içeren kombinasyonu içeren sütlaç. ^{a-c}: Aynı satırdaki farklı harfler örnekler arasındaki istatistiksel farklılığı belirtmektedir (p<0.05). ^{A-C}: Aynı sütundaki farklı harfler depolama süresine göre istatistiksel farklılığı belirtmektedir (p<0.05).

4 Sonuçlar

Sunulan çalışmada farklı hidrokolloid kombinasyonları ile sütlaç tatlısı hazırlanmış olup, depolama süresince bu kombinasyonların ürün üzerinde etkisi belirlenmiştir. Farklı formülasyonların yağ içeriği hariç, sütlaçın kimyasal kompozisyonu üzerinde önemli düzeyde etkisi olmuştur (p<0.05). Depolamanın 5. ve 10. gününde en düşük serum ayrılması değeri SÇ3 kodlu örnekte tespit edilmiştir. Karragenan ve ksantan gam kombinasyonu ile üretilen örneğin depolama süresince en düşük L değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Örneklerin sarılık değerleri 4.41-6.63 arasında değişim göstermiştir. Karragenan-ksantan gam kombinasyonu içeren örneğin depolamanın sonunda en yüksek sertlik ve iç yapışkanlık değerine sahip olduğu, kontrol örneğinin ise en düşük sertlik ve iç yapışkanlık değeri gösterdiği tespit edilmiştir. Depolamanın sonunda SÇ2 (guar gam ve karragenan) kodlu sütlaçın en yüksek koku, tat ve kıvam puanına sahip olduğu belirlenmiştir. Genel beğeni puanını depolama süresi istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilemesine karşılık (p<0.05), farklı formülasyonların kullanımını önemsiz düzeyde etkili olmuştur (p>0.05). Analiz sonuçlarına göre, sütlaç üretiminde hidrokolloid kombinasyonlarının kullanımının sütlaçın özellikleri üzerinde olumlu etkiye bulunduğu söylenebilir.

5 Conclusions

In the presented study, rice pudding dessert was prepared with different hydrocolloid combinations, and the effect of these combinations on the product was determined during storage. Different formulations had a significant effect on the chemical composition of rice pudding (p<0.05), except for the fat content. The lowest serum separation value on 5 and 10 days of the storage was determined in the sample coded SÇ3. The sample produced with the combination of carrageenan and xanthan gum had the lowest L value during storage. The yellowness values of the samples varied between 4.41 and 6.63. It was

determined that the sample containing carrageenan-xanthan gum combination had the highest hardness and cohesiveness values, at the end of storage while the control sample showed the lowest hardness and cohesiveness values. At the end of the storage, the SÇ2 coded rice pudding had the highest odor, taste and consistency scores. Although the storage period significantly affected on the general appreciation score (p<0.05), utilization of different formulations did not significantly affect (p>0.05). According to the results of the analysis, it can be said that the use of hydrocolloid combinations in rice pudding production has a positive effect on the properties of rice pudding.

6 Teşekkür

Bu çalışmayı, maddi olarak destekleyen Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi'ne (Proje No: 2010FB008) teşekkür ederiz.

7 Yazar katkı beyanı

Makalede Selen KADAĞAN literatür taraması, deneylerin organizasyonu ve deneylerin yapılmasında, Seher ARSLAN ise literatür taraması, deneylerin organizasyonu ve makalenin yazımında katkıda bulunmuştur.

8 Etik kurul onayı ve çıkar çatışması beyanı

Bu makalede etik kurul izni alınmasına gerek bulunmamıştır. Herhangi bir kişi/kurum ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

9 Kaynaklar

- [1] Işın PM. *Gülbeşeker Türk Tatlıları Tarihi*. 2. baskı. İstanbul, Türkiye, Yapı Kredi Yayınları, 2008.
- [2] Thaiudom S, Pracham S. "The influence of rice protein content and mixed stabilizers on textural and rheological properties of jasmine rice pudding". *Food Hydrocolloids*, 76, 204-215, 2018.

- [3] Yeşilyurt B. Farklı Buğday Çeşitleri ile Üretilen Sütlaçların Bazı Fizikokimyasal ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu, Türkiye, 2020.
- [4] Garcia-Ochoa F, Santos VE, Casas JA, Gómez E. "Xanthan gum: production, recovery and properties". *Biotechnology Advances*, 18(7), 549-579, 2000.
- [5] Khouryieh HA, Aramouni FM, Herald TJ. "Physical and sensory characteristics of no-sugar-added/low-fat muffin". *Journal of Food Quality*, 28, 439-451, 2005.
- [6] Mudgil D, Barak S, Khatkar BS. "Guar gum: processing, properties and food applications-a review". *Journal of Food Science and Technology*, 51(3), 409-418, 2014.
- [7] Campo VL, Kawano DF, da Silva Jr DB, Carvalho I. Carrageenans: Biological properties, chemical modifications and structural analysis-A review. *Carbohydrate Polymers*, 77(2), 167-180, 2009.
- [8] Vural HG. *Tatlısıyla Tuzlusuyla Soframız*. 2. Baskı. İstanbul, Türkiye, Elit Kültür Yayınları, 2013.
- [9] Bayram M. *Geleneksel Tadıyla Lezzet Soframız*. 1. Baskı. İstanbul, Türkiye, Çelik Yayınevi, 2003.
- [10] Horwitz W. *Official Methods of Analysis of AOAC*. 17th ed. Gaithersburg, USA, AOAC International, 2000.
- [11] Verbeken D, Bael K, Thas O, Dewettinck K. "Interactions between κ -carregeenan, milk proteins and modified starch in sterilized dairy desserts". *International Dairy Journal*, 16, 482-488, 2006.
- [12] Arslan S, Kadagan S. "Effect of storage and some hydrocolloid blends on physicochemical, textural and sensory characteristics of keşkül, a dairy dessert". *Akademik Gıda*, 19(4), 398-403. 2021.
- [13] Arslan S, Kadagan S. "Effects of hydrocolloid combinations on physical, textural and sensory properties of kazandibi". *Latin American Applied Research*, 51(2), 113-118. 2021.
- [14] Altuğ T, Elmacı Y. *Gıdalarda Duyusal Değerlendirme*. 1. Baskı. İzmir, Türkiye, Meta Basımevi, 2005.
- [15] Köylü E. Sütlaç Üretiminde Farklı Tahılların Kullanımının Ürün Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu, Türkiye, 2019.
- [16] Djaoud K, Boulekbache-Makhlouf L, Yahia M, Mansouri H, Mansouri N, Madani K, Romero A. "Dairy dessert processing: Effect of sugar substitution by date syrup and powder on its quality characteristics". *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(5), 1-13, 2020.
- [17] Alamprese C, Mariotti M. "Effects of different milk substitutes on pasting, rheological and textural properties of puddings". *LWT-Food Science and Technology*, 44(10), 2019-2025, 2011.
- [18] Lobato LP, Grossmann MVE, Benassi MT. "Inulin addition in starch-based dairy desserts: instrumental texture and sensory aspects". *Food Science and Technology International*, 15(4), 317-323, 2009.
- [19] Aytaç F. Doğal Tatlandırıcıların (Stevia ve Akçaağaç Şurubu) Sütli Tatlıların Fiziksel, Kimyasal ve Tekstürel Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye, 2017.
- [20] Kavimani C, Barnwal P, Minz PS, Dodeja AK. Influence of total solids on textural and sensory characteristics of kheer. *Indian Journal of Dairy Science*, 69(4), 415-420, 2016.
- [21] Gupta AK, Jha AK, Singhal S. "Optimisation of modification parameters for amaranth starch for the development of pudding and study of the quality traits of developed pudding". *Acta Alimentaria*, 50(1), 22-32, 2021.
- [22] Hendek Ertop M, Atasoy R, Akın ŞS. "Evaluation of taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott] flour as a hydrocolloid on the physicochemical, rheological, and sensorial properties of milk pudding". *Journal of Food Processing and Preservation*, 43, 1-9, 2019.