

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ SÜT REÇELLERİNİN BİLEŞİMİNE
DEPOLAMANIN ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şerdan KIPÇAK
Danışman: Prof. Dr. Yusuf TUNÇTÜRK

VAN – 2025

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ SÜT REÇELLERİNİN BİLEŞİMİNE
DEPOLAMANIN ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şerdan KIPÇAK

Tez Savunma Sınavı Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Yusuf TUNÇTÜRK (Başkan, Danışman)

Doç. Dr. Menekşe BULUT (Üye)

Dr. Öğr. Üyesi Tahir YÜCEL (Üye)

KABUL VE ONAY SAYFASI

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Yusuf TUNÇTÜRK danışmanlığında, Şerdan KIPÇAK tarafından sunulan “Zenginleştirilmiş Süt Reçellerinin Bileşimine Depolamanın Etkisi” başlıklı bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 20/05/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Yusuf TUNÇTÜRK

İmza:

Üye: Doç. Dr. Menekşe BULUT

İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Tahir YÜCEL

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun /.... /..... tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza

.....

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Şerdan KIPÇAK



ÖZET

ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ SÜT REÇELLERİNİN BİLEŞİMİNE DEPOLAMANIN ETKİSİ

KIPÇAK, Şerdan

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Yusuf TUNÇTÜRK

Haziran 2025, 91 sayfa

Bu çalışmada, süt reçeli üretiminde farklı ingredientlerin kullanılmasının ve depolama süresinin süt reçeli örnekleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Kontrol grubu (sade), kakaolu, tarçınlı, Hindistan cevizli, Antep fıstıklı ve muzlu olarak hazırlanan ve 4°C’de depolanan süt reçellerinin 1., 30. ve 60. günlerde kimyasal, fiziksel, reolojik vs... özellikleri tespit edilmiştir. Analizler sonucunda süt reçeli örneklerine ait kuru madde oranı %68.09-71.68, kül değerleri %1.90-2.59, protein içerikleri %7.35-8.99, yağ içeriği değerleri %5.41-8.43, asitlik değerleri %0.45-0.66, pH değerleri 6.13-6.61, L* değerleri 30.47 ila 80.78, a* değerleri 3.51 ila 12.16, b* değerleri 5.90 ila 31.74 aralığında, briks değerleri %64.45-67.55 aralığında tespit edilmiştir. Su aktivitesi, viskozite ve invert şeker değerleri depolama süresi ve süt reçeli örneği farklılığından $p<0.01$ önemlilik düzeyinde etkilenmiştir. Analizler sonucunda bulunan değerler ise, su aktivitesi için 0.84-0.89, viskozite için 3270-20045 (cP), invert şeker için ise %11.34-17.86 aralığındadır. Toplam şeker içeriğine dair değerler %51.68-57.38 aralığında, sakaroz içeriği değerleri %37.23-42.68, HMF 154.50-247.04 mg/kg, toplam fenolik madde 70.77-175.85 mg GAE/kg, DPPH inhibisyon değerleri %10.19-41.90, ABTS inhibisyon değerleri %10.06-33.52, TEAK değerleri ise 0.22-0.76 mmol TE/g aralıklarında tespit edilmiştir. Duyusal analizlerde görünüş, renk, koku, kıvam, tat-aroma, şeker oranı uygunluğu, çeşni oranı uygunluğu ve genel beğeni özellikleri değerlendirilmiş olup, genel hesaplama sonucunda en yüksek genel kabul beğeni puanını sade süt reçeli örneği, en düşük puanı ise tarçınlı süt reçeli örneği almıştır.

Anahtar kelimeler: Antioksidan aktivite, Duyusal özellikler, Fizikokimyasal özellikler, Süt reçeli

ABSTRACT

THE EFFECT OF STORAGE ON THE COMPOSITION OF ENRICHED MILK JAMS

KIPÇAK, Şerdan

M.Sc. Thesis, Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Yusuf TUNÇTÜRK

June 2025, 91 pages

In this study, the effects of using different ingredients in milk jam production and storage period on milk jam samples were investigated. Chemical, physical, rheological and sensory properties and antioxidant activity parameters of milk jams prepared as control group (plain), cocoa, cinnamon, coconut, pistachio and banana and stored at 4°C were determined on the 1st, 30th and 60th days. As a result of the analysis, dry matter ratio of milk jam samples were determined as 68.09-71.68%, ash as 1.90-2.59%, protein contents as 7.35-8.99%, fat content as 5.41-8.43%, acidity as 0.45-0.66%, pH values as 6.13-6.61, L* values as 30.47 to 80.78, a* values as 3.51 to 12.16, b* values as 5.90 to 31.74, brix values as 64.45-67.55%. Water activity, viscosity, and invert sugar content were significantly influenced ($p<0.01$) by both storage duration and formulation type. Water activity ranged between 0.84 and 0.89, viscosity between 3270 and 20045 (cP), and invert sugar content between 11.34% and 17.86%. In terms of sugar composition, total sugar content ranged from 51.68% to 57.38%, while sucrose content was between 37.23% and 42.68%. HMF (5-hydroxymethylfurfural) levels were found between 154.50 and 247.04 mg/kg. The total phenolic content ranged from 70.77 to 175.85 (mg GAE/kg). Antioxidant activity measurements showed DPPH scavenging activity between 10.19% and 41.90%, ABTS radical scavenging activity between 10.06% and 33.52%, and TEAC values between 0.22 and 0.76 mmol TE/g.

Sensory evaluation included assessments of appearance, color, aroma, texture, flavor, sweetness balance, flavor intensity balance, and overall acceptability. Among the samples, the plain milk jam received the highest overall sensory score, while the cinnamon-flavored variant received the lowest.

Keywords: Antioxidant activity, Milkjam, Physicochemical properties, Sensory properties



TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında, her türlü ilgi ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Yusuf TUNÇTÜRK'e, her zaman desteklerini arkamda hissettiğim değerli aileme, sevgili kardeşim Destina KIPÇAK'a ve hayat arkadaşım Hasan BAYAM'a teşekkür ederim.

2025

Şerdan KIPÇAK





İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	19
3.1 Materyal.....	19
3.2 Denemenin Düzenlenmesi ve Süt Reçellerinin Üretimi.....	19
3.2.1 Kimyasal Analizler	22
3.2.1.1 Kuru Madde Tayini	22
3.2.1.2 Kül Tayini.....	22
3.2.1.3 Protein Analizi	23
3.2.1.4 Yağ Tayini	23
3.2.1.5 Asitlik Tayini	24
3.2.1.6 pH Tayini.....	24
3.2.1.7 Şeker Analizleri	25
3.2.1.8 Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Kapasite Tayini İçin Ekstrakt Hazırlanması	26
3.2.1.9 Toplam Fenolik Madde Tayini	27
3.2.1.10 Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi.....	28
3.2.1.11 Hidroksimetil Furfural (HMF) Tayini.....	30

3.2.2	Fiziksel ve Reolojik Analizler.....	31
3.2.2.1	Briks Analizi	31
3.2.2.2	Su Aktivitesi Tayini	31
3.2.2.3	Renk tayini.....	31
3.2.2.4	Reolojik Analiz (Viskozite tayini)	32
3.2.3	Duyusal Analizler.....	33
3.2.4	İstatistiksel Analiz	33
4.	BULGULAR VE TARTIŞMA	35
4.1	Kimyasal Analizler.....	35
4.1.1	Kuru Madde	35
4.1.2	Kül	37
4.1.3	Protein.....	39
4.1.4	Yağ	41
4.1.5	Asitlik	43
4.1.6	pH.....	44
4.1.7	İnvert Şeker.....	46
4.1.8	Toplam Şeker	48
4.1.9	Sakaroz	50
4.1.10	Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite.....	52
4.1.10.1	Toplam Fenolik Madde Miktarı.....	52
4.1.10.2	DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) İnhibisyon Değerleri.....	54
4.1.10.3	ABTS İnhibisyon Değerleri.....	55
4.1.10.4	TEAK (Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite)	56
4.1.11	Süt Reçeli Örneklerinin HMF (5-Hidroksimetilfurfural) İçerikleri	58
4.2	Fiziksel ve Reolojik Analizler	60
4.2.1	Briks değerleri.....	60
4.2.2	Su Aktivitesi (a_w).....	62
4.2.3	Renk Analizi	64

4.2.3.1	L* Değerleri.....	64
4.2.3.2	a* Değerleri	66
4.2.3.3	b* Değerleri	68
4.2.4	Reolojik Analiz (Viskozite Tayini)	70
4.3	Süt Reçellerine Uygulanan Duyusal Analizler	72
4.3.1	Görünüş.....	72
4.3.2	Renk.....	73
4.3.3	Koku	73
4.3.4	Kıvam	74
4.3.5	Tat-Aroma.....	74
4.3.6	Şeker Oranı Uygunluğu	75
4.3.7	Çeşni Oranı Uygunluğu	76
4.3.8	Genel Beğeni.....	76
4.3.9	Genel Hesap Değerleri.....	77
5.	SONUÇ.....	81
	KAYNAKLAR.....	85
	ÖZ GEÇMİŞ.....	91

ÇİZELGELER LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1 Sade süt reçeli üretiminde kullanılan ingredientlerin oranları (%)	21
Çizelge 4.1 Süt reçeli örneklerinin kuru madde içeriklerine (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	36
Çizelge 4.2 Süt reçeli örneklerinin kül içeriklerine (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	38
Çizelge 4.3 Süt reçeli örneklerinin protein içeriklerine (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	40
Çizelge 4.4 Süt reçeli örneklerinin yağ içeriklerine (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	42
Çizelge 4.5 Süt reçeli örneklerinin asitlik değerlerine (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	44
Çizelge 4.6 Süt reçeli örneklerinin pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	45
Çizelge 4.7 Süt reçeli örneklerinin invert şeker değerlerine (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	47
Çizelge 4.8 Süt reçeli örneklerinin toplam şeker içeriklerine (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	49
Çizelge 4.9 Süt reçeli örneklerinin sakaroz içeriklerine (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	51
Çizelge 4.10 Süt reçeli örneklerinin toplam fenolik madde değerlerine (mg GAE/kg) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	53
Çizelge 4.11 Süt reçeli örneklerinin DPPH değerlerine (% inhibisyon) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	55
Çizelge 4.12 Süt reçeli örneklerinin ABTS değerlerine (% inhibisyon) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	56
Çizelge 4.13 Süt reçeli örneklerinin Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAK) değerlerine (mmol TE/g) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ...	57
Çizelge 4.14 Süt reçeli örneklerinin HMF değerlerine (mg/kg) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	59

Çizelge 4.15 Süt reçeli örneklerinin briks değerlerine (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	61
Çizelge 4.16 Süt reçeli örneklerinin a_w değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	63
Çizelge 4.17 Süt reçeli örneklerinin L^* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	65
Çizelge 4.18 Süt reçeli örneklerinin a^* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	67
Çizelge 4.19 Süt reçeli örneklerinin b^* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	69
Çizelge 4.20 Süt reçeli örneklerinin viskozite değerlerine (centiPoise, cP) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	71
Çizelge 4.21 Süt reçeli örneklerinin duyuşal içeriklerinden görünüş, renk, koku, kıvam ve tat-aroma parametrelerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	73
Çizelge 4.22 Süt reçeli örneklerinin duyuşal içeriklerinden şeker oranı uygunluğu, çeşni oranı uygunluğu, genel beğeni ve hesaplanan genel beğeni parametrelerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	76

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1 Kurutulmak üzere hazırlanan muz örnekleri.	20
Şekil 3.2 Kontrol grubu (sade) süt reçeli örneği.....	21
Şekil 3.3 Analizler akış şeması.....	22
Şekil 3.4 Protein analizi için tartımı yapılan süt reçeli örnekleri	23
Şekil 3.5 Gallik asit standart eğrisi	28
Şekil 3.6 TEAK yöntemiyle hazırlanan Troloks standart eğrisi.....	30
Şekil 3.7 Hunter renk tayin cihazı ile renk analizi yapılan örnekler.....	32
Şekil 3.8 Duyusal analiz aşaması.....	33



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamalarıyla aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde
°C	Santigrat derece
a_w	Su aktivitesi
d	Yoğunluk
cP	centiPoise
dk	Dakika
g	Gram
kcal	Kilokalori
l	Litre
mg	Miligram
ml	Mililitre
nm	Nanometre
Pa	Pascal
pH	Aktif asitlik
sn	Saniye
μ L	Mikrolitre
μ m	Mikrometre
μ mol/l	Mikromol/Litre

Kısaltmalar

Açıklama

a*	Kırmızılık- Yeşillik (Renk)
ABTS	2,2'azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit)
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
b*	Sarılık- Mavilik (Renk)
DPPH	2,2-difenilpikrilhidrazil
GAE	Gallikasit Eşdeğeri
HMF	Hidroksimetil Furfural
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
L*	Açıklık-Koyuluk (Renk)
TEAK	Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasitesi

1. GİRİŞ

Süt, insan sağlığı açısından vazgeçilmez bir besin kaynağıdır ve tarihsel olarak her kültürde önemli bir yere sahiptir. Zengin besin içeriği sayesinde, büyüme ve gelişme süreçlerinden bağışıklık sisteminin güçlenmesine kadar birçok alanda vücuda fayda sağlar. Süt, yüksek kaliteli proteinler, kalsiyum, fosfor, vitamin A, D, B12 ve riboflavin gibi hayati öneme sahip besin öğeleri bakımından zengin olup, kemik ve diş sağlığının korunmasında önemli bir rol oynar. Ayrıca, sütün içerdiği yağ asitleri ve laktoz, sindirim sisteminin düzgün çalışmasına katkıda bulunur ve enerji sağlar. Bu besleyici özellikleri sayesinde süt, özellikle çocuklar, yaşlılar ve fizyolojik olarak daha fazla besine ihtiyaç duyan bireyler için temel bir gıda maddesi olarak kabul edilir. Sütün bu önemli besleyici özellikleri, onun sadece günlük diyetin bir parçası olmakla kalmayıp, aynı zamanda uzun vadede sağlık üzerindeki olumlu etkilerini de ortaya koymaktadır (Et ve Süt Kurumu, 2023).

Süt, tarih boyunca insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olmuş ve birçok kültürde temel bir besin kaynağı olarak kabul edilmiştir. Zengin besin içeriği, sütün sağlık üzerinde pek çok olumlu etkisi bulunmasını sağlamıştır. Bununla birlikte, süt ve süt ürünleri sadece besin değeriyle değil, aynı zamanda çeşitli işleme yöntemleriyle de farklı şekillerde tüketilmiştir. Gıda muhafazası ve uzun ömürlü ürünler üretme ihtiyacı, insanlığın sütü farklı formlarda değerlendirmesine olanak tanımıştır. Bu bağlamda, süt ürünlerinin raf ömrünü uzatmak ve yeni ürünler üretmek amacıyla teknolojik üretim modelleri geliştirilmiştir (Tetra Pak, 2018).

Süt teknolojisi, sütün içerdiği değerli besin öğelerini farklı işleme yöntemleriyle (örneğin konsantrasyon ve fermentasyon) işleyerek peynir, tereyağı, kaymak, dondurma, yoğurt, pastörize süt, süt tozu, sterilize süt ve sütlü tatlılar gibi raf ömrü uzun ürünler üretmeyi amaçlamaktadır (Oliveria vd., 2009).

Gıda endüstrisindeki yenilikler ve ilerlemeler doğrultusunda, tüketicilerin beklentileri de giderek yükselmektedir. Süt ürünlerinin çeşitlenmesi, süttten daha uzun süre dayanabilen ve kolayca depolanabilen ürünler elde etme amacını gütmektedir. Tüketiciler, mikrobiyal açıdan daha güvenli, uzun raf ömrüne sahip, damak zevkine hitap eden, kaliteli, organik ve katkı maddesi içermeyen sağlıklı gıdaları tercih etmektedir (Infoldia, 2020).

Sütün muhafaza edilmesinin en eski yöntemlerinden biri, sütün konsantre edilmesidir. İlkel topluluklar, güneş enerjisinden faydalanarak sütü konsantre etmiş veya kurutarak uzun süre saklamışlardır. Sütü konsantre etmenin başlangıcı, 19. yüzyılın başlarında Fransız bilim insanı Nicholas Appert ile başlamış olarak kabul edilmektedir. O dönemlerde, açık kazanlarda sütün suyunun üçte ikisi buharlaştırılarak şişelere doldurulmuş ve ardından su banyosunda yaklaşık iki saat süreyle ısıtılarak işlem uygulanarak, süt bir nevi sterilize edilmiştir. 1800'lerin ilk yarısında, konsantre sütün raf ömrünü uzatmak için ürüne şeker eklenmiştir. Aynı yüzyılın ikinci yarısında ise, endüstriyel ölçekte konsantre süt üretimi için kısmi vakum evaporasyon yöntemi uygulanmaya başlanmıştır. Geçmişten günümüze, bu alanda birçok araştırma yapılmış ve ürünlerin üretimi için daha gelişmiş teknolojiler geliştirilmiştir. Bu ilerlemeler, ürün kalitesinde önemli iyileşmelere yol açmıştır. Son yıllarda ise, özellikle membran filtrasyon teknolojisinin popülaritesinin artmasıyla birlikte, konsantrasyon teknolojisine yeni boyutlar eklenmiştir (Akın, 2004).

Konsantre süt ürünleri, uzatılmış raf ömrü olan ürünler arasında yer alır. Bu süt ürünleri, üretim sırasında kullanılan sütün suyunun bir kısmının uzaklaştırılması ile elde edilir. Süt, ya sterilize edilir ya da ozmotik basıncı düşürmek amacıyla şeker gibi katkı maddeleri eklenir. Bu işlemler, ürünlerin depolanması sırasında mikroorganizma üremesini engelleyerek, daha uzun süre dayanmasını sağlar (Akın, 2004).

Konsantre süt ürünlerinin birkaç önemli avantajı vardır. Bunlar arasında, depolama kolaylığı (daha az depolama alanı gereksinimi ve yüksek kaliteyi koruma), ekonomik fayda (kütle ve hacmin azalmasıyla taşıma maliyetlerinin düşmesi), acil durumlarda kullanım kolaylığı (savaş, doğal afetler veya salgın hastalıklar gibi durumlarda taze süt temini zorlaştığında) ve gıda formülasyonlarında kolaylık (sabit bileşimi sayesinde çeşitli gıdalarda rahatlıkla kullanılabilmesi) yer almaktadır (Akın, 2004).

Bu gelişmelerle birlikte, başta içme sütü olmak üzere tereyağı, peynir, dondurma ve yoğurt gibi ürünler piyasada yerini almıştır. Ayrıca, sütün şekerle birleşerek oluşturduğu sütlü tatlılar da geniş bir yelpazeye sahiptir. Sütlü tatlılar, besin ve enerji değeri açısından daha sağlıklı ve dengeli seçenekler sunar. Diğer tatlılarla karşılaştırıldığında daha az şeker, yağ ve un içerirler, bu nedenle kalori değerleri de daha

düşüktür. Bunun yanı sıra, sütlü tatlılar, içerdği yüksek kaliteli proteinler sayesinde vücutta daha verimli kullanılabilir (Oysun, 1987).

Sütlü tatlılar, Türk mutfağında önemli bir yer tutan geleneksel lezzetlerdendir. Türk mutfağının zengin tatlı çeşitleri arasında bulunan sütlü tatlılar, diğer tatlılara göre sindirimi daha kolay, hafif ve yüksek besin değerine sahip olan seçeneklerdir. Bu özellikleri ile özellikle beslenme açısından riskli gruplar için uygun olup, aynı zamanda ekonomik olarak da daha düşük maliyetli tatlı çeşitleridir (Kadağan, 2015).

Son dönemde sütlü tatlıların tüketimi, farklı çeşit ve türlerinin üretilip yaygınlaşmasıyla önemli bir şekilde artmıştır. Bu artışın temel nedeni, bu ürünlerin yüksek besin değeri sunmasının yanı sıra, duyuşal özelliklerinin de her yaş grubunun beğenisine hitap etmesidir (Öksüztepe vd., 2013).

Son yıllarda ise geleneksel süt işleme yöntemleri modernleştirilerek, süt ürünleri üreticileri tarafından, inovasyonun etkisi ve ürünlere yönelik yüksek talebi karşılamak amacıyla, yeni formülasyonlar ve ürünler geliştirmişleridir. Bunlardan biri de süt reçelidir. Süt reçeli, daha çok Latin Amerika ülkelerinde konsantre süt ürünü olarak tüketilmekte olup, ana bileşenleri süt ve şeker olduğundan, sütlü tatlılar kategorisinde yer almaktadır (Oysun, 1987).

Süt reçeli, tatlandırılmış ve yoğunlaştırılmış bir süt formu olarak hem besleyici hem de lezzet açısından zengin bir alternatif sunmaktadır. Sütün doğal besin öğeleri, şekerle birleştğinde yoğun bir tat ve kremamsı bir doku ortaya çıkar. Bu, süt reçelinin popülerliğini arttıran faktörlerden biridir (Healthline, 2020).

Bu çalışmada, sütlü tatlılar grubunda bulunan süt reçeli çeşitli gıdalarla zenginleştirilerek elde edilen yeni ürünlerin fiziksel, kimyasal ve duyuşal analizlerinin yapılması; bu analizler sonucunda elde edilen verilerin depolama süresince değişimlerinin incelenmesi ve raporlandırılması hedeflenmiştir.

Bu amaçla öğütölmüş kuru baharat (tarçın), çerez (Antep fıstığı), meyve kurusu (Hindistan cevizi), özel gıda (kakao) ve meyve (muz) ile zenginleştirilerek fonksiyonel özellikleri arttırılmış bir ürün elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu konuya ilişkin çok az araştırma mevcuttur. Yapılan bu çalışmada depolamanın 1., 30. ve 60. günlerinde süt reçellerinin fiziksel, kimyasal, reolojik ve antioksidan aktivite içerikleri de tespit edilmiştir. Depolamanın 45. gününde ise duyuşal analizler gerçekleştirilmiştir.



2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Sabioni vd. (1984), *Kluyveromyces lactis* kullanarak sütteki laktozu hidrolize etmiş ve beş farklı karışım hazırlayarak süt reçeli üretimi gerçekleştirmişlerdir. Üretilen süt reçelleri, 120 gün boyunca oda sıcaklığında saklanmış ve duyuusal testlere tabi tutulmuştur. Panelistlerin yaptığı değerlendirmeye göre, depolama süresince, kontrol örneği (laktozu hidrolize edilmemiş) dışında, diğer örneklerde laktoz kristalizasyonu gözlemlenmemişlerdir.

Kokini ve Tsen (1987), süt reçeli üretiminde evaporasyon ve ısı işlem gibi faktörlerin etkisini araştırmışlardır. Çalışmalarında, yoğunlaştırılmış süt ve şekerle yapılan süt reçelinin viskozitesinin, sıcaklık ve su aktivitesinin azalmasıyla 50000 mPa·s'nin üzerinde değerlere ulaşabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışma ile süt reçelinin yoğunlaşma ve şeker kristallenmesi gibi faktörlerden dolayı viskozitesinin istatistiksel olarak anlamlı seviyede arttığını göstermişlerdir.

Rovedo vd. (1991), marketten alınan ve ev yapımı Dulce de Leche (süt reçeli) örneklerini inceleyerek, her iki ürünün de tiksotropik ve psödoplastik özelliklere sahip olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan araştırmalarda, ürünlerin görünür viskozitesinin arttırılan sıcaklıkla (25°C, 40°C ve 55°C) azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca, asidifikasyonun ürünün görünür viskozitesini düşürdüğü, alkali pH'nın ise viskoziteyi arttırdığı gözlemlenmiştir. Bu bulgular sonucunda, Dulce de Leche üretiminde kullanılan pH seviyesinin, ürünün reolojik özellikleri üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ortaya koymuşlardır.

İngiltere'de yapılmış olan bir çalışmada, farklı içerikleri bulunan süt reçellerinin duyuusal analizleri 72 öğrencinin panelistliğiyle yapılmıştır. Çalışmada, Hough, Bratchell ve Wakeling (1992) süt reçellerinin içermiş olduğu şeker bileşiminin, nötrleştirici çeşidinin, ısı işlem süresinin ve vanilya ilavesinin tüketici üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Süt reçelinin bileşiminde %40 glikoz şurubu ile sakaroz içeren, nötrleştirici olarak %100 sodyum bikarbonat ilave edilen ve vanilya içermeyen örnek, duyuusal analizler sonucunda en çok beğenilen formülasyon olarak belirlenmiştir. Isı işlem süresinin, tüketici tercihlerinde önemli bir etkisi olmadığını bulmuşlardır.

Malec vd. (1999), farklı tatlandırıcılar kullanarak süt reçeli üretimini gerçekleştirmiştir. Temel formülasyona ek olarak, rekonstitüye süte %0, %10, %15, %20,

%25 ve %30 düzeylerinde süktroz ilave edilerek altı farklı süt reçeli üretilmiştir. Diğerk formülasyonlarda ise sktroza ek olarak glikoz, fruktoz ya da mısırs şurubu gibi farklı şekerler kullanılmıştır. Yapılan analizlerde, farklı şeker oranlarına sahip süt reçeli örneklerinde briks değeri 70 ± 2 , pH değeri 6.7 ± 0.01 ve su aktivitesi (a_w) değeri 0.85 ± 0.01 olarak belirlenmiştir. Bu alışma ile, tatlandırıcı türü ve oranının süt reçelinin temel kimyasal özellikleri üzerindeki etkilerini inceleyerek, ürün formülasyonları ve kalite parametreleri hakkında önemli bilgiler sunmaktadırlar.

Garitta vd. (2004) alışmalarında, süt reçeline depolama sıcaklığının etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, rnekler 25°C , 37°C ve 45°C 'de depolanmış ve farklı sıcaklıklarda depolanan örneklerin raf ömürleri belirlenmiştir. Sonuçlar, 25°C 'de depolanan süt reçelinin raf ömrünün 109 gün, 37°C 'de 53 gün ve 45°C 'de ise yalnızca 9 gün olabileceğini göstermiştir. Bu alışma ile, depolama sıcaklığının süt reçelinin raf ömrü üzerindeki önemli etkisini ortaya koymuşlardır.

Bazı araştırmacılar, süt reçelinin özelliklerini incelemek amacıyla vanilya (Oliveira vd., 2009), kahve (Ferreira vd., 2011), Hindistan cevizi (Barbosa vd., 2013) gibi farklı aroma maddelerinin, farklı şeker formülasyonlarının (Malec vd., 2005; Zimmermann vd., 2007) veya modifiye nişastanın (Hough, 1990; da Silva vd., 2015) etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmaların detayları aşağıda verilmiştir.

Malec vd. (2005), süt reçeli üretiminde farklı miktarlarda şeker kullanarak, bu şekerleri üretim sırasında farklı zamanlarda ekleyerek ve farklı süt tozları kullanarak yedi farklı formülasyonla gerçekleştirmiştir. İlk formülasyon, geleneksel süt reçeli örneğini temsil etmektedir. Üretimde kullanılan tam yağlı süt tozları (125 g/L) distile su ile rekonstitüe edilmiştir. Süktroz ilave edilen 100 mL rekonstitüe süt, su banyosunda sabit karıştırılarak ağzı açık bir kapta ısıtılmış ve belirli bir süre sonra sıcaklık $102-103^{\circ}\text{C}$ 'ye luşmış ve bu sıcaklıkta bırakılmıştır. Ardından, %10 (w/v) NaHCO_3 zeltisi ile ısıtılan karışımın pH'ı 7.5'e getirilmiştir. Formülasyon 2 ve 3'te süktroz ilavesi %18, glukoz ilavesi ise %2 olmuştur. 4. ve 5. formülasyon ise süktroz %18, fruktoz %2 olarak ilave edilmiştir. Monosakkaritler, 2. ve 4. formülasyonun üretiminde başında, 3. ve 5. formülasyonda ise ısıl işlemin 90. dakikasında eklenmiştir. Formülasyon 6'da, diğerk üretim yöntemlerinden farklı olarak yağsız süt tozu kullanılarak üretim yapılmış ve yedinci formülasyonda geleneksel yöntemle laktozu hidrolize edilmiş süt tozu kullanılmıştır. Karışım 120 dakika süreyle ısıl işleme tabi tutulmuş ve ardından, 70 ± 2

suda çözünür kuru madde içeriği elde edilerek süt reçelinin, spesifik aroma ve karakteristik tat özelliklerine sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Zimmermann vd. (2007), çalışmalarında ksantam gam ve peynir altı suyu proteini ilavesinin süt reçelinin fizikokimyasal, reolojik özellikleri ve duyuşal kabul edilebilirlikleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Süt reçelinin üretimi için iki farklı formül kullanılmıştır. İlk formülasyonda %10 sükröz, %2 gliköz şurubu, %0.1 ksantam gam, NaHCO_3 , %2 peynir altı suyu tozu ve karamel renk verici maddeler kullanılmış, ikinci formülasyonda ise sükröz oranı %8 olarak değiştirilmiştir. Bu iki farklı formülasyona göre üretilen süt reçellerinin fizikokimyasal, reolojik özellikleri ve duyuşal profilleri belirlenmiştir. İki örnek için de kül değerleri %1.94-2.05, yağ içerikleri %6.88-7.26, nem içerikleri %28.22-35.89, protein değerleri %8.78-9.23, karbonhidrat değerleri %54.09-45.57 ve kalori değerleri ise 313.34-284.00 kcal/100g arasında bulunmuştur. Ayrıca, şeker miktarı arttıkça viskozite ve tutarlılık endeksinde ortalama bir artış gözlemlenmiştir. Ürünlerin reolojik davranışlarını belirlemek için kuvvet yasası ve Herschel-Buckley modelleri kullanılmış, kayma incelmesi sonucunda Newtonyen olmayan akış davranışı sergilendiği tespit edilmiştir. Sakaroz miktarı %10 olan ilk formülasyonun konsistens indeksi ve görünür viskozite değeri, %8 sakaroz içeren ikinci formülasyona göre daha yüksek bulunmuştur. Duyusal analizde ise %8 sakaroz içeren süt reçeli daha yüksek puan almış ve bunun sonucunda düşük sakaroz içeren süt reçellerinin duyuşal olarak kabul edilebilir olduğunu ve yeni ürünlerin elde edilebileceğini vurgulamışlardır.

Oliveira vd. (2009), süt reçeli üretiminde protein koagülasyonunu engellemek amacıyla süte NaHCO_3 ve vanilya aroma maddesi ilave etmiş ve yaklaşık %70 kuru madde ile su aktivitesi 0.85'e ulaşana kadar ısıtma işlemi uygulamışlardır. Maillard reaksiyonunun sonunda, ürünün renginde kahverengileşme gözlemlenmiş ve bu süreç, ürünün karakteristik tat ve aroma kazanmasına yol açmıştır.

Ferreira vd. (2011), süt reçelinin üretiminde iki farklı nişasta ve iki farklı kuru madde konsantrasyonunun etkilerini incelemiştir. Bu çalışmada, süt reçellerinin %66.7-69.5 arasında değişen kuru madde değeri, %30.12-33.74 arasında nem oranı, %6.9-7.2 arasında protein oranı, %6.1-7.4 arasında yağ içeriği, %1.74-1.80 arasında kül içeriği ve %50.92-53.74 arasında şeker oranı olduğu tespit edilmiştir. Peynir altı suyu ve kahve ilavesiyle süt reçeli üretimi yapılan bu çalışmada, peynir altı suyu oranı %10 ve

kahve içeriği %1 olan örnek ile peynir altı suyu oranı %30 ve kahve içeriği %1 olan süt reçelini, duyuusal değerdendirirde en beğenilen örnekler olarak belirlemiştirlerdir.

Barbosa vd. (2013), süt reçeli üretiminde klasik yöntemi ve %1.5 Hindistan cevizi ilavesiyle yapılan formülasyonu karşılaştırmışlardır. Çalışmada, her iki formülasyonun termofiziksel ve reolojik özellikleri, 28.4-76.4°C sıcaklık aralığında belirlenmiştir. Hindistan cevizi eklenen süt reçeli örnekleri ile eklenmeyen örnekler arasında önemli farklar gözlemlenmiştir. Süt reçeli örneklerinin termal difüzyon miktarı 1.130×10^{-7} ila 1.082×10^{-7} m²/s, yoğunluğu ise 1350.7-1310.7 kg/m³ arasında tespit edilmiştir. Ayrıca, ısı kapasitesi 2633.2-3101.8 J/kg°C, termal iletkenlik ise 0.383-0.452 W/m°C aralığında bulunmuştur. Bingham modeli kullanılarak yapılan analizler sonucunda, her iki formülasyondan üretilen süt reçeli örneklerinin Newtonyen olmayan akış davranışı sergilediğini göstermişlerdir.

Silva vd. (2015), geleneksel yöntemlerle süt reçeli üretimi gerçekleştirmişlerdir. Üretim, atmosfer basıncı altında çalışan, karıştırıcıya sahip ve 15 kg kapasiteli bir evaporatörde yapılmıştır. İlk olarak, süt içerisine %20 şeker, %1 NaHCO₃ ve %1 sodyum sitrat ilave edilerek evaporatöre konulmuş ve istenilen kuru madde içeriğine (%68±2) ulaşılana kadar karıştırma işlemi devam etmiştir. Ayrıca, ürünün kuru madde içeriği farklı konsantrasyonlarda incelenmek üzere %0.5 oranında nişasta eklenmiştir. Ürün, istenilen konsantrasyona ulaştıktan sonra 70±2 °C'ye kadar soğutulmuştur. Çalışmada süt reçellerinin pH değeri 5.85-6.32, briksi 66.7-69.5, kuru madde içeriği %66.7-69.5, protein oranı %6.9-7.2, nem oranı %30.12-33.74, yağ içeriği %6.1-7.4, toplam şeker oranı %50.92-53.74 ve kül içeriği %1.74-1.80 arasında belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, geleneksel üretim koşullarına ek olarak nişasta ilavesinin süt reçelinin dokusunu, bileşimini ve duyuusal özelliklerini olumsuz yönde etkilemediğini, kıvam ve verime katkı sağladığını, ayrıca laktozun kristalleşmesini kontrol altına alarak ürünün raf ömrünü uzattığını tespit etmişlerdir.

Char vd. (2007), %18 w/w glikoz şurubu, %30 w/w süktroz, %0.3 w/w NaHCO₃ ve vanilya ilavesiyle kısmen hidrolize edilmiş pastörize sütü buharlaştırarak süt reçeli üretimi gerçekleştirmişlerdir. Süt reçelinin su aktivitesi, işlemler sonucunda 0.79 olarak belirlenmiştir. Ürünün su aktivitesinin 0.80 veya 0.85'e yükseltilmesi amacıyla steril distile su eklenmiştir. Ayrıca, süt reçeline 0, 500, 1000, 1500 ve 2000 ppm düzeylerinde potasyum sorbat ilave edilmiştir. Ürüne %50 w/w oranında sitrik asit eklenerek pH değeri

5.5 veya 6.0'a ayarlanmıştır. Sonuçlar ile süt reçeli örneklerinde pH değeri, potasyum sorbat ve su aktivitesinin *Eurotium chevalieri* mikroorganizmasının gelişimi üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla yapılan deneylerde, pH değeri 5.5, su aktivitesi 0.80 ve 1000 ppm potasyum sorbat ilavesiyle mikroorganizmanın gelişiminin minimum 90 gün süreyle engellenebildiğini göstermişlerdir.

Giménez vd. (2008), süt reçeli üretimi için laboratuvar tipi bir ısıtıcı kullanarak bir çalışma yapmışlardır. Üretimde kullanılan malzemeler süt, toz şeker, NaHCO_3 ve potasyum sorbat olmuştur. Süt, %70 kuru madde oranına ulaşana kadar 3 saat boyunca ısıtılmış ve ardından ürünün sıcaklık 70°C 'ye düşürülmüştür. Süt reçeli örneğinin yağsız kuru maddesi $\%74 \pm 0.5$ olarak bulunmuş ve sonrasında paketlenme işlemine geçilmiştir. Ürün, 1 kg'lık cam kaplarda ve karanlık bir ortamda 20°C 'de ambalajlanmıştır. Laktoz hidrolizinin yol açtığı kumluluk kusurunun önlenmesi ve süt reçelinin raf ömrünün uzatılması amacıyla, Giménez vd. laktozu hidrolize edilmiş süttten süt reçeli üretmişlerdir. Ancak bu işlem, ürünün renk, doku ve lezzet gibi duysal özelliklerinde değişikliklere yol açmıştır. Laktoz hidroliz oranlarının artması, kabul edilebilirlik puanlarını önemli ölçüde düşürmüş ve satışlarda belirgin bir azalmaya neden olmuştur. Matematiksel modelleme (survival analysis) kullanılarak, maksimum laktoz hidrolizasyon seviyesinin %5 olarak belirlenmiştir. NaHCO_3 , enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının rengin kararmasında önemli bir faktör olarak tespit edilmiştir. Bu nedenle, laktoz hidrolize edilmiş süttten üretilen süt reçelinde, minimum NaHCO_3 ilavesinin enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonunu en aza indireceği ve duysal özelliklerin daha az değişeceği ifade edilmiştir. Bu çalışma sonucunda, süt reçeli üretiminin duysal profilde farklılıklara yol açtığı ve daha iyi bir üretim süreci için daha fazla araştırma yapılması gerektiği vurgulanmıştır.

Hentges vd. (2010), %3 süt yağı içeren standardize süttten, NaHCO_3 ekleyerek süt reçeli üretimi yapmış ve bu işlemle laktik asit miktarını 0.13 g/100 mL'ye kadar yükseltmişlerdir. Sükroz oranı %20 olan karışıma, 2.5 saat boyunca $100-105^\circ\text{C}$ 'de karıştırılarak süt reçeli elde edilmiştir. Ayrıca, Hentges vd. (2010), süt reçeli örneklerine 10^3 ve 10^1 inokülasyon seviyelerinde *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella typhimurium* ekleyerek, bu mikroorganizmaların depolama süresince (0, 1, 2, 3, 5, 10, 20, 30 gün) aktif kalma süreleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, depolama süresi boyunca her iki inokülasyon seviyesinde de

aktivitesini sürdüren mikroorganizmaların *Salmonella typhimurium* ve *L. monocytogenes* olduğu tespit edilmiştir. 10^3 düzeyinde yapılan depolamada, *E. coli* O157:H7 ve *S. aureus*'un son güne kadar aktivitesini sürdürdüğü, 10^1 düzeyinde ise *E. coli* O157:H7'nin 5. güne, *S. aureus*'un ise 10. güne kadar aktif kaldığını belirtmişlerdir.

Cichoski vd. (2011), vakum evaporasyon tekniği ile üretilen süt reçelinde starter kültür olarak *Staphylococcus xylosus*'un kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Bu amaçla, süt reçeli örneklerinin raf ömrü süresince *Staphylococcus xylosus*'un gelişimini tespit etmek için pH, asitlik, su aktivitesi değerleri ve laktoz ile sakaroz içerikleri incelenmiştir. Araştırmada, süt reçelinin protein değerlerini %9.67, yağ değerlerini %9.30, laktoz içeriğini %5.53, kül içeriğini %2 ve briks değerini 54 olarak tespit etmişlerdir. Depolama süresinin sonunda pH değerleri 6.36-6.57, titrasyon asitliği ise 30.45-30.89 (°Dornik) aralığında belirlenmiştir. Sonuç olarak, süt reçelinde saf *Staphylococcus xylosus* kültürünün 10°C depolama sıcaklığında faaliyet gösterdiği gözlemlenmiş ve şeker konsantrasyonu, asidite ve pH değerlerinin bu kültürün üremesini engellemediği tespit edilmiştir. Bu bulgular sonucunda, *Staphylococcus xylosus* kültürünün süt reçelinde kullanımının mümkün olduğunu ortaya koymuşlardır.

Ranalli vd. (2012), satın aldıkları süt reçellerinin birtakım özelliklerini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, ürünlerin protein içeriği %6.4 ila %8.2 arasında, yağ içeriği ise %1.3 ila %7.9 arasında değişmiştir. Nem oranı %31.5 ila %48.8, briks değeri 59 ila 78, pH değeri 5.70 ila 6.15 arasında bulunmuş, a_w (su aktivitesi) değeri ise 0.764 ila 0.882 arasında ölçülmüştür. Süt reçellerinin psödoplastik bir davranış sergilediğini ve viskozite değeri azaldıkça kayma hızının arttığını gözlemlemişlerdir. Ayrıca, ürünlerin renk değerlerinde de farklılıklar tespit etmişlerdir; Hunter L* değeri 36.40 ila 50.40, a* değeri 6.56 ila 9.07 ve b* değeri ise 16.90 ila 26.10 arasında değişmiştir. Viskozite ile kayma hızı arasında ters bir ilişki olduğu, yani viskozite değeri azaldıkça kayma hızlarının arttığını belirlemişlerdir.

Guimarães vd. (2012), yağ içeriği %0.2 olan pastörize yağsız süt, NaHCO_3 , kristal şeker, polidekstroz, sodyum sitrat, tatlandırıcılar ve %1 oranında çözünebilir kahve kullanarak diyet süt reçeli üretimi yapmışlardır. Geleneksel yöntemle yapılan süt reçelinde ise tam yağlı pastörize süt, %20 kristal şeker ve %0.056 NaHCO_3 kullanılmıştır, ancak bu formülasyon satışlarda önemli bir düşüşe neden olmuştur. Matematiksel modelleme (survival analysis) kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda, laktoz

hidroliz oranının genel kabul edilebilirliği dikkate alınarak laktoz hidroliz tahammül oranını %5 olarak belirlemişlerdir. Maillard reaksiyonunda NaHCO_3 'un rengin esmerleşmesi üzerinde önemli bir etkisi olduğu gözlemlenmiş ve bikarbonatın süt reçeli üretiminde düşük seviyelerde kullanılmasının duyu özellikleri minimum düzeyde etkileyebileceği belirtilmiştir. Bu çalışmada, üretilen süt reçelinin yağ içeriği %0.5-1.0, nem içeriği %12.45, toplam şeker oranı %40.33, protein içeriği %9.87-12.51, yağsız kuru maddesi %71 ve kül içeriği %2.15-2.84 arasında bulunmuştur. Ayrıca, polidekstroz ilavesinin ürünün su aktivitesi, nem oranı ve diyet lifini arttırırken, çözünabilir kuru madde ve kül değerlerinin azalmasına yol açtığı saptanmıştır. Genel olarak, polidekstroz ve sukraloz kullanımının süt reçelinin kalitesini olumlu yönde etkileyerek beslenme değerinin iyileştirilmesine katkı sağladığını tespit etmişlerdir.

Chacon-Villalobos vd. (2013), "dulce de leche" üretiminde farklı oranlarda inek sütü ve keçi sütü (%0, %25, %50, %75, %100) kullanılarak yapılan bir çalışmada, bu süt karışımlarının son ürünlerdeki kimyasal, fiziksel ve duyu özellikleri üzerindeki etkileri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, keçi sütü oranı arttıkça ürünün pH değerinin düştüğü, depolama süresinin uzadığı ve ürünün kırmızımsı ve sarımsı renk tonlarının arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, ideal kıvamı ulaşabilmek için daha yüksek briks değerine ulaşılması gerektiği belirlenmiştir. Keçi sütünün daha fazla olduğu formülasyonlarda, inek sütü içeren numunelere kıyasla daha düşük sertlik, elastiklik ve yapışkanlık değerleri tespit edilmiştir. Duyusal analizlerde ise katılımcıların %63'ü tüm numuneleri kabul edilebilir bulmuş ve geri kalan katılımcılar, ticari markayı referans alarak %50 keçi sütü içeren formülasyonu daha çok beğenmiştir. Bu sonuçlar ile, keçi sütü ve inek sütü karışımlarının, ürünün özelliklerini ve tüketici tercihlerini nasıl etkilediğini göstermişlerdir.

D'Annibale vd. (2015), karamelize süt ürünlerinin viskozite özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, süt reçelinin viskozitesinin şeker oranı ve kuru madde içeriği ile doğru orantılı olarak arttığını bulmuşlardır. Çalışmada, yoğunlaştırılmış süt ve şekerli bileşiklerin arttığı koşullarda, viskozitenin 10000 mPa·s ile 50000 mPa·s arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Gaze vd. (2015), yedi farklı süt reçeli örneğini analiz ederek, pH değerlerinin 6.14-6.37 arasında, kuru madde oranlarının ise %70.33-82.51 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Protein miktarı %2.10-7.12, yağ oranı %3.56-6.99 ve kül içeriği ise

%1.31-2.05 arasında bulunmuştur. Ayrıca, sakarozun, laktoz ve glukoza göre süt reçellerinde daha fazla bulunduğu tespit edilmiştir. Mineraller açısından ise kalsiyum ve potasyum, örneklerde en yüksek bulunan mineraller olarak belirlenmiştir. Renk analizleri sonucunda ise örneklerin L* değeri 48.59-62.11, a* değeri 13.60-16.90 ve b* değeri 17.89-27.70 arasında değişim göstermiştir. Bu çalışmada, ticari süt reçellerinin kimyasal ve fiziksel özelliklerini kapsamlı bir şekilde inceleyerek, ürünlerin kalite parametrelerini ortaya koymuşlardır.

Kadağan (2015), "Çeşitli Sütlü Tatlılarda Hidrokolloid Kullanımı" başlıklı araştırmasında, farklı hidrokolloid karışımları (ksantan gam-guar gam, karregen-an-guar gam ve karregen-an-ksantan gam) kullanarak çeşitli sütlü tatlılar üretmiştir. Çalışmasında, sütlü tatlıların diğer tatlı türlerine kıyasla protein içeriği açısından daha zengin olduğunu, ayrıca daha düşük un ve şeker içerikleri ile gıda değeri bakımından daha dengeli ve sağlıklı seçenekler sunduğunu belirtmiştir. Bunun yanı sıra, sütlü tatlıların kalsiyum ve fosfor gibi mineraller ile A vitamini ve Riboflavin (B2) gibi vitaminler bakımından da oldukça zengin olduğunu ortaya koymuştur.

Molognoni vd. (2016), Dulce de Leche içindeki sorbik asit, natamisin ve tilosinin eş zamanlı olarak belirlenmesi için LC-MS/MS metodunu geliştirmişlerdir. Araştırma, Brezilya, Arjantin ve Uruguay'dan alınan 35 ticari örneği incelemiştir. Ölçüm limitleri, 24.41 mg/kg (sorbik asit), 0.10 mg/kg (natamisin) ve 2 µg/kg (tilosin) olarak ayarlanmıştır. Sonuçlar, hiçbir örnekte tilosin tespit edilmediğini, ancak sorbik asit miktarının 192.24 ± 100.96 mg/kg ile 2105.36 ± 178.60 mg/kg arasında değiştiğini göstermektedir. Natamisin ise yalnızca iki örnekte ölçüm limitinin altına düşmüştür. Bu bulgular sonucunda, ticari süt reçeli örneklerinde kullanılan koruyucu maddelerin varlığına dair önemli bilgiler sunmaktadırlar.

Antigo vd. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, süt reçeline karanfil sapı, tarçın ve bu iki baharatın karışımından elde edilen uçucu yağların ilavesinin etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmada, bu uçucu yağları içeren süt reçellerinin 210 günlük saklama süresi boyunca, kontrol numunesine benzer kompozisyon, doku, renk ve mikrobiyal yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Süt reçelinin protein oranı %6.0-6.1, yağ oranı %2.3-2.7, nem oranı %26.8-28.6, kül oranı %1.8-1.9, asitlik değeri 0.2-0.3, karbonhidrat oranı ise %60.8-62.9 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca renk değerleri L* 53.8-56.3, a* 5.5-5.7 ve b* 16.7-18.9 arasında değişmiştir. Elde edilen ürünlerin duyuusal

özellikleri iyi kabul edilmiştir. Tarçın içeren süt reçellerinin saklama süresi sonunda en düşük lipit oksidasyonu seviyesine sahip olduğu belirtilmiş ve üretilen süt reçellerinin endüstriyel ölçekte üretilebilir ve pazarlanabilir nitelikte olduğu sonucuna varmışlardır.

Müller vd. (2017), süt reçelinde kullanılan şeker türlerinin viskozite üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Glukoz şurubu içeren süt reçellerinin viskozitesinin, sakaroz içerenlere göre genellikle daha düşük olduğunu bulmuşlardır.

Yüksel-Önür (2018), Türkiye’de üretilen altı ticari süt reçelinde kuru madde, protein, yağ, kül, pH, laktik asit içeriği ve renk parametrelerini incelemiştir. Çalışma, farklı üretim teknolojilerinin kullanılması nedeniyle değerlerdeki değişkenliği vurgulamıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre; protein içeriği %1.76 ila %9.0 arasında değişmiştir. Yağ içeriği %3.56 ila %6.99 arasında belirlenmiştir. Kül içeriği %1.38 ila %2.56 (g/100g) arasında farklılık göstermiştir. Nem oranı %25.24 ila %37.58 arasında değişmiştir. Laktik asit içeriği %0.098 ila %0.386 arasında bulunmuştur. pH değeri 6.07 ila 6.75 arasında tespit edilmiştir. Renk değerleri ise L* 30.66 ila 57.36, a* 1.73 ila 8.36, b* 3.30 ila 17.63 arasında değişiklik göstermiştir. Bu bulgular ile, üretim teknolojilerindeki farklılıkların süt reçelinin fizikokimyasal özellikleri üzerinde önemli bir etki yarattığını ortaya koymuşlardır.

Tuna (2018), farklı meyvelerle (kuru kayısı, kuru incir ve kuru dut) üretilen süt reçellerinin 60 günlük depolama sürecindeki bazı fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşal özelliklerini incelemiştir. Yapmış oldukları çalışmanın bulguları şu şekilde özetlenebilir: Su aktivitesi değerleri 0.76 ila 0.88 arasında değişmiştir. Nem içeriğinin %12.45 ila %48.80 arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Yağ içeriği %0.5 ila %7.9 arasında tespit edilmiştir. Briks değeri 59 ila 78 arasında değişmiştir. pH değeri 5.50 ila 6.37 arasında bulunmuştur. Protein içeriği %2.10 ila %12.51 arasında değişmiştir. Süt reçeli örneklerine ait sakaroz değerini ise %23.18-37.78 arasında bulmuştur. Kuru madde oranı, kuru kayısılu örnekte en yüksek, sade süt reçelinde ise en düşük olmuştur. Depolama sürecinde pH değeri düşüş göstermiştir. Ayrıca, farklı meyve kullanımının, pH ve asitlik oranlarında farklılıklara sebep olduğu; özellikle kuru kayısılu süt reçelinin en yüksek asitlik oranına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Protein oranlarının ise örnek formülasyonunun ve depolama süresinin etkisiyle fazla değişmediğini gözlemlemiştir. Depolama sürecinin fenolik madde miktarını etkilediğini ve tüm örneklerde fenolik madde miktarlarında bir azalma görüldüğünü kaydetmiştir. Meyve çeşidinin, toplam

fenolik maddeye etkisinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığını, ancak depolama süresinin fenolik madde miktarını etkilediğini tespit etmiştir. Antioksidan aktivite açısından, örnek formülasyonunun etkili olduğu fakat depolama süresinin etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Kayısı, karoten bakımından zengin olduğu için kayısılı örneklerin antioksidan aktivite değerleri daha yüksek olmuştur. Renk parametreleri incelendiğinde, meyve çeşidinin renk üzerinde etkisi olduğunu, ancak depolama süresinin renk üzerinde önemli bir etkisi olmadığını belirlemiştir. Kuru dut ile yapılan örneğin daha koyu olması nedeniyle L* değeri diğer örneklerden daha düşük, kayısılı örneğin L* değeri ise karoten zenginliği nedeniyle diğer örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Duyusal değerlendirmede, sade süt reçelinin kontrol örneği olarak diğer meyveli süt reçellerinden daha fazla beğenildiği tespit edilmiştir. Kuru incir ve kuru kayısıdan yapılan süt reçellerinin ise sade süt reçelinden sonra en fazla beğenilen örnekler olduğu tespit edilmiştir.

Francisquini vd. (2018), yaptıkları çalışmada, farklı içeriklerle üretilen süt reçellerindeki HMF (5-hidroksimetilfurfural) miktarlarını incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, süt reçellerinde yüksek HMF oluşumuna yol açan değişikliklerin, özellikle fazla sodyum bikarbonat ve glikoz eklenmesiyle ilişkili olduğunu gözlemlemişlerdir. Sodyum bikarbonatın fazla kullanımı, asiditeyi azaltıp pH'ı yükseltme özelliğinden dolayı HMF oluşumunu arttırmaktadır. Glikoz eklenmesi ise, glikozun amino gruplarıyla yaptığı yoğunlaşma reaksiyonları ve substrat miktarını arttırmasından kaynaklanmaktadır. Çalışmada, şeker oranının HMF miktarını etkilemediğini, ancak pH'ın HMF oluşumu üzerinde belirleyici bir rol oynadığını bulmuşlardır. Asidite oranı arttıkça HMF miktarının yükseldiği, ayrıca laktoz hidrolize edilmiş süt reçellerinde HMF seviyelerinin arttığını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, laktoz hidrolize edilmiş ve alkali süt reçellerinde en yüksek HMF değerlerine rastlanılmıştır.

Akal vd. (2018), süt reçeli üretimini farklı oranlarda (%10, %15 ve %20) şeker ilavesiyle gerçekleştirmiş ve ürünün bazı özelliklerini incelemişlerdir. Bu çalışma, sütün besleyici değerini arttırmayı ve süt reçelinin özelliklerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Yapılan analizler sonucunda, süt reçellerinin kül içeriği (%), yağ içeriği (%), nem (%), titrasyon asitliği (°SH), pH değeri, HMF değeri (µg/L), süktroz ve toplam şeker değerleri (%), kıvam indeksi (Pa.s), protein içeriği (%), duyusal profil ve renk değerlerinin (L*, a*,

b*) depolamanın 1., 8. ve 15. günlerinde nasıl değiştiği belirlenmiştir. Sonuçlara göre, %20 şeker kullanılarak üretilen süt reçelinde kül içeriği, yağ içeriği, nem, titrasyon asitliği, protein içeriği, HMF değeri, a* ve b* renk değerleri ve kıvam indeksi azalmış, buna karşın toplam şeker ve süktroz oranları artmıştır. En yüksek beğeniyi alan süt reçeli örneği ise %15 şeker ilavesiyle üretilen ürün olmuştur. Araştırma sonucunda süt reçeli üretimi için ideal şeker oranının %15 olduğu sonucuna varmışlardır.

Sarı (2020) yaptığı çalışmada, sütün besin değerinin korunması ve HMF (Hidroksimetilfurfural) oluşumunun azaltılması amacıyla, farklı kuru madde oranlarında (%30 ve %50) evaporasyon uygulamasıyla üretilen süt reçellerinin depolama sürecindeki bazı özelliklerini incelemiştir. Çalışmalarında, süt reçelinin 1., 11. ve 21. gününde bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşal özelliklerin değişimini gözlemlemiştir. Çalışma sonuçlarına göre toplam kuru madde değeri %70.77 ila %72.52 arasında değişmiştir. pH değerini 6.06 ila 6.16 arasında bulmuştur. Titrasyon asitliği %24.10 ila %29.99 arasında değişmiştir. Yağ oranı %4.10 ila %4.40 arasında ölçülmüştür. Protein oranının %12.37 ila %12.64 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Kül oranı %2.2 ila %4.5 arasında tespit edilmiştir. HMF miktarı 15.16 ila 33.32 µg/L arasında ölçülmüştür. Tekstür analizinde ise sertlik 13.86 ila 2891 arasında değişmiştir. Yapışkanlık değerlerini -126.42 ila -149.33 arasında ölçmüştür. Liflilik 0.720 ila 149.33 arasında tespit edilmiştir. Renk analiz sonuçlarına göre; L değeri* 27.2 ila 80.7 arasında, a değeri* 12.1 ila 30.1 arasında, b değeri* ise 10.8 ila 36.4 arasında bulunmuştur. Depolama sürecinde, süt reçeli örneklerinin çoğu özelliklerinde önemli bir değişiklik gözlemlememiştir. Ancak, HMF değeri, geleneksel yöntemle üretilen süt reçeli örneklerine göre daha düşük bulunmuştur. Bununla da, evaporasyon yönteminin HMF oluşumunu azalttığını göstermiştir. Duyuşal değerlendirme sonuçlarında; görünüş açısından, en yüksek puanın %30 kuru madde oranına kadar evaporasyon yapılmış çilek aromalı örnek tarafından alındığını tespit etmiştir. Yapı açısından en yüksek puanın, %30 kuru madde oranına kadar evaporasyon yapılmış muz aromalı örnek tarafından alındığını tespit etmiştir. Lezzet açısından ise en yüksek puanın, %30 kuru madde oranına kadar evaporasyon yapılmış kakao aromalı örneğin aldığını tespit etmiştir. Çalışmanın bulguları ile, süt reçeli üretiminde evaporasyon oranlarının ve kullanılan aromaların, ürünün fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerini etkilediğini ortaya koymuştur.

Cebeci (2020) yaptığı çalışmada, inek, keçi, manda ve koyun sütlerinin farklı kombinasyonlarının süt reçelinin kalite özellikleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmada süt reçellerinin kimyasal, fiziksel ve duyuşal özelliklerini detaylı bir şekilde analiz etmiştir. Yapmış olduğu çalışma sonuçlarına göre kuru madde miktarı %67.12 ila %89.4 arasında değiştir. Briks değeri %65.00 ila %81.00 arasında ölçülmüştür. pH değeri 6.21 ila 6.5 arasında bulunmuştur. Titrasyon asitliği %0.13 ila %0.49 arasında tespit edilmiştir. Kül değeri %1.81 ila %2.21 arasında bulunmuştur. Protein miktarı %4.59 ila %7.89 arasında değiştir. Yağ miktarı %4.25 ila %11.0 arasında belirlenmiştir. HMF (Hidroksimetilfurfural) değerinin ise 5.99 mg/L ila 39.63 mg/L arasında değiştii tespit edilmiştir. Renk analizinde L değeri* 39.91 ila 67.00 arasında, a değeri* 2.26 ila 16.85 arasında, b değeri* 20.37 ila 32.87 arasında bulunmuştur. Duyusal değerlendirme sonucunda renk ve tat özellikleri açısından örnekler arasında belirgin farklar gözlemlenmiştir. Kıvam ve koku özellikleri açısından ise örnekler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu bulgular, süt reçelinin üretiminde süt türlerinin seçiminin kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Balthazar vd. (2020), süt reçeline fonksiyonel özellik kazandırmak amacıyla üretim sırasında inülin ve ksilooligosakkarit kullanmış ve ürünün kalite parametrelerini incelemişlerdir. Yapılan analizler sonucunda, ürüne eklenen prebiyotik bileşenlerin süt reçeline daha sıkı, yapışkan ve sakızlı bir doku kazandırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, 17 prebiyotik bileşen içeren formülasyonların HMF (5-hidroksimetilfurfural) değerlerinin daha düşük olduğu ve depolama süresi boyunca daha az laktoz kristalizasyonu gelişimi gösterdiğini saptamışlardır.

Barrera vd. (2021), gerçekleştirdikleri bir çalışmada, Şili'deki marketlerden satın alınan 9 farklı süt reçelindeki HMF (5-hidroksimetilfurfural) seviyelerini incelemişlerdir. Araştırmada, bu süt reçellerindeki serbest HMF oranlarının 2.33 ila 10.31 mg/kg arasında değiştii, toplam HMF miktarlarının ise 314.61 ila 464.98 mg/kg arasında olduğunu belirlemişlerdir.

Rodríguez vd. (2021), tam yağlı süt, yağsız süt ve laktozsuz yağsız süt kullanarak farklı işlem sıcaklıklarında (110°C, 120°C ve 130°C) sakaroz ilavesiyle süt reçeli üretmişlerdir. Bunun yanı sıra, %50 sakaroz ve %50 tagatoz içeren alternatif bir formülasyon da tasarlamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, düşük üretim sıcaklıkları ve laktozsuz süt kullanılan formülasyonun, süt reçelindeki HMF (5-hidroksimetilfurfural)

miktarını %35 oranında azalttığı bulunmuştur. Ayrıca, %50 sakaroz ve %50 tagatoz karışımının kullanılması, süt reçelindeki HMF oluşumunu %80 oranında düşürdüğünü belirtmişlerdir.

Sulejmani vd. (2021), az yağlı ve tam yağlı on altı süt reçeli örneğini inceledikleri çalışmada, kalsiyum klorür, sodyum bikarbonat ve sakaroz ilavesinin süt reçelinin fizikokimyasal, duyu ve reolojik özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, süt yağındaki artışın süt reçelinin kıvamını azalttığı ve daha sıvı bir yapı oluşturduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca, yağsız süt tozu kullanılarak ve sodyum bikarbonat eklenmeden üretilen süt reçeli örneklerinin daha kıvamlı bir yapıya sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Bu bulgular sonucunda, süt reçelinin kıvam ve dokusunu optimize etmek için kullanılan bileşenlerin önemli etkiler sunduğunu ortaya koymuşlardır.

Akpınar vd. (2021), süt reçeline fonksiyonel özellik katmak amacıyla probiyotik bakteri, muz püresi ve fındık ezmesi ilave ederek süt reçeli üretmişlerdir. 30 günlük depolama süresi sonunda, probiyotik bakterilerin canlılığını koruduğunu ve fındık ezmesinin bu bakterilerin canlılığına katkı sağladığını gözlemlemişlerdir. Fındık ezmesi eklenen örneklerin protein ve yağ oranlarının, muz püresi eklenen örneklerden önemli ölçüde daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, fındık ezmesi süt reçellerinin duyu değerlendirilmede daha yüksek puan aldığını belirtmişlerdir. Bu bulgular ile, süt reçelinin fonksiyonel özelliklerini arttırmak için farklı bileşenlerin etkisini vurgulamışlardır.

Öztürk (2022), laktozsuz süt reçeli üretiminde stabilizatör olarak pektin ve nişasta kullanımının süt reçeli örnekleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Yapılan incelemelerde, laktoz hidrolizi sonucu laktozsuz süttten üretilen süt reçellerinde HMF değerinin arttığı ancak bu artışın stabilizatör eklenmesiyle azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca, laktozsuz süt ve stabilizatör kullanımının süt reçelinin kumluluk sorununu önlediğini belirtmiştir. Bu bulgular sonucunda, laktozsuz süt reçelinin üretiminde stabilizatörlerin önemli bir rol oynadığını ve ürün kalitesini iyileştirdiğini göstermiştir.

Mercan (2022) geleneksel süt reçelinin üretim tekniğinin geliştirilmesi üzerine yapmış olduğu çalışma sonucunda süt reçeli örneklerine ait toplam şeker içeriğini %33.31-43.06 aralığında, sakaroz içeriğini ise %26.83-35.38 aralığında belirlemiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Araştırma materyali olan süt reçeli, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Süt Teknolojisi laboratuvarında üretilmiştir.

Hammadde olarak temelde UHT inek sütü kullanılmıştır. Buna ilaveten öngörülen kuru madde/briks değerine daha erken ulaşmak için de yağsız süt tozu (Pınar AŞ) ve UHT sütteki yağ oranını sağlayacak miktarda süt kreması (Danone Tikveşli Gıda ve İçecek San.Tic.A.Ş.) kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan tarçın, Antep fıstığı, Hindistan cevizi, kakao, muz, Sodyum bikarbonat (NaHCO_3) ve şeker yerel bir marketten temin edilmiştir.

3.2 Denemenin Düzenlenmesi ve Süt Reçellerinin Üretimi

Piyasadan temin edilen süt ve süt tozu + krema karışımına %30 oranında şeker ilave edilerek ısıtma işlemine tabi tutulmuştur. Kaynama başlayınca %0.3 oranında sodyum bikarbonat ilave edilmiştir. Sodyum bikarbonat ilavesiyle birlikte sütte hızlı bir kabarma gözlemlendiği için önce hızlı bir karıştırma işlemi uygulanıp, sonrasında istenen kıvama ve renge ulaşana kadar ısıtma işlemine devam edilmiştir. İstenilen kıvama ve renge ulaştıktan sonra sade süt reçeli ayrılmış ve geriye kalan kısımlar sırayla ayrılarak bunlara hafif ısıtma altında tarçın, Antep fıstığı, Hindistan cevizi, kakao ve muz ayrı ayrı ilave edilerek ısıtma işlemi sonlandırılmıştır. Daha sonra süt reçelleri ambalajlanarak depolamaya tabi tutulmuştur. Muz yüksek oranda su içerdiğinden, ilave edildiği üründe su aktivitesinin yükseltmesini engellemek için liyofilizasyonla kurutulduktan sonra üretimde kullanılmıştır.



Şekil 3.1 Kurutulmak üzere hazırlanan muz örnekleri

Şekerli konsantre süt ürünü üretimi için yapılan ön denemelerle, belirli kalite sınırları çerçevesinde, hedeflenen görünüm, yapı ve duyu özelliklere sahip süt reçellerinin formülü ve formülün içeriğindeki tarçının, Antep fıstığının, Hindistan cevizinin, kakaonun, muzun sodyum bikarbonatın Çizelge 3.1'deki oranlarda kullanılmasına karar verilmiştir.



Şekil 3.2 Kontrol grubu (sade) süt reçeli örneği

Araştırma materyali olan süt reçeli örnekleri yapımında kullanılan süt, süt tozu, krema, şeker ve bikarbonat kullanıma hazır formlarda piyasadan temin edilmiştir. Süt reçellerine ilave edilen kuru baharat (tarçın), çerez (Antep fıstığı), meyve kurusu (Hindistan cevizi), özel gıda (kakao) kurutulmuş ve öğütülmüş forma getirilmiş, meyve (muz) ise liyofilize edilip ezilerek kullanıma hazır hale getirilmiştir. Çizelge 3.1'deki formülasyona göre hazırlanan sade süt reçeli sonra 6 gruba ayrılmıştır. 1. grup kontrol örneği olarak sade süt reçeli olarak ambalajlanmış, 2. gruba özel gıda olarak %5 oranında kakao, 3. gruba öğütülmüş kuru baharat olarak tarçın (%5), 4. gruba kurutulmuş meyve olarak %10 oranında Hindistan cevizi, 5. gruba kuruyemiş olarak %10 oranında Antep fıstığı ve 6. gruba da kurutulmuş meyve olarak muz (%10) ilave edilmiştir.

Çizelge 3.1 Sade süt reçeli üretiminde kullanılan ingredientlerin oranları (%)

Süt reçeli örneği	Süt	Süt tozu	Krema	Şeker	NaHCO ₃
Kontrol (Sade)	52.7	10	7	30	0.3

Kontrol grubu (sade), kakaolu, tarçınlı, Hindistan cevizli, Antep fıstıklı ve muzlu olarak hazırlanan süt reçellerinin 1., 30. ve 60. günlerde kimyasal, fiziksel, reolojik ve

antioksidan aktivite parametreleri tespit edilmiştir. Depolamanın 45. gününde ise duyuusal analizler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.3 Analizler akış şeması

3.2.1 Kimyasal Analizler

3.2.1.1 Kuru Madde Tayini

Süt reçellerinde kuru madde analizi için kurutma kapları kullanılmıştır. Kurutma dolabında 105°C’de 15 dk tutulan kurutma kapları soğuması için desikatöre alınmış ve darası alınan kurutma kaplarına 2.5-3 g örnek tartılmıştır. Kurutma kapları değişmeyen ağırlığa gelinceye kadar kurutma dolabında bekletilmiş (103-105°C’de 3-4 saat) ve desikatörde soğutulduktan sonra son tartımları alınmıştır. Alınan tartımlardan örneklerdeki % kuru madde oranları Eşitlik (3.1)’e göre hesaplanmıştır (Akın, 1990).

$$\text{Kuru madde (\%)} = \frac{\text{Süt reçeli kuru maddesinin ağırlığı (g)}}{\text{Süt reçeli numunesinin ağırlığı (g)}} \times 100 \quad (3.1)$$

3.2.1.2 Kül Tayini

100°C’de 1 saat tutulup desikatörde soğutulan ve darası alınan porselen krozelere 3 g kadar süt reçeli konup tekrar tartılmıştır. Örnekler öncelikle kurutma fırınında (100-105°C’de) kurutulmuş, müteakiben 550°C’lik kül fırınında yakılmıştır. Yakma işlemine

örnekte hiçbir siyahlık kalmayınca kadar devam edilmiştir. Krozeler makul sıcaklığa kadar soğuyunca çıkarılıp desikatöre konulmuş ve soğuyunca tartılmıştır. Bu tartımlardan elde edilen değerler oranlanarak % kül oranları Eşitlik (3.2)'ye göre hesaplanmıştır (Kurt vd. 2003).

$$\text{Kül(\%)} = \frac{\text{Son tartım} - \text{Dara}}{\text{Örnek miktarı}} \times 100 \quad (3.2)$$

3.2.1.3 Protein Analizi

Toplam azotlu maddeler analizi, AOAC (1990)'a göre mikro-Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Elde edilen % toplam azotlu madde değeri süt ve süt ürünleri için öngörülen 6.38 faktörü ile çarpılarak % protein değeri hesaplanmıştır (Akin, 1990).



Şekil 3.4 Protein analizi için tartımı yapılan süt reçeli örnekleri

3.2.1.4 Yağ Tayini

Yağ tayini Gerber metodu sağlıklı sonuç vermediğinden maserasyon yöntemi kullanılarak örnekteki yağın ekstraksiyonu yoluyla yapılmıştır. Bunun için 10 g süt reçeli örneği 250 ml'lik sızdırmaz kapanabilen erlene tartılmış ve üzerine 30 ml hekzan

eklenmiştir. Erlenler platform çalkalayıcı (Heidolph Unimax 1010) üzerine yerleştirilmiş ve 150 dev/dak hızda ekstraksiyon işlemi 2 saat gerçekleştirilmiştir. Ekstrakte edilen yağ hekzan ile alınarak vakum evaporasyon balonuna aktarılmıştır. Bütün örneklerde yağ ekstraksiyonu ikinci kez aynı miktardaki hekzan ile tekrarlanmış ve ekstraktlar önceki örnekleri üzerine aktarılmıştır. Çözücüler uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen yağ miktarı tartımla belirlenmiş ve örnek miktarına oranlanarak yağ oranları % cinsinden belirlenmiştir (Yetim vd., 2009).

3.2.1.5 Asitlik Tayini

Süt reçeli örneklerinin asitlik derecesini laktik asit üzerinden belirlemek amacıyla, homojen hale getirilmiş örnekten 10 gram alınarak bir erlene konulmuştur. Ardından, 40 °C sıcaklıktaki 105 mL damıtık su azar azar eklenmiş ve bir süre karıştırılmıştır. Elde edilen karışım filtre kağıdından süzülmüş, süzüntüden 25 mL'lik bir kısım başka bir erlene aktarılmıştır. Bu örneğe %1'lik fenolftalein çözeltisinden 2-3 damla damlatıldıktan sonra, açık pembe renk kalıcı şekilde oluşana dek 0.1 N NaOH çözeltisiyle titre edilmiştir. Renk değişiminin kalıcılığı yaklaşık 30 saniye gözlemlenmiştir. Süt reçeli örneklerinin titre edilebilir asitlik derecesi % laktik asit cinsinden aşağıda verilmiş olan Eşitlik (3.3)'e göre hesaplanmıştır (Metin, 2008).

$$\text{Laktik asit (\%)} = \frac{V \times 0.009}{m} \times 100 \quad (3.3)$$

V = Titrasyonda harcanan 0.1 N NaOH miktarı (mL)

m = Titrasyona alınan süt reçeli örneği miktarı (g)

0.009= 0.1 NaOH, 0.009 g laktik aside eşdeğer olduğu için formülde sabit sayı olarak 0.009 kullanılmıştır.

3.2.1.6 pH Tayini

Süt reçeli örneklerinde pH ölçümü yapmadan önce pH metre (WTW pH 315i) bir süre çalıştırılarak stabilize olması sağlanmıştır. Daha sonra pH metre pH=7 ve pH=4'lük buffer solüsyonlarıyla kalibre edilmiştir. Süt reçeli örneğinden 10 g tartılarak üzerine 20

ml deiyonize saf su eklenmiş ve karıştırılarak örneğin iyice çözünmesi sağlandıktan sonra pH metre probu daldırılarak örneğin pH değeri ölçülmüştür (Kosikowski, 1982).

3.2.1.7 Şeker Analizleri

Şeker analizleri, Lane-Eynon Metodu ile gerçekleştirilmiştir. Analizde Cemeroğlu vd. (1992) tarafından ayrıntıları verilen metot, şeker oranı çok yüksek bir ürünle çalışıldığından, analize alınan örnek miktarı düşürülerek kullanılmıştır. Hesaplamalar da bu miktarlar ve seyreltme değerlerine bağlı olarak yapılmıştır.

Buna göre; 10 g örnek alınarak 250 ml'lik balon jojeye aktarılmıştır. Üzerine 50 ml damıtık su eklenmiş ve bunun üzerine durultmak amacıyla 5 ml Carez 1 ve 5 ml Carez 2 çözeltilerinden eklenerek iyice karıştırılmıştır. Sonra hacim çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. 30 dakika beklendikten sonra 0.1 N NaOH kullanılarak ortamın pH'sı 8 olana kadar eklenmiştir. Son olarak çözelti filtre edilerek berrak çözelti elde edilmiştir.

İnversiyon sonrası ölçüm için; berrak filtrattan 50 ml alınarak 100 ml'lik balonjojeye konulmuştur. Üzerine %25'lik hidroklorik asit (HCl) çözeltisinden 6 ml eklenmiş, çözeltinin içerisine termometre konularak sıcaklığı 70 °C'ye ayarlanmış su banyosuna yerleştirilmiştir. Örnek sık sık çalkalanarak sıcaklığın en fazla 2-3 dakikada 67°C'ye gelmesi sağlanmıştır. Bu andan itibaren tam 5 dakika aynı sıcaklıkta tutulmuş ve sonrasında soğuk su altında hızlı bir şekilde soğutulmuştur. Çözeltiye 1-2 damla fenolftalein indikatör çözeltisi eklenerek 4 N NaOH ile çok açık pembe renk oluşuncaya kadar nötralize edilmiştir. Daha sonra hacim çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır.

Hazırlanan bu çözelti bürete doldurulmuş ve erlene 5'er ml Fehling 1 ve Fehling 2 çözeltilerinden koyularak 3 dakika içerisinde kaynaması sağlanmıştır. Isıtma işlemi 6 gözlü elektrikli ısıtıcı (Labor Brand) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kaynamada 2 dakika dolmadan 2-3 damla metilen mavisi damlatılmış ve büretteki çözelti titre edilmiştir. Renk kırmızı olunca titrasyon kesilerek yaklaşık harcanan miktar tespit edilerek bir ön deneme yapılmıştır. İkinci kez daha duyarlı ölçüm yapabilmek için, ilk titrasyonda harcanan hacimden 1 ml eksiği kaynamadan önce fehling çözeltilerinin üzerine konulmuş ve kaynama başlayınca indikatör ilavesi yapılarak az miktarda bir titrantla dönüm noktasına hassasiyetle ulaşılmıştır. Harcanan hacim not edilmiş ve hesaplamada başlangıçta alınan miktar ve seyreltme oranları da dikkate alınarak hesaplama yapılmıştır.

İnversiyon öncesi ölçümü için de ilk elde edilen berrak filtrat bürete doldurulmuş ve erlene 5 ml Fehling 1 ve 5 ml Fehling 2 çözeltilerinden konularak inversiyon sonrasındaki şekilde titrasyon yapılmıştır. İnversiyon öncesindeki örneklerde sakaroz reaksiyona girmediğinden, örnek içerisindeki temel indirgen şeker süt kaynaklı laktozdur. Laktoz da bir disakkarit olduğundan ve her molekülü indirgen monosakkaritin bir molekülüne eşdeğer reaksiyon verdiğinden, bu örneklerden elde edilen invert şeker değeri 2 katı şeklinde bulgulara işlenmiştir.

Hesaplamalar

F = Faktör hesabı Eşitlik (3.4)' e göre; harcanan şeker çözeltisinin ml'sinde bulunan mg şeker ile harcanan çözelti hacminin çarpımı ile bulunur.

$$F = 2mg \times V_1$$
$$\text{Invert Şeker } \left(\frac{g}{L} \right) = (V_2 \times F) / V \times V_1 \quad (3.4)$$

V_1 = Alınan numune miktarı

V_2 = Seyreltilen hacim

V = Titrasyonda harcanan çözelti miktarı

F = Faktör

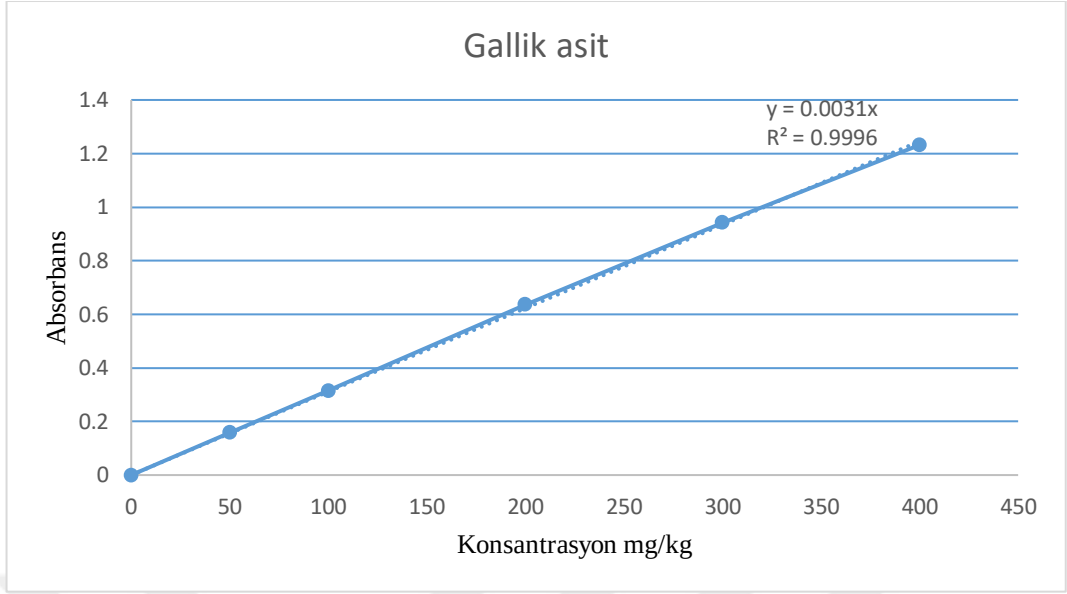
3.2.1.8 Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Kapasite Tayini İçin Ekstrakt Hazırlanması

Süt reçelleri çok yüksek oranda şeker ve diğer bileşenleri içerdiğinden suda çözünebilir ekstraktların hazırlanmasında sağlıklı sonuçlar elde edilememiş, bunun yerine metanol ekstraktı kullanılmıştır. Bunun için 10 g süt reçeli örneği 250 ml'lik sızdırmaz kapanabilen erlene tartılmış ve üzerine 20 ml metanol eklenmiştir. Erlenler platform çalkalayıcı (Heidolph Unimax 1010) üzerine yerleştirilmiş ve 150 dev/dak hızda ekstraksiyon işlemi 2 saat süreyle gerçekleştirilmiştir. Falkon tüpü kullanılarak örnekler sentrifüje edilmiş ve en son ayırma hunisinde metanol ekstraktı berrak bir şekilde elde

edilmiştir. Elde edilen ekstraktlarda toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite belirlemeleri yapılmıştır.

3.2.1.9 Toplam Fenolik Madde Tayini

Suda çözünebilir ekstraktların toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu's yönteminde bildirilen esaslara göre yapılmıştır. Folin-Ciocalteu's metodunun temel ilkesi; fenolik bileşiklerin bazik ortamda Folin-Ciocalteu's ayıracını indirgeyip kendilerinin oksitlenmiş forma dönüştüğü bir redoks reaksiyonuna dayanmaktadır. Reaksiyon sonucunda indirgenmiş ayıracın oluşturduğu mavi rengin fotometrik olarak ölçülmesiyle, analizi yapılan örnekteki fenolik maddelerin toplam miktarının hesaplanması mümkün olmaktadır. Bu amaçla deney tüplerine 150 µL ekstrakt ve 3 mL Na₂CO₃ (%2) konulmuştur. Yaklaşık 2 dk. sonra tüplere, ultra saf su ile 1:1 oranında seyreltilerek Folin-Ciocalteu's belirtecinden 150 µL eklenmiştir. Bu karışım vorteks yardımıyla karıştırıldıktan sonra karanlık bir yerde ve oda sıcaklığında 45 dk bekletilmiştir. Bu süre sonunda spektrofotometrede 765 nm'de (UV Mini-1240, Shimadzu, Japan) okuma yapılmıştır. Toplam fenolik madde konsantrasyonu gallik asit ile oluşturulan kalibrasyon grafiğinden (Şekil 3.4) hesaplanmış ve sonuçlar, gallik asit eşdeğeri olarak ifade edilmiştir (Bae ve Suh, 2007).



Şekil 3.5 Gallik asit standart eğrisi

3.2.1.10 Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi

DPPH Süpürme Aktivitesi

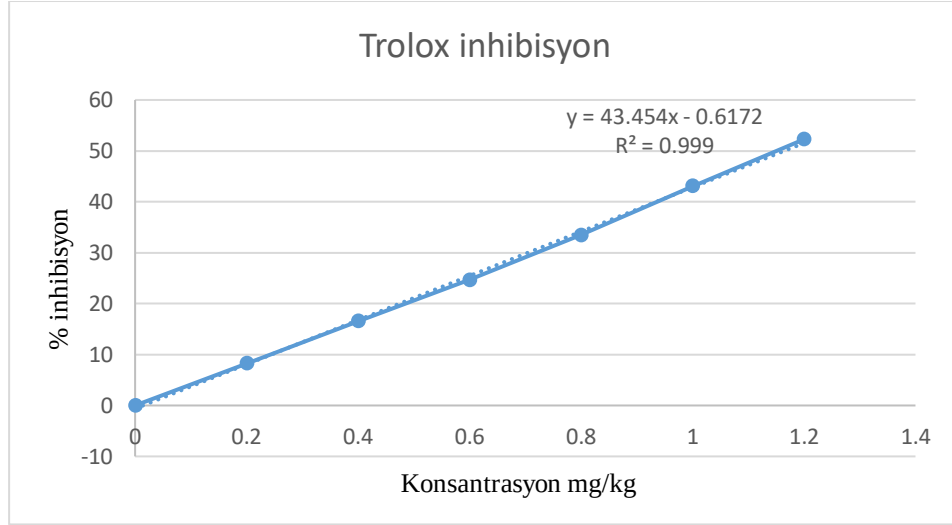
DPPH süpürme aktivitesi Brand-Williams vd. (1995)'nin uyguladığı yöntemle yapılmıştır. DPPH çözeltisi (25 mg DPPH/L metanol) günlük olarak hazırlanmış ve çözeltinin absorbansı 520 nm'de 0.700 ± 0.020 olacak şekilde seyreltilmiştir. Suda çözünen ekstraktlardan 100 µL tüplere konularak üzerlerine 2.4 mL DPPH çözeltisi eklenmiştir. 30 dk. karanlıkta bekletilen örneklerin absorbansı UV-VIS spektrofotometrede (UV Mini-1240, Shimadzu, Japan) 520 nm'de metanole karşı okunmuştur. Örneklerin antiradikal aktivitesi % inhibisyon cinsinden aşağıda verilen Eşitlik (3.5)'e göre belirlenmiştir.

$$\% \text{ Antiradikal aktivitesi} = \frac{\text{Kontrol absorbansı} - \text{Örnek absorbansı}}{\text{Kontrol absorbansı}} \times 100 \quad (3.5)$$

TEAK Testi (ABTS•+ Radikal Giderme Yöntemi ile Antioksidan Aktivite Tayini)

TEAK yöntemi hem suda hem de yağda çözünebilen antioksidanların, saf bileşiklerin ve gıda ekstraktlarının antioksidan kapasitesinin belirlenmesi için uygun bir yöntemdir. Bu yöntem, ABTS'nin (2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit)) oksidasyonu ile üretilen ABTS•+ radikal çözeltisi üzerine, antioksidan içeren bir örneğin eklenmesi sonucu radikalın indirgenmesi temeline dayanmaktadır. Mavi-yeşil renkli ABTS•+ radikali, antioksidan bileşikle reaksiyona girdiğinde radikal, ABTS'nin renksiz formuna dönüşmektedir. Reaksiyon sonucu indirgenen ABTS•+ miktarı sentetik bir antioksidan olan troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAK) olarak hesaplanmaktadır. TEAK değerinin belirlenmesi için önce 2.45 mM potasyum persülfat içeren 7 mM ABTS•+ radikal çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözelti, oda sıcaklığında ve karanlık bir ortamda en az 12-16 saat bekletilerek ABTS•+ radikal çözeltisinin oluşması sağlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan radikal çözeltisi 2-3 gün sabit kalabilmektedir. Bu radikal çözelti hazırlandıktan sonra %80'lik etanol kullanılarak 734 nm'de 0.700 ± 0.100 absorbans verecek şekilde seyreltilmiştir. Seyreltilen radikal çözeltisinden 2.97 mL bir deney tüpüne alınmış olup üzerine suda çözünen ekstraktlardan 30 µl eklenerek, vortex yardımıyla hızlıca karıştırılmış ve 6 dk. sonunda spektrofotometrede (UV Mini-1240, Shimadzu, Japan) 734 nm'de okuma yapılmıştır. Aynı işlemler troloks için de yapılarak antioksidan aktivite değeri mM troloks ED olarak ifade edilmiştir (Açar, 2023). Antioksidan aktivite aşağıda belirtilen Eşitlik (3.6)'ya göre hesaplanmıştır.

$$\text{TEAK (mmol troloks/g) örnek} = \frac{\text{Örneğe ait inhibisyon eğrisinin eğimi}}{\text{Troloks standart eğrisinin eğimi}} \times \text{Seyreltme faktörü} \quad (3.6)$$



Şekil 3.6 TEAK yöntemiyle hazırlanan Troloks standart eğrisi

3.2.1.11 Hidroksimetil Furfural (HMF) Tayini

Spektrofotometrik HMF analizi Mistry ve Pulgar (1996) tarafından tanımlanan yönteme göre yapılmıştır.

Birinci aşamada süt reçelinden 10 g örnek tartılarak saf su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra karışım ultrasonik su banyosunda (Bandelin SONOREX RK 100 H, Germany) 15 dakika bekletilerek homojenize edilmiştir. İkinci aşamada örneğe asit hidroliz işlemi uygulanmıştır. Bu işlemin amacı, ortamda bulunan protein ve peptitlere bağlı olan HMF'nin asit hidrolizi ile serbest hale getirilmesidir. Bu işlem için elde edilen çözeltiden sızdırmaz kapanabilen 25 ml'lik deney tüpüne 10 ml alınmış ve üzerine 0.3 N oksalik asit çözeltisinden 5 ml eklenerek ağzı sıkıca kapatılmıştır. Tüp vorteks ile karıştırıldıktan sonra 1 saat kaynar su banyosunda bekletilmiştir.

Üçüncü aşamada, örneğe protein çöktürme işlemi uygulanmıştır. Ortamdaki proteinler trikloroasetik asit (TCA) kullanılarak çöktürülmüştür. Bu amaçla oda sıcaklığına kadar soğutulan örneğe %40 (w/v)'lık TCA çözeltisinden 5 ml eklenmiştir. Tekrar vorteks ile karıştırılarak proteinlerin çökmesi sağlanmıştır. Dördüncü aşamada TCA ile çöktürülen proteinler filtrasyon tekniği kullanılarak örnek fazından ayrılmıştır. Filtrasyon işlemleri Whatman 42 filtre kağıdı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Filtrasyon aşamasından sonra örneğe tiyobarbutirik asit (TBA) ile türevlendirme işlemi

uygulanmıştır. Bu amaçla bir tüpe filtrattan 4 ml alınarak üzerine günlük hazırlanmış 0.05 M TBA çözeltisinden 1 ml eklendikten sonra 40°C' lik su banyosunda 35 dakika bekletilmiştir.

Son olarak türevlendirilen örnek çözeltisinin absorbansı, oda sıcaklığına soğutulduktan sonra spektrofotometrede 443 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Süt reçeliindeki HMF içeriği aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Ölçüm öncesi spektrofotometrenin ayarlanması, numune haricindeki tüm kimyasalların kullanılarak hazırlandığı bir kör çözelti kullanılarak yapılmıştır. Spektrofotometre ile yapılan analizlerde HMF derişimi Eşitlik (3.7)'ye göre hesaplanmıştır.

$$100 \text{ g süt reçeliindeki HMF miktarı } (\mu\text{M}) = (A_{443} - 0.055) \times 87.5 \quad (3.7)$$

3.2.2 Fiziksel ve Reolojik Analizler

3.2.2.1 Briks Analizi

Örneklerin çözünür madde oranlarını tespit etmek için Abbe refraktometresi (Boeco, BOE 32400) kullanılmıştır.

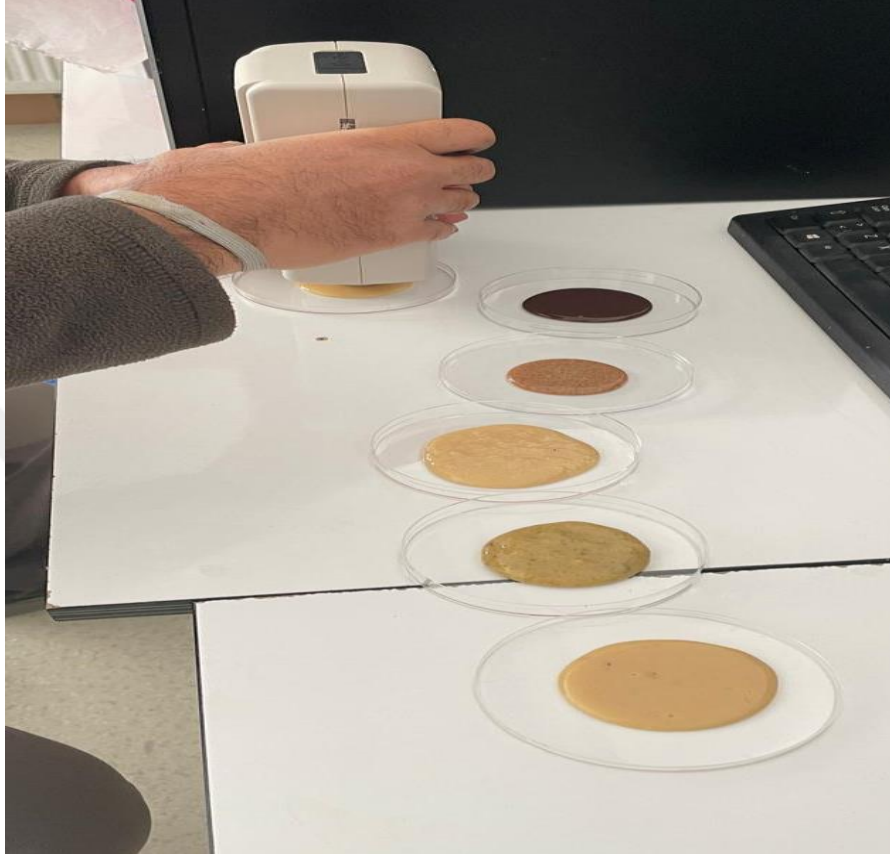
3.2.2.2 Su Aktivitesi Tayini

Örneklerinin su aktivitesi, ± 0.001 hassasiyete sahip su aktivitesi ölçüm cihazı (Aqualab Lite) kullanılarak belirlenmiştir. Kalibrasyon işleminde MgCl_2 ve NaCl doymuş çözeltileri kullanılmıştır. Örnekler cihazın özel kaplarına konulduktan sonra cihazın ölçüm hücreğine yerleştirilmiş ve göstergeden su aktivitesi değeri direkt olarak okunmuştur.

3.2.2.3 Renk Tayini

Renk tayini Hunter renk tayin cihazı (Hunter Miniscan Xe, HunterLab, Reston, VA) kullanılarak yapılmıştır. Hunter renk değerleri (L^* , a^* , b^*)'nden oluşan üçlü skalada $L^* = 100$ beyaz, $L^* = 0$ siyah; yüksek pozitif a^* renk değeri kırmızı, yüksek negatif a^*

renk değeri yeşil; yüksek pozitif b* renk değeri sarı ve yüksek negatif b* renk değeri mavi olarak değerlendirilmektedir (Peker ve Arslan 2013).



Şekil 3.7 Hunter renk tayin cihazı ile renk analizi yapılan örnekler

3.2.2.4 Reolojik Analiz (Viskozite tayini)

Brookfield Viskozimetresi (Model DV-III ve sıcaklığı ayarlanabilir su banyosu; Brookfield Engineering Laboratories, Inc., MA) kullanılarak süt reçeli örneklerinin viskozite ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler 20 °C'de gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla homojen hale getirilmiş süt reçeli cam bir kavanoza aktarılmıştır. Her örnek için 3 ölçüm yapılarak birbirine yakın bulunan daha stabil olduğu gözlenen 2 değer hesaplamada kullanılmıştır. Ölçümlerde SC4-29 spindle kullanılmış, 50 rpm'de, 10 sn'de bir ölçüm alınarak toplam 10 ölçüm yapılmış ve bunların ortalamaları alınmıştır. Ölçümde bütün örneklerde tork değerlerinin %10 ila %98 arasında olmasına dikkat edilmiştir. Elde edilen değerler centiPoise (cP) cinsinden kaydedilmiştir.

3.2.3 Duyusal Analizler

Süt reçellerinin görünüş, renk, koku, kıvam, tat-aroma, şeker oranı, meyve oranı ve genel beğeni açısından değerlendirmesi depolamanın 45. gününde yapılmıştır. Ayrıca panelistlerden ürünler hakkında genel düşüncelerini de belirtmeleri istenmiştir. Duyusal değerlendirme panelinde 5'e kadar numaralandırılmış olan hedonik skala kullanılmıştır. Bu skalada 5 mükemmel, 4 çok iyi, 3 iyi, 2 orta ve 1 kötü şeklinde değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirme, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünden 12 panelist tarafından gerçekleştirilmiş olup değerlendirme öncesi panelistler süt reçeli kalite kriterleri hakkında bilgilendirilmiştir. Duyusal analiz öncesi süt reçeli örnekleri oda sıcaklığında 10-15 dakika bekletilmiş ve örnekler arasında etkileşmeme olmaması için panelistlere su ve kraker verilmiştir.



Şekil 3.8 Duyusal analiz aşaması

3.2.4 İstatistiksel Analiz

Süt reçellerinin analizleri en az iki paralelli olarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara SPSS paket istatistik programı (IBM.SPSS Statistics Version 23, 2015) kullanılarak varyans analizi ve örnekler arası farkın önemli olduğu durumlarda da ortalamalar arasındaki farkı ortaya koymak için Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Kimyasal Analizler

4.1.1 Kuru Madde

Süt reçellerinin kuru madde değerlerinin depolama süresince değişimi ve bu değerlere uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiş olup, örnekler arasında farklı istatistiksel gruplar olduğu görülmektedir. Depolama süresi başlangıcında süt reçeli örnekleri içerisinde en yüksek kuru madde değeri 70.82 ± 0.14 oranıyla Hindistan cevizli örnekte saptanmış, en düşük kuru madde oranı ise 68.09 ± 0.48 ve 68.24 ± 0.25 oranlarıyla aynı istatistiksel grupta yer alan tarçınlı ve sade süt reçeli örneklerinde saptanmıştır. Depolama süresi sonunda ise en yüksek kuru madde değerleri, muzlu ve Hindistan cevizli süt reçeli örneklerinde belirlenmiştir.

Genel olarak bütün süt reçeli örneklerinde (Antep fıstıklı süt reçeli örneği hariç) kuru madde değeri ilk 30 gün boyunca bir miktar artmış, ancak bu artış sadece tarçınlı ve muzlu örneklerde istatistiksel olarak önemli bir farklılık ($p < 0.05$) oluşturmuştur. Süt reçeli örneklerinde kuru madde değerlerinin depolama süresince artması; örneklerin besleyici özelliklerinin de bir miktar artması anlamına gelmektedir.

Süt reçeli örneklerine üretim sırasında kuru baharat (tarçın), çerez (Antep fıstığı), meyve kurusu (Hindistan cevizi), özel gıda (kakao) ve meyve (muz) ilavesinin kuru madde değerlerini doğrudan etkilediği görülmektedir. İngredient ilavesi yapılan süt reçeli örneklerinin kuru madde değerlerinin sade (kontrol) süt reçeli örneğine kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiş olup, bunun süt reçellerine ilave edilen bileşenlerin, sade süt reçelinden daha yüksek kuru madde değerlerine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Süt reçellerinde kuru madde artışının çok az da olsa örnek yüzeyinden su kaybı olması ve çalışma süresince buzdolabında muhafaza edilen ambalaj materyali olan cam kavanozların tepe boşluğu kısmında bu suyun yoğunlaşmasından kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca, süt reçeli örneklerinin kuru madde değerlerinde depolama süresince meydana gelen dalgalanmalar, kavanoz kapaklarının sıkı kapatılmamasından dolayı örneklerin dış ortama kaybetmesiyle ilgili olabileceği gibi, analize bağlı varyasyonlardan da kaynaklanabilir.

Çizelge 4.1 Süt reçeli örneklerinin kuru madde içeriklerine (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süt reçeli örneği	n	Depolama süresi (gün)		
		1	30	60
Sade	2	68.24±0.25 ^{Ad}	69.70±0.65 ^{Ab}	69.54±0.67 ^{Ac}
Kakaolu	2	69.38±0.40 ^{Ac}	70.18±0.12 ^{Aab}	70.22±0.18 ^{Abc}
Tarçınlı	2	68.09±0.48 ^{Bd}	70.02±0.41 ^{Ab}	70.27±0.14 ^{Abc}
H. Cevizli	2	70.82±0.14 ^{Aa}	71.27±0.15 ^{Aa}	71.17±0.25 ^{Aab}
A. Fıstıklı	2	70.01±0.13 ^{Ab}	69.59±0.54 ^{Ab}	69.98±0.49 ^{Ac}
Muzlu	2	70.14±0.19 ^{Bb}	70.68±0.61 ^{ABab}	71.68±0.27 ^{Aa}

^{A,B}: Farklı harfle gösterilen aynı örneğin farklı depolama sürelerine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

^{a,b,c,d}: Farklı harfle gösterilen örneklerin aynı depolama süresine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Oliveria vd. (2009), yapmış oldukları çalışmada NaHCO₃ ve vanilya aroması ilavesi ile %70 kuru madde içeriğine sahip süt reçeli elde etmişlerdir. Ferreira vd. (2011), yapmış oldukları çalışmada peynir altı suyu ve kahve ilavesiyle üretmiş oldukları süt reçeli örneklerinde %66.7-69.5 arasında değişen kuru madde değerleri ölçmüşlerdir. Aynı şekilde Guimaraes vd. (2012), üretmiş oldukları diyet süt reçeline ait yağsız kuru madde değerini %71 olarak ölçmüşlerdir. Silva vd. (2015), %0.5 oranında nişasta ilave ederek ürettikleri geleneksel süt reçelinde kuru madde değerini %66.7-69.5 arasında belirlemişlerdir. Gaze vd. (2015), üretmiş oldukları 7 farklı süt reçeli örneklerinde kuru madde miktarının %70.33-82.51 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Sarı (2020) yaptığı çalışmada üretmiş olduğu süt reçellerinde kuru madde değerini %70.77 ila %72.52 arasında bulmuştur. Cebeci (2020) yaptığı çalışmada, inek, keçi, manda ve koyun sütlerinin farklı kombinasyonlarıyla süt reçeli üretimi gerçekleştirmiş bu çalışma sonucunda ölçülen kuru madde miktarı %67.12 ila %89.4 arasında değişmiştir. Gimenez vd. (2008), yapmış oldukları çalışmada ürettikleri süt reçeline ait yağsız kuru madde miktarını %74±0.5 olarak hesaplamışlardır. Bu çalışmada elde edilmiş olan sonuçlar Ferreira vd. (2011) ve Silva vd. (2015), tarafından verilen değerlerden daha yüksek; çalışma sonucu verilmiş olan diğer çalışmalara ise benzer veya değer aralıklarında bulunmaktadır. Çalışma sonuçlarının daha yüksek bulunmasında Silva vd. (2015)'nın üretim aşamasından nişasta kullanmasının etkisi olduğu düşünülmektedir. Nişasta içeren süt reçelinde, nişasta suyu bağladığı için ürün daha kıvamlı olur ama bu su hâlâ sistemde bulunduğu kuru madde oranı düşer. Ferreira (2011) ise çalışmasında kahve ve peynir

altı suyu kullanmıştır. Kahve ve peyniraltı suyu içeren süt reçeli, sade süt reçeline göre daha düşük kuru maddeye sahip olur, çünkü peynir altı suyunun kuru madde oranı sütünkine göre oldukça düşüktür ve büyük oranda sudan oluşur; bu da başlangıçta sisteme daha fazla su eklenmesi anlamına gelir. Ayrıca kahve genellikle küçük miktarda eklendiğinden kuru maddeye belirgin bir katkı sağlamaz. Çalışmada elde ettiğimiz kuru madde değerlerinin daha yüksek bulunmasının bu nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.1.2 Kül

Süt reçellerinin kül değerlerinin depolama süresince değişimi ve bu değerlere uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelgeden örnekler arasında farklı istatistiksel gruplar oluştuğu görülmektedir. Süt reçeli örnekleri içerisinde en yüksek kül değerleri bütün depolama sürelerinde diğer örneklerden farklı istatistiksel grupta yer alan kakaolu süt reçeli örneğinde, en düşük kül oranları ise Hindistan cevizli ve muzlu süt reçeli örneklerinde saptanmıştır. Tarçınlı süt reçeli örneğinin kül içeriği ilk gün değeri dışında Hindistan cevizli ve muzlu örneklerle yakın seyretmiştir.

Genel olarak bütün süt reçeli örneklerinde kül değeri ilk 30 gün boyunca bir miktar azalmıştır. Ancak istatistiksel olarak önemli bulunan ($p < 0.05$) tek değişim Hindistan cevizli süt reçeli örneğinde saptanmıştır. Örneklerle ait kül değerlerindeki farklılıkların, reçellerden örnek alınımında farklı mineral içeriğine sahip heterojen bölgelerin olması ve örneklemede çok iyi bir homojenizasyon işleminin yapılmaması olması veya yakma esnasında organik maddelerin çok iyi yanmaması sonucunda 1. dönem örneklerinde organik kalıntı kalmasına bağlı olarak değerlerin biraz yüksek ölçülmesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Literatürde süt reçeli örneklerinde kül içeriklerine ait sonuçlardan bazılarının şöyle olduğu görülmüştür: Zimmermann vd. (2007) peynir altı suyu proteini ilavesiyle ürettikleri süt reçelinde yaptıkları çalışmada kül içeriğini %1.94-2.05, Ferreira vd. (2011) nişasta ilavesi ile üretmiş oldukları süt reçeli çalışmasında bu değeri %1.74-1.80, Guimaraes vd. (2012) geleneksel yöntemle üretmiş oldukları süt reçeli örneklerinde yapmış oldukları analizler sonucunda kül içeriğini %2.15-2.84, Silva vd. (2015) süt reçeli

üzerine yapmış oldukları çalışmada kül değerlerini %1.74-1.80 aralığında belirlemişlerdir. Gaze vd. (2015), 7 farklı süt reçeli üzerine yapmış oldukları çalışma sonucunda kül içeriğini %1.31 ila %2.05 aralığında belirlemişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada ise Cichoski vd. (2011), süt reçelinde starter kültür kullanımı üzerine araştırma gerçekleştirmişler ve bu çalışma sonucunda elde ettikleri süt reçelinin kül içeriğini %2 olarak tespit etmişlerdir. Yüksel-Önür (2018), farklı üretim teknolojileri ile süt reçeli üretimi gerçekleştirmişlerdir. Söz konusu çalışmada elde edilen süt reçeline ait kül değerleri %1.38 ila %2.56 aralığında belirlenmiştir.

Çizelge 4.2 Süt reçeli örneklerinin kül içeriklerine (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süt reçeli örneği	n	Depolama süresi (gün)		
		1	30	60
Sade	2	2.18±0.04 ^{Ab}	1.85±0.00 ^{Ac}	2.07±0.18 ^{Aab}
Kakaolu	2	2.49±0.09 ^{Aa}	2.26±0.05 ^{Aa}	2.23±0.02 ^{Aa}
Tarçınlı	2	2.14±0.21 ^{Ab}	1.90±0.05 ^{Abc}	1.89±0.04 ^{Ab}
H. Cevizli	2	2.01±0.03 ^{Ab}	1.84±0.01 ^{Bc}	1.87±0.00 ^{Bb}
A. Fıstıklı	2	2.08±0.03 ^{Ab}	1.96±0.00 ^{Ab}	2.01±0.08 ^{Aab}
Muzlu	2	1.99±0.04 ^{Ab}	1.91±0.04 ^{Abc}	1.90±0.07 ^{Ab}

^{A,B}: Farklı harfle gösterilen aynı örneğin farklı depolama sürelerine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

^{a,b,c,d}: Farklı harfle gösterilen örneklerin aynı depolama süresine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Farklı kuru madde oranlarıyla süt üretimi gerçekleştiren Sarı (2020), elde ettiği süt reçellerinin kül oranını %2.2 ila %4.5 arasında tespit etmiştir. Cebeci (2020), yaptığı çalışmada, inek, keçi, manda ve koyun sütlerini farklı kombinasyonlarıyla süt reçeli üretimi gerçekleştirmiş bu çalışma sonucunda kül değerlerini %1.81-2.21 olarak belirlemiştir. Literatür ile kıyaslama yapıldığında çalışmamızdaki süt reçeli örneklerinin kül içeriklerinin Ferreira vd. (2011) ile Silva vd. (2015)'nin bulmuş olduğu değerlerden daha yüksek, yapılmış olan diğer çalışmalardaki kül değerleri ile ise benzer aralıkta olduğu görülmüştür. Daha önce Ferreira vd. (2011) ile Silva vd. (2015)'nin çalışmalarında kuru maddenin neden daha düşük bulunabileceği ile ilgili belirtilen aynı sebeplere bağlı olarak kül miktarının da etkilendiği düşünülmektedir.

4.1.3 Protein

Çizelge 4.3'te verilmiş olan süt reçeli örneklerinin protein içeriklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, süt reçelleri arasında ortalama protein içerikleri açısından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ($p<0.05$) farklar gözlemlenmiştir. İlk gün analizlerinde en yüksek ortalama protein değerinin 8.99 ± 0.18 ile Antep fıstıklı süt reçeli örneğine ait olduğu, en düşük ortalama protein değerinin ise 7.40 ± 0.05 ile muzlu süt reçeli örneğine ait olduğu görülmüştür. Diğer örneklerle ait protein içerikleri ise ara istatistiksel gruplarda yer almıştır. Depolama süresi sonunda da en yüksek protein içeriği Antep fıstıklı süt reçelinde belirlenmiş, bunu ilk gün değerlerinde olduğu gibi kakaolu örnek izlemiştir. Yine en düşük protein içeriği bu dönemde de muzlu süt reçeli örneğinde saptanmıştır.

Süt reçeli örneklerinin protein oranları değişimi dönemsel olarak incelenecek olursa, depolamanın ilk günü ile 30. gün ve 60. gün değerleri arasında bir miktar değişiklikler olduğu belirlenmiş olup, bu dönemler arasında hiçbir örnekte istatistiksel anlamda önemli bir farklılık gözlemlenmemiştir ($p>0.05$).

Süt reçelinde protein oranlarını etkileyen en önemli faktörün kullanılan hammadde sütün protein içeriği, kullanılan ingredientlerin protein oranları ve kullanılma düzeyleri ve ısıtma işlemi ile suyun uzaklaştırılması sonucu ulaşılan nihai konsantrasyon düzeyi olduğu söylenebilir. Bu çalışmada Antep fıstığı ve kakao ilave edilen ürünlerin daha yüksek protein içeriğine sahip olmaları, bu ingredientlerin daha yüksek oranda protein içermesiyle ilgili olduğu gibi, muz konsantresi ilave edilen örneğin en düşük protein içeriğine sahip olması da muzun çok düşük protein içeriğine sahip olmasıyla ilgilidir.

Protein oranları ile ilgili yapılmış olan çalışmalara göre; Ranalli vd. (2012)'nin, satın aldıkları süt reçellerinde protein oranını 6.4 ila 8.2 arasında buldukları görülmektedir. Diğer bir çalışmada Zimmermann vd. (2007), peynir altı suyu proteini ilavesiyle üretmiş oldukları süt reçellerinin protein oranını $8.78-9.23$ aralığında belirlemişlerdir.

Çizelge 4.3 Süt reçeli örneklerinin protein içeriklerine (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süt reçeli örneği	n	Depolama süresi (gün)		
		1	30	60
Sade	2	7.88±0.05 ^{Ac}	7.81±0.07 ^{Ab}	7.75±0.11 ^{Ac}
Kakaolu	2	8.37±0.33 ^{Ab}	8.36±0.42 ^{Aa}	8.37±0.23 ^{Ab}
Tarçınlı	2	7.67±0.12 ^{Ac}	7.54±0.13 ^{Ab}	7.55±0.32 ^{Ac}
H. Cevizli	2	7.83±0.02 ^{Ac}	7.64±0.14 ^{Ab}	7.52±0.13 ^{Ac}
A. Fıstıklı	2	8.99±0.18 ^{Aa}	8.82±0.02 ^{Aa}	8.85±0.11 ^{Aa}
Muzlu	2	7.40±0.05 ^{Ad}	7.35±0.10 ^{Ab}	7.48±0.11 ^{Ac}

^{A,B}: Farklı harfle gösterilen aynı örneğin farklı depolama sürelerine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

^{a,b,c,d}: Farklı harfle gösterilen örneklerin aynı depolama süresine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Ferreira vd. (2011), iki farklı reçete ile süt reçeli üretimi gerçekleştirmiş olup bu örneklerle ait protein miktarını %6.9-7.2 olarak tespit etmişlerdir. Guimaraes vd. (2012), kahve ilavesiyle diyet süt reçeli üretmiş olup, protein içeriğini %9.87-12.51 arasında belirlemişlerdir. Silva vd. (2015), üretmiş oldukları süt reçellerinde protein miktarını %6.9-7.2 aralığında belirlemişlerdir. Antigo vd. (2017), yapmış oldukları çalışmada süt reçeline uçucu yağ ilavesinin etkilerini araştırmış olup bu çalışma sonucunda süt reçeline ait protein oranını %6.0-6.1 olarak tespit etmişlerdir. Gaze vd. (2015), analiz ettikleri yedi farklı süt reçelinin protein miktarı sonucunu %2.10-7.12 arasında bulmuşlardır. Cichoski vd. (2011), vakum evaporasyon tekniğiyle ürettikleri süt reçelinin protein içeriğini %9.67 olarak tespit etmişlerdir. Yüksel-Önür (2018), Türkiye’de üretilen altı farklı süt reçelinde yapmış oldukları araştırmalar sonucunda örneklerle ait protein içeriğini %1.76 ila %9.0 arasında bulmuşlardır. Tuna (2018), yapmış olduğu çalışmada farklı meyve ilaveleriyle süt reçeli örnekleri üretmiştir. Üretmiş olduğu örneklerle ait protein miktarını %2.10 ila %12.51 arasında bulmuştur. Sarı (2020), yaptığı çalışmada elde ettiği süt reçellerine ait protein oranının %12.37-12.64 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Cebeci (2020), yaptığı çalışmada farklı süt kombinasyonları ile üretmiş olduğu süt reçellerine ait protein içeriklerini %4.59 ila %7.89 arasında belirlemiştir. Yapmış olduğumuz çalışma sonucunda süt reçeli örneklerine ait elde edilen protein oranları Ferreira vd. (2011), Silva vd. (2015), Antigo vd. (2017) ve Gaze vd. (2015)’nın vermiş olduğu değerlerden daha yüksek; Guimaraes vd. (2012), Cichoski vd. (2011) ve Sarı (2020)’nın çalışmaları sonucu ulaştığı verilerden ise daha düşük bulunmuştur. Bulduğumuz protein içerikleri yukarıda verilmiş olan diğer çalışma sonuçlarına ise benzer veya belirtilen değer aralıklarında

bulunmaktadır. Süt reçellerinde protein miktarı, kullanılan hammaddelerin (süt, peyniraltı suyu, süt tozu vb.) protein içeriğine ve uygulanan üretim tekniklerine göre değişir. Düşük proteinli içerikler veya kısa kaynatma gibi işlemler protein oranını azaltırken, yoğunlaştırma işlemleri protein oranını arttırabilir.

4.1.4 Yağ

Süt reçellerinin yağ içeriği değerlerinin depolama süresince değişimi ve bu değerlere uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.4'ten görülebilir. Söz konusu çizelgedeki yağ içeriklerine ilişkin sonuçlara göre, taze örnekler ait analizlerde en yüksek yağ oranı 8.15 ± 0.12 ve 7.94 ± 0.03 değerleriyle aynı istatistiksel grupta yer alan Hindistan cevizli ve Antep fıstıklı süt reçeli örneklerinde tespit edilmiş ve bu örnekler diğer örneklerden ayrı bir istatistiksel grupta yer almıştır. Bu değerin diğer örnekler oranınla daha yüksek ölçülmesinde Hindistan cevizinin kendi bünyesindeki mevcut yağ içeriği etkili olmuştur. En düşük yağ oranı ise 5.41 ± 0.02 değeri ile yine ayrı bir istatistiksel grupta yer alan muzlu süt reçeli örneğinde tespit edilmiştir. Muz eklenen örneğin yağ içeriğinin düşük olmasında da muzun yağ içeriğinin ihmal edilecek kadar düşük olmasının etkili olduğu söylenebilir. Örnekler arasında aynı yağ içeriği trendi farklı istatistiksel gruplamalar olsa da 30. ve 60. gün analizlerinde de tespit edilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarının verildiği Çizelge 4.4'te, depolama süresince süt reçeli örneklerinin ortalama yağ içeriklerinin depolama süresince artış göstermiş olduğu görülmüş olsa da bu artış yalnızca sade ve muzlu örnekler için istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Süt reçeli örneğinde yağ içeriklerinin zamanla artışının, suyun buharlaşması ve sıvı miktarının azalması ve bekletilen ürünlerde yağ ekstraksiyonunun daha iyi gerçekleşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.4 Süt reçeli örneklerinin yağ içeriklerine (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süt reçeli örneği	n	Depolama süresi (gün)		
		1	30	60
Sade	2	5.68±0.01 ^{Bc}	6.06±0.16 ^{Ac}	6.41±0.09 ^{Ac}
Kakaolu	2	5.95±0.14 ^{Ab}	6.27±0.22 ^{Ac}	6.34±0.37 ^{Ac}
Tarçınlı	2	6.03±0.15 ^{Ab}	6.10±0.10 ^{Ac}	6.15±0.09 ^{Ac}
H. Cevizli	2	8.15±0.12 ^{Aa}	8.28±0.11 ^{Aa}	8.43±0.06 ^{Aa}
A. Fıstıklı	2	7.94±0.03 ^{Aa}	7.83±0.19 ^{Ab}	7.93±0.13 ^{Ab}
Muzlu	2	5.41±0.02 ^{Bd}	5.68±0.12 ^{ABd}	5.91±0.15 ^{Ad}

^{A,B}: Farklı harfle gösterilen aynı örneğin farklı depolama sürelerine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

^{a,b,c,d}: Farklı harfle gösterilen örneklerin aynı depolama süresine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Literatürde bu konuda yapılan bazı çalışmalarda farklı sonuçların elde edildiği görülmektedir. Ranalli vd. (2012), satın aldıkları bazı süt reçellerini incelemiş olup bu araştırma sonucunda yağ içeriği değerlerini %1.3 ila %7.9 arasında bulmuşlardır. Zimmermann vd. (2007), çalışmalarında iki farklı formülasyon ile süt reçeli üretimi yapmışlardır. Üretmiş oldukları süt reçellerine ait yağ değerlerini %6.88-7.26 aralığında bulmuşlardır. Ferreira vd. (2011), nişasta ilavesi ile üretmiş oldukları süt reçeli örneklerine ait yağ içeriği değerlerini %6.1-7.4 aralığında tespit etmişlerdir. Guimaraes vd. (2012), diyet süt reçeli üretimi gerçekleştirmişlerdir. Üretmiş oldukları süt reçelinin yağ içeriği %0.5-1.0 aralığında belirlenmiştir. Süt reçeli üzerine yapılmış olan diğer çalışmalar sonucu elde edilen yağ miktarı değerleri; Silva vd. (2015) %6.1-7.4, Antigo vd. (2017) %2.3-2.7, Gaze vd. (2015) %3.56-6.99, Chichoski vd. (2011) %9.30, Yüksel-Önür (2018) %3.56-6.99, Tuna (2018) %0.5-7.9, Sarı (2020) %4.10-4.40, Cebeci (2020) %4.25-11.0 aralığında belirlemişlerdir. Bu çalışmada elde edilmiş olan sonuçlar Guimaraes vd. (2012), Antigo vd. (2017) ve Sarı (2020)'nin çalışmaları sonucu elde edilmiş olan yağ miktarı değerlerinden daha yüksek; Chichoski vd. (2011)'i tarafından verilen yağ miktarı değerinden ise daha düşük bulunmuştur. Çalışma sonucunda elde edilen yağ değerleri, verilmiş olan diğer çalışmalara ise benzer veya değer aralıklarında bulunmaktadır. Karşılaştırma yapılan çalışma sonuçlarından da görüleceği üzere, üründe nihai yağ oranının ortaya çıkmasında en belirleyici husus, kullanılan hammadde sütün yağ oranıdır.

4.1.5 Asitlik

Süt reçellerinin asitlik değerlerinin depolama süresince değişimi ve bu değerlere uygulanan Duncan oklu karşılaştırma test sonuçları izelge 4.5'te verilmiş olup, örnekler arasında farklı istatistiksel gruplar oluştuğu görölmektedir. Söz konusu çizelgedeki asitlik değerlerine ilişkin sonuçlara göre, taze örneklerle ait analizlerde en yüksek asitlik değerleri 0.66 ± 0.03 ve 0.61 ± 0.01 oranlarıyla muzlu ve tarçınlı süt reçeli örneklerinde, en düşük asitlik değerleri ise 0.45 ± 0.03 ve 0.53 ± 0.03 oranlarıyla kakaolu ve Hindistan cevizli süt reçeli örneklerinde saptanmıştır. 1. dönemde sade ve Antep fıstıklı örnekler aynı istatistiksel grupta yer almıştır. İkinci dönem ise kakaolu ve Hindistan cevizli örnek aynı istatistiksel grupta bulunmuştur. Üçüncü dönem sonunda bütün örnekler birbirinden farklı istatistiksel gruplar içerisinde yer almış olup, yine en yüksek asitlik değerleri muzlu ve tarçınlı örneklerde ölçölmüştür.

Depolama süresince asitlik değerlerinde sade, kakaolu ve Hindistan cevizli örneklerde istatistiksel anlamda önemli bir değişim gözlemlenmezken; tarçınlı, Antep fıstıklı ve muzlu örneklerde bir miktar azalma görölmüş olup, bu örneklerle ait farklı depolama sürelerine ait değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Süt reçeli örneklerinde depolama süresi boyunca asitlik değerinin azalması, şeker ve proteinlerin kimyasal etkileşimleri, uçucu asitlerin kaybı ve pH stabilizasyonu (Öztürk, 2022; Akal, 2018) gibi faktörlerin birleşimiyle gerçekleşir. Bu faktörler, asidik bileşiklerin konsantrasyonunun azalmasına ve sütün asidik yapısının zamanla daha nötr bir hale gelmesine yol açar. Depolama süresi uzadıkça bu değişiklikler daha belirgin hale gelir (Jansson, 2014).

Çizelge 4.5 Süt reçeli örneklerinin asitlik değerlerine (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süt reçeli örneği	n	Depolama süresi (gün)		
		1	30	60
Sade	2	0.55±0.05 ^{Ab}	0.53±0.02 ^{Ab}	0.49±0.01 ^{Ad}
Kakaolu	2	0.45±0.03 ^{Ac}	0.49±0.02 ^{Abc}	0.52±0.00 ^{Abcd}
Tarçınlı	2	0.61±0.01 ^{Aab}	0.63±0.00 ^{Aa}	0.55±0.01 ^{Bb}
H. Cevizli	2	0.53±0.03 ^{Abc}	0.50±0.03 ^{Abc}	0.50±0.01 ^{Acd}
A. Fıstıklı	2	0.55±0.01 ^{Ab}	0.45±0.01 ^{Bc}	0.53±0.01 ^{Abc}
Muzlu	2	0.66±0.03 ^{Aa}	0.65±0.03 ^{ABa}	0.58±0.01 ^{Ba}

^{A,B}: Farklı harfle gösterilen aynı örneğin farklı depolama sürelerine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

^{a,b,c,d}: Farklı harfle gösterilen örneklerin aynı depolama süresine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Antigo vd. (2017)'nin yapmış oldukları çalışmada süt reçeline karanfil sapı, tarçın ve bu iki baharatın karışımından elde edilen uçucu yağların ilavesinin etkilerini değerlendirmeleriyle ilgili bir sonuca rastlanmıştır. 210 günlük depolama süresinin ardından asitlik değerlerini %0.2-0.3 olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışma sonucunda elde edilen süt reçeli örneklerine ait asitlik değerleri Antigo vd. (2017) tarafından verilen verilerden daha yüksek bulunmuştur. Kullanılan hammadde süt, krema, ingredientler ve en önemlisi de üretimde ilave edilen NaHCO₃ miktarının asitlik değerleri üzerinde etkili olduğu söylenebilir.

4.1.6 pH

Süt reçellerinin pH değerlerinin depolama süresince değişimi ve bu değerlere uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çizelgeden örnekler arasında farklı istatistiksel gruplar olduğu görülmektedir. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre ilk gün analizlerinde en yüksek pH değeri 6.61±0.01 ile kakaolu süt reçeli örneğinde saptanmış, bunu 6.43±0.01 değeriyle ayrı bir istatistiksel grupta yer alan sade süt reçeli izlemiştir. Bu dönemde en düşük pH değeri ise 6.26±0.01 değeriyle muzlu süt reçeli örneğine aittir. Bütün analiz dönemleri için kakaolu örnek en yüksek, muzlu örnek ise en düşük pH değerlerine sahip olmuştur. Depolamanın başında tarçınlı, Hindistan cevizli ve Antep fıstıklı süt reçeli aynı istatistiksel grupta yer almışken sade, kakaolu ve muzlu örnekler ise farklı gruplarda yer almıştır. İkinci dönemde bütün örnekler farklı istatistiksel gruplarda yer almıştır. Depolama sonunda ise

en yüksek pH değerleri sırasıyla kakaolu, Antep fıstıklı ve sade süt reçellerinde belirlenmiştir. En düşük pH değeri ise diğer analiz dönemlerinde olduğu gibi muzlu örnekte ölçülmüştür. Yalnızca tarçınlı ve Hindistan cevizli örnek aynı istatistiksel grupta yer almıştır.

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, (sade örnek hariç) süt reçeli örneklerine ait ölçülen pH değerleri arasında dönemsel olarak istatistiksel olarak anlamlı derecede birtakım farklılıklar gözlemlenmiştir. Genel olarak 30. gün sonrasında pH değerleri bir miktar azalmış ve örneklere ait 60. gün değerleri, 30. güne ait değerlerden istatistiksel olarak önemli derecede düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Tüm depolama süresince pH değerinde artış kaydedilen tek örnek Antep fıstıklı süt reçeli olmuş, 30. gün değeri taze örneğe göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Süt reçeli örneklerine ait pH değerlerinin içlerine katılan ingredientlerden önemli dercede etkilendikleri, bazık ya da nötr karakterli olanların ilave edildiği reçellerde pH değerlerinin yüksek kaldığı, asidik karakterdeki muz konsantresinin ilave edildiği örnekte ise pH değerinin bariz bir şekilde düştüğü görülmektedir.

Çizelge 4.6 Süt reçeli örneklerinin pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süt reçeli örneği	n	Depolama süresi (gün)		
		1	30	60
Sade	2	6.43±0.01 ^{Ab}	6.42±0.01 ^{Ac}	6.42±0.03 ^{Ab}
Kakaolu	2	6.61±0.01 ^{Aa}	6.56±0.01 ^{ABa}	6.52±0.02 ^{Ba}
Tarçınlı	2	6.35±0.02 ^{Ac}	6.30±0.01 ^{ABe}	6.26±0.03 ^{Bc}
H. Cevizli	2	6.34±0.00 ^{Ac}	6.35±0.01 ^{Ad}	6.29±0.01 ^{Bc}
A. Fıstıklı	2	6.35±0.03 ^{Bc}	6.50±0.01 ^{Ab}	6.48±0.01 ^{Aab}
Muzlu	2	6.26±0.01 ^{Ad}	6.22±0.01 ^{Af}	6.13±0.02 ^{Bd}

^{A,B}: Farklı harfle gösterilen aynı örneğin farklı depolama sürelerine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$)

^{a,b,c,d,e,f}: Farklı harfle gösterilen örneklerin aynı depolama süresine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$)

Ranalli vd. (2012), satın aldıkları bazı süt reçellerini incelemiş olup bu araştırma sonucunda süt reçellerine ait pH değerlerini 5.70 ila 6.15 arasında bulmuşlardır. Malec vd. (2005), farklı düzeyde şeker kullanarak süt reçeli üretimi yapmış olup, bu örneklere ait pH değerini 7.5 olarak kaydetmişlerdir. Char vd. (2007), vanilya ilavesi ile üretimini yaptıkları süt reçeline ait pH değerlerini 5.5 ve 6.0 olarak belirlemişlerdir. Silva vd.

(2015), üretmiş oldukları süt reçellerinde pH değerlerini 5.85-6.32 aralığında belirlemişlerdir. Gaze vd. (2015), analiz ettikleri yedi farklı süt reçelinin pH değerlerini 6.14-6.37 arasında bulmuşlardır. Malec vd. (1999), farklı tatlandırıcılar kullanarak süt reçeli üretimi gerçekleştirmiş olup bu süt reçeline ait pH değerini 6.7 ± 0.01 olarak belirlemişlerdir. Cichoski vd. (2011), vakum evaporasyon tekniğiyle ürettikleri süt reçelinin pH değerini 6.36-6.57 olarak tespit etmişlerdir. Yüksel-Önür (2018), Türkiye’de üretilen altı farklı süt reçelinde yapmış oldukları araştırmalar sonucunda örnekler için pH değerlerini 6.07 ile 6.75 arasında bulmuşlardır. Tuna (2018), yapmış olduğu çalışmada farklı meyve ilaveleriyle süt reçeli örnekleri üretmiştir. Üretmiş olduğu örnekler için pH değerlerini 5.50 ile 6.37 arasında bulmuştur. Sarı (2020), yaptığı çalışmada elde ettiği süt reçellerine ait pH değerlerini 6.06 ile 6.16 arasında bulmuştur. Cebeci (2020), yaptığı çalışmada farklı süt kombinasyonları ile üretmiş olduğu süt reçellerinin pH değerlerini 6.21 ile 6.5 arasında belirlemiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen süt reçeli örneklerine ait pH değerleri Malec vd. (2005) ve Malec vd. (1999) tarafından verilen verilerden daha düşük; Char vd. (2007) tarafından verilen verilerden ise daha yüksek bulunmuştur. Çalışma sonucu verilmiş olan diğer çalışmalara ise benzer veya değer aralıklarında bulunmaktadır. Süt reçellerinde pH, kullanılan hammaddelerin asiditesine ve üretim sürecine bağlı olarak değişir. Örneğin peyniraltı suyu gibi daha asidik içerikler pH’ı düşürürken, ısıtma süresi ve katkı maddeleri de pH üzerinde etkili olur (Mahomud, 2020).

4.1.7 İnvert Şeker

Süt reçeli örneklerinin invert şeker değerlerine dair Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.7’de sunulmuştur. Süt reçellerinin invert şeker değerlerinin depolama süresince değişimi ve bu değerlere uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarının verildiği çizelgeden örnekler arasında farklı istatistiksel gruplar oluştuğu görülmektedir. Birinci., 2. ve 3. dönemde sade, kakaolu, Hindistan cevizli ve Antep fıstıklı süt reçeli örnekleri sıralamaları değişmekle birlikte en düşük değerleri alarak aynı istatistiksel grupta yer almışlardır. Süt reçeli örnekleri içerisinde en yüksek invert şeker değeri, ingredientin kendi bünyesindeki yüksek şeker miktarından kaynaklı olarak, beklendiği edildiği üzere 14.70 ± 0.22 ile muzlu süt reçeli örneğinde, en düşük invert şeker değeri ise 11.34 ± 0.39 ile Antep fıstıklı süt reçeli örneğinde saptanmıştır. Aynı

durum depolama sonunda da görülmektedir. Muzlu örnek 1. ve 3. dönemlerde diğer örneklerden farklı bir istatistiksel grupta yer almış olup bütün dönemlerde ise en yüksek invert şeker içeriğine sahip olmuştur. Bileşiminde yüksek oranda monosakkarit bulunan muzun eklendiği örnekte invert şeker oranının bariz bir şekilde yüksek çıktığı, içinde bir miktar şeker bulunan tarçının ise daha düşük düzeyde ancak genel olarak geriye kalan örneklerle istatistiksel olarak farklılık oluşturacak derecede yüksek invert şekeri sonucuna yol açtığı görülmektedir. Tarçınlı ve muzlu örnekler bütün dönemlerde diğer süt reçeli örneklerinden farklı istatistiksel gruplarda yer almışlardır.

Invert şeker değerlerinde depolamanın ilk günü ile 60. günü arasında sürekli olarak bir miktar artış gerçekleşmiştir. Bu artış bütün örnekler için istatistiksel olarak önemli derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Önceki başlıklarda süt reçeli örneklerinin pH değerlerinde depolama sonunda düşme meydana geldiği belirtilmişti (Bknz. Çizelge 4.6). pH'nın zamanla düşmesi asidik ortamın artmasına yol açar ve sükrozun invert şekerlere (glukoz ve fruktoz) ayrılmasını hızlandırır (Torres, 1994). Bu nedenle pH değerlerinin invert şekerin oluşumu üzerinde etkisi olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.7 Süt reçeli örneklerinin invert şeker değerlerine (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süt reçeli örneği	n	Depolama süresi (gün)		
		1	30	60
Sade	2	11.49±0.18 ^{Cc}	13.00±0.35 ^{Bb}	14.01±0.19 ^{Ac}
Kakaolu	2	11.53±0.50 ^{Cc}	13.29±0.18 ^{Bb}	14.49±0.22 ^{Ac}
Tarçınlı	2	13.00±0.23 ^{Bb}	15.03±0.68 ^{Aa}	16.44±0.27 ^{Ab}
H. Cevizli	2	11.46±0.23 ^{Bc}	13.17±0.47 ^{Ab}	14.10±0.07 ^{Ac}
A. Fıstıklı	2	11.34±0.39 ^{Bc}	13.46±0.43 ^{Ab}	14.00±0.06 ^{Ac}
Muzlu	2	14.70±0.22 ^{Ca}	16.00±0.35 ^{Ba}	17.86±0.32 ^{Aa}

A,B,C: Farklı harfle gösterilen aynı örneğin farklı depolama sürelerine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$)

a,b,c,d: Farklı harfle gösterilen örneklerin aynı depolama süresine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$)

Akpınar vd. (2021)'nin yapmış oldukları çalışmada üç farklı süt reçeli örneği incelenmiştir: sadece probiyotik bakteri içeren kontrol grubu (C), fındık ezmesi eklenmiş grup (H) ve muz püresi eklenmiş grup (B). Bu örneklerin invert şeker içerikleri sırasıyla C grubunda 8,68 g/100 mL, H grubunda 8,92 g/100 mL ve B grubunda 9,03 g/100 mL olarak ölçülmüştür. Invert şeker açısından en yüksek değere sahip olan grup

çalışmamızda da olduğu gibi muz püresi içeren reçel olmuştur, bu artışın muzun doğal şeker içeriğiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Çalışma sonucu, Akpınar vd. (2021)'nin bulmuş olduğu değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Bu farklılığın süt reçeli üretiminde kullanılan şeker oranı, üretim sırasında uygulanan ısı derecesi ve pişirme süresi ve süt reçeli içinde yer alan diğer bileşen maddeleri gibi farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.1.8 Toplam Şeker

Süt reçellerinin toplam şeker içeriklerinin depolama süresince değişimi ve bu değerlere uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiş olup, örnekler arasında 1. ve 2. dönemde 2 farklı istatistiksel grup olduğu görülmektedir. Sade, kakaolu, tarçınlı, Hindistan cevizli ve Antep fıstıklı süt reçeli örnekleri aynı istatistiksel grupta yer almış olup muzlu süt reçeli ise farklı bir istatistiksel grupta yer almıştır ($p<0.01$). Süt reçeli örnekleri içerisinde toplam şeker içeriği bakımından muzlu süt reçelinin istatistiksel olarak farklı bir grupta bulunmasının, muzun kendi bünyesindeki yüksek şeker miktarından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. İlk gün analizleri için süt reçeli örneklerinin toplam şeker içeriklerinde (%) en yüksek toplam şeker değeri 57.38 ± 0.56 ile muzlu süt reçelinde görülmüştür. En düşük toplam şeker değeri ise 51.68 ± 0.45 ile Antep fıstıklı süt reçeli örneğinde gözlemlenmiştir. Depolamanın sonunda en yüksek değer yine muzlu örnekte belirlenirken en düşük örnek ise 52.99 ± 0.48 değeri ile sade süt reçeli örneğinde belirlenmiştir.

Süt reçeli örneklerinin toplam şeker içerikleri dönemler arasında dalgalanma göstermiş olsa da bu dalgalanmalar istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık oluşturmamıştır ($p>0.05$). Dalgalanmalar daha çok toplam şeker değerinde artış şeklinde gözlemlenmiştir. Süt reçeli örneklerinin toplam şeker değerinde meydana gelen artış, kavanoz kapaklarının sıkı kapatılmamasından dolayı örneklerin dış ortama nem kaybetmesiyle meydana gelen su kaybı sonucu mevcut şeker konsantrasyonunun artmasından kaynaklanabilir. Nitekim, süt reçellerinde depolama süresince bir miktar kuru madde artışı olması da bu görüşü desteklemektedir (Bknz. Çizelge 4.1). Ayrıca Lane-Eynon metoduyla şeker tayini, analizin özelliklerinden dolayı deneysel hatalara

açık ve standart sapması fazla olabilen bir analiz yöntemidir. Elde edilen değerlerdeki bazı sapmalarda metottan kaynaklanan varyasyonlar da etkili olmuştur.

Çizelge 4.8 Süt reçeli örneklerinin toplam şeker içeriklerine (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süt reçeli örneği	n	Depolama süresi (gün)		
		1	30	60
Sade	2	53.68±0.49 ^{Ab}	53.68±0.49 ^{Aa}	52.99±0.48 ^{Ad}
Kakaolu	2	53.69±1.47 ^{Ab}	54.04±0.99 ^{Aa}	54.38±0.50 ^{Abc}
Tarçınlı	2	52.67±0.94 ^{Ab}	52.99±0.48 ^{Aa}	53.68±0.49 ^{Ac}
H. Cevizli	2	52.34±1.39 ^{Ab}	54.38±0.50 ^{Aa}	55.10±0.52 ^{Ab}
A. Fıstıklı	2	51.68±0.45 ^{Ab}	54.06±1.98 ^{Aa}	55.10±0.52 ^{Ab}
Muzlu	2	57.38±0.56 ^{Aa}	57.38±0.56 ^{Ab}	56.60±0.54 ^{Aa}

A,B: Farklı harfle gösterilen aynı örneğin farklı depolama sürelerine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

a,b,c,d: Farklı harfle gösterilen örneklerin aynı depolama süresine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Süt reçelinde toplam şeker içeriklerine dair yapılmış olan çalışmalar; Guimarães vd. (2012)'nin, yağ içeriği %0.2 olan pastörize yağsız süt, kristal şeker, polidekstroz, NaHCO₃, sodyum sitrat, tatlandırıcılar ve %1 oranında çözünabilir kahve kullanarak diyet süt reçeli üretimi yaptıkları ve süt reçellerine ait toplam şeker içeriklerini %40.33-46.88 olarak buldukları görülmektedir. Silva vd. (2015), geleneksel yöntemle süt reçeli üretimi gerçekleştirmiş olup süt reçellerine ait toplam şeker değerlerini % 50.92-53.74 arasında belirlemişlerdir. Akal vd. (2018) yaptığı çalışmada süt reçeli örneklerine ait toplam şeker miktarını %52.88-70.23 aralığında belirlemişlerdir. Ferreira vd. (2012) süt reçelinin kalitesi üzerinde peyniraltı suyu ve kahve ilavesini inceledikleri çalışmada toplam şeker oranını %39.68-62.24 aralıklarında saptamışlardır. Gaze vd. (2015) satın aldıkları süt reçellerinde yaptıkları analizler sonucunda örneklere ait toplam şeker oranını %50.92-53.74 aralığında bulmuşlardır. Mercan (2022) geleneksel süt reçelinin üretim tekniğinin geliştirilmesi üzerine yapmış olduğu çalışma sonucunda süt reçeli örneklerine ait toplam şeker içeriğini %33.31-43.06 aralığında belirlemiştir. Çalışma sonucu elde edilen veriler Guimarães vd. (2012)'nin vermiş olduğu değerlerden daha yüksek; verilmiş olan diğer çalışmalara ise benzer veya değer aralıklarında bulunmaktadır. Bunda Guimarães vd. (2012)'nin diyet süt reçeli üretimi üzerine çalışmış olması etkili olmuştur. Diyet süt reçeli, kalori ve şeker içeriğini sınırlamak için tatlandırıcılar gibi düşük kalorili bileşenleri içerir.

4.1.9 Sakaroz

Süt reçellerinin sakaroz içeriklerinin depolama suresince değişimi ve bu değerlere uygulanan Duncan oklu karşılaştırma test sonuçları izelge 4.9’da verilmiş olup, örnekler arasında farklı istatistiksel gruplar oluştuğu görülmektedir. Sade, kakaolu, Hindistan cevizli ve Antep fıstıklı süt reçeli örnekleri aynı istatistiksel grupta yer almış olup tarçınlı ve muzlu süt reçelleri ise farklı istatistiksel gruplarda yer almışlardır ($p<0.01$). Taze süt reçeli örneklerine ait analizlerde sakaroz içeriklerine (%) ait sonuçlarda en yüksek sakaroz değerlerinin 42.68 ± 0.34 ve 42.19 ± 0.31 ile muzlu ve sade süt reçeli örneklerinde olduğu görülmektedir. En düşük sakaroz değeri ise 39.66 ± 0.71 ile tarçınlı süt reçeli örneğinde gözlemlenmiş olup depolamanın son gününde de bu durum geçerliliğini korumuştur. Tarçınlı rneğin pH değerinin muzlu reel örneğinden sonra en düşük değere sahip olmasının (Bknz. Çizelge 4.6), bu örneklerde sakarozun hidrolize olmasına yol açtığı, böylece bu üründe invert şeker miktarının artmasına yol açarken (Bknz. Çizelge 4.7), sakaroz içeriğinin de düşmesine neden olduğu değerlendirilmektedir.

Genel olarak sakaroz içeriklerinde depolamanın ilk günü ile 60. günü arasında sürekli olarak bir miktar azalma gerçekleşmiştir. Bu azalma yalnızca sade ve muzlu örneklerde 2. ila 3. dönemler için istatistiksel olarak önemli derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Depolama suresince süt reçeli örneklerinde sakaroz değerlerinde meydana gelen azalmanın kimyasal reaksiyonlar ve birtakım fiziksel süreçlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Depolama sırasında sıcaklık, pH (asitlik) ve zaman etkisiyle, sakarozun hidrolize olması mümkündür. Bu ayrışma, sakarozun miktarını azaltırken, glukoz ve fruktoz miktarını artırır. Aynı şekilde Maillard reaksiyonu da, şekerlerin bazılarını bağlayarak yeni bileşikler oluşturur (ağlayan, 2019), bu da sakarozun doğrudan miktarını düşürür.

Çizelge 4.9 Süt reçeli örneklerinin sakaroz içeriklerine (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süt reçeli örneği	n	Depolama süresi (gün)		
		1	30	60
Sade	2	42.19±0.31 ^{Aab}	40.67±0.84 ^{Aba}	38.98±0.28 ^{Bb}
Kakaolu	2	42.16±1.96 ^{Aab}	40.74±1.17 ^{Aa}	39.89±0.71 ^{Aab}
Tarçınlı	2	39.66±0.71 ^{Ab}	37.96±1.17 ^{Ab}	37.23±0.22 ^{Ac}
H. Cevizli	2	40.88±1.62 ^{Aab}	41.21±0.03 ^{Aa}	41.00±0.45 ^{Aa}
A. Fıstıklı	2	40.33±0.06 ^{Aab}	40.59±1.56 ^{Aa}	41.09±0.45 ^{Aa}
Muzlu	2	42.68±0.34 ^{Aa}	41.38±0.21 ^{Aa}	38.75±0.87 ^{Bb}

^{A,B}: Farklı harfle gösterilen aynı örneğin farklı depolama sürelerine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

^{a,b,c,d}: Farklı harfle gösterilen örneklerin aynı depolama süresine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Literatürde; süt reçelinde sakaroz içeriğine dair oldukça az çalışma bulunmaktadır. Tuna (2018) farklı meyvelerle zenginleştirilen süt reçellerinin bazı özelliklerinin belirlenmesi üzerine yapmış olduğu çalışma sonucunda süt reçeli örneklerine ait sakaroz değerini %23.18-37.78 arasında bulmuştur. Gaze vd. (2015), satın aldıkları süt reçellerinde yaptıkları analiz sonucunda sakaroz oranını %36.04-49.59 aralığında belirlemişlerdir. Mercan (2022) geleneksel süt reçelinin üretim tekniğinin geliştirilmesi üzerine yapmış olduğu çalışma sonucunda süt reçeli örneklerine ait sakaroz içeriğini %26.83-35.38 aralığında belirlemiştir. Çalışma sonucu elde edilen veriler Mercan (2022)'ın vermiş olduğu değerlerden daha yüksek; çalışma sonucu verilmiş olan diğer çalışmalara ise benzer veya değer aralıklarında bulunmaktadır. Çalışma sonucunda bulduğumuz değerlerinin ortalama %41.03 – 38.29 aralığında bulunması yüksek bir seviyeyi işaret eder ve bu durumun çeşitli yönlerden değerlendirilmesi gerekir HMF'nin belirli düzeylerin üzerine çıkması, özellikle uzun vadeli ve yüksek miktarda tüketimde, potansiyel sağlık riskleri taşıyabilir (Surh, 1994). Bu nedenle süt reçeli üretiminde HMF oluşumunu sınırlamak adına alternatif ısıtma tekniklerinin (örneğin vakum altında pişirme) değerlendirilmesi faydalı olabilir.

4.1.10 Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite

4.1.10.1 Toplam Fenolik Madde Miktarı

Süt reçellerinin toplam fenolik madde değerlerinin depolama süresince değişimi ve bu değerlere uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Birinci dönem için süt reçeli örnekleri içerisinde en yüksek toplam fenolik madde değerleri 174.16 ± 8.89 , 165.77 ± 7.07 ve 150.94 ± 21.21 mg GAE/kg değerleri ile aynı istatistiksel grupta yer alan (1. ve 3. dönemlerde) Antep fıstıklı, tarçınlı ve kakaolu süt reçeli örneklerinde, en düşük toplam fenolik madde değerleri ise 70.77 ± 4.56 mg GAE/kg ve 83.03 ± 4.11 mg GAE/kg değerleri ile yine başka bir istatistiksel grupta yer alan sade ve Hindistan cevizli süt reçeli örneklerinde saptanmıştır. Muzlu örnek ise değer ve istatistik grubu olarak bu iki grubun arasındadır. Depolama süresi sonunda ise sade örnek muzlu örnek ile aynı istatistiksel grupta yer almış olup yalnızca Hindistan cevizli örnek en son istatistiksel grupta yer almıştır. Genel olarak en yüksek fenolik madde değerlerinin tarçınlı süt reçeli örneğinde bulunmasını, tarçının özellikle polifenoller ve flavonoidler gibi fenolik bileşikler açısından zengin olmasına bağlayabiliriz. Bu bileşikler, antioksidan özelliklere sahip olup, süt reçesindeki fenolik madde miktarını arttırabilir (Kılıç Bayraktar, 2019). Benzer şekilde bu durum Antep fıstıklı, kakaolu ve muzlu örnekler için de geçerlidir; fakat bu örneklerdeki miktar nispeten daha azdır.

Toplam fenolik madde değerlerinde depolama süresince bir miktar dalgalanma gerçekleşmiştir. Bu dalgalanmalar yalnızca sade, Antep fıstıklı ve muzlu örnekler için istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık oluşturmuştur. Sade örnekte sürekli bir artış gözlemlenirken Antep fıstıklı ve muzlu örneklerde ise önce bir miktar azalmanın ardından 30. ve 60. gün toplam fenolik madde değerlerinde tekrar bir miktar artış meydana geldiği görülmüştür. 30. ve 60. gün arasında meydana gelen bu artış istatistiksel olarak önemli derecede yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Depolama süresince, örneklerde Maillard reaksiyonu gibi kimyasal reaksiyonlar meydana gelebilir. Bu reaksiyonlar, şeker ve amino asitlerin etkileşimiyle fenolik bileşiklerin oluşumuna katkıda bulunabilir. Zamanla, bileşen maddelerinin (meyve, baharat vd.) çözünür kısmı süt ürünlerine geçebilir ve bu sırada fenolik madde salabilir bu da toplam fenolik

madde miktarını arttırabilir. Süt ürünlerinin pH değeri genellikle asidik olduğundan, bazı fenolik bileşikler bu ortamda daha stabil olabilir. Bu da depolama sırasında bu bileşiklerin daha uzun süre aktif kalmasını sağlayabilir ve zamanla birikmelerine yol açabilir. Ayrıca, asidik ortamda bazı fenolik bileşiklerin daha etkili bir şekilde salınması mümkün olabilir (Marin, 2011). Depolama süresince toplam fenolik madde miktarında meydana gelen artışın bu gibi nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.10 Süt reçeli örneklerinin toplam fenolik madde değerlerine (mg GAE/kg) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süt reçeli örneği	n	Depolama süresi (gün)		
		1	30	60
Sade	2	70.77±4.56 ^{Bc}	87.32±7.55 ^{ABc}	95.12±4.58 ^{Ab}
Kakaolu	2	150.94±21.21 ^{Aa}	163.34±1.61 ^{Aa}	174.09±3.54 ^{Aa}
Tarçınlı	2	165.77±7.07 ^{Aa}	165.84±1.93 ^{Aa}	173.06±6.66 ^{Aa}
H. Cevizli	2	83.03±4.11 ^{Ac}	93.57±1.29 ^{Ac}	81.29±5.82 ^{Ac}
A. Fıstıklı	2	174.16±8.89 ^{Aa}	151.29±0.64 ^{Bb}	175.85±3.95 ^{Aa}
Muzlu	2	118.19±3.19 ^{Ab}	96.41±5.95 ^{Bc}	102.91±6.86 ^{ABb}

^{A,B}: Farklı harfle gösterilen aynı örneğin farklı depolama sürelerine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

^{a,b,c,d}: Farklı harfle gösterilen örneklerin aynı depolama süresine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Öztok (2023)'un çalışmaları sonucu süt reçellerine ait toplam fenolik madde içeriğini 810.00-2830.83 mg GAE/kg olarak belirttiği görülmektedir. Tuna (2018), sade ve farklı meyvelerle zenginleştirerek ürettiği süt reçellerinde, sade süt reçelinin toplam fenolik madde miktarını depolamanın ilk gününde 680 mg GAE/kg olarak tespit etmiş, ancak bu değer depolamanın 60. gününde 480 mg GAE/kg'a düşmüştür. Çalışma sonucunda elde edilen veriler Öztok (2023) ve Tuna (2018)'nin elde etmiş olduğu değerlerden daha düşük bulunmuştur. Bunun çalışmalar arasında farklı pişirme teknikleri, farklı ekstraksiyon ve analiz teknikleri uygulanması ve örneklerde farklı bileşenlerin bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.1.10.2 DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) İnhibisyon Değerleri

Süt reçellerinin DPPH inhibisyon değerlerinin depolama süresince değişimi ve bu değerlere uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarının verildiği Çizelge 4.11'den örnekler arasında farklı istatistiksel gruplar olduğu görülmektedir. DPPH inhibisyon değeri genellikle antioksidan aktivite ile ilişkilendirilir. Yani, süt reçelinin içinde bulunan fenolik bileşiklerin, flavonoidlerin veya diğer antioksidan maddelerin serbest radikalleri temizleme kapasitesini ifade eder (Cloetens, 2013). Depolamanın ilk günü analizlerinde süt reçeli örnekleri içerisinde en yüksek DPPH inhibisyon değeri 41.55 ± 5.38 ile birinci istatistiksel grupta yer alan Antep fıstıklı örnekte saptanmıştır. Bu örneği 33.94 ± 3.39 ve 28.94 ± 2.89 değerleri ile farklı istatistiksel gruplarda yer alan kakaolu ve tarçınlı süt reçeli örnekleri izlemiştir. En düşük DPPH inhibisyon değeri ise 11.62 ± 1.89 değeri ile sade süt reçeli örneğinde saptanmıştır. Depolamanın son gününde de yine en yüksek değer Antep fıstıklı örnekte, en düşük değer ise sade örnekte belirlenmiştir. Antep fıstığı, fenolik bileşikler açısından diğer bileşenlere oranla daha zengindir. Bu bileşikler, DPPH testinde kullanılan serbest radikalleri etkisiz hale getirebilir. Sonuç olarak, Antep fıstığı ilavesi, süt reçelinin DPPH değerini arttırabilir ve ürünün antioksidan kapasitesini güçlendirebilir. Genel olarak en yüksek DPPH değerlerinin Antep fıstıklı süt reçeli örneğinde bulunması bu durumla açıklanabilir (Karaoğlu, 2022). Aynı durum değerler biraz düşük de olsa kakaolu ve tarçınlı süt reçelleri için de söylenebilir.

Genel olarak DPPH değerlerinde depolama süresince daha çok azalma şeklinde olan bir miktar dalgalanmalar gerçekleşmiştir. Fakat bu dalgalanmalar istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık oluşturmamıştır ($p > 0.05$). Süt reçelinde depolama süresince DPPH değerinin azalmasının birkaç olası nedeni vardır. Öncelikle, oksidasyon süreci ve yüksek sıcaklıklar, süt reçelinin antioksidan kapasitesinin düşmesine neden olabilir. Depolama sırasında pH değişiklikleri de antioksidan bileşiklerin kararlılığını etkileyebilir (Biadała, 2021). Ancak bu ürün grubunda su aktivitesi çok düşük olduğundan mikrobiyal aktivite sonucunda bir değişiklik oluşması beklenmemektedir. Son olarak, şekerin yüksek konsantrasyonu ve zamanla gerçekleşen karamelizasyon reaksiyonları da antioksidan maddelerin kaybına yol açabilir (Jafary, 2021).

Çizelge 4.11 Süt reçeli örneklerinin DPPH değerlerine (% inhibisyon) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süt reçeli örneği	n	Depolama süresi (gün)		
		1	30	60
Sade	2	11.62±1.89 ^{Ae}	10.19±1.14 ^{Ad}	10.49±2.44 ^{Ac}
Kakaolu	2	33.94±3.39 ^{Aab}	33.94±0.93 ^{Aab}	33.20±1.50 ^{Ab}
Tarçınlı	2	28.94±2.89 ^{Abc}	30.06±2.49 ^{Ab}	33.86±3.57 ^{Aab}
H. Cevizli	2	16.41±3.49 ^{Ade}	20.67±3.32 ^{Ac}	16.60±1.13 ^{Ac}
A. Fıstıklı	2	41.55±5.38 ^{Aa}	39.59±7.26 ^{Aa}	41.90±4.79 ^{Aa}
Muzlu	2	22.82±0.40 ^{Ac}	18.04±0.62 ^{Ac}	16.40±4.60 ^{Ac}

^{A,B}: Farklı harfle gösterilen aynı örneğin farklı depolama sürelerine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

^{a,b,c,d,e}: Farklı harfle gösterilen örneklerin aynı depolama süresine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Süt reçellerinde DPPH değerlerinin araştırıldığı çalışmalar; Öztok (2023) çalışmaları sonucunda süt reçellerine ait en düşük DPPH inhibisyon değerini %8.95, en yüksek DPPH inhibisyon değerini ise %73.84 olarak bulmuştur. Çalışma sonucunda elde ettiğimiz veriler Öztok (2023)'un ulaştığı değerlere benzer veya değer aralıklarında bulunmaktadır.

4.1.10.3 ABTS İnhibisyon Değerleri

Süt reçeli örneklerinin ABTS inhibisyon değerlerine dair Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.12'de sunulmuştur. Süt reçellerinin ABTS değerlerinin depolama süresince değişiminin de görülebileceği çizelgeden örnekler arasında farklı istatistiksel gruplar oluştuğu görülmektedir. ABTS değeri antioksidan aktivite ile ilişkilendirilir (Apak, 2016). Depolama süresi başlangıcında süt reçeli örnekleri içerisinde en yüksek ABTS değerleri %29.75±2.60 ve %19.83±1.00 değerleri ile Antep fıstıklı ve kakaolu süt reçeli örneklerinde, en düşük ABTS değerleri ise %10.06±1.00 ve %11.26±0.50 ile aynı istatistiksel grupta yer alan sade ve Hindistan cevizli süt reçeli örneklerinde saptanmıştır.

Genel olarak ABTS inhibisyon değerlerinde depolamanın ilk günü ile 60. günü arasında sürekli olarak bir miktar artış gerçekleşmiştir. Bu artış sade, tarçınlı ve Hindistan cevizli süt reçeli örnekleri için istatistiksel olarak önemli derecede yüksek bulunmuştur (p<0.05). Süt reçelinde depolama süresi boyunca ABTS değerinin yükselmesi, genellikle Maillard reaksiyonu gibi kimyasal süreçler ve oksidasyonla ilişkilidir; bu reaksiyonlar,

şekerler ile amino asitlerin etkileşime girerek antioksidan özellik gösteren yeni bileşiklerin oluşmasına neden olabilir (Jing, 2002). Ayrıca, serbest radikal üretimi ve asidik ortamın etkisiyle bazı bileşiklerin daha stabil hale gelmesi de ABTS inhibisyon değerinin artışı destekleyebilir. Zamanla, yüksek şeker konsantrasyonu ve biyokimyasal aktiviteler antioksidan kapasitesinin artmasına yol açabilir (Aslanova, 2010). Bunun yanında, bazı antioksidan bileşiklerin yavaş salınımı, özellikle uzun süre depolama sırasında, antioksidan maddelerin serbest kalmasına, daha iyi ekstrakte edilmelerine ve bunun sonucunda da ABTS değerinin yükselmesine neden olabilir.

Çizelge 4.12 Süt reçeli örneklerinin ABTS değerlerine (% inhibisyon) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süt reçeli örneği	n	Depolama süresi (gün)		
		1	30	60
Sade	2	10.06±1.00 ^{Cc}	12.90±1.15 ^{Bd}	17.68±0.10 ^{Ac}
Kakaolu	2	19.83±1.00 ^{Ab}	20.87±3.02 ^{Abc}	24.36±1.91 ^{Ab}
Tarçınlı	2	17.85±1.60 ^{Bb}	24.04±3.75 ^{ABb}	27.77±2.91 ^{Ab}
H. Cevizli	2	11.26±0.50 ^{Bc}	15.12±0.52 ^{Ac}	15.27±1.71 ^{Ac}
A. Fıstıklı	2	29.75±2.60 ^{Aa}	31.34±2.40 ^{Aa}	33.52±2.41 ^{Aa}
Muzlu	2	13.10±1.10 ^{Ac}	16.45±2.61 ^{Ac}	17.40±1.91 ^{Ac}

A,B,C: Farklı harfle gösterilen aynı örneğin farklı depolama sürelerine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

a,b,c,d: Farklı harfle gösterilen örneklerin aynı depolama süresine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Literatürde süt reçelinde ABTS inhibisyon değerlerinin genellikle tek başına verilmediği, daha çok bir antioksidan madde eşdeğeri olarak verildiği görülmektedir. Bir sonraki bölümde elde edilen ABTS inhibisyon değerlerinin Troloks eşdeğeri karşılıkları verilmiştir.

4.1.10.4 TEAK (Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite)

TEAK değerleri, daha karşılaştırılabilir sonuçlarla ifade edebilmek için, ABTS inhibisyon değerlerinin bilinen bir antioksidan eşdeğeri olarak verilmektedir. Burada da troloks eşdeğerine dönüştürülmüş şekli verilmiştir. Süt reçeli örneklerinin TEAK değerlerine ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.13'te sunulmuştur.

Süt reçellerinin TEAK değerlerinin depolama süresince değişimi ve bu değerlere uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından, örnekler arasında farklı istatistiksel gruplar olduğu görülmektedir. Süt reçeli örnekleri içerisinde en yüksek TEAK değeri 0.67 ± 0.06 mmol TE/g ile bütün dönemlerde farklı istatistiksel grupta yer alan Antep fıstıklı örnekte bulunmuş, bunu 2. ve 3. istatistiksel grupta yer alan 0.44 ± 0.02 ve 0.40 ± 0.04 mmol TE/g değerleri ile kakaolu ve tarçınlı süt reçeli örnekleri takip etmiştir. En düşük TEAK değerleri ise 0.22 ± 0.02 ve 0.24 ± 0.01 mmol TE/g ile aynı istatistiksel grupta yer alan sade ve Hindistan cevizli süt reçeli örneklerinde saptanmıştır.

Genel olarak TEAK değerlerinde depolamanın ilk günü ile 60. günü arasında sürekli olarak bir miktar artış gerçekleşmiştir. Bu artış sade örnek için bütün dönemler arasında istatistiksel olarak önemli derecede yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Bu durumun da bir önceki bölümde, ABTS bahsinde geçen sebeplerden kaynaklandığı söylenebilir. Kakaolu, Antep fıstıklı ve muzlu süt reçeli örneklerinde de artış gerçekleşmiş olsa da dönemler arasında bu artış istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Depolama sonunda sade, Hindistan cevizli ve muzlu örnek üçüncü; kakaolu ve tarçınlı ise ikinci istatistiksel grupta yer alırken Antep fıstıklı örnek en yüksek TEAK değeri ile ilk grupta yer almıştır.

Çizelge 4.13 Süt reçeli örneklerinin Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAK) değerlerine (mmol TE/g) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süt reçeli örneği	n	Depolama süresi (gün)		
		1	30	60
Sade	2	0.22 ± 0.02^{Cc}	0.28 ± 0.03^{Bc}	0.39 ± 0.00^{Ac}
Kakaolu	2	0.44 ± 0.02^{Ab}	0.47 ± 0.07^{Abc}	0.55 ± 0.04^{Ab}
Tarçınlı	2	0.40 ± 0.04^{Bb}	0.54 ± 0.09^{ABb}	0.62 ± 0.07^{Ab}
H. Cevizli	2	0.24 ± 0.01^{Bc}	0.33 ± 0.01^{Acd}	0.34 ± 0.04^{Ac}
A. Fıstıklı	2	0.67 ± 0.06^{Aa}	0.71 ± 0.06^{Aa}	0.76 ± 0.06^{Aa}
Muzlu	2	0.29 ± 0.03^{Ac}	0.36 ± 0.06^{Acd}	0.39 ± 0.04^{Ac}

A,B: Farklı harfle gösterilen aynı örneğin farklı depolama sürelerine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır ($p < 0.05$)

a,b,c,d: Farklı harfle gösterilen örneklerin aynı depolama süresine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır ($p < 0.05$)

Öztok (2023), yapmış olduğu çalışmada endüstriyel olarak üretilen süt reçellerinin bazı özelliklerinin incelemiş olup örneklere ait TEAK değerlerini 4.50-7.91 mmol TE/g

olarak belirlemiştir. Çalışma sonucunda elde etmiş olduğumuz veriler Öztok (2023)'ün vermiş olduğu sonuçlardan daha düşük bulunmuştur.

4.1.11 Süt Reçeli Örneklerinin HMF (5-Hidroksimetilfurfural) İçerikleri

Süt reçellerinin HMF (5-Hidroksimetilfurfural) değerlerinin depolama süresince değişimi ve bu değerlere uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.14'te verilmiş olup, örnekler arasında farklı istatistiksel gruplar olduğu görülmektedir. Depolamanın ilk gününde tarçınlı örnek hariç bütün süt reçeli örnekleri aynı istatistiksel grupta yer almış olup depolama süresince gerçekleşen dalgalanmalar sonucunda farklı istatistiksel gruplar oluşmuştur. Süt reçeli örnekleri içerisinde depolamanın ilk gününde en yüksek HMF değerleri 230.37 ± 1.96 mg/kg değeri ile tarçınlı süt reçeli örneğinde, en düşük HMF değerleri ise 166.13 ± 12.24 ve 176.74 ± 18.51 (mg/kg) ile Antep fıstıklı ve kakaolu süt reçeli örneklerinde saptanmıştır. Tarçınlı örnek bütün depolama sürelerinde diğer örneklerden farklı olarak en yüksek değere sahip olan ilk istatistiksel grupta yer almıştır. Depolamanın başında tarçınlı örnek dışında bütün örnekler aynı istatistiksel grupta yer alırken ilerleyen sonraki dönemlerde farklı gruplar oluşmuştur.

Çizelge 4.14'te genel olarak HMF değerlerinde depolama süresince daha çok artış şeklinde olmak üzere bir miktar dalgalanmalar gerçekleşmiştir. Fakat bu dalgalanmalar istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık oluşturmamıştır ($p > 0.05$). Süt reçelinde depolama süresince HMF değerinde artış, genellikle ısı ve asidik ortam koşullarıyla ilgilidir. Asidik koşullar da şekerlerin HMF'ye dönüşmesini kolaylaştırır. Süt reçelindeki pH değeri genellikle asidik olduğu için, bu ortam HMF oluşumunu destekler. Depolama süresi arttıkça, şekerlerin kimyasal reaksiyonlara (Maillard) girme olasılığı artar, bu da HMF'nin zamanla birikmesine yol açar (Aslanova, 2010). Ayrıca, uzun süre depolanan süt reçelinde su kaybı ve şeker yoğunluğunun artması, HMF'nin daha fazla birikmesine neden olabilir.

Barrera vd. (2021), gerçekleştirdikleri bir çalışmada, Şili'deki marketlerden satın alınan 9 farklı süt reçelindeki HMF (5-hidroksimetilfurfural) seviyelerini incelemiş olup bu süt reçellerindeki toplam HMF miktarlarının 314.61 ila 464.98 mg/kg arasında olduğunu belirlemişlerdir. Sarı (2020) yaptığı çalışmada, sütün besin değerinin korunması ve HMF (Hidroksimetilfurfural) oluşumunun azaltılması amacıyla, farklı kuru

madde oranlarında (%30 ve %50) evaporasyon uygulamasıyla üretilen süt reçellerinin depolama sürecindeki bazı özelliklerini incelemiş olup HMF miktarını 15.16 ila 33.32 mg/kg arasında ölçmüştür. Cebeci (2020) yaptığı çalışmada, HMF (Hidroksimetilfurfural) değerinin 5.99 mg/kg ila 39.63 mg/kg arasında değiştiğini tespit etmiştir. Öztok (2023), yapmış olduğu çalışmada endüstriyel olarak üretilen süt reçellerinin bazı özelliklerini incelemiş olup örneklerle ait HMF değerlerini 9.98-25.06 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$ olarak belirlemiştir, bulduğumuz sonuçlar ile değerlendirme yapabilmek adına değerleri dönüştürdüğümüzde 12.59-31.62 mg/kg olarak belirlenmiştir. Akal vd. (2018), geleneksel yöntemle süt reçeli üretimi yapmışlardır. %10 şeker ilaveli ürünlerde, HMF değerleri depolamanın ilk gününde $96.64 \pm 4.07\text{ }\mu\text{g/L}$ ($0.074 \pm 0.003\text{ mg/kg}$), 8. günde $85.88 \pm 0.60\text{ }\mu\text{g/L}$ ($0.066 \pm 0.0005\text{ mg/kg}$) ve 15. günde $250.87 \pm 1.41\text{ }\mu\text{g/L}$ ($0.194 \pm 0.001\text{ mg/kg}$) olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.14 Süt reçeli örneklerinin HMF değerlerine (mg/kg) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süt reçeli örneği	n	Depolama süresi (gün)		
		1	30	60
Sade	2	$196.21 \pm 6.22^{\text{Ab}}$	$213.38 \pm 9.63^{\text{Aab}}$	$210.54 \pm 2.81^{\text{Ab}}$
Kakaolu	2	$176.74 \pm 18.51^{\text{Ab}}$	$188.23 \pm 18.71^{\text{Ab}}$	$176.28 \pm 15.45^{\text{Acd}}$
Tarçınlı	2	$230.37 \pm 1.96^{\text{Aa}}$	$238.17 \pm 15.40^{\text{Aa}}$	$247.04 \pm 10.18^{\text{Aa}}$
H. Cevizli	2	$186.56 \pm 10.63^{\text{Ab}}$	$195.04 \pm 9.38^{\text{Ab}}$	$193.41 \pm 3.86^{\text{Abcd}}$
A. Fıstıklı	2	$166.13 \pm 12.24^{\text{Ab}}$	$154.50 \pm 13.44^{\text{Ac}}$	$171.56 \pm 6.67^{\text{Ad}}$
Muzlu	2	$186.42 \pm 12.74^{\text{Ab}}$	$187.20 \pm 2.81^{\text{Ab}}$	$198.13 \pm 12.64^{\text{Abc}}$

A,B: Farklı harfle gösterilen aynı örneğin farklı depolama sürelerine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır ($p < 0.05$)

a,b,c,d: Farklı harfle gösterilen örneklerin aynı depolama süresine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır ($p < 0.05$)

Öztürk (2022), laktozsuz süt reçeli üretiminde pektin ve nişasta gibi stabilizatörlerin kullanımının etkilerini incelediği araştırmasında, HMF değerlerinin $58.85\text{-}146.48\text{ }\mu\text{mol/kg}$ ($7419.44\text{-}18466.10\text{ }\mu\text{g/kg}$) arasında değiştiğini belirtmiştir. Ayrıca, laktozu hidrolize edilmiş süttten yapılan süt reçeli örneklerinin, hidrolizasyon işlemi yapılmamış süttten üretilen örneklerden daha yüksek HMF değerlerine sahip olduğunu gözlemlemiştir. Tuna (2018) farklı meyvelerle zenginleştirilen süt reçellerinin bazı özelliklerinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışma sonucunda örneklerle ait HMF değerlerini $5.11\text{-}12.90\text{ }\mu\text{g/g}$ aralığında bulmuştur. Francisquini vd. (2018) dört farklı

formülasyonla süt reçeli üretimi gerçekleştirmiş olup örneklere ait HMF değerlerini 47.6 µg/L (0.037 mg/kg) ila 144.5 µg/L (0.111 mg/kg) arasında tespit etmişlerdir. Çalışma sonucu elde edilen HMF değerleri, Öztürk (2022) ve Barrera vd. (2021)'nin çalışmaları sonucu ulaştıkları değerlerden daha düşük; Sarı (2020), Cebeci (2020), Öztok (2023), Tuna (2018), Akal vd. (2018) ve Francisquini vd. (2018)'nin bulmuş olduğu HMF değerlerinden ise daha yüksek bulunmuştur. Üretim aşamasında süt tozu ve krema ilavesi kıvamı arttırarak istenilen kıvama ulaşmak için gerekli ısı işlem süresini kısaltmış olup, HMF değerlerinin daha düşük ölçülmesini sağlamıştır. Aynı şekilde ısı işlem süresince gerçekleştirilen sürekli karıştırma işleminin de suyun daha hızlı buharlaşmasını sağlayarak ısı işlem süresinin azalması üzerinde etkisi olduğu düşünülmektedir.

4.2 Fiziksel ve Reolojik Analizler

4.2.1 Briks değerleri

Süt reçeli örneklerinin briks değerlerine dair Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.15'te sunulmuştur. Briks, bir sıvının içeriğinde bulunan çözünen maddelerin (çoğunlukla şeker) yoğunluğunu belirlemek için kullanılan bir ölçü birimidir (Ayhan, 2012). Süt reçeli örneklerinin briks değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarından örnekler arasında farklı istatistiksel gruplar oluştuğu görülmektedir. Depolamanın başında aynı grupta yer alan örnekler bulunmasına karşın depolama sonunda sadece en düşük değerlere sahip olan sade ve Antep fıstıklı örnekler aynı grupta bulunmuş, bunun dışında bütün örnekler farklı istatistiksel gruplarda yer almıştır. Bunda depolama süresince gerçekleşen ve genel olarak azalma yönünde cereyan eden dalgalanmalar etkili olmuştur. İlk analizler sonucunda süt reçeli örnekleri içerisinde en yüksek briks değerleri 67.55 ± 0.21 , 67.40 ± 0.28 ve 67.35 ± 0.21 oranlarıyla aynı istatistiksel grupta yer alan Antep fıstıklı, kakaolu Hindistan cevizli süt reçeli örneklerinde, en düşük briks değeri ise 64.90 ± 0.14 ve 66.20 ± 0.00 değeriyle sade süt reçeli örneğinde saptanmıştır. Depolama süresi sonunda ise en yüksek briks değeri Hindistan cevizli süt reçeli örneğinde belirlenmiştir. Süt reçeli örneklerinde briks değeri depolama süresince bir miktar azalmıştır. Dönemler arasında gerçekleşen bu azalma sade örnek hariç bütün örnekler için istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Önceki

bulgulara görüldüğü üzere kuru madde ve toplam şeker miktarında depolama süresince bir miktar artış gerçekleşmişti. Süt reçeli örneklerine dışarıdan herhangi bir sıvı-çözücü ilavesi gerçekleşmediğinden mevcut sıvı içerisindeki çözünemeyen madde miktarının artmasına neden olarak briks değerlerini de depolama süresince düşürdüğü düşünülmektedir. En fazla düşüşün gerçekleştiği Antep fıstıklı süt reçeli örneğinde düşüş örnek içerisindeki şekerin kristalleşmesinden kaynaklanmıştır. Su aktivitesi, sıcaklık gibi etkenler kristallenme üzerinde önemli etkiye sahiptir. Süt reçeli kaynatıldıktan sonra genellikle soğukta muhafaza edilir. Soğuma sırasında çözeltinin viskozitesi artar ve çözünmüş şekerin kristallere dönüşmesi hızlanır (Moreno, 2016).

Çizelge 4.15 Süt reçeli örneklerinin briks değerlerine (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süt reçeli örneği	n	Depolama süresi (gün)		
		1	30	60
Sade	2	64.90±0.14 ^{Ad}	65.60±0.85 ^{Aabc}	64.50±0.14 ^{Ae}
Kakaolu	2	67.40±0.28 ^{Aa}	66.40±0.42 ^{Ba}	66.15±0.07 ^{Bb}
Tarçınlı	2	66.20±0.00 ^{Ac}	65.35±0.07 ^{Bbc}	65.45±0.07 ^{Bd}
H. Cevizli	2	67.35±0.21 ^{Aa}	66.25±0.07 ^{Cab}	66.75±0.07 ^{Ba}
A. Fıstıklı	2	67.55±0.21 ^{Aa}	65.05±0.07 ^{Bc}	64.45±0.07 ^{Ce}
Muzlu	2	66.65±0.07 ^{Ab}	66.20±0.14 ^{Bab}	65.90±0.00 ^{Cc}

A,B,C: Farklı harfle gösterilen aynı örneğin farklı depolama sürelerine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

a,b,c,d,e: Farklı harfle gösterilen örneklerin aynı depolama süresine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Ranalli vd. (2012), satın aldıkları süt reçellerinin bazı özelliklerini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, örneklerin briks değeri 59 ila 78 arasında tespit edilmiştir. Silva vd. (2015), yapmış oldukları çalışmada geleneksel yöntemle süt reçeli üretimi gerçekleştirmiştir. Çalışmaları sonucunda süt reçellerine ait briks değerlerini 66.7-69.5 arasında belirlemişlerdir. Malec vd. (1999), farklı tatlandırıcılar kullanarak süt reçeli üretimini gerçekleştirmiştir. Yapmış olduğu analizlerde, farklı şeker oranlarına sahip süt reçeli örneklerinde briks değerini 70±2 olarak tespit etmişlerdir. Cichoski vd. (2011), vakum evaporasyon tekniği ile üretilen süt reçelinde starter kültür olarak *Staphylococcus xylosus*'un kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Araştırmaları sonucunda, süt reçelinin briks değerini 54 olarak tespit etmişlerdir. Tuna (2018), farklı meyvelerle (kuru kayısı, kuru incir ve kuru dut) üretilen süt reçellerinin 60 günlük depolama sürecindeki bazı

fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşsal özelliklerini incelemiştir. Yapmış oldukları çalışmada briks değeri 59 ila 78 arasında değışmiştir. Cebeci (2020) yaptığı çalışmada, inek, keçi, manda ve koyun sütlerinin farklı kombinasyonlarının süt reçelinin kalite özellikleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Yapmış olduğu çalışma sonuçlarına göre briks değerini 65.00 ila 81.00 arasında değışmiştir.

Çalışmada bulunan sonuçlar Malec vd. (1999)'nın bulmuş oldukları sonuçtan daha düşük; Cichoski vd. (2011)'nin elde ettiği veriden ise daha yüksek bulunmuştur. Sonucu verilmiş olan diğeri çalışmalara benzer veya değeri aralıklarında bulunmaktadır. *Staphylococcus xylosus*'un kullanımı, süt reçelinin üretim sürecinde şekerlerin fermente edilmesine neden olarak çözünmüş şekerlerin bir kısmının asidik bileşiklere dönüşmesine yol açar. Bu fermentasyon süreci, şekerlerin azalmasına ve süt reçelinin briks değerinin düşmesine neden olur çünkü bakteri, şekerleri asidik ürünlere dönüştürür ve bu da çözünmüş şeker miktarını azaltır. Ayrıca, pH düşüşüyle birlikte asidik ortam oluşur, bu da şekerlerin çözünürlüğünü etkiler. Sonuç olarak briks değeri bu süreç nedeniyle azalır (Rohm & Arnt, 2008). Çalışma sonucu elde edilen verilerin Cichoski vd. (2011)'nin elde ettiği veriden daha yüksek bulunmasının bundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2.2 Su Aktivitesi (a_w)

Süt reçellerinin a_w değerlerinin depolama süresince değışimi ve bu değerlere uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir. Çizelgeden görüleceği üzere hem aynı dönemdeki örnekler arasında, hem de aynı örneğin farklı dönemlere ait değerleri arasında farklı istatistiksel gruplar oluşmuştur. İlk dönem analizlerinde en yüksek a_w değeri Antep fıstığı eklenen örnekte belirlenmiş olup (0.87 ± 0.00) farklı bir istatistiksel grupta yer almıştır. Bu örneği diğeri bir istatistiksel grupta yer alan sade, tarçınlı ve Hindistan cevizli süt reçeli örnekleri izlemiştir. En düşük a_w değeri ise 0.85 ± 0.01 ile aynı değere sahip olan ve aynı istatistiksel grupta yer alan kakaolu ve muzlu süt reçeli örneklerinde saptanmıştır. Depolama süresi sonunda en yüksek a_w değeri yine Antep fıstıklı süt reçelinde ölçülmüştür. Bu durumda sakarozun kristilazisyonunun ve Antep fıstığı partiküllerinden süt reçeli ortamına bir miktar nem transferinin etkisi olduğu düşünülmektedir.

Genel olarak bütün süt reçeli örnekleri için depolama süresi sonunda a_w değerlerinde bir miktar artış gözlemlenmiştir. Bu artış sade örnek dışında bütün dönemler için istatistiksel olarak önemli derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Depolama sırasında proteinlerin ve karbonhidratların yapısında meydana gelen değişiklikler bağlı suyun serbest hale gelmesine sebep olabilir, bu da su aktivitesinin artmasına sebep olur. Depolama süresince su aktivitesinde meydana gelen artışın proteinlerin ve karbonhidratların yapısında meydana gelen değişikliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Heldman, 2007). Bununla beraber süt reçeli örneklerinin a_w değerlerinde depolama süresince meydana gelen dalgalanmalar, kavanoz kapaklarının sıkı kapatılmamasından dolayı örneklerin dış ortamdan nem alıp vermesiyle ilgili olabileceği gibi, laktoz ve sakaroz kritallenmesinden de kaynaklanabilir (Ratti, 2001).

Çizelge 4.16 Süt reçeli örneklerinin a_w değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süt reçeli örneği	n	Depolama süresi (gün)		
		1	30	60
Sade	2	0.86±0.00 ^{Ab}	0.86±0.00 ^{Aa}	0.87±0.01 ^{Ab}
Kakaolu	2	0.84±0.00 ^{Cd}	0.85±0.00 ^{Bb}	0.87±0.00 ^{Aab}
Tarçınlı	2	0.85±0.00 ^{Cc}	0.86±0.00 ^{Ba}	0.88±0.00 ^{Aab}
H. Cevizli	2	0.86±0.00 ^{Bb}	0.85±0.00 ^{Cb}	0.87±0.00 ^{Aab}
A. Fıstıklı	2	0.87±0.00 ^{Ba}	0.86±0.00 ^{Ba}	0.89±0.00 ^{Aa}
Muzlu	2	0.84±0.00 ^{Cd}	0.86±0.00 ^{Bb}	0.88±0.00 ^{Aab}

A,B,C: Farklı harfle gösterilen aynı örneğin farklı depolama sürelerine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$)

a,b,c,d: Farklı harfle gösterilen örneklerin aynı depolama süresine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$)

Literatürde süt reçelinde su aktivitesi üzerine yapılmış olan çalışma sonuçları incelendiğinde; Ranalli vd. (2012)'nin yapmış oldukları çalışma sonucunda süt reçeli örneklerine ait a_w (su aktivitesi) değerlerini 0.764 ila 0.882 arasında ölçtükleri görülmektedir. Diğer bir çalışmada Char vd. (2007), %18 w/w glikoz şurubu, %30 w/w süktroz, %0.3 w/w NaHCO₃ ve vanilya ilavesiyle kısmen hidrolize edilmiş pastörize sütü buharlaştırarak süt reçeli üretimi gerçekleştirmişler ve süt reçelinin su aktivitesini, işlemler sonucunda 0.79 olarak belirlemişlerdir. Oliveira vd. (2009) çalışmaları sonucunda süt reçeline ait a_w değerini 0.85 olarak tespit etmişlerdir. Malec vd. (1999), farklı tatlandırıcılar kullanarak süt reçeli üretimini gerçekleştirmiş, üretmiş oldukları

örneklere ait su aktivitesi (a_w) değerini 0.85 ± 0.01 olarak belirlemişlerdir. Tuna (2018), çalışmaları sonucunda süt reçellerine ait a_w değerlerinin 0.76 ile 0.88 arasında değiştiğini bulmuştur. Bu çalışmada bulunan su aktivitesi değerleri yapılmış olan diğer çalışma sonuçlarıyla kıyaslandığında, Char vd. (2007)'nin bulmuş olduğu değerden daha yüksek, yukarıda verilmiş olan diğer çalışmalara ise benzer veya değer aralıklarında bulunmaktadır. Glikoz şurubu içeren hidrolize edilmiş pastörize sütün buharlaştırılarak yapılan üretim tekniği, süt reçelinin su aktivitesini düşürür. Bu süreçte şeker konsantrasyonu artarken suyun etkin şekilde bağlanması azalır, bu da a_w değerinin daha da düşmesine yol açar (McWatters, 2002). Sonuç olarak bu üretim tekniğinin Char vd. (2007)'nin çalışma sonucunun elde etmiş olduğumuz verilerden daha düşük bulunmasını sağladığı düşünülmektedir.

4.2.3 Renk Analizi

Renk parametreleri, “Lightness” (L^*), “kırmızılık” (a^*) ve “sarılık” (b^*) olarak incelenmiştir. Süt reçeli üretiminde de tıpkı birçok gıdada olduğu gibi, renk, tüketici tercihlerini etkileyen önemli bir faktördür (Ferreira, 2019). Süt reçelindeki renk değişimi; başlangıç pH'ı, uygulanan ısı, üretim esnasında meydana gelen enzimatik reaksiyonlar ve eklenen bileşenlerle şekillenir.

4.2.3.1 L^* Değerleri

Süt reçellerinin L^* değerlerinin depolama süresince değişimi ve bu değerlere uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir. Çizelgeden aynı dönemdeki örnekler arasında farklı istatistiksel gruplar olduğu görülmektedir. L^* değeri, 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında aydınlık derecesini ölçen bir parametre olarak tanımlanmaktadır (Pathare, 2013). İlk dönem analizlerinde süt reçeli örnekleri içerisinde en yüksek L^* değerleri 77.72 ± 3.07 , 74.30 ± 2.09 ve 71.78 ± 1.28 değerleriyle sade, Hindistan cevizli ve muzlu süt reçeli örneklerinde, en düşük L^* değerleri ise 31.81 ± 2.00 ve 47.88 ± 1.30 ile kakaolu ve tarçınlı süt reçeli örneklerinde saptanmıştır. Depolamanın son gününde en yüksek değerler Hindistan cevizli ve sade örnekte, en düşük değerler ise yine kakaolu ve tarçınlı örneklerde belirlenmiştir. 2. dönem

hariç (sade ve muzlu örnekler aynı grupta yer almıştır), süt reçeli örnekleri bütün dönemlerde birbirlerinden farklı istatistiksel gruplarda yer almışlardır. Süt reçeli örneklerinin L* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları süt reçellerine ilavesi gerçekleştirilen bileşenlerin süt reçellerinin L* değerleri üzerinde doğrudan bir etki oluşturduğunu ve koyu renkli ingredient eklenen örneklerde L* değerlerinin belirgin bir şekilde düştüğünü, bunun sonucunda da örneklere ait değerlerin farklı istatistiksel gruplarda yer aldıklarını göstermektedir.

Genel olarak süt reçeli örneklerinde L* değeri ilk 30 gün boyunca bir miktar artış göstermiştir. Sade ve kakaolu örnekler dışındabütün örneklere ait 30. gün değerleri, ilk güne ait değerlerden istatistiksel olarak önemli derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Süt reçellerinin 30. gün L* değerleri ile 60. gün değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık oluşmamıştır ($p>0.05$). Depolama süresince meydana gelen bu artışın, örnekler içerisindeki laktozun bir kısmının kristallenmesinden (Flores, 1993) ve buna bağlı olarak da ışığı daha iyi yansıtmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.17 Süt reçeli örneklerinin L* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süt reçeli örneği	n	Depolama süresi (gün)		
		1	30	60
Sade	2	77.72±3.07 ^{Aa}	77.58±3.60 ^{Aab}	80.78±1.99 ^{Aab}
Kakaolu	2	31.81±2.00 ^{Ae}	31.07±0.31 ^{Ad}	30.47±0.15 ^{Ae}
Tarçınlı	2	47.88±1.30 ^{Bd}	57.39±0.59 ^{Ac}	54.98±3.18 ^{Ad}
H. Cevizli	2	74.30±2.09 ^{Bab}	81.30±1.81 ^{Aa}	83.82±0.27 ^{Aa}
A. Fıstıklı	2	67.10±0.42 ^{Bc}	74.88±0.41 ^{Ab}	75.36±0.23 ^{Ac}
Muzlu	2	71.78±1.28 ^{Bb}	77.23±0.57 ^{Aab}	77.57±0.45 ^{Abc}

^{A,B}: Farklı harfle gösterilen aynı örneğin farklı depolama sürelerine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$)

^{a,b,c,d,e}: Farklı harfle gösterilen örneklerin aynı depolama süresine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$)

Ranalli vd. (2012), satın aldıkları süt reçellerinin bazı özelliklerini incelemiş olup bu incelemeler sonucunda süt reçellerine ait L* değerini 36.40 ila 50.40 arasında belirlemişlerdir. Antigo vd. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, süt reçellerine ait L* değeri sonuçları 53.8-56.3 olarak bulunmuştur. Gaze vd. (2015), yedi farklı süt reçeli örneğini analiz ederek, renk analizleri sonucunda örneklerin L* değerinin 48.59-62.11 arasında bulunduğunu tespit etmişlerdir. Yüksel-Önür (2018), Türkiye’de üretilen altı

ticari süt reçelinde kuru madde, protein, yağ, kül, pH, laktik asit içeriği ve renk parametrelerini incelemiş olup L* değerlerini 30.66 ila 57.36 arasında bulmuşlardır. Sarı (2020) yaptığı çalışmada renk analizleri sonucunda süt reçellerine ait L* değerlerini 27.2-80.7 arasında bulmuştur. Cebeci (2020) yaptığı çalışmada, inek, keçi, manda ve koyun sütlerinin farklı kombinasyonlarının süt reçelinin kalite özellikleri üzerindeki etkisini incelemiş olup örneklerle ait L* değerlerini 39.91 ila 67.00 arasında belirlemiştir. Yapmış olduğumuz çalışma sonucunda süt reçellerine ait elde etmiş olduğumuz L* değerleri yukarıda çalışma sonucu verilmiş olan diğer çalışmalara ise benzer veya değer aralıklarında bulunmaktadır. Sade süt reçeline ait L* değeri genel anlamda diğer çalışma sonuçlarına göre daha yüksek bulunmuştur. Literatürdeki mevcut çalışmalara göre L* değerinin yüksekliliği süt reçeli örneğinin üretim prosedüründen kaynaklanmaktadır. Krema ve süt tozu ilavesi kıvamı arttırarak ısıl işlem süresinin kısalmasına yol açmıştır. Böylece, süt reçelinde esmerleşmeye neden olan Maillard reaksiyonu, yoğun bir biçimde gerçekleşmemiştir. Maillard reaksiyonu, indirgen şekerler ile amino gruplarının ısı etkisiyle tepkimeye girmesi sonucu oluşan melanoidin yapılar aracılığıyla gıda ürünlerinde belirgin bir renk koyulaşmasına neden olmaktadır (Nursten, 2005).

4.2.3.2 a* Değerleri

Süt reçellerinin a* değerlerinin depolama süresince değişimi ve bu değerlere uygulanan Duncan oklu karşılaştırma test sonuçları izelge 4.18'de verilmiş olup, hem örnekler arasında, hem de bazı örneklerde farklı dönemlere ait değerler arasında farklı istatistiksel gruplar oluştuğu görülmektedir. a* değeri, kırmızı ve yeşil arasındaki farkı belirler. a* = + ise kırmızı, a* = - ise yeşil tonlarını ifade eder. Süt reçeli örnekleri içerisinde ilk analizlere ait en yüksek a* değerleri 7.65±0.11 ve 7.63±0.63 değerleriyle aynı istatistiksel gruplarda yer alan tarçınlı ve kakaolu süt reçeli örneklerinde, en düşük a* değerleri ise 3.51±0.28 ve 3.79±0.04 değerleriyle Hindistan cevizli ve Antep fıstıklı süt reçeli örneklerinde saptanmıştır.

Genel olarak bütün süt reçeli örneklerinde a* değeri ilk 30 gün boyunca bir miktar artmıştır. Ancak yalnızca Antep fıstıklı ve muzlu örneklerle ait 30. gün değerleri, ilk güne ait değerlerden istatistiksel olarak önemli derecede yüksek bulunmuştur (p<0.05). Süt reçellerinin 30. gün a* değerleri ile 60. gün değerleri arasında bir miktar artış

gözlemlenmiş olsa da bu artış sade örnek dışında diğer örneklerde istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık oluşturmamıştır ($p>0.05$). Antep fıstıklı ve muzlu örneklerde ise 2. ve 3. dönem arasında istatistiksel anlamda önemli düzeyde bir azalma gözlemlenmiştir. Depolama süresince a^* değerinde artış gözlemlenmesinin, Maillard reaksiyonuna bağlı enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir (Nursten, 2005). Yine bazı koyu renkli ingredientlerin zamanla pigmentlerini salmalarının da bu kırmızıya dönüşmede etkili olduğu söylenebilir. Laktoz kristallenmesi ve Maillard reaksiyonu gibi kimyasal süreçler, ürünün içindeki suyun serbest kalmasına ve pigmentlerin çözünürlük özelliklerinin değişmesine neden olabilir. Sonuç olarak, pigmentler zamanla çözünerek ürünün renginde değişimlere yol açabilir (Miao, 2013).

Çizelge 4.18 Süt reçeli örneklerinin a^* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süt reçeli örneği	n	Depolama süresi (gün)		
		1	30	60
Sade	2	3.92±0.05 ^{Bbc}	4.80±0.59 ^{Bcd}	6.23±0.46 ^{Ab}
Kakaolu	2	7.63±0.63 ^{Aa}	6.81±0.52 ^{Abc}	7.48±0.41 ^{Ab}
Tarçınlı	2	7.65±0.11 ^{Aa}	12.16±1.03 ^{Aa}	11.80±2.32 ^{Aa}
H. Cevizli	2	3.51±0.28 ^{Ac}	4.46±0.82 ^{Ad}	5.05±0.11 ^{Ab}
A. Fıstıklı	2	3.79±0.04 ^{Bbc}	7.22±1.59 ^{Ab}	6.91±0.86 ^{ABb}
Muzlu	2	4.39±0.28 ^{Bb}	5.86±0.22 ^{Abcd}	4.96±0.32 ^{Bb}

A,B,: Farklı harfle gösterilen aynı örneğin farklı depolama sürelerine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$)

a,b,c,d: Farklı harfle gösterilen örneklerin aynı depolama süresine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$)

Ranalli vd. (2012), satın aldıkları süt reçellerinin bazı özelliklerini incelemiş olup bu incelemeler sonucunda süt reçellerine ait a^* değerini 6.56 ila 9.07 arasında belirlemişlerdir. Antigo vd. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, süt reçellerine ait a^* değeri sonuçları 5.5-5.7 olarak bulunmuştur. Gaze vd. (2015), yedi farklı süt reçeli örneğini analiz etmişler ve renk analizleri sonucunda örneklerin a^* değerinin 13.60-16.90 arasında bulunduğunu tespit etmişlerdir. Yüksel-Önür (2018), Türkiye’de üretilen altı ticari süt reçelinde kuru madde, protein, yağ, kül, pH, laktik asit içeriği ve renk parametrelerini incelemiş olup a^* değerlerini 1.73 ila 8.36 arasında bulmuştur. Sarı (2020) yaptığı çalışmada renk analizleri sonucunda süt reçellerine ait a^* değerlerini 12.1-

30.1 arasında bulmuştur. Cebeci (2020) yaptığı çalışmada, inek, keçi, manda ve koyun sütlerinin farklı kombinasyonlarının süt reçelinin kalite özellikleri üzerindeki etkisini incelemiş olup örneklerle ait a^* değerlerini 2.26 ile 16.85 arasında belirlemiştir. Yapmış olduğumuz çalışma sonucunda süt reçellerine ait elde etmiş olduğumuz a^* değerleri, Sarı (2020) ve Gaze vd. (2015)'nin vermiş olduğu değerlerden daha düşük yukarıda çalışma sonucu verilmiş olan diğer çalışmalara ise benzer veya değer aralıklarında bulunmaktadır. Sarı (2020)'nin yapmış olduğu çalışmada üretim sırasında evaporasyon uygulaması kullanılmıştır. Evaporasyon uygulaması, süt reçelinin a^* değerini etkiler, çünkü su içeriği azalırken şeker ve diğer bileşiklerin konsantrasyonu artar. Bu süreç, Maillard reaksiyonu gibi renk koyulaştırıcı kimyasal reaksiyonları teşvik eder ve ürünün kırmızımsı tonlar kazanmasına neden olur. Sonuç olarak, evaporasyon işlemi, süt reçelindeki a^* değerini arttırarak daha kırmızı ve yoğun bir renk elde edilmesine yol açar (McDonald, 2018).

4.2.3.3 b^* Değerleri

Süt reçellerinin b^* değerlerinin depolama süresince değişimi ve bu değerlere uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir. b^* değeri, mavi ve sarı arasındaki farkı belirler. $b^* = +$ ise sarı, $b^* = -$ ise mavi tonlarını ifade eder. Çizelgeden örnekler arasında farklı istatistiksel gruplar olduğu görülmektedir. İlk dönem analizleri sonucunda süt reçeli örnekleri içerisinde en yüksek b^* değeri 28.02 ± 0.64 ile beklenildiği üzere sarı renginden dolayı Antep fıstıklı süt reçeli örneğinde, en düşük b^* değeri ise yine tahmin edildiği gibi koyu renginden dolayı 6.55 ± 0.83 değeri ile kakaolu süt reçeli örneğinde saptanmıştır. İlk güne ait b^* değerleri profili diğer iki dönemde de bazı değişikliklerle benzerliğini muhafaza etmiştir.

Genel olarak bütün süt reçeli örneklerinde b^* değeri ilk 30 gün boyunca bir miktar artmış olup sade, tarçınlı ve Antep fıstıklı örneklerle ait 30. gün değerleri, ilk güne ait değerlerden istatistiksel olarak önemli derecede yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Süt reçellerinin 30. gün b^* değerleri ile 60. gün değerleri arasında bir miktar artış gözlemlenmiş olsa da bu artış sade örnek dışında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık oluşturmamıştır ($p > 0.05$). Depolama süresince b^* değerinde artış oluşmasının, Maillard reaksiyonuna bağlı enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonundan kaynaklandığı ve bunun da sarı rengin daha baskın hale gelmesini sağladığı

düşünülmektedir. Ayrıca, ilginç bir şekilde kakaolu süt reçeli örneğinde ilk güne göre diğer günlere ait b* değerlerinde düşüş gerçekleşmiş olup, bunun koyu renkli pigmentlerin bu örnekte daha belirgin hale gelmesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Süt reçelinde renk parametreleri üzerine yapılmış olan çalışmalar; Ranalli vd. (2012), satın aldıkları süt reçellerinin bazı özelliklerini incelemiş olup bu incelemeler sonucunda süt reçellerine ait b* değerini 16.90 ila 26.10 arasında belirlemişlerdir. Antigo vd. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, süt reçellerine ait b* değeri sonuçları 16.7-18.9 olarak bulunmuştur. Gaze vd. (2015), yedi farklı süt reçeli örneğini analiz ederek, renk analizleri sonucunda örneklerin b* değerinin 17.89-27.70 arasında bulunduğunu tespit etmişlerdir. Yüksel-Önür (2018), Türkiye’de üretilen altı ticari süt reçelinde kuru madde, protein, yağ, kül, pH, laktik asit içeriği ve renk parametrelerini incelemiş olup b* değerlerini 3.30 ila 17.63 arasında bulmuşlardır.

Çizelge 4.19 Süt reçeli örneklerinin b* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süt reçeli örneği	n	Depolama süresi (gün)		
		1	30	60
Sade	2	22.56±0.87 ^{Bb}	24.02±1.21 ^{ABb}	26.14±0.40 ^{Ab}
Kakaolu	2	6.55±0.83 ^{Ae}	5.90±0.04 ^{Ac}	6.04±0.34 ^{Ad}
Tarçınlı	2	16.96±0.02 ^{Bd}	21.76±1.16 ^{Ab}	22.54±1.96 ^{Ac}
H. Cevizli	2	20.68±0.89 ^{Ac}	22.48±2.77 ^{Ab}	23.99±0.06 ^{Ac}
A. Fıstıklı	2	28.02±0.64 ^{Ba}	31.74±0.75 ^{Aa}	31.07±0.25 ^{Aa}
Muzlu	2	22.29±0.68 ^{Abc}	23.71±0.38 ^{Ab}	23.44±0.32 ^{Ac}

A,B: Farklı harfle gösterilen aynı örneğin farklı depolama sürelerine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

a,b,c,d: Farklı harfle gösterilen örneklerin aynı depolama süresine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Sarı (2020) yaptığı çalışmada renk analizleri sonucunda süt reçellerine ait b* değerlerini 10.8-36.4 arasında bulmuştur. Cebeci (2020) yaptığı çalışmada, inek, keçi, manda ve koyun sütlerinin farklı kombinasyonlarının süt reçelinin kalite özellikleri üzerindeki etkisini incelemiş olup örneklerle ait b* değerlerini 20.37 ila 32.87 arasında belirlemiştir. Yapmış olduğumuz çalışma sonucunda süt reçellerine ait elde etmiş olduğumuz b* değerleri, yukarıda çalışma sonucu verilmiş olan diğer çalışmalara benzer veya değer aralıklarında bulunmaktadır. b* değeri, genellikle süt ve şeker bazlı ürünlerde sabit kalır çünkü bu ürünlerdeki doğal sarı pigmentler (özellikle β-karoten) genellikle

işlemden az etkilenir. Isıl işlemler veya evaporasyon gibi faktörler, a^* değerini (kırmızı-yeşil tonları) daha fazla etkilerken, b^* değeri (sarı-mavi tonları) genellikle daha az değişir. Bu nedenle, çeşitli üretim yöntemlerinde b^* değeri genellikle benzer sonuçlar gösterir (McDonald 2018).

4.2.4 Reolojik Analiz (Viskozite Tayini)

Süt reçellerinin viskozite değerlerinin depolama süresince değişimi ve bu değerlere uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiş olup, söz konusu çizelgeden örnekler arasında farklı istatistiksel gruplar oluştuğu görülmektedir. Sade ve kakaolu süt reçeli örnekleri bütün dönemlerde aynı istatistiksel grupta yer almışlardır. İlk dönem analizlerinde süt reçeli örnekleri içerisinde en yüksek viskozite değerleri 19420 ± 438 ve 15985 ± 601 centiPoise (cP) değerleri ile Antep fıstıklı ve muzlu süt reçeli örneklerinde, en düşük viskozite değeri ise 3270 ± 14 cP ile tarçınlı süt reçeli örneğinde saptanmıştır. Sade süt reçeli ile kakao ilaveli örneğin depolama süresince benzer viskozite değerlerine sahip oldukları, en fazla Antep fıstığı ilave edilen örnekte olmak üzere Hindistan cevizli ve muzlu örneklerde viskozitenin tüm depolama süresince kontrol örneğine göre belirgin bir şekilde yüksek olduğu, ilginç bir şekilde tarçın ilavesinin ise bariz bir şekilde sıvılaşma oluşturarak viskozite değerlerini düşürdüğü saptanmıştır.

Viskozite değerlerinde depolamanın ilk günü ile 30. günü arasında bir miktar dalgalanmalar gerçekleşmiştir. Fakat bu dalgalanmalar sade ve tarçınlı örnekler dışında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık oluşturmamıştır ($p > 0.05$). 30. ve 60. gün arasında süt reçeli örneklerinin viskozite değerinde ise bir miktar azalmanın meydana geldiği görülmüştür. 30. ve 60. gün arasında meydana gelen bu azalma Hindistan cevizli ve Antep fıstıklı örnekler dışında diğer bütün örnekler için istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Süt reçeli örneklerinde su aktivitesinde depolama boyunca su aktivitesi değerlerinde artış meydana geldiği belirtilmişti (Bknz. Çizelge 4.16). Yüksek su aktivitesi, daha fazla serbest suyun bulunmasının bir sonucudur. Su miktarının artması, şeker ve diğer bileşiklerin yoğunluğunu azaltır, bu da viskozitenin azalmasına neden olabilir. Maillard reaksiyonu da benzer şekilde tat ve renk değişimleri yaratırken, viskoziteyi düşürebilir. Maillard reaksiyonu sırasında, yeni bileşikler ve melanoidler gibi

düşük molekül ağırlıklı ürünler oluşur. Bu bileşiklerin çözünürlüğü arttıkça, çözünür şeker ve proteinlerin bağlanma kapasitesi azalır, bu da ürünün moleküler yapısının gevşemesine neden olur. Sonuç olarak, bu yapısal değişiklikler sıvının akışkanlığını arttırarak viskozitenin düşmesine yol açar. Özellikle, süt ürünleri ve şekerli gıdalar gibi ürünlerde bu etki belirgin şekilde görülebilir (Frost, 2014).

Çizelge 4.20 Süt reçeli örneklerinin viskozite değerlerine (centiPoise, cP) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süt reçeli örneği	n	Depolama süresi (gün)		
		1	30	60
Sade	2	5295±106 ^{Bd}	6230±183 ^{Ad}	5300±56 ^{Bd}
Kakaolu	2	5780±183 ^{Ad}	5685±77 ^{Ad}	5045±176 ^{Bd}
Tarçınlı	2	3270±14 ^{Be}	3710±56 ^{Ae}	3290±14 ^{Be}
H. Cevizli	2	10110±410 ^{Ac}	11020±98 ^{Ac}	10670±410 ^{Ac}
A. Fıstıklı	2	19420±438 ^{Aa}	19295±304 ^{Aa}	20045±91 ^{Aa}
Muzlu	2	15985±601 ^{Ab}	15955±1294 ^{Ab}	12725±544 ^{Bb}

^{A,B}: Farklı harfle gösterilen aynı örneğin farklı depolama sürelerine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

^{a,b,c,d,e}: Farklı harfle gösterilen örneklerin aynı depolama süresine ait değerleri istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

Bu konuda yapılan bir çalışmada Barbosa vd. (2013), süt reçeli üretiminde klasik yöntem formülasyonu ve %1.5 Hindistan cevizi ilavesiyle yapılan formülasyonu karşılaştırmışlardır. Çalışmaları sonucunda viskozite değerlerini 5.9-19.9 Pa.s (5900-19900 cP) arasında belirlemişlerdir. Kokini ve Tsen (1987), çalışmalarında yoğunlaştırılmış süt ve şekerle yapılan süt reçelinin viskozitesinin, sıcaklık ve su aktivitesinin azalmasıyla 50000 cP'nin üzerinde değerlere ulaşabileceğini belirtmişlerdir. D'Annibale vd. (2015), yoğunlaştırılmış süt ve şekerli bileşiklerin arttığı koşullarda viskozitenin 10000 cP ila 50000 cP arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Çalışma sonucu; Barbosa vd. (2013), Kokini ve Tsen (1987) ve D'Annibale vd. (2015)'nin çalışmaları sonucunda bulmuş oldukları değerlere benzer veya değer aralıklarında bulunmaktadır. Viskozite değerleri genel olarak (tarçınlı örnek hariç) ingredient ilavesinden sonra artış göstermiştir. Bunun ingredientlerin kendi bünyesindeki lif, nişasta gibi maddelerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.3 Süt Reçellerine Uygulanan Duyusal Analizler

Süt reçeli üretiminde kullanılan farklı bileşenlerin, süt reçellerinin duyusal özellikleri üzerinde oluşturduğu etkileri incelemek amacıyla duyusal analizler gerçekleştirilmiştir. Süt reçeli örneklerine ait görünüş, renk, koku, kıvam, tat-aroma, şeker oranı uygunluğu, meyve oranı uygunluğu ve genel beğeni düzeylerine ait duyusal analiz sonuçları alt başlıklarla aşağıda incelenmiştir.

Süt reçeli örneklerinin duyusal içeriklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.42 (görünüş, renk, koku, kıvam, tat-aroma) ve Çizelge 4.48'de (şeker oranı uygunluğu, çeşni oranı uygunluğu, genel beğeni, hesaplamayla belirlenen genel beğeni) belirtilmiştir. Genel beğeni parametresi panelistlerin tüm parametreleri göz önünde bulundurup puanladığı genel beğeni-kabul edilebilirliği ifade ederken; genel hesap parametresi ise panelistlerden alınan veriler sonucunda istatistiksel olarak hesaplanan genel beğeni-kabul edilebilirliği ifade etmektedir. Nitekim genel beğeni ile genel hesaplama arasında doğrudan bir ilişki gözlemlenmiştir. Her iki parametre için de genel beğeni-kabul edilebilirlik sıralaması (çoktan aza doğru) sade, kakaolu, muzlu, Hindistan cevizli, Antep fıstıklı ve tarçınlı süt reçeli olacak şekilde analiz edilmiştir.

4.3.1 Görünüş

Süt reçeli örneklerinin görünüş değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (Çizelge 4.21) incelendiğinde; görünüş özelliklerinin 3.22 ile 4.67 aralığında puan aldığı ve görünüşü en çok beğenilen örneğin 4.67 ± 0.50 değeri ile sade süt reçeli olduğu görülmüştür. Panelistler tarafından yapılan değerlendirme sonucuna göre görünüş özelliği bakımından en düşük puanlama 3.22 ile Antep fıstıklı süt reçeline ait bulunmuştur. Sade süt reçelinin homojen, parlak ve karamelize yapısının, ürünün geleneksel algısını güçlendirmekte ve beklentiye uygunluk açısından görsel tatmini arttırdığı düşünülmektedir. Buna karşın, Antep fıstıklı reçeldeki parçacıklı yapı ve renk kontrastı (yeşil ve kahverengi tonların uyumsuzluğu), ürünün estetik algısını olumsuz etkilemiş olabilir. Ayrıca, pütürlü dokunun görsel sadeliği bozmasının, homojen yapıya sahip diğer reçellerle kıyaslandığında estetik açıdan dezavantaj yarattığı da düşünülmektedir.

Çizelge 4.21 Süt reçeli örneklerinin duyuşal içeriklerinden görünüş, renk, koku, kıvam ve tat-aroma parametrelerine ait Duncan oklu karşılaştıırma testi sonuçları

Süt reçeli rneği	n	Görünüş	Renk	Koku	Kıvam	Tat-Aroma
Sade	9	4.67±0.50 ^a	4.33±0.70 ^{ab}	3.67±0.86 ^a	4.89±0.33 ^a	4.67±0.50 ^a
Kakaolu	9	4.22±0.83 ^{ab}	4.11±1.05 ^{ab}	4.11±0.78 ^a	4.56±0.52 ^a	4.22±0.66 ^{ab}
Tarçınlı	9	3.56±1.01 ^{bc}	3.56±0.72 ^b	3.89±0.93 ^a	3.67±1.22 ^{bc}	3.33±1.22 ^b
H. Cevizli	9	4.22±0.83 ^{ab}	4.44±0.52 ^a	3.78±0.97 ^a	4.22±0.83 ^{ab}	3.78±1.09 ^{ab}
A. Fıstıklı	9	3.22±0.97 ^c	3.89±1.05 ^{ab}	3.89±1.05 ^a	3.44±0.72 ^c	4.44±1.01 ^a
Muzlu	9	4.56±0.53 ^a	4.56±0.72 ^a	3.67±1.00 ^a	4.78±0.44 ^a	3.67±1.50 ^{ab}

^{a,b,c}: Farklı harfle gösterilen örneklere ait ortalama değerler istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

4.3.2 Renk

Süt reçeli rnelerinin renk değerlerine ait Duncan oklu karşılaştıırma testi sonuçları (Çizelge 4.21) incelendiğinde; renk özelliklerinin 3.56 ila 4.56 aralığında puan aldığı ve rengi en çok beğenilen örneğin 4.56 değeri ile muzlu süt reçeli olduğu görülmüştür. Panelistler tarafından yapılan değerlendirme sonucuna göre renk özelliği bakımından en düşük puanlama 3.56 ile tarçınlı süt reçeline ait bulunmuştur. Tarçınlı süt reçelinin koyu kırmızımsı kahverengi tonları (Çizelge 4.18), mat bir görünüm yaratarak görsel olarak daha yoğun ve karmaşıık algılanmıştır. Bu yoğunluk, bazı panelistler tarafından olumsuz değerlendirilmiş ve estetik açıdan daha az çekici bulunmuştur. Sonuç olarak, renk algısı, süt reçelinin tüketicisi beğenisi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmuştur. Ayrıca renk parametresinde en yüksek beğeniye alan rnelerin (muzlu, Hindistan cevizli) L* değerlerinin yüksek olušu, renk beğenisi ile ‘Lightness’ arasında doğrudan bir ilişki olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.17).

4.3.3 Koku

Süt reçeli rnelerinin koku değerlerine ait Duncan oklu karşılaştıırma testi sonuçları (Çizelge 4.21) incelendiğinde; koku özelliklerinin 3.67 ila 4.11 aralığında puan aldığı ve kokusu en çok beğenilen örneğin 4.11 değeri ile kakaolu süt reçeli olduğu görülmüştür. Panelistler tarafından yapılan değerlendirme sonucuna göre koku özelliği bakımından en düşük puanlama 3.67 ile sade ve muzlu süt reçellerine ait bulunmuştur. Kakaolu süt reçelinin yoğun çikolata kokusu, panelistlerin beğenisini kazanmış ve

tanınan hoş aromaların, beğeniye arttırdığı düşünülmektedir. Diğer taraftan, sade ve muzlu süt reçellerinin daha hafif ve nötr kokulara sahip olduğu için bazı panelistler tarafından daha az çekici bulunduğu düşünülmektedir. Sade reçelin kokusuzluğu, basit ve geleneksel beklentilere hitap etmiyor olabilirken, muzlu reçelin meyve aroması daha az belirgin algılanmış olabilir. Bu bulgular, güçlü ve tanınan kokuların, tüketici beğenisini önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymaktadır.

4.3.4 Kıvam

Süt reçeli örneklerinin kıvam değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (Çizelge 4.21) incelendiğinde; kıvam özelliklerinin 3.44 ile 4.89 aralığında puan aldığı ve kıvamı en çok beğenilen örneğin 4.89 değeri ile sade süt reçeli olduğu görülmüştür. Panelistler tarafından yapılan değerlendirme sonucuna göre kıvam özelliği bakımından en düşük puanı 3.44 ile Antep fıstıklı süt reçeli almıştır. Sade örneğin kıvamı homojen ve ideal seviyedeysen, Antep fıstıklı örneğin kıvamı daha yoğun ve pütürlü olup, şeker kristallenmesi nedeniyle viskozite değerleri de oldukça yüksektir (Çizelge 4.20). Bu yoğunluk, bazı panelistler tarafından olumsuz algılanmış ve kıvamı daha az beğenilmiştir. Şekerleşme, Antep fıstıklı reçelin dokusunu etkileyerek, akışkanlığını bozmuş ve daha pütürlü bir yapı oluşturmuştur. Sade süt reçelinin daha düşük viskozitesi ve ideal kıvamı, panelistlerin olumlu değerlendirmesine yol açmıştır. Bu bulgular, kıvam, viskozite ve şekerleşme arasındaki ilişkinin, ürünlerin organoleptik özellikleri üzerindeki etkisini vurgulamaktadır.

4.3.5 Tat-Aroma

Süt reçeli örneklerinin tat-aroma değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (Çizelge 4.21) incelendiğinde; tat-aroma özelliklerinin 3.33 ile 4.67 aralığında puan aldığı ve tat-aroması en çok beğenilen örneğin 4.67 değeri ile sade süt reçeli olduğu görülmüştür. Panelistler tarafından yapılan değerlendirmede tat-aroma özelliği bakımından en düşük puan 3.33 ile tarçınlı süt reçeline verilmiştir. Tarçınlı süt reçelinin tat ve aroma profili, diğer varyasyonlara göre daha az beğenilmiştir. Tarçının güçlü baharatlı ve keskin aroması, bazı panelistler için fazla yoğun ve baskın olmuş olabilir.

Bu, özellikle tatlı ürünlerde genellikle daha yumuşak ve dengeli aromaların tercih edilmesi nedeniyle, tarçınlı reçelin olumsuz algılanmasına yol açmış olabilir. Tarçın, bazı bireylerde "ağır" bir tat bırakabileceği için, tat algısında zayıf beğenilere neden olmuş ve bu da genel değerlendirmeyi etkilemiştir.

4.3.6 Şeker Oranı Uygunluğu

Süt reçeli örneklerinin şeker oranı uygunluğu değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (Çizelge 4.22) incelendiğinde; şeker oranı özelliklerinin 3.67 ile 4.56 aralığında puan aldığı ve istatistiksel olarak örnekler arasında bir farklılık oluşmasa da şeker oranı en çok beğenilen örneğin 4.56 değeri ile sade süt reçeli olduğu görülmüştür. Panelistler tarafından yapılan değerlendirme sonucuna göre şeker oranı özelliği bakımından en düşük puanlama 3.67 ile tarçınlı süt reçeli için yapılmıştır. Sade süt reçeli, tatlılık açısından ideal bir dengeye sahip olup, şeker oranı panelistlerin beklentileriyle uyumlu bir şekilde dengelenmiştir. Bu, geleneksel tatları tercih eden panelistler tarafından olumlu değerlendirilmiştir. Tarçınlı süt reçeli ise, tarçının yoğun ve baharatlı aromasıyla şeker oranının dengesiz algılanmasına yol açarak, düşük beğeni almasına sebep olduğu düşünülmektedir. Muzlu süt reçelinin ise tatlılık seviyesi oldukça yüksek (Çizelge 4.8), çünkü muz doğal olarak şekerli bir meyve olup, şeker oranını arttırarak tatlılık dengesini bozmuş ve bazı panelistler tarafından fazla tatlı bulunmuştur. Sonuç olarak, şeker oranının ürünün genel tat profiliyle uyumlu olması, özellikle sade süt reçelinde başarılı bir şekilde sağlanırken, tarçınlı ve muzlu varyasyonlarda bu denge sağlanamamış ve düşük beğenilere yol açmıştır.

Çizelge 4.22 Süt reçeli örneklerinin duyusal içeriklerinden şeker oranı uygunluğu, çeşni oranı uygunluğu, genel beğeni ve hesaplanan genel beğeni parametrelerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süt reçeli örneği	n	Şeker Oranı Uygunluğu	Çeşni Oranı Uygunluğu	Genel Beğeni	Hesaplanan Genel Beğeni
Sade	9	4.56±0.72 ^a	4.22±0.66 ^a	4.56±0.52 ^a	4.43±0.32 ^a
Kakaolu	9	4.11±0.78 ^a	4.33±0.50 ^a	4.44±0.52 ^a	4.24±0.44 ^a
Tarçınlı	9	3.67±1.22 ^a	3.22±1.09 ^b	3.67±0.86 ^a	3.55±0.74 ^b
H. Cevizli	9	4.44±0.72 ^a	4.22±0.66 ^a	4.22±0.83 ^a	4.16±0.66 ^{ab}
A. Fıstıklı	9	4.44±0.52 ^a	4.11±1.36 ^a	4.11±1.27 ^a	3.92±0.69 ^{ab}
Muzlu	9	4.00±1.00 ^a	4.22±1.09 ^a	4.33±0.86 ^a	4.20±0.77 ^a

^{a,b}: Farklı harfle gösterilen örneklere ait ortalama değerler istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05)

4.3.7 Çeşni Oranı Uygunluğu

Süt reçeli örneklerinin çeşni oranı uygunluğu değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (Çizelge 4.22) incelendiğinde; çeşni oranı özelliklerinin 3.22 ile 4.33 aralığında puan aldığı ve çeşni oranı en çok beğenilen örneğin 4.33 değeri ile kakaolu süt reçeli olduğu görülmüştür. Panelistler tarafından yapılan değerlendirme sonucuna göre çeşni oranı özelliği bakımından en düşük puanlama 3.22 ile tarçınlı süt reçeline ait bulunmuştur. Kakaolu reçelin, çikolata aromasının dengeli bir şekilde tatlılıkla uyum sağlaması nedeniyle panelistler tarafından olumlu değerlendirildiği düşünülmektedir. Ancak, tarçınlı süt reçeli, tarçının güçlü baharatlı tadı nedeniyle aşırı bir çeşni profili oluşturmuş ve bu da bazı panelistler tarafından fazla yoğun bulunmuştur. Sonuç olarak, fazla baskın ve uyumsuz aromaların, çeşitlilikten hoşlananlar için bile beğeniyi olumsuz etkileyebileceği görülmüştür.

4.3.8 Genel Beğeni

Süt reçeli örneklerinin genel beğeni değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (Çizelge 4.22) incelendiğinde; genel beğeni değerlerinin 3.67 ile 4.56 aralığında puan aldığı ve genel beğeni oranı en yüksek örneğin 4.56 değeri ile sade süt reçeli olduğu görülmüştür. Panelistler tarafından genel beğeni bakımından en düşük puan 3.67 ile tarçınlı süt reçeline verilmiştir.

4.3.9 Genel Hesap Değerleri

Süt reçeli örneklerinin genel hesap değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (Çizelge 4.22) incelendiğinde; genel hesap değerlerinin 3.55 ila 4.43 aralığında puan aldığı ve genel hesap oranı en yüksek örneğin 4.43 değeri ile sade süt reçeli olduğu görülmüştür. Panelistler tarafından yapılan değerlendirme sonucuna göre genel beğeni bakımından en düşük puanlama 3.55 ile tarçınlı süt reçeline ait bulunmuştur.

Literatürde süt reçeli üzerine yapılmış olan duyuşal analizler incelendiğinde; Zimmermann vd. (2007), çalışmalarında ksantam gam ve peynir altı suyu proteini ilavesinin süt reçelinin fizikokimyasal, reolojik özellikleri ve duyuşal kabul edilebilirlikleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmaları sonucunda yapmış oldukları duyuşal analizde %8 sakaroz içeren süt reçeli daha yüksek puan almış ve bunun sonucunda düşük sakaroz içeren süt reçellerinin duyuşal olarak kabul edilebilir olduğunu ve yeni ürünlerin elde edilebileceğini vurgulamışlardır. Ferreira vd. (2011), süt reçelinin üretiminde iki farklı nişasta ve iki farklı kuru madde konsantrasyonunun etkilerini incelemiştir. Peynir altı suyu ve kahve ilavesiyle süt reçeli üretimi yapılan bu çalışmada, peynir altı suyu oranı %10 ve kahve içeriği %1 olan örnek ile peynir altı suyu oranı %30 ve kahve içeriği %1 olan süt reçelini, duyuşal değerlendirmede en beğenilen örnekler olarak belirlemiştir. Guimarães vd. (2012), Maillard reaksiyonunda NaHCO_3 'un rengin koyulaşması üzerinde önemli bir etkisi olduğu gözlemlenmiş ve bikarbonatın süt reçeli üretiminde düşük seviyelerde kullanılmasının duyuşal özellikleri minimum düzeyde etkileyebileceği belirtilmiştir. Silva vd. (2015)'nın yapmış olduğu araştırma sonuçlarına göre, geleneksel üretim koşullarına ek olarak nişasta ilavesinin süt reçelinin dokusunu, bileşimini ve duyuşal özelliklerini olumsuz yönde etkilemediğini, kıvam ve verime katkı sağladığını, ayrıca laktozun kristalleşmesini kontrol altına alarak ürünün raf ömrünü uzattığını tespit etmişlerdir. Antigo vd. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, süt reçeline karanfil sapı, tarçın ve bu iki baharatın karışımından elde edilen uçucu yağların ilavesinin etkileri değerlendirilmiş olup elde edilen ürünlerin duyuşal özelliklerinin iyi kabul edildiğini belirtmişlerdir. Chacon-Villalobos vd. (2013), "dulce de leche" üretiminde farklı oranlarda inek ve keçi sütü (%0, %25, %50, %75, %100) kullanılarak yapılan bir çalışmada, bu süt karışımlarının son ürünlerdeki kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikler üzerindeki etkileri incelemiştir. Duyuşal analizlerde ulaştıkları

veriler sonucunda katılımcıların %63'ünün tüm numuneleri kabul edilebilir bulunduğunu ve geri kalan katılımcıların, ticari markayı referans alarak %50 keçi sütü içeren formülasyonu daha çok beğendiklerini belirtmişleridir. Tuna (2018), farklı meyvelerle (kuru kayısı, kuru incir ve kuru dut) üretilen süt reçellerine ait duyuşal değerlendirmede, sade süt reçelinin kontrol örneği olarak diğer meyveli süt reçellerinden daha fazla beğenildiğini tespit etmişlerdir. Kuru incir ve kuru kayısıdan yapılan süt reçellerinin ise sade süt reçelinden sonra en fazla beğenilen örnekler olduğunu tespit etmişlerdir. Sarı (2020) yaptığı çalışmada, evaporasyon uygulamasıyla üretilen süt reçellerinin duyuşal değerlendirme sonuçlarında; görünüş açısından, en yüksek puanın %30 kuru madde oranına kadar evaporasyon yapılmış çilek aromalı örnek tarafından alındığını tespit etmiştir. Yapı açısından en yüksek puanın, %30 kuru madde oranına kadar evaporasyon yapılmış muz aromalı örnek tarafından alındığını tespit etmiştir. Lezzet açısından ise en yüksek puanın, %30 kuru madde oranına kadar evaporasyon yapılmış kakao aromalı örneğin alındığını tespit etmiştir. Çalışmanın bulguları ile, süt reçeli üretiminde evaporasyon oranlarının ve kullanılan aromaların, ürünün duyuşal özelliklerini etkilediğini ortaya koymuştur. Cebeci (2020) yaptığı çalışmada, inek, keçi, manda ve koyun sütlerinin farklı kombinasyonlarının süt reçelinin kalite özellikleri üzerindeki etkisini incelemiş olup duyuşal değerlendirme sonucunda renk ve tat özellikleri açısından örnekler arasında belirgin farklar gözlemlenmiştir. Kıvam ve koku özellikleri açısından ise örnekler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu bulgular ile, süt reçelinin üretiminde süt türlerinin seçiminin kritik bir rol oynadığını ortaya koymuşlardır. Akal vd. (2018), süt reçeli üretimini farklı oranlarda (%10, %15 ve %20) şeker ilavesiyle gerçekleştirmiş ve en yüksek beğeniye alan süt reçeli örneğinin %15 şeker ilavesiyle üretilen ürün olduğunu belirtmişlerdir. Araştırma sonucunda süt reçeli üretimi için ideal şeker oranının %15 olduğu sonucuna varmışlardır. Giménez vd. (2008), süt reçeli üretimi için laboratuvar tipi bir ısıtıcı kullanarak bir çalışma yapmışlardır. Yapılan bu çalışmada, süt reçeli üretiminin duyuşal profilde farklılıklara yol açtığı ve daha iyi bir üretim süreci için daha fazla araştırma yapılması gerektiği vurgulamışlardır. Akpınar vd. (2021), süt reçeline fonksiyonel özellik katmak amacıyla probiyotik bakteri, muz püresi ve fındık ezmesi ilave ederek süt reçeli üretmişlerdir. Yapmış oldukları duyuşal analizler sonucunda fındık ezmesi süt reçellerinin daha yüksek puan alındığını belirtmişlerdir. Cansu vd. (2018), kuru dut, kuru incir ve kuru kayısı ilavesiyle meyveli süt reçelleri üretmiş olup yapmış

oldukları duyusal analizler sonucunda, tüm ürünler genel beğeni açısından hedonik skalada "iyi" olarak değerlendirmişlerdir. Bratchell ve Wakeling (1992) farklı içeriklere sahip süt reçellerinin duyusal değerlendirmesini 72 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirmiş olup süt reçelinin bileşiminde %40 glikoz şurubu ile sakaroz içeren, nötrleştirici olarak %100 sodyum bikarbonat eklenen ve vanilya içermeyen örnek, duyusal test sonucunda en çok tercih edilen formülasyon olarak belirlenmiştir. Pişirme süresinin, tüketici tercihlerinde önemli bir etkisi olmadığını bulmuşlardır. Sabioni vd. (1984), *Kluyveromyces lactis* kullanarak sütteki laktozu hidrolize etmiş ve beş farklı karışım hazırlayarak süt reçeli üretimi gerçekleştirmişlerdir. Üretilen süt reçelleri, 120 gün boyunca oda sıcaklığında saklanmış ve duyusal testlere tabi tutulmuştur. Panelistlerin yaptığı değerlendirmeye göre, depolama süresince, kontrol örneği (laktozu hidrolize edilmemiş) dışında, diğer örneklerde laktoz kristalizasyonu gözlemlenmemişlerdir.



5. SONUÇ

Bu çalışmada, süt reçeli çeşitli gıdalarla zenginleştirilerek yeni ürünler elde edilmiştir. Elde edilen yeni ürünlerin fiziksel, kimyasal ve duyusal analizleri yapılmış olup; bu analizler sonucunda elde edilen verilerin depolama süresince değişimleri incelenip ve raporlandırılmıştır.

Bu amaçla öğütülmüş kuru baharat (tarçın), çerez (Antep fıstığı), meyve kurusu (Hindistan cevizi), özel gıda (kakao) ve meyve (muz) ile zenginleştirilerek fonksiyonel özellikleri artırılmış bir ürün elde edilmiştir. Yapılmış olan bu çalışmayla süt reçellerinin fiziksel, kimyasal, reolojik ve duyusal özelliklerinin yanında, antioksidan aktivite içeriği de tespit edilmiştir. Süt reçeli örnekleri 4 °C' de muhafaza edilerek depolamanın 1, 30 ve 60. günlerinde analizler gerçekleştirilmiştir. Duyusal analizi yapılmak üzere bir takım örnek depolanmış olup bu analiz depolamanın 45. gününde gerçekleştirilmiştir.

Yapılan çalışmada süt reçeli örneklerine ait kuru madde değerleri %71.68 ila %68.09 aralığında belirlenmiştir. Süt reçellerine katılan ingredientler kuru madde değerlerini etkilemiştir. Depolama süresince kuru madde değerinde bir miktar artış gerçekleşmiş olup genel olarak en yüksek kuru madde değeri Hindistan cevizli süt reçeli örneğinde saptanmıştır.

Kül analizleri sonucunda kül değerleri %1.90-%2.59 aralığında bulunmuştur. Depolama süresince kül değerlerinde bir örnek dışında kayda değer bir değişiklik gözlenmemiştir.

Analizler sonucunda, örneklerle ait protein içerikleri %8.99-%7.35 aralığında tespit edilmiştir. Protein oranı yüksek ingredientlerin süt reçeline ilave edilmesi bu örneklerde protein içeriklerini de yükseltmiştir. Protein içeriklerinde depolama süresince istatistiksel anlamda önemli bir değişim gözlemlenmemiştir.

Süt reçellerine ait yağ içeriği değerleri %8.43 ila %5.41 aralığında belirlenmiştir. Yağ oranı yüksek olan Antep fıstığı ve Hindistan cevizi eklenmesi süt reçeli örneklerinde yağ değerlerinin belirgin bir şekilde yükselmesine neden olmuştur. Depolama süresince yağ içeriği değerleri iki örnek dışında kayda değer bir değişim göstermemiştir.

Örneklere ait asitlik değerleri %0.45-%0.66 aralığında bulunmuştur. En yüksek asitlik değeri bütün dönemler için muzlu süt reçelinde bulunurken, bu parametreye ait değerler bütün örnekler için depolama süresince bir miktar azalmıştır.

Yapılan çalışmada süt reçeli örneklerinin pH değerleri 6.61 ila 6.13 arasında bulunmuştur. Kakao ilavesinin pH değerini kontrol örneğine göre bir miktar yükselttiği, Antep fıstığı dışında diğer ingredientlerin ise pH değerlerini genel olarak düşürdüğü saptanmıştır. pH değerlerinde sade örnek dışında depolama süresince bir miktar düşüş meydana gelmiş olup bu azalma istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Çalışmalar sonucunda süt reçeli örneklerinin invert şeker içeriği değerleri %11.34 ila 17.86 aralığında bulunmuştur. Bütün örneklerle ait invert şeker içeriği değerleri depolama süresince bir miktar artmıştır. Muzlu örneğe ait değerler, yüksek monosakkarit içeriği nedeniyle bütün dönemlerde en yüksek değerler olarak saptanmıştır.

Toplam şeker içeriğine dair değerler yapılan çalışmada %51.68-57.38 aralığında bulunmuştur. Depolama süresince örneklerin toplam şeker içeriği değerleri kayda değer bir değişim göstermemiş olup bütün dönemlerde en yüksek toplam şeker değeri muzlu süt reçeli örneğinde saptanmıştır.

Sakaroz içeriği değerleri analizler sonucunda %37.23-42.68 aralığında saptanmıştır. Değerler depolama süresince bir miktar azalmış olsa da sakaroz içeriği değerlerinde iki örnek dışında kayda değer bir değişiklik gözlenmemiştir.

Örneklere ait toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite içerikleri incelendiğinde; fenolik madde değerleri 175.85-70.77 (mg GAE/kg) aralığında tespit edilmiş olup, en yüksek değerler içerisine katılan ingredient'e bağlı olarak Antep fıstıklı, kakaolu ve tarçınlı örneklerde saptanmıştır. Toplam fenolik madde değerlerinde depolama süresince bir miktar dalgalanmalar gözlenmiştir. Bu dalgalanmalar yalnızca sade, Antep fıstıklı ve muzlu örnekler için kayda değer bir farklılık oluşturmuştur. DPPH inhibisyon değerleri %41.90-10.19 aralığında bulunmuş olup, en yüksek değerler fenolik madde içeriğinde olduğu gibi Antep fıstıklı, kakaolu ve tarçınlı örneklerde ölçülmüştür. DPPH inhibisyon değerlerinde örneklerin hiçbirisinde depolama süresince istatistiksel anlamda önemli bir değişim gözlenmemiştir. ABTS inhibisyon değerleri %33.52-10.06 aralığında tespit edilmiştir. Yine en yüksek değerler Antep fıstıklı, tarçınlı ve kakaolu örneklerde, en düşük değerler ise sade ve Hindistan cevizli örneklerde saptanmıştır. Depolama süresince ABTS inhibisyon değerlerinde bir miktar artış gözlemlenmiştir. Bu artış sade, tarçınlı ve Hindistan cevizli süt reçeli örnekleri için istatistiksel olarak önemli derecede yüksek bulunmuştur. TEAK değerleri 0.22-0.76 (mmol TE/g) arasında bulunmuş olup genel olarak değerlerinin hesaplamada esas alındığı ABTS inhibisyon

değerlerine benzer şekilde şekillenmiştir. TEAK değerleri kakaolu örnek dışında bütün örneklerde depolama süresince istatistiksel anlamda önemli derecede artış göstermiştir.

Süt reçeli örneklerinin HMF değer aralığı analizler sonucunda 247.04-154.50 (mg/kg) olarak tespit edilmiştir. En yüksek HMF değerleri tarçınlı örnekte ölçülmüş, en düşük değerler ise Antep fıstıklı, kakaolu ve muzlu örneklerde belirlenmiştir. Depolama süresince örneklerin değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık oluşmamıştır.

Ölçümler sonucunda süt reçeli örneklerinin briks değerleri %64.45-%67.55 aralığında tespit edilmiştir. Depolama süresince briks değerlerinde şeker kristallenmesinden kaynaklandığı düşünülen bir miktar azalma gözlemlenmiştir. Dönemler arasında gerçekleşen bu azalma sade örnek hariç bütün örnekler için istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Yapılan çalışmada süt reçeli örneklerine ait aw değerleri 0.84-0.89 aralığında saptanmıştır. Depolama süresince su aktivitesi değerlerinde bir miktar artış gözlemlenmiştir. Dönemler arasında gerçekleşen bu artış sade örnek hariç bütün örnekler için istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Süt reçeli örneklerine renk analizi yapılmış olup L* değerleri 30.47 ila 80.78, a* değerleri 3.51 ila 12.16, b* değerleri ise 5.90 ila 31.74 aralığında bulunmuştur. Kullanılan ingredientlerin renk parametrelerini doğrudan etkilediği tespit edilmiştir. Depolama süresince bütün renk parametrelerine ait değerlerde genel olarak artış yönünde olan değişiklikler meydana gelmiştir. Bu değişimlerin Maillard reaksiyonuna bağlı olarak gerçekleştiği düşünülmektedir.

Yapılan çalışmada örneklere ait viskozite değerleri 3270-20045 cP aralığında saptanmıştır. Depolama süresince Hindistan cevizli ve Antep fıstıklı örnekler dışında diğer bütün örneklerde kayda değer dalgalanmalar gözlenmiştir. En yüksek viskozite değerleri bütün dönemler için Antep fıstıklı süt reçelinde bulunurken bu durumun fıstık partikülleri ve laktoz kristalizasyonundan kaynaklandığı düşünülmüştür. En düşük viskozite değerleri ise ingredientin sıvılaştırma etkisi oluşturduğu tarçınlı örnekte saptanmıştır.

Süt reçellerinde duyusal analizler, örneklerin 8 farklı özelliğinin beğeni olarak en yüksek 5 en düşük 1 olacak şekilde puanlanmasıyla gerçekleştirilmiştir. Süt reçeli örneklerine uygulanan duyusal analizler sonucunda, görünüş açısından en yüksek beğeniyi alan örnek sade süt reçeli oldu. Görünüş değerlerine ait puanlar 4.67-3.22 olarak

tespit edilmiştir. Süt reçellerinin renk özelliklerinden en yüksek beğeniyi muzlu süt reçeli örneği almış olup en düşük beğeniyi ise tarçınlı süt reçeli örneğinin aldığı belirlenmiştir. Renk değerlerine ait puanlar 4.56-3.56 aralığında olmuştur. Koku değeri beğeni açısından en yüksek olan örnek kakaolu süt reçeli olmuştur. Koku değerlerine ait puanlar 4.11-3.67 olarak belirlenmiştir. Kıvam özelliği bakımından en yüksek beğeniyi alan örnek sade süt reçeli olup en düşük değer ise Antep fıstıklı süt reçelinde tespit edilmiştir. Kıvam üzerine yapılmış olan puanlama 4.89-3.44 aralığında gerçekleşmiştir. Tat-aroma puanlaması 4.67-3.33 aralığında gerçekleşmiş olup beğenisi en yüksek olan örnek yine sade süt reçeli olarak belirlenmiştir. Tarçınlı süt reçeli ise tat-aroma bakımından en düşük puanlamaya sahip örnek olmuştur. Şeker oranı uygunluğu puanlaması en yüksek olan örnek sade süt reçeli olmuştur. Tarçınlı süt reçeli ise en düşük puanlamayı almıştır. Şeker oranı uygunluğu puanlaması 4.56-3.67 aralığında gerçekleşmiştir. Çeşni oranı uygunluğu değerleri 4.33-3.22 aralığında tespit edilmiştir. Çeşni oranı uygunluğu puanlaması en yüksek olan örnek kakaolu süt reçeli olmuştur. Tarçınlı süt reçeli ise yine en düşük puanlamayı almıştır. Genel beğenisi en yüksek olan örnek sade süt reçeli olurken, en düşük beğeniyi olan örnek ise tarçınlı süt reçeli olmuştur. Genel beğeni değerleri 4.56 ila 3.67 aralığında yer almaktadır.

Tüm puanlamalardan yola çıkılıp yapılmış olan genel hesap sonucunda kabul edilebilirliği en yüksek olan süt reçeli örneği sırasıyla; sade süt reçeli, kakaolu süt reçeli, muzlu süt reçeli, Hindistan cevizli süt reçeli, Antep fıstıklı süt reçeli ve en son sırada yer alan tarçınlı süt reçeli olarak belirlenmiştir. Genel hesaplama sonucu puanlar 4.43 ila 3.55 aralığında tespit edilmiştir. Yapılan genel değerlendirme sonucunda, süt reçellerinin kabul edilebilirliğini artırmak için, Antep fıstıklı süt reçelindeki kristalizasyon sorununa ve tarçınlı süt reçelindeki tat-aroma beğenisinin düşük olmasına odaklanılması önerilmektedir. Bu sorunların çözülmesiyle, tüm süt reçeli çeşitlerinin daha geniş bir tüketici kitlesi tarafından tercih edilmesi sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- Açar, H. (2023). *Geleneksel yöntemle üretilen Bitlis Tulum peynirinin bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi*, Yüksek lisans tezi, Basılmamış. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
- Akal, C., Buran, İ., Albayrak Delialioğlu, R., Yetişemiyen, A. (2018). Farklı şeker oranlarının süt reçelinin kalite özellikleri üzerine etkisi. *Gıda*, 43(5).
- Akın, N., (1990). **Modern süt ürünleri teknolojisi (süt-peynir-tereyağı)**. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Yayınları: Konya, Türkiye.
- Akın, N., (2004). **Modern süt ürünleri teknolojisi (süt-peynir-tereyağı)**. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Yayınları: Konya, 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.
- Antigo, J., Cestari, L., Scapim, M., Santos, S., Moritz, C. F., Madrona, G. S. (2017). Clove and cinnamon essential oils in dulce de leche. *Nutrition and Food Science*, 47 (1).
- AOAC. (1990). **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists** (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists: Arlington, VA, USA.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M. (2016). Antioxidant activity/capacity measurement. 1. classification, physicochemical principles, mechanisms, and electron transfer (et)-based assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(4), 997-1027.
- Aslanova, D., Bakkalbasi, E., Artık, N. (2010). Effect of storage on 5-hydroxymethylfurfural (HMF) formation and color change in jams. *International Journal of Food Properties*, 13(4), 904-912.
- Ayhan, Z. (2012). **Food chemistry**. Springer: New York, USA.
- Bae, S. H., Suh, H. J. (2007). Antioxidant activities of five different mulberry cultivars in Korea. *LWT-Food Science and Technology*, 40(6), 955-962.
- Balthazar, B., Hugo, S., Ramosa, G. L. P. A., Tatiana, C., Silva, M. C., Silva, P. H. F., Carmela, Duarteb, M. C. K. H., Freitas, M. Q., Cruza, A. G., Esmerinob, E. A. (2020). Dulce de leche submitted to ohmic heating treatment: Consumer sensory profile using preferred attribute elicitation (PAE) and temporal check allthat-apply (TCATA). *Food Research International*, 134.
- 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 Science and Technology*, 33, 93-98.
- Barrera, J., Pedreschi, F., Gómez, J. P., Zúñiga, R. N., Mariotti-Celis, M. S. (2021). In house validation for the direct determination of 5-hydroxymethyl-2 furfural (hmf) in dulce de leche. *Journal of Food Composition and Analysis*, 95, 103665.
- Biadała, A., Adzahan, N. M. (2021). Storage stability of antioxidant in milk products fermented with selected kefir grain microflora. *Molecules*, 26(11), 3307.
- Brand Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28 (1), 25-30.

- Cebeci, Ç. (2020). *Farklı süt kombinasyonlarının süt reçeli üzerine etkisi*, Yüksek lisans tezi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi FBE, Tekirdağ, Türkiye.
- Cemeroğlu, B., Artık, N., Und Erbas, S. (1992). Gewinnung von granatapfelsaft und seine Zusammensetzung. *Flüss. Obst.* 59, 335-159.
- Chacon-Villalobos, A., Pineda-Castro, M. L., Mendez-Rojas, S. G. (2013). Effect of different proportions of goat milk and cow's milk on the physical and sensory characteristics of dulce de leche. *Agronomía Mesoamericana* 24, 149-167.
- Char, C. D., Guerrero, S. N., Alzamora, S. M. (2007). Growth of *Euromium chevalieri* in milk jam: influence of pH, potassium sorbate and water activity. *Journal of Food Safety*, 27, 1-6.
- Cichoski, A. J., Cansian, A. P., Luccio, M. (2011). Viability of *Staphylococcus xylosum* during shelf-life of dulce de leche prepared by vacuum evaporation, *Ciência Rural*, 41(11), 2026-2031.
- Cloetens, L., Panee, J., Åkesson, B. (2013). The antioxidant capacity of milk-the application of different methods in vitro and in vivo. *Cellular and Molecular Biology*, 59(1), 43-57.
- Çağlayan, M., Öztürk, M. (2019). Gıda maddelerinde Maillard reaksiyonu ve etkileri. *Gıda Teknolojileri Dergisi*, 14(1), 45-56.
- D'Annibale, A., Oliviero, T., Ferrari, G., Cavazza, A. (2015). Rheological and physicochemical properties of caramelized milk products: A comparative study. *International Journal of Food Science and Technology*, 50(1), 196-204.
- Et ve Süt Kurumu. (2023). Sütün besin değeri nedir? Erişim adresi: <https://www.esk.gov.tr/tr/10905/Sutun-besin-degeri-nedir>
- Ferreira, L. O., Pimenta, C. J., Pinheiro, A. C. M., Pereira, P. A. P., Santos, G. (2011). Sensory evaluation of dulce de leche with coffee and whey using different affective data analysis methods. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31(4), 998-1005.
- Ferreira, F., Rodriguez, A., Lema, P., Bessio, M. I., Moyna, G., Panizzolo L. A. (2019). Isolation and characterization of melanoidins from dulce de leche. *Confectionary Dairy Product*, 24, 22.
- Flores, R. A., Durr, R. T. (1993). Effect of lactose crystallization on color and physical appearance of dairy powders. *Journal of Dairy Science*, 76(10), 2832-2838.
- Francisquini, J., Neves, L., Torres, J. K. F., Carvalho, A. F., Perrone, I. T., Silva, P. H. F. (2018). Physico-chemical and compositional analyses and 5-hydroxymethylfurfural concentration as indicators of thermal treatment intensity in experimental dulce de leche. *Journal of Dairy Research*, 16, 1-6.
- Frost, D. J., Lee, S. (2014). The impact of Maillard reaction on food texture and viscosity. *Food Research International*, 65, 27-34.
- Garitta L., Hough G., Sánchez R. (2004). Sensory shelf life of dulce de leche. *J. Dairy Sci.* 87(1), 1601-1607.
- Gaze, L. V., Costa, M. P., Monteiro, M. L. G., Lavorato, J. A. A. Conte Júnior, C. A., Raices, R. S. L. (2015). Dulce de leche, a typical product of Latin America: Characterisation by physicochemical, optical and instrumental methods. *Food Chemistry*, 169 (1), 471- 477.
- Gimenez, A., Ares, G., Gámbaro, A. (2008). Consumer reaction to changes in sensory profile of dulce de leche due to lactose hydrolysis. *International Dairy Journal*, 18 (4), 951-955.

- 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 (1), 195-203.
- Healthline. (2020). Sweetened condensed milk: Nutrition, calories and uses. Erişim adresi: <https://www.healthline.com/nutrition/sweetened-condensed-milk>
- Heldman, D. R., Lund, D. B. (2007). **Handbook of food engineering**. CRC Press: LLC, USA.
- Hentges, D., Silva, D. T., Priscila, A. D, Conceição, R. C. S, Zonta, M. N., Timm, C. D., (2010). Pathogenic microorganism survival in dulce de leche. *Food Control*, 21 (5), 1291-1293.
- Hough, G., Bratchell N., Wakeling, I. (1992). Sensory profiling of dulce de leche, a dairy based confectionary product. *Journal of Sensory Studies* 7, 157-178.
- 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.
- INFOLDIA. (2020). Gıda inovasyon ve yenilikçilik. INFOLDIA. Erişim adresi: <https://www.infoldia.com/blog-detay-419218-Gida-Inovasyon-ve-Yenilikcilik.html>
- Jafary, S. H. (2021). Investigation of changes in antioxidant activities of caramelization products under various time regimes and pH ranges. *International Journal of Food Science and Technology*, 56(6), 2904-2912.
- Jansson, T., Jensen, H. B., Sundekilde, U. K., Clausen, M. R., Eggers, N., Larsen, L. B., Ray, C., Andersen, H. J., Bertram, H. C. (2014). Chemical and proteolysis-derived changes during long-term storage of lactose-hydrolyzed ultrahigh-temperature (UHT) milk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(46), 11270-11278.
- Jing, H., Kitts, D. D. (2002). Hydroxyl scavenging activity of glucose, fructose, and ribose-lysine model Maillard products. *Journal of Food Science*, 64(3), 457-460.
- Kadağan, S. (2015). *Çeşitli sütlü tatlılarda hidrokolloid kullanımı*, Yüksek lisans tezi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye.
- Karaoğlu, E. C., Tarhan, L. (2022). Pistachio (*Pistacia vera* L.) hull samples from Turkey: Phenolic compounds, antioxidant properties, and cytotoxic activities against HeLa, MCF-7, OE-33, and ACC-201 cancer cell lines. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 16(3), 2300-2313.
- Kılıç Bayraktar, M. (2019). **Süt ürünlerinde fenolik bileşiklerin kullanımı: Biyoyararlanım ve bağırsak mikrobiyotasının rolü**. Çizgi Kitabevi: Konya, Türkiye.
- Kokini, J. L., Tsen, J. H. (1987). Rheology of dairy products. *Food Technology*, 41(8), 82-89.
- Kosikowski, F.V. (1982). **Cheese and fermented milk foods**. Published by F.V. Kosikowski and Associates: New York, USA.
- Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A. (2003). **Süt mamülleri muayene ve analiz metotlar rehberi**. 8. Baskı. Atatürk Üniversitesi Yayınları: Erzurum, Türkiye.
- Mahomud, M. S., Haque, M. A., Akhter, N., Asaduzzaman, M. (2020). Effect of milk pH at heating on protein complex formation and ultimate gel properties of free-fat yoghurt. *Journal of Food Science and Technology*. 58(5), 1969-1978.
- 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.

- Malec, L. S., Llosa, R. A., Naranjo, G. B., Vigo, M. S. (2005). Loss of available lysine during processing of different dulce de leche formulations. *International Journal of Dairy Technology*, 58, 3.
- Marin, M., Dinu, M. (2011). Significance and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk and dairy products: A review. *Food Research International*, 44(1), 1-10.
- McDonald, D. B., Murphy, J. G. (2018). The effect of evaporation on the color and texture of dairy products. *Food Chemistry*, 263, 106-113.
- McWatters, K. H., Dyal, M. (2002). The influence of sugar on water activity and microbial stability in dairy-based products. *International Dairy Journal*, 12(6), 451-458.
- Mercan, O. (2022). *Geleneksel süt reçelinin üretim tekniğinin geliştirilmesi (süt reçelinde Ür-Ge)*, Yüksek lisans tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çanakkale, Türkiye.
- Metin, M. (2008). **Süt ve mamülleri analiz yöntemleri**. Ege Üniversitesi Basımevi: İzmir, Türkiye.
- Mistry, V. V., Pulgar, J. B. (1996) Physical and storage properties of high milk protein powder. *Int. Dairy Journal*, 61, 95-203.
- Miao, S., Roos, Y. H. (2013). Interactions between lactose, proteins and minerals in dairy systems: A review. In Y. H. Roos (Ed.), **Lactose: Properties, Food Applications and Health Effects** (pp. 65–90). IntechOpen: Londra, UK.
- Molognoni, L., Valse, A. C., Lorenzetti, A., Daguer, H., Lindner, J. D. D., (2016). Development of a LC–MS/MS method for the simultaneous determination of sorbic acid, natamycin and tylosin in dulce de leche. *Food Chemistry*, 211, 748-756.
- Moreno, L., Smith, R., Chen, Y., Patel, D. (2016). The role of temperature in sugar crystallization during food processing. *Journal of Food Engineering*, 184, 41-47.
- Müller, J., Brunner, M., Kulozik, U. (2017). Influence of sugar types on the rheological properties of dairy products. *Journal of Dairy Science*, 100(3), 2141–2148.
- Nursten, H. E. (2005). **The maillard reaction: Chemistry, biochemistry and implications**. Royal Society of Chemistry: Cambridge, UK.
- Oliveira, M. N., Penna, A. L. B., Garcia, N. H. (2009). Production of evaporated milk, sweetened condensed milk and dulce de leche, (ed. A.Y. Tamime). **Dairy powders and concentrated products**. Chichester, UK.
- Oysun, G. (1987). Ultrafiltrasyon yöntemi ile peynir suyundan elde edilen konsantre proteinin besinlerin zenginleştirilmesinde kullanılması. *Gıda Dergisi*, 12(6).
- Öksüztepe, G., Güran H. Ş., İncili G. K. (2013). Elazığ'da satışa sunulan bazı sütü tatlıların mikrobiyolojik kalitesi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 27 (1), 19-24.
- Öztok, S. (2023). *Endüstriyel olarak üretilen süt reçellerinin bazı özelliklerinin incelenmesi*, Yüksek lisans tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, Van, Türkiye.
- 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, Türkiye.
- Pathare, P. B., Opara, U. L., Al-Said, F. A. J. (2013). Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: A review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(1), 36-60.

- Peker, H., Arslan, S. (2013). Effects of addition of locust bean gum on sensory, chemical and physical properties of low-fat yoghurt. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 11(2), 274-277.
- Ranalli, N., Andres, S. C., Califano, A. N. (2012). Physicochemical and rheological. *Journal of Texture Studies*, 43, 115-123
- Ratti, C. (2001). Hot air and freeze-drying of high-value foods: A review. *Journal of Food Engineering*, 49(4), 311-319.
- Rodríguez, A., Lema, P., Bessio, M. I., Moyna, G., Olivaro, C., Ferreira, F., Panizzolo, L. A. (2021). "Characterization of melanoidins and color development in dulce de leche, a confectionary dairy product with high sucrose content: Evaluation of pH effect, an essential manufacturing process parameter. *Frontiers in nutrition*. 8, Article 746297.
- Rohm, H., Arndt, M. (2008). Fermentation processes for dairy products. *Food Research International*, 41(8), 693-700.
- 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. *Dairy Sci.*, 74, 1497-1502.
- Sabioni J. G., Silva D. O., Pinheiro A. J. R., Borges A. C., Chaves J. B. P. (1984). Control of lactose crystallization in dulce de leche: By *kluveromyces lactis* fermentation. *Dairy Sci.*, 67, 1694-1698.
- Sarı, M. (2020). *Farklı oranlarda eporasyon uygulaması ile aromalı süt reçeli üretimi*, Yüksek lisans tezi. Ankara Fen Bilimleri Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- 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.
- Sulejmani, E., Boran, O. S., Huppertz, T. Hayaloglu, A. A. (2021). Rheology, microstructure and sensory properties of low-fat milk jam: Influence of İnulin type, sucrose content, sodium bicarbonate and calcium chloride. *International Dairy Journal*, 123.
- Surh, Y. J., Tannenbaum, S. R. (1994). Activation of the Maillard reaction product 5-hydroxymethylfurfural to a mutagen by sulfotransferase. *Carcinogenesis*, 15(11), 2375-2377.
- Tetra Pak. (2018). Süt ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için kullanılan yeni teknolojiler. Erişim adresi: <https://www.tetrapak.com/en-us/insights/blog/food-protection/extended-shelf-life-milk>
- Torres, A. P., Oliveira, F. A. R., Silva, C. L. M., Fortuna, S. P. (1994). The influence of pH on the kinetics of acid hydrolysis of sucrose. *Journal of Food Process Engineering*, 17(2), 191-208.
- Tuna, C. (2018). *Farklı meyvelerle zenginleştirilen süt reçellerinin bazı özelliklerinin belirlenmesi*, Yüksek lisans tezi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye.
- Ultramembrane. (2011). Süt ürünleri uygulamaları. Ultramembrane. Erişim adresi: <https://ultramembrane.com/archives/602>
- Yetim H., Ekici L., Sarioğlu K., Öztürk I., Sağdıç O. (2009). Engineering and technologies. *Food Science*, 6, 643-648.
- Yüksel Önur, Z. (2018). Milk jam or dulce de leche: physicochemical characterization. *Gıda*, 43 (6), 1091-1099.

Zimmermann, J. V., Gris, E. F., Chaves, E. S., Prudêncio, E. S., Barreto, P. L. M., Amboni, R. D., 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*, 13, 53-59.



ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Şerdan KIPÇAK

Eğitim Bilgileri

Lisans

Üniversite : Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Fakülte : Mühendislik Fakültesi

Bölüm : Gıda Mühendisliği

Mezuniyet Yılı : 2020





VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih 20/05/2025

Tez Başlığı: Zenginleştirilmiş Süt Reçellerinin Bileşimine Depolamanın Etkisi

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın, kapak sayfası, giriş, ana bölümler ve sonuç bölümlerinden oluşan toplam 80 (seksen) sayfalık kısmına ilişkin, 20/05/2025 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre tezimin benzerlik oranı % 14 (ondört) tür.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit match size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

İmza
20/05/2025

Adı Soyadı: Şerdan KIPÇAK
Öğrenci No: 22910001102
Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği ABD
Programı:
Statüsü: (X) Yüksek lisans () Doktora

DANIŞMAN
UYGUNDUR
Prof. Dr. Yusuf TUNÇTÜRK

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR