



**TC**

**MARDİN ARTUKLU ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**GASTRONOMİ ve MUTFAK SANATLARI ANABİLİM DALI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**LAKTOZSUZ SÜT REÇELİ ÜRETİMİNDE STABİLİZATÖR  
OLARAK NİŞASTA ve PEKTİNİN KULLANIM  
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

**Yeşim ÖZTÜRK**

**Tez Danışmanı**

**Dr. Öğretim Üyesi Ashı ÇELİKEL GÜNGÖR**

**Mardin-2022**

TC  
MARDİN ARTUKLU ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
GASTRONOMİ ve MUTFAK SANATLARI ANABİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

LAKTOZSUZ SÜT REÇELİ ÜRETİMİNDE  
STABİLİZATÖR OLARAK NIŞASTA ve PEKTİNİN  
KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Yeşim ÖZTÜRK

Tez Danışmanı

Dr. Öğretim Üyesi Aslı ÇELİKEL GÜNGÖR

MAÜ.BAP.21.TİO.017

Mardin-2022

**TC**  
**MARDİN ARTUKLU ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**TEZ ONAYI**

Enstitümüzün Gastronomi ve Mutfak Sanatları Anabilim Dalı 19753011 numaralı öğrencisi Yeşim ÖZTÜRK'ün hazırladığı "**Laktosuz Süt Reçeli Üretiminde Bazı Stabilizatörlerin Kullanım Olanaklarının Araştırılması**" başlıklı YÜKSEK LİSANS tezi ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca 20/06/2022 Pazartesi günü saat 13.00'da yapılmış, tezin onayına OY BİRLİĞİYLE karar verilmiştir.

Başkan..... (İmza)

Dr. Öğretim Üyesi Aslı ÇELİKEL GÜNGÖR (Danışman)

Üye ..... (İmza)

Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN

Üye ..... (İmza)

Doç. Dr. Semra GÜRBÜZ

**ONAY**

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun..... tarih ve ..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

...../...../20.....

.....

Enstitü Müdürü

(Unvanı, Adı Soyadı)

## ETİK BEYAN

Mardin Artuklu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgileri etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tez çalışmasının hazırlık, bilgi, belge, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarda bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun davrandığımı,
- Tez çalışmada kullanılan tüm eserlere eksiksiz atıf yaptığımı ve kullanılan tüm eserlere kaynaklar/kaynakçada yer verdiğimi,
- Tez çalışmasının özgün olduğunu,
- Tez çalışmasının Mardin Artuklu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı” ile tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabullendiğimi bildiririm.

İmza

Yeşim ÖZTÜRK

20/06/2022

# ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

## Laktozsuz Süt Reçeli Üretiminde Stabilizatör Olarak Nişasta ve Pektinin Kullanım Olanaklarının Araştırılması

Yeşim ÖZTÜRK

Mardin Artuklu Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Gastronomi ve Mutfak Sanatları Anabilim Dalı

2022: 87 Sayfa

Bu çalışmada süt reçeli üretiminde laktozsuz süt ile stabilizatör olarak nişasta ve pektin kullanımının süt reçelinde HMF, kumluluk sorunun önlenmesi ve laktoz intoleransı olan bireylere yönelik fonksiyonel bir ürün üretimi amaçlanmıştır. Çalışmamızda süt reçeli (kontrol), laktozsuz süt reçeli, nişasta ilaveli laktozsuz süt reçeli ve pektin ilaveli laktozsuz süt reçeli olmak üzere dört adet süt reçeli üretilmiş ve depolama süresince örneklerin fizikokimyasal, tekstürel, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir. Yapılan analizlerde örneklerin pH değerinin  $5.73\pm 0.057$  ile  $6.93\pm 0.057$ , titrasyon asitliği miktarının  $0.36\pm 0.016$  ile  $0.62\pm 0.017$ , kurumadde miktarının  $79.90\pm 2.496$  ile  $80.75\pm 0.212$ , protein miktarlarının  $6.89\pm 0.325$  ile  $7.21\pm 0.332$ , yağ miktarlarının  $6.49\pm 0.276$  ile  $7.85\pm 0.587$ , kül miktarının  $1.67\pm 0.035$  ile  $1.88\pm 0.283$ , HMF değerinin  $58.85\pm 3.097$  ile  $146.48\pm 5.933$ , L değerinin  $28.96\pm 0.297$  ile  $41.43\pm 0.120$ , a\* değerinin  $3.95\pm 0.057$  ile  $13.48\pm 0.099$  ve b\* değerinin  $6.36\pm 0.035$  ile  $20.32\pm 0.014$  arasında olduğu tespit edilmiştir. Laktozsuz süttten üretilen süt reçellerinde laktozun hidrolizine bağlı olarak HMF değerinde yükselme görüldüğü ve bu yükselmenin stabilizör ilavesi ile azaldığı belirlenmiştir. . Tekstür analizi sonucunda en yüksek sertlik (hardness), sakızimsılık (gumminess) ile kohesivilik (cohesiveness) değeri nişasta ilaveli süt reçelinde, esneklik (springiness) ile dış yapışkanlık (adhesiveness) değeri pektin ilaveli süt reçelinde tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik analizde süt reçelerindeki toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayısının  $2.00\pm 0.424$  ile  $4.11\pm 0.523$  ve maya- küf sayısının  $0.00$  ile  $3.52\pm 0.113$  log/kob arasında olduğu saptanmıştır. Süt reçeli örneklerinden depolama süresi boyunca görünüşü, renk, koku, kıvam tat-aroması, şeker yeterliliği ve genel beğeni puanı en yüksek örnek pektin ilaveli laktozsuz süt reçeli olmuştur. Panelistler tarafından depolamanın 30. gününde sadece kontrol örneğinde kumluluk hissinin olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak laktozsuz süttten üretilen reçelin laktoz intoleransı bulunan kişilere yönelik fonksiyonel bir ürün olduğu, laktozsuz süt ve stabilizör kullanımının süt reçeli üretiminde kumluluk sorunun önlenmesinde etkili olduğu ve laktozsuz süt reçeli üretiminde laktozun hidrolizine bağlı olarak HMF miktarında oluşturanartışın stabilizör ilavesi ile azaldığı saptanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Dulce de leche, laktozsuz süt, nişasta, pektin, stabilizatör, süt reçeli

# ABSTRACT

Master Thesis

## Research on the Possibilities to Use Starch and Pectin as Stabilisers in Producing Milk Jam Lactose-Free

Yeşim ÖZTÜRK

Mardin Artuklu University

Institute of Graduate Education

Department of Gastronomy and Culinary

2022: 87 Pages

It is aimed to research the possibilities to use starch and pectin as stabilizers with lactose-free milk in producing milk jam and produce a functional product for persons that have lactose intolerance in this study. We have produced four different milk jam, namely milk jam (control), milk jam lactose-free, starch added milk jam lactose-free, and pectin added milk jam lactose-free in our study and physiochemical, textural, microbiological and sensory properties of the samples were examined throughout their storage. The analyses showed that pH value of the samples ranged between  $5.73 \pm 0.057$  and  $6.93 \pm 0.057$ , titration acidity ranged between  $0.36\% \pm 0.016$  and  $0.62\% \pm 0.017$ , dry matter amount ranged between  $79.90\% \pm 2.496$  and  $80.75\% \pm 0.212$ , protein amounts ranged between  $6.89\% \pm 0.325$  and  $7.21\% \pm 0.332$ , fat amounts ranged between  $6.49\% \pm 0.276$  and  $7.85\% \pm 0.587$ , ash amounts ranged between  $1.67\% \pm 0.035$  and  $1.88\% \pm 0.283$ , HMF value ranged between  $58.85 \pm 3.097$  and  $146.48 \pm 5.933$ , L value ranged between  $28.96 \pm 0.297$  and  $41.43 \pm 0.120$ ,  $a^*$  value ranged between  $3.95 \pm 0.057$  and  $13.48 \pm 0.099$ , and  $b^*$  value ranged between  $6.36 \pm 0.035$  and  $20.32 \pm 0.014$ . It was determined that HMF value has increased due to hydrolysis of lactose milk jams made of lactose-free milk and this increase was reduced by adding stabiliser. Texture analyses showed that starch added milk jam has the highest hardness, gumminess and cohesiveness values whereas pectin added milk jam has the highest springiness and adhesiveness values. Microbiological analyses showed that the number of total aerobic mesophilic bacteria (TAMB) in milk jams ranged between  $2.00 \pm 0.424$  log/kob and  $4.11 \pm 0.523$  log/kob and the number of yeast-ash ranged between  $0.00$  log/kob and  $3.52 \pm 0.113$  log/kob. Pectin added milk jam sample was the sample with highest score of appearance, color, odor, consistency, taste-flavor, sugar sufficiency and overall liking throughout the storage period among all samples of milk jam. Panelists stated that the sensation of sandiness was observed only in the control sample. Consequently, it was found that the milk jam made of lactose-free milk is a functional product for persons with lactose intolerance, use of lactose-free milk and stabiliser in producing milk jam is effective in preventing the occurrence of sandiness problem and the increase in the amounts of HMF in producing milk jam lactose-free due to lactose hydrolysis can be reduced by adding stabiliser.

**Key Words:** Dulce de leche, Lactose-free milk, starch, starch, pectin, milk jam, stabilizer

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitiminin boyunca her konuda yardım ve desteklerini benden esirgemeyen, deneyim ve bilgileri ile bana yol gösteren danışman hocam Dr. Öğretim Üyesi Aslı ÇELİKEL GÜNGÖR'e, beni bu günlere getiren değerli aileme ve tez yazım sürecindeki sabır ve anlayışı için eşim Birhan ÖZTÜRK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



# İÇİNDEKİLER

|  |            |
|--|------------|
| <b>ETİK BEYAN</b> .....  | <b>iii</b> |
| <b>ÖZET</b> .....  | <b>iv</b>  |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | <b>v</b>   |
| <b>TEŞEKKÜR</b> .....  | <b>vi</b>  |
| <b>İÇİNDEKİLER</b> .....                                       | <b>vii</b> |
| <b>TABLolar DİZİNİ</b> .....                                   | <b>x</b>   |
| <b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....                                   | <b>xi</b>  |
| <b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....                    | <b>xii</b> |
| <b>1. GİRİŞ</b> .....  | <b>1</b>   |
| <b>2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE</b> .....                              | <b>4</b>   |
| 2.1. Süt Reçeli.....   | 4          |
| 2.2. Süt Reçeli Üretiminde Meydana Gelen Bazı Değişimler ..... | 6          |
| 2.2.1. Maillard reaksiyonu .....                               | 6          |
| 2.2.1.1. Hidroksimetil furfural .....                          | 7          |
| 2.2.2. Kumluluk .....  | 8          |
| 2.2.2.1 Laktoz hidrolizi.....                                  | 9          |
| 2.3. Laktoz intoleransı .....                                  | 10         |
| 2.4. Araştırmada kullanılan stabilizatörler.....               | 11         |
| 2.4.1. Pektin .....  | 11         |
| 2.4.2. Nişasta.....  | 12         |
| 2.5. Gastronomide Süt Reçelinin Önemi .....                    | 12         |
| 2.6. Süt Reçeli Üzerine Yapılan Çalışmalar .....               | 14         |
| <b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....                             | <b>19</b>  |
| 3.1. Materyal .....  | 19         |
| 3.2. Metod .....   | 19         |
| 3.2.1. Laktozsuz süt üretimi .....                             | 19         |
| 3.2.2.Süt reçeli üretimi.....                                  | 20         |
| 3.2.3. Süte ve diğer bileşenlere uygulanan analizler.....      | 20         |
| 3.2.3.1. pH değeri .....                                       | 20         |
| 3.2.3.2. Titre edilebilir asitlik değeri .....                 | 20         |



|  |           |
|--|-----------|
| 3.2.3.3. Toplam kurumadde değeri .....                               | 21        |
| 3.2.3.4. Protein değeri.....   | 22        |
| 3.2.3.5. Yağ değeri.....   | 23        |
| 3.2.3.6. Kül değeri .....  | 23        |
| 3.2.3.7. Laktoz değeri.....  | 23        |
| 3.2.4. Süt reçeline uygulanan analizler .....                        | 24        |
| 3.2.4.1. Toplam kurumadde değeri .....                               | 24        |
| 3.2.4.2. Titre edilebilir asitlik değeri .....                       | 24        |
| 3.2.4.3. pH değeri .....   | 24        |
| 3.2.4.4. Protein değeri.....   | 24        |
| 3.2.4.5. Yağ değeri.....   | 25        |
| 3.2.4.6. Kül değeri .....  | 25        |
| 3.2.4.7. Süt reçellerinde hidroksimetil furfural değeri.....         | 25        |
| 3.2.4.8. Süt reçeli renk analizi .....                               | 26        |
| 3.2.4.9. Süt reçelinin tekstürel özellikler .....                    | 26        |
| 3.2.4.10. Süt reçellerine uygulanacak mikrobiyolojik analizler ..... | 26        |
| 3.2.4.11. Süt reçellerinin duysal değerlendirmesi.....               | 26        |
| 3.2.5. İstatistiksel analizler .....                                 | 28        |
| <b>4. BULGULAR ve TARTIŞMA .....</b>                                 | <b>29</b> |
| 4.1. Süte ve Diğer Bileşenlere Uygulanan Analizler .....             | 29        |
| 4.2. Süt Reçeline Uygulanan Analizler.....                           | 29        |
| 4.2.1. pH değeri .....   | 29        |
| 4.2.2. Titre edilebilir asitlik değeri .....                         | 32        |
| 4.2.3. Toplam kurumadde değeri .....                                 | 34        |
| 4.2.4. Protein değeri.....   | 35        |
| 4.2.5. Yağ değeri.....   | 35        |
| 4.2.6. Kül değeri .....  | 37        |
| 4.2.7. Süt reçellerinde hidroksimetil furfural değeri.....           | 38        |
| 4.2.8. Süt reçeli renk analizi .....                                 | 41        |
| 4.2.8.1. Süt reçellerinin L değerleri .....                          | 41        |
| 4.2.8.2. Süt reçellerinin a* değerleri.....                          | 43        |
| 4.2.8.3. Süt reçellerinin b* değerleri.....                          | 45        |
| 4.2.9. Süt reçelinin tekstürel özellikleri .....                     | 47        |
| 4.2.9.1. Sertlik (hardness) .....                                    | 47        |
| 4.2.9.2. Esneklik (springiness).....                                 | 49        |
| 4.2.9.3. Dış yapışkanlık (adhesiveness).....                         | 51        |
| 4.2.9.4. Sakızimsılık (gumminess).....                               | 53        |
| 4.2.9.5. Kohesivlik (cohesiveness) .....                             | 55        |
| 4.2.10. Süt Reçellerine uygulanacak mikrobiyolojik analizler .....   | 57        |
| 4.2.10.1. Toplam aerobik mezofilik bakteri.....                      | 57        |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.2.10.2.Maya-küf sayısı.....                         | 59        |
| 4.2.11. Süt reçellerinin duyusal değerlendirmesi..... | 59        |
| 4.2.11.1. Görünüş.....                                | 60        |
| 4.2.11.2. Renk.....                                   | 62        |
| 4.2.11.3.Koku .....                                   | 64        |
| 4.2.11.4. Kıvam.....                                  | 65        |
| 4.2.11.5. Tat-aroma.....                              | 67        |
| 4.2.11.6. Şeker yeterliliği.....                      | 68        |
| 4.2.11.7. Genel beğeni .....                          | 69        |
| <b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER .....</b>                     | <b>72</b> |
| <b>KAYNAKÇA.....</b>                                  | <b>76</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>                                 | <b>88</b> |

## TABLULAR DİZİNİ

|   | <b>Sayfa No</b> |
|---|-----------------|
| <b>Tablo 2.1:</b> Süt reçeli bileşim değerleri .....  | 5               |
| <b>Tablo 3.1:</b> Reçel panel formu .....   | 27              |
| <b>Tablo 4.1:</b> Çiğ inek sütünün bazı fizikokimyasal özellikleri .....                    | 29              |
| <b>Tablo 4.2:</b> Süt reçeli örneklerinin pH değeri .....                                   | 30              |
| <b>Tablo 4.3:</b> Süt reçeli örneklerinin titrasyon asitliği .....                          | 33              |
| <b>Tablo 4.4:</b> Süt reçeli örneklerinin kurumadde değeri .....                            | 34              |
| <b>Tablo 4.5:</b> Süt reçeli örneklerinin protein değeri .....                              | 35              |
| <b>Tablo 4.6:</b> Süt reçeli örneklerinin yağ değeri .....                                  | 36              |
| <b>Tablo 4.7:</b> Süt reçeli örneklerinin kül değeri .....                                  | 37              |
| <b>Tablo 4.8:</b> Süt reçeli örneklerinin HMF değeri .....                                  | 39              |
| <b>Tablo 4.9:</b> Süt reçeli örneklerinin L değeri .....                                    | 42              |
| <b>Tablo 4.10:</b> Süt reçeli örneklerinin a* değeri .....                                  | 43              |
| <b>Tablo 4.11:</b> Süt reçeli örneklerinin b* değeri .....                                  | 45              |
| <b>Tablo 4.12:</b> Süt reçeli örneklerinin sertlik (hardness) değeri (g) .....              | 48              |
| <b>Tablo 4.13:</b> Süt reçeli örneklerinin esneklik (springiness) değeri .....              | 50              |
| <b>Tablo 4.14:</b> Süt reçeli örneklerinin dış yapışkanlık (adhesiveness) değeri (gsn) .... | 52              |
| <b>Tablo 4.15:</b> Süt reçeli örneklerinin sakızimsılık (gumminess) değeri .....            | 54              |
| <b>Tablo 4.16:</b> Süt reçeli örneklerinin cohesiveness değeri .....                        | 56              |
| <b>Tablo 4.17:</b> Süt reçeli örneklerinin toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı .....    | 58              |
| <b>Tablo 4.18:</b> Süt reçeli örneklerinin maya-küf sayısı .....                            | 59              |
| <b>Tablo 4.19:</b> Süt reçeli örneklerinin görünüş puanı .....                              | 61              |
| <b>Tablo 4.20:</b> Süt reçeli örneklerinin renk puanı .....                                 | 63              |
| <b>Tablo 4.21:</b> Süt reçeli örneklerinin koku puanı .....                                 | 64              |
| <b>Tablo 4.22:</b> Süt reçeli örneklerinin kıvam puanı .....                                | 65              |
| <b>Tablo 4.23:</b> Süt reçeli örneklerinin tat- aroma puanı .....                           | 67              |
| <b>Tablo 4.24:</b> Süt reçeli örneklerinin şeker yeterliliği puanı .....                    | 68              |
| <b>Tablo 4.25:</b> Süt reçeli örneklerinin genel beğeni puanı .....                         | 70              |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|  | <b>Sayfa No</b> |
|--|-----------------|
| Şekil 3.1: Süt reçeli üretim akış şeması .....                                   | 22              |
| Şekil 4.1: Süt reçeli örneklerinin pH değeri .....                               | 31              |
| Şekil 4.2: Süt reçeli örneklerinin titrasyon asitliği .....                      | 33              |
| Şekil 4.3: Süt reçeli örneklerinin HMF değeri .....                              | 40              |
| Şekil 4.4: Süt reçeli örneklerinin L değeri.....                                 | 42              |
| Şekil 4.5: Süt reçeli örneklerinin a* değeri .....                               | 44              |
| Şekil 4.6: Süt reçeli örneklerinin b* değeri .....                               | 46              |
| Şekil 4.7: Süt reçeli örneklerinin sertlik (hardness) değeri (g).....            | 49              |
| Şekil 4.8: Süt reçeli örneklerinin esneklik (springiness) değeri .....           | 51              |
| Şekil 4.9: Süt reçeli örneklerinin dış yapışkanlık (adhesiveness) değeri.....    | 53              |
| Şekil 4.10: Süt reçeli örneklerinin sakızimsılık (gumminess) değeri.....         | 55              |
| Şekil 4.11: Süt reçeli örneklerinin cohesiveness değeri .....                    | 57              |
| Şekil 4.12: Süt reçeli örneklerinin toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı..... | 58              |
| Şekil 4.13: Süt reçeli örneklerinin maya-küf sayısı.....                         | 59              |
| Şekil 4.14: Süt reçeli örneklerinin görünüş puanı .....                          | 61              |
| Şekil 4.15: Süt reçeli örneklerinin renk puanı .....                             | 63              |
| Şekil 4.16: Süt reçeli örneklerinin koku puanı .....                             | 65              |
| Şekil 4.17: Süt reçeli örneklerinin kıvam puanı .....                            | 66              |
| Şekil 4.18: Süt reçeli örneklerinin tat-aroma puanı .....                        | 67              |
| Şekil 4.19: Süt reçeli örneklerinin şeker yeterliliği puanı .....                | 69              |
| Şekil 4.20: Süt reçeli örneklerinin genel beğeni puanı .....                     | 70              |

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

| <b>Simge</b>             | <b>Açıklama</b>             |
|--------------------------|-----------------------------|
| <b>mg</b>                | Miligram                    |
| <b>l</b>                 | Litre                       |
| <b>ml</b>                | Mililitre                   |
| <b>g</b>                 | Gram                        |
| <b>sn</b>                | Saniye                      |
| <b>dk</b>                | Dakika                      |
| <b>°C</b>                | Santigrat derece            |
| <b>%</b>                 | Yüzde                       |
| <b>pH</b>                | Aktif asitlik               |
| <b>&lt;</b>              | Küçük                       |
| <b>&gt;</b>              | Büyük                       |
| <b>mg/l</b>              | Miligram/Litre              |
| <b>µmol/l</b>            | Mikromol                    |
| <b>Litre g/ml</b>        | Gram/Mililitre              |
| <b>mg/kg</b>             | Miligram/Kilogram           |
| <b>HMF</b>               | HidroksimetilFurfural       |
| <b>NaHCO<sub>3</sub></b> | Sodyum bi karbonat          |
| <b>NaOH</b>              | Sodyum hidroksit            |
| <b>Mm</b>                | Mikrometre                  |
| <b>TBA</b>               | Tiyobarbütirik asit         |
| <b>TCA</b>               | Trikloroasetik asit         |
| <b>°SH</b>               | Soxhelethenkel derecesi     |
| <b>TSE</b>               | Türk Standartları Enstitüsü |

## 1. GİRİŞ

Süt; protein, yağ, karbonhidrat, vitamin ve mineral maddelerden oluşan hayvansal kaynaklı ideal bir besin maddesidir. İçerdiği faydalı besin öğelerinden dolayı büyüme-gelişme, yaşamın sürdürülebilmesi ve sağlığın korunması için canlıların beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle günlük hayatta özellikle de insan yaşamının çocukluk, gebelik-emzicilik ve yaşlılık evrelerinde en çok ihtiyaç duyulan besin maddeleri süt ve süt ürünleridir (Çakırlar ve Onurlubaş, 2016).

İnsan yaşamı için pek çok önemi bulunan sütü daha uzun ömürlü hale getirebilmek için geçmişten günümüze çeşitli süt ürünleri geliştirilmiştir. Süt teknolojileri ile sütün zengin içeriğinden faydalanmak ve farklı niteliklerde ürünler elde etmek amaçlanmaktadır (Tekinşen, 2000). Akal vd. (2018) yaptıkları çalışmada gıda üretiminde inovasyonun etkisiyle, üreticilerin sürekli artış gösteren talebi karşılayabilmek için yeni süt ürünleri geliştirmeye, üretmeye başladıklarını dile getirmişler ve üretilen ürünlerden bir tanesinin de süt reçeli olduğunu vurgulamışlardır.

Süt reçeli, genellikle Latin Amerika ülkeleri ve İspanya’da yaygın olarak tüketilen konsantre bir süt ürünüdür (Hough vd., 2004; Giménez vd., 2008; Oliveira vd., 2009). Besin değeri oldukça yüksek olan süt reçeli; sütün içerisine şeker ilave edilerek kaynatılması ile sütün içerisindeki suyun buharlaşması sonucu elde edilen koyu kıvamlı bir süt ürünüdür (Tuna ve Arslan, 2015). Birçok tatlının hazırlanmasında temel ürün olarak kullanılan süt reçeli farklı ülkelerde “süt karameli”, “sütlü şekerleme”, “karamel reçeli” olarak adlandırılmaktadır (Ranalli vd., 2011).

Geleneksel olarak süt reçeli sütün içerisine şeker ve sodyum bikarbonat ilave edilerek konsantre hale getirilmesi ile üretilmektedir. Süt reçeli üretiminde ısıl işleme kuru madde içeriğinin %50-80 oranına ulaşması sağlanmaktadır (Önür, 2018). Süt reçelinin fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerini üretimde kullanılan sütün çeşidi, üretim sıcaklığı ve süresi, kullanılan malzeme ile üretim formülasyonu

etkilemektedir (Perrone vd., 2011). Francisquini vd. (2018) geleneksel süt reçelinin karamel renkte ve değişken yoğunlukta olduğunu belirtirken Oliveira vd. (2009) yoğunluğunun homojen kremsiden macun kıvamına kadar değişkenlik gösterdiğini renginin ise açık kremle koyu kahverengi arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Süt reçelinin renk, yoğunluk gibi duysal özelliklerinin farklılık göstermesinde sütün bileşimindeki kuru madde miktarı ve maillard reaksiyonun yoğunluğu etkili olmaktadır (Cebeci, 2020).

Süt reçeline karakteristik rengini ve tadını veren maillard reaksiyonu gıdalarda renk değişikliklerine sebep olan ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonudur. İndirgen şekerler ve amino grupları arasında gerçekleşen maillard reaksiyonun esmerleşme oranı gıdanın bulunduğu ortamın koşullarına bağlı olarak değişmektedir (Burdurlu ve Karadeniz, 2002). Maillard reaksiyonu geleneksel yöntemle ısıl işleme tabi tutulan birçok gıdada arzu edilen lezzet bileşiklerinin oluşumunu sağlamaktadır (Jing ve Kitts, 2004). Sıcaklık ve süre, asitlik ve pH, su aktivitesi ve şekerin yapısı maillard reaksiyonun oluşumunu etkileyen parametreler olarak belirtilmiştir (Cebeci, 2020).

Süt reçeli üretiminde karakteristik rengin oluşmasını sağlayan maillard reaksiyonu aynı zamanda insan sağlığına olumsuz etkileri olan hidroksimetilfurfural (HMF) miktarı açısından önemli bir rol oynamaktadır. İnsan sağlığı üzerine toksik etkileri bulunan HMF, maillard reaksiyonun en önemli bileşiklerinden biridir (Hepsağ ve Hayoğlu, 2017). HMF, çeşitli gıdaların üretimleri sırasında yüksek sıcaklıkta ısıtılmasıyla ortaya çıkmaktadır. Isıl işlem uygulanan ürünün besleyiciliğini azaltmakta, tat ve kokusunda bozulmalara neden olmaktadır (Telatar, 1985: 195).

Süt reçelinin avantajları ve dezavantajları göz önünde bulundurulduğunda; sütten reçel yapımının sütün raf ömrünü uzattığı ve diğer reçel çeşitleri ile kıyaslanınca protein açısından zengin besleyici olması avantaj olarak görülürken, süt reçeli yapımının 3-4 saat sürmesi, reçel üretimindeki ısı-zaman uygulaması lisin kayıplarına sebep olmakta ayrıca depolama sırasında reelde oluşan kumluluk dezavantaj olarak görülmektedir (Malec vd., 2005; Gimenez vd., 2005; Gaze vd., 2015). Süt reçelinin en yaygın kusurlarından biri olan kumluluğa laktoz

kristalizasyonu neden olmaktadır (Hough vd., 1990). Bu kusur tüketiciler üzerinde olumsuz bir etki yaratmakta ve laktoz içeriği azalmadıkça ortadan kalkmamaktadır (Gimenez vd., 2008). Süt reçelinde kumluluğu önlemek ve raf ömrünü uzatmak laktozu hidrolize edilmiş süt kullanılması ürünün duyuşal özelliklerinde değişime sebep olabilmektedir (Istasse, 2002; Martins, 2003).

Süt ve süt ürünlerinin besleyici yönü yüksek olması tüketicilerin tercih sebeplerindedir ancak bazı durumlarda insanlarda sindirim problemlerine sebep olabilmektedir. Laktoz intoleransı, süt veya süt ürünlerinde bulunan bir karbonhidrat çeşidi olan laktozun sindirimi için gerekli laktaz enzimi eksikliği ya da enzim aktivitesinde yetersizlik sonucu laktozun sindirilememesi durumu olarak tanımlanmaktadır (Yıldırım ve Özen, 2017). Laktoz intoleransı oldukça sık görülen metabolik bir gıda rahatsızlığıdır ve dünya nüfusunun yaklaşık %70'i süt ve süt ürünlerini tükettikten sonra rahatsızlık duymaktadır (Demirci, 2012).

Yapılan literatür incelemesinde laktozsuz sütle üretilen ya da kısmi olarak laktozu hidrolize edilmiş süttten üretilen süt reçellerine yönelik çeşitli çalışmalara rastlanmıştır ancak bu çalışmaların sayıları az ve kapsamları kısıtlıdır. Ayrıca süt reçeli ile ilgili daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde laktozsuz sütle üretilen süt reçelinde farklı stabilizatörlerin kullanıma yönelik bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada süt reçeli (kontrol) (A), laktozsuz süt reçeli (B), pektin ilaveli laktozsuz süt reçeli (C), ve nişasta ilaveli laktozsuz süt reçeli (D) olmak üzere dört adet süt reçeli üretilmiş ve depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde fizikokimyasal, tekstürel, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Bu çalışma kapsamında süt reçeli üretiminde laktozsuz süt ve farklı stabilizatörlerin kullanım olanaklarının araştırılması, süt reçelinde HMF, kumluluk sorunun önlenmesine yönelik inceleme yapılması ve laktoz intoleransı olan bireylerin diyetlerine uygun alternatif bir ürün üretimi amaçlanmıştır.



## 2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

### 2.1. Süt Reçeli

İnsan yaşamı için pek çok önemi bulunan süt; protein, yağ, laktoz, enzim, vitamin, mineral, hormon ve immünoglobülin gibi besin öğeleri açısından zengin hayvansal bir gıdadır (Demirci, 2011). Süt ve süt ürünleri yaşamın her evresinde insan beslemesinde önemli bir yer tutmaktadır.

En fazla içme sütü olarak değerlendirilen süt; hacimli ve erken bozulan bir yapıya sahip, nakledilmesi zor olan bir gıda ürünüdür (Uğurlu, 2018). Sütün niteliğini korumak ve dayanıklı hale getirmek için raf ömrü uzun ürünlere işlenerek muhafaza edilmektedir (Üçüncü, 2012). Yoğurt, peynir, krema, dondurma ve tereyağından oluşan süt ürünleri grubuna; çeşitli kullanım alanı olan süt reçeli de dahil olmuştur. Süt reçeli süttten daha besleyici ve daha uzun ömürlü olması nedeniyle endüstriyel alanda ve mutfakta geniş bir kullanım alanına sahiptir (Castro vd., 2013).

Önceleri Latin Amerikalı nüfusunun artması sonucunda Amerika Birleşik Devletleri'nde kahvaltılık ürünlerde, tatlı ve dondurmalarda süt reçeli yaygın olarak kullanılmış, 2000'li yılların başlarında İspanya ve İtalya gibi Avrupa Birliği ülkelerinde tüketimi yaygınlaşmış ve 2008 yılında Fransa'da bir fabrikada süt reçeli üretilmeye ve pazarlanmaya başlamıştır (Zalazar ve Perotti, 2011). Günümüzde tatlı veya şekerleme olarak tüketilen süt reçeli başta Uruguay olmak üzere Arjantin, Meksika ve Brezilya gibi Latin Amerika ülkelerinde geleneksel olarak üretilen bir süt ürünüdür (Pinto, 1979).

Süt reçeli, sakkaroz ilave edilmiş tam yağlı sütün %70 kuru madde içeriğine ulaşana kadar ısıtılma tabi tutulması ile elde edilmektedir (Malec vd., 1999). Genel olarak iki tip süt reçeli bulunmaktadır. Birincisi ev tipi sürülebilir kıvamda ve tatlı olarak tüketilmektedir, ikincisi şekerleme üretimine yönelik viskozitesi daha yüksek sanayi tipi bir üründür (Ares vd., 2006).

Süt reçeli üretimi sırasında ürüne kendine has tat, koku ve rengi veren maillard reaksiyonunu desteklemek ve protein pıhtılaşmasını engellemek için sodyumbikarbonat ilavesi yapılmaktadır (Rizzi, 1994). Mercosur (1996), süt reçeli ile ilgili yaptığı çalışmada kristalizasyonu önlemek için sakkoruzun glikoz şurubu ile değiştirilebileceğini ifade etmiştir. Tam bir standardı olmamakla birlikte genel olarak geleneksel süt reçeli üretimi; kullanılan süte %20 oranında şeker ve %0,1 oranında sodyumbikarbonat ilave edilmesi esasına dayanmaktadır (Moro ve Hough, 1984: 521).

Tatlı veya şekerleme malzemesi olarak kullanılan Brezilya'da süt reçeli ile ilgili birtakım yasal düzenlemeler bulunmaktadır. Bu düzenlemelere göre üretim sırasında 100 litre süt için sakkaroz içeriğinin %30, nişasta içeriğinin maksimum %0,5 ve sakkaroz yerine kullanılan monosakkarit ve disakkarit miktarının maksimum %40 olabileceği belirtilmiştir (Oliveria vd., 2009:). Süt reçelinin kimyasal bileşim değerleri Çizelge 2.1.'de verilmiştir.

**Tablo 2.1:** Süt reçeli bileşim değerleri

| Bileşen/Özellik       | Değer |
|-----------------------|-------|
| Nem %                 | 20.13 |
| Protein(En Düşük) (%) | 5.25  |
| Yağ %                 | 6.73  |
| Karbonhidrat %        | 66.52 |
| Kül (En Düşük) (%)    | 1.37  |
| Enerji (kcal) (100 g) | 343   |
| Enerji (kJ) (100 g)   | 1436  |

**Kaynak:** M.N. Oliveira, A.L.B. Penna ve H. Garcia Nevarez (2009). Production of Evaporated Milk, Sweetened Condensed Milk and 'Dulce de Leche', Dairy Powders and Concentrated Products.

Homojen ve kremamsı bir kıvamda olan süt reçelinin rengi açık kremden-kahverengiye kadar değişkenlik göstermektedir. Genellikle orta ile yoğun derecede tatlı aromadadır. Süt reçelinin bileşimi asidite, renk, tekstür ve aroma özelliklerini belirlemektedir, üründe beğeni ve kaliteyi etkilemektedir (Sarı, 2020).

Aşırı asidite protein pıhtılaşmasına sebep olmaktadır. Bu durum üründe unlu bir doku ve hoş olmayan istenmeyen görünüm oluşturmaktadır. Aynı zamanda aşırı asitlik maillard reaksiyonunu daha yavaş gerçekleştirerek karakteristik rengin oluşumunu engellemektedir (Roca, 2011). Maillard reaksiyonu süt reçeline kendine has bir tat, koku verir, aynı zamanda bu reaksiyonun yoğunluğu ve derecesi süt renk oluşumu açısından önemlidir (Antigo vd., 2017).

## **2.2. Süt Reçeli Üretiminde Meydana Gelen Bazı Değişimler**

### **2.2.1. Maillard reaksiyonu**

Askorbik asit degradasyonu, karamelizasyon ve maillard reaksiyonu gıdalarda görülen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarıdır. Maillard reaksiyonu indirgen şekerlerin aldehit ve keton grupları arasında gerçekleşen bir dizi kompleks reaksiyonlardır (Akpınar, 2000). Aynı zamanda bu reaksiyon indirgen şekerlerin aminoasitler, peptidler ve proteinler ile reaksiyona girerek melanoidinlerin oluşması şeklinde tanımlanmaktadır (Demirci, 2014). Maillard reaksiyonu gıdalarda arzu edilen ya da arzu edilmeyen lezzet, aroma gibi özellikler ile renk oluşumundan sorumludur (Masatcıoğlu, 2013). Isıl işlem gören ve depolanan ürünlerde daha sık gözlenen maillard reaksiyonu; ilk maillard reaksiyonları, ileri maillard reaksiyonları ve son maillard reaksiyonları olmak üzere üç aşamada gerçekleşmektedir (Mauron, 1981).

İndirgen şekerlerin karboksil grubu ile bir amino grubu arasındaki reaksiyonla başlayan maillard reaksiyonunun ilk aşamasında su açığa çıkmakta ve glikozilamin oluşmaktadır (Yıldız, 2010). Bu aşamada renk ve lezzette herhangi bir değişiklik görülmemekte fakat lizin kayıplarından dolayı besin kaybı oluşmaktadır (Burdurlu, 2002). Bu arada aldozlar ketozlara dönüşerek amadori bileşiği oluşmaktadır. İleri seviye olarak adlandırılan ikinci aşamada amadori bileşiği parçalanmaktadır (Metin, 2013). Şeker fragmentasyonu ve amino asit degradasyonunun gerçekleştiği aşamada renk değişimlerinin başladığı görülmektedir (Jing ve Kitts, 2004; Yıldız 2010). Maillard reaksiyonunun son aşaması olan üçüncü fazda melanoidin denilen kahverengi pigmentler ve aroma bileşikler oluşmaktadır (Demirci, 2014: 33).

Tüketici tercihlerini önemli ölçüde belirleyen maillard reaksiyonu gıdalarda çeşitli şekillerde kendini göstermektedir. Bunlar, tat oluşumu, tatta bozulma, renk oluşumu, renksizleşme, antioksidant bileşiklerin oluşumu ve toksik bileşiklerin oluşumu şeklinde belirtilmektedir (Ames,1998; Akpınar, 2000). Balığın kızartılması, malt ekstratı yapımı, ekmek kabuğunun kızarması ve kahvenin kavrulmasında arzu edilen bir durumken, meyve suyu, sterilize süt ve süt tozu üretiminde ise arzu edilmeyen bir durumdur (Demirci, 2014). Ayrıca maillard reaksiyonu gıdaların işleme ve depolama aşamalarında proteinlerin bozulmasına neden olmaktadır. Proteinlerin sindirilebilirliği, amino asit biyo-yararlılığı azalarak üründe besinsel kayıplar görülmektedir (Malec, 2002).

Demirci (2014) sıcaklık ve süre, asitlik ve pH, su aktivitesi ve şekerin yapısının maillard reaksiyonunu etkileyen parametreler olduğunu belirtmiştir. Sıcaklık ve süre ile ilgili yapılan araştırmalarda; sıcaklığın artmasıyla reaksiyon hızının arttığı ve her 10 °C sıcaklık artışında reaksiyon hızının 3-4 katına çıktığı tespit edilmiştir (Toribio ve Lozano, 1984). Depolama süresinin artmasına bağlı olarak esmerleşmenin arttığı görülmektedir (Toribio vd. 1984).

Maillard reaksiyonunda düşük pH değerinin reaksiyon hızını yavaşlattığı, yüksek pH değerinin ise reaksiyon hızını arttırdığı belirtilirken, asidik çözeltilerde reaksiyonun daha yavaş ilerlediği tespit edilmiştir (Daniel ve Whistler, 1985; Morrissey, 1989).

Maillard reaksiyonunda yüksek su aktivitesinin esmerleşme reaksiyonunu yavaşlattığı, düşük su aktivitesinin ise viskoziteyi arttırdığı ve reaksiyonu yavaşlattığı bildirilmektedir (Buera vd. 1987).

Maillard reaksiyonu süt reçeli üretiminde renk gelişimi ve aromadan sorumludur. Renk ve aroma tüketici tercihlerini önemli derecede etkileyen kritik kalite parametreleridir (Ferreira, 2019).

### **2.2.1.1.Hidroksimetilfurfural**

Hidroksimetilfurfural (HMF) karamelizasyon ve maillard reaksiyonlarının ortak ürünüdür. Hidroksimetilfurfural karbonhidrat bakımından zengin ürünlerin ısı

işlemi ve depolanması sırasında sıcaklığa bağlı olarak şekerin dehidrasyonu sonucu ortaya çıkan bir bileşiktir. Kanserojen ve genotoksik risk içeren HMF, gıda ürünleri için önemli bir kalite parametresidir (Kızılırmak, 2020).

Hidroksimetilfurfural'ın insan sağlığı üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda, deri, göz, mukoza ve solunum sistemine karşı tahriş edici etki gösterdiği belirtilmiştir. Galceran vd. (2011) fareler üzerinde yaptıkları araştırmada HMF'yi mutasyon başlatıcı olarak tanımlamıştır. Ratlar ile yapılan bir diğer çalışmada ise böbrek zehirlenmesi ve kolon kanseri durumlarını hızlandırdığı tespit edilen HMF'nin insanlarda daha çarpıcı sonuçlara neden olabileceği düşünülmektedir (Civelek, 2021).

Sütün bileşimindeki HMF oranının araştırıldığı bir araştırmada manda sütü, inek sütü, keçi sütü ve koyun sütünün içeriği incelenmiştir. En yüksek HMF içeriğinin laktoz oranı en yüksek olan manda sütünde, en düşük HMF içeriğinin ise laktoz oranı en düşük olan keçi sütünde olduğu saptanmıştır (Rehman vd., 2000).

### **2.2.2. Kumluluk**

Süt reçeli üretimi ve depolanmasında stabilizasyonu sağlamak için laktozun fiziksel özellikleri kritik bir öneme sahiptir. Laktozun kristalleşmesi süt reçelinin işlenmesi ve yüksek kalitede ürün elde etmek için çok önemlidir. Konsantre süt üretimi, dondurma ve süt tozu üretiminde laktozun büyük kristalli yapıda olması ürüne kumlu bir yapı kazandırmaktadır (Yetişemeyen ve Eren, 2009). Bu durum üründe kalite kaybına sebep olmaktadır ve raf ömrünü kısaltmaktadır.

Süt reçelindeki kumluluk yüksek konsantrasyondaki laktozdan kaynaklanmaktadır. Üretimde kullanılan ve çay şekeri olarak da adlandırılan sakarozun varlığı üründe doymuş bir çözelti halinde bulunan laktozun çözünürlüğünü azaltmaktadır. Laktoz kristalizasyonunun neden olduğu kumluluk tüketici tarafından ürünün kabul görmemesine sebep olmaktadır (Gimenez vd., 2008). Kumluluğu önlemek için laktoz içeriğinin azaltılması gerekmektedir (Hough vd., 1990).

Günümüzde süt reçeli ve yoğunlaştırılmış süt gibi benzer bileşime sahip ürünlerde sütün laktoz içeriğini düşürmek ve kumluluk kusurunu önlemek için çeşitli

teknolojik yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden biri de laktozu hidrolize etmek için  $\beta$ -galaktosidaz enzimi kullanımınıdır.

### **2.2.2.1. Laktoz hidrolizi**

Laktoz, süt ve süt ürünlerinde bulunan ve sadece memeli canlılar tarafından sentezlenen bir karbonhidrat çeşididir. Ticari ismi süt şekeri olan laktoz; glikoz ve galaktozun aralarında glikozit bağı ile bağlanmaları sonucu oluşan bir disakkarittir. İnek sütünde yaklaşık % 4.5 ve anne sütünde ise % 7 oranında laktoz bulunmaktadır (Akın vd., 2012). Laktozun galaktoz ve glukozu parçalanması sonucunda meydana gelen laktik asit bağırsak florasını geliştirici etki ederek istenmeyen mikroorganizmaların gelişimini engellemektedir (Akgül, 2010). Ayrıca laktoz küçük bebeklerin enerji ihtiyacını karşılamakla birlikte, kalsiyum ve fosforun daha iyi emilmesini sağlayarak kemik ve diş oluşumunda önemli rol oynamaktadır (Akın vd., 2012; Akgül, 2010).

Laktoz ince bağırsakta laktaz enzimi yardımı ile hidrolize uğrayarak glikoz ve galaktoza ayrılmaktadır. Bazı insanlarda düşük laktaz aktivitesi olması durumunda laktoz sindirilememekte ve çeşitli gastrointestinal rahatsızlıklar oluşmaktadır (Küçüköner ve Tarakçı, 2005). Laktozun kristalizasyonu sonucu oluşan kumlu yapıyı önlemek ve laktozu daha kolay sindirilebilir ürünlere dönüştürmek için laktoz hidrolizi gerçekleştirilmektedir (Demirhan, 2007; Numanoğlu ve Sungur, 2004).

Laktoz hidrolizi asidik ve enzimatik olmak üzere iki yöntemle oluşmaktadır. Enzimatik hidroliz; bitki, mikroorganizma, hayvanlarda bulunan  $\beta$ -galaktosidaz enzimi ile meydana gelmektedir (Büdüş, 2019).  $\beta$ -galaktosidaz laktozdaki glikozit bağı hidrolizini katalize ederek glukoz ve galaktozun oluşumunu sağlamaktadır (Alagöz, 2007).  $\beta$ -galaktosidaz, süt endüstrisinde tatlılığı geliştirmek, kristalizasyonu engellemek ve laktoz intoleransı olan kişiler için düşük laktoz içerikli ürün üretmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Büdüş, 2019). Asit ile yapılan laktoz hidrolizlerinde süt ve süt ürünlerinin renk, koku ve tatlarında değişimler görülebilmektedir. Örneğin enzimatik yöntemle yapılan hidrolizde sütün tatlılığı değişerek 4 katına çıkmaktadır ve besin değerinde herhangi bir değişim olmamaktadır (Akgül Taner, 2021).

### 2.3. Laktoz İntoleransı

Laktoz intoleransı, süt veya süt ürünlerinde bulunan bir karbonhidrat çeşidi olan laktozun sindirimi için gerekli laktaz enzimi eksikliği ya da enzim aktivitesinde yetersizlik sonucu laktozun sindirilememesi durumu olarak tanımlanmaktadır (Yıldırım ve Özen, 2017). Laktoz intoleransı oldukça sık görülen metabolik bir gıda rahatsızlığıdır ve dünya nüfusunun yaklaşık %70'i süt ve süt ürünlerini tükettikten sonra rahatsızlık duymaktadır (Demirci, 2012). Laktoz intoleranslı bireylerde laktoz ince bağırsakta hidrolize olmayarak osmotik basınç oluşturmaktadır. Bu basınç, sindirim bozukluklarına, gaz oluşmasına, diare ve bulantıya sebep olmaktadır (Bayhan ve Yenür, 1993).

Laktozun  $\beta$ -galaktosidaz enzimi eksikliği sebebi ile glukoz ve galaktoza parçalanamaması kişide hayati bir problem yaratmasa bile yaşam kalitesinde ciddi düşüklüğe ve strese sebep olmaktadır. Süt ve süt ürünleri gibi içeriğinde laktoz bulunan gıdalar tüketildikten yarım saat ile iki saat arasında semptomlar görülmeye başlamaktadır (Yerlikaya ve Karagözlü, 2008). Semptomların şiddeti alınan laktoz miktarına, diyetle birlikte tüketilen diğer gıdalara ve kişinin direncine göre farklılık göstermektedir (Aksoy ve Baysal, 2002). Yerlikakaya ve Karagözlü (2008) laktoz intoleransı olan bireylerin süt yerine fermente süt ürünleri tükettiklerinde daha az semptom gösterdiklerini belirtmiştir.

Laktoz intoleransı semptomlarının şiddetini birçok faktör etkilemektedir. Örneğin etnik köken ve yaş en önemli faktörlerden biridir. Asyalılar, Kızılderiler, Güney Amerika ve Hint gruplarında yüksek düzeyde intolerans görülürken, Avrupalılarda orta düzeyde; İskandinav, Almanlar ve Avustralya yerlilerinde düşük düzeyde intolerans görülmektedir (Korukluoğlu, 1999). Ayrıca laktaz enzim aktivesi yaşa bağlı olarak düşmekte ve yaşa bağlı olarak laktoz sindirim problemleri yaşanmaktadır (Yücemen, 1993).

Kırdar (2009)  $\beta$ -galaktosidaz enzimi ile ilgili ortaya çıkan problemlerin laktaz enziminin doğuştan bireyde var olmaması ya da erken yaşlardan itibaren süt tüketme alışkanlığının azalmasına bağlı olarak ince bağırsakta laktaz enzimin yeterli düzeyde bulunmamasından kaynaklandığını belirtmiştir. Birincil laktaz enzimi eksikliği

doğumdan hemen sonra gelişerek genetik faktörlere bağlı iken, ikincil laktaz enzimi eksikliği sindirim sistemi hastalıkları ve beslenme bozukluklarından kaynaklanmaktadır (Paige vd., 1975; Flatz vd., 1988).

Laktoz intoleransı olan bireylerde tedavisinde amaç diyetle alınan laktoz miktarını azaltmak olmaktadır. Diyetin örüntüsü oluşturulurken; laktoz içeren besinlerin diyetten çıkarılması, düşük laktoz içeren gıdaların tüketilmesi, laktoz içeren besinlerle birlikte laktaz enzimi tüketilmesi gibi durumlar dikkate alınmaktadır. Süt ve süt ürünleri laktozun doğal kaynağıdır. Süt ürünü grubuna girmeyen pasta süsleme tozları, kahve kreması, hazır çorbalar ve kahvaltılık gevreklerle laktoz ilave edilmektedir (Swagerty, 2002). Bu nedenle şiddetli semptom gösteren kişilere bu gıdaların laktoz içerdiğine dair bildirim yapılmalıdır.

#### **2.1.4. Araştırmada kullanılan stabilizatörler**

Hidrokolloid veya zamk (sakız, gam) gibi isimlerle de bilinen stabilizatörler; ürünün yapı, görünüm, kıvam gibi kalite özelliklerini düzenlemek ve raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılan gıda katkı maddeleridir (Demir, 2001; Gürsoy ve Balaban, 2009). Gıda sanayinde kullanılan önemli stabilizatörler; kitre zamkı, gatti zamkı, kareya zamkı, arap zamkı, guar zamkı, agar, keçiyoynuzu zamkı, karragen, alginik asit, metil selüloz, pektin, ksantan gam, jelatin ve nişastadır.

##### **2.1.4.1. Pektin**

Pektin; jel oluşturma özelliğinden yararlanılan bir katkı maddesidir. Kompleks yapıya sahip bir polisakkarit olan pektinler koloidal niteliktedir. (Açıkgöz ve Poyraz, 2006). Bitkilerin birincil ve ikincil hücre duvarı olan orta lamellasında doğal olarak bulunmakta ve bitkiye mekaniksel bir dayanıklılık kazandırmaktadır (Türken Akçay, 2021; Özdemir vd., 2021).

Ticari olarak pektin meyve suyu üretiminde kullanılan greylift, limon, portakal, mandalina kabuğu ve elma posasından üretilmektedir. Ayçiçeği tablası, şeker pancarı küspesi gibi tarımsal endüstri atıkları ile nar kabukları, havuç posası ve domates kabuğu atıkları pektin üretimi için alternatif kaynak olarak gösterilmektedir (Özdemir vd., 2021). Açık renkli ve suda iyi çözünen pektinin ekstraksiyon işlemi,



elde edildiği ham madde ve esterleşme derecesi fiziko-kimyasal ve fonksiyonel özelliklerinde değişkenliğe sebep olmaktadır (Türken Akçay, 2021).

Pektin gıda sanayinde jelleştirici, emülgatör, kıvam verici ve stabilizatör olarak kullanılmaktadır (Demirci, 2012). Gıda katkı maddesi olarak pektin E440 koduyla içecek ve dondurma stabilizasyonunda, meyve suyu ve şarabın durultulmasında, mayonez, salça ve salata soslarında kıvam verme gibi çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır.

#### **2.1.4.2. Nişasta**

Nişasta bitkilerin tohum, yumru ve köklerinde depo edilmiş şekilde bulunan bir polisakkarittir. Önemli bir enerji kaynağı olan nişastalar tatsız, kokusuz ve beyaz toz görünümündedir. Nişasta gıdaların tekstür, lezzet, viskozite ve raf ömrü stabilitesini geliştirme gibi amaçlarla kullanılmaktadır (Demirci, 2012).

Endüstriyel olarak 19. yüzyılda üretimi başlayan nişasta, geniş ve önemli bir kullanım alanına sahiptir (Nargül, 2019). Gıda endüstrisinde stabilizatör, kalınlaştırıcı, jelleştirici ve yağ ikame edici olarak kullanılan nişastanın başlıca ticari kaynakları mısır, patates, buğday ve tapiyokadır (Güzel, 2009).

Nişastanın moleküler yapısı ve şekli, lipid ve protein oranı, amiloz/amilopektin seviyesi nişastanın fonksiyonel özelliklerini oluşturmakta ve endüstriyel kullanım alanlarını belirlemektedir (Demirci, 2012; Nargül, 2019). Soğuk suda şişme ve şişmeye dayanıklılık, viskozite, renk, jel yapısı vb. fonksiyonel özellikleri arasında yer almaktadır.

#### **2.5. Gastronomide süt reçelinin önemi**

Gastronomi insan ve toplum hayatı içinde önemli bir yere sahip olan yeme-içme faaliyetinin bilim ve sanat yönüyle incelenmesi olarak açıklanabilir (Özbay, 2017). Berg vd. (2003) yaptıkları çalışmada gastronominin yemek malzemelerinin seçilmesi, hazırlanması, sunulması süreci ve güzel yemekten zevk alma sanatı olduğunu vurgulamaktadırlar. Gastronomi ile ilgili yapılan bir başka tanımda ise iyi

yemek yeme merakı, sağlık için faydalı, iyi planlanmış, hoş ve lezzetli mutfak, yemek düzeni ve sistemi olarak açıklanmaktadır (Belge, 2008).

Günümüzde en fazla değişim gösteren sektörlerden biri olan yiyecek-içecek endüstrisinin hızla değişimini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bunların başında tüketici ile ilgili faktörler (sağlık, inanç vb.), çevresel faktörler, etik hususlar, duyuşsal özellikler (tat, koku, zevk, renk) ve teknolojik faktörler gelmektedir. Gıda sektörünün ve bilimsel çevrelerin yeni trendi, besleyici ve sağlıklı olmalarının yanında bazı hastalık risklerini de önleyen gıda temini eğilimidir. (Vural, 2004). Tüm sektörlerde olduğu gibi gastronomi sektörü de inovatif hareketlerden etkilenmektedir. İnovasyon, yenileme ve değiştirme süreci olarak adlandırılmaktadır. Gastronomi sektöründe inovasyon hareketleri ile daha ucuz muadil malzemeler bulmak, ürünlerin maliyet etkinliğini arttırmak, yenilikçi ve sağlıklı yiyecekler hazırlamak amaçlanmaktadır (Güzel, 2009).

İnsan beslenmesinin temel gıda maddelerinden biri olan sütün özelliklerinden gastronomik açıdan daha fazla faydalanabilmek için farklı ürünlerden yararlanmak önem taşımaktadır. Bu ürünlerden biri olan süt reçeli şekerli koyulaştırılmış bir süt ürünüdür ve son yıllarda ülkemizde popülaritesi artmış ve üretimi yaygınlaşmıştır.

Besleyici değeri yüksek olması sebebi ile süt, günlük diyetimizde önde gelen besin maddelerinden biridir. Süt reçeli üretimi ile çabuk bozulan sütün raf ömrü uzatılmakta ve aynı zamanda katma değeri yüksek bir ürün elde edilmektedir. Süt reçeli çeşitli meyve ve sebzelerden üretilen diğer reçel türleri ile kıyaslandığında enerji içeriği ve besin değeri yüksek bir üründür. Bununla birlikte diğer reçel türleri genel olarak kahvaltılık bir ürün olarak tüketilmekte iken süt reçeli gastronomik bir ürün olarak çeşni maddesi, tatlı, şekerleme, fırın ürünleri için dolgu maddesi, dondurma teknolojisinde dondurma ve meyvelerin üzerine sürülebilen sos olmak üzere geniş bir kullanım alanı vardır (Ares, Giménez ve Gámbaro, 2006; Malec vd., 1999; Malec vd., 2005; Oliveira vd., 2009; Silva vd., 2015).

## 2.6. Süt Reçeli Üzerine Yapılan Çalışmalar

Yapılan literatür incelemesinde süt reçeli üretimine yönelik çeşitli çalışmalara rastlanmıştır. Sabioni vd. (1984) *Kluyveromyceslactis* kullanarak sütteki laktozu hidrolize ederek 5 farklı karışım hazırlanmış ve süt reçeli üretimi yapmışlardır. Üretilen süt reçelleri 120 gün boyunca oda sıcaklığında depolanarak duyuşal teste tabi tutulmuştur. Panelistlerin depolama boyunca kontrol örneği (laktozu hidrolize edilmemiş) hariç diğer örneklere laktoz kristalizasyonu tespit etmediğini bildirmişlerdir.

Zimmermann vd. (2007) çalışmalarında ksantam gam ve peynir altı suyu proteini ilavesinin süt reçelinin fizikokimyasal ve reolojik özellikleri ile duyuşal kabul edilebilirlikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada elde edilen iki farklı formülasyonlu süt reçellerinin kurumadde değerleri %64.11-71.78, yağ değerleri %6.88-7.26, protein değerleri %8.78-9.23, karbonhidrat değerleri %54.09-45.57 kül değerleri %1.84- 2.05 aralığında olduğu ve şeker miktarı artan örneklere, viskozite ve tutarlılık endeksinde ortalama bir artış olduğu belirtilmiştir. Ayrıca süt reçelinin duyuşal olarak kabul edilebilir nitelikte olduğunu ve düşük sakkaroz içeriğine sahip yeni ürünler elde edilebileceği ifade edilmiştir.

Gimenez vd. (2007) laktoz hidrolizinin süt reçelinin duyuşal özellikleri üzerine etkisini ve tüketicilerin genel kabul edilebilirliklerini araştırmışlardır. Laktoz hidrolizinin süt reçellerinin duyuşal özelliklerinde, lezzet ve dokusunda belirgin değişikliklere neden olarak, tüketicinin genel olarak kabul edilebilirliğinde ve ürünü satın alma niyetinde bir azalmaya yol açtığını belirtmişlerdir.

Ferraira vd. (2011) farklı oranlarda peynir altı suyu ve kahve ilavesinin süt reçelinin tesktürel ve duyuşal özellikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Yapılan duyuşal analiz sonucunda %10 peynir altı suyu ve %1 kahve içeren süt reçeli örneğin panelistler tarafından en beğenilen örnek olduğu belirtilmiştir.

Yapılan bir çalışmada süt reçeli üretiminde sakkaroz yerine sükruloz ve polidekstroz ilave edilerek düşük kalorili diyet süt reçeli üretimi gerçekleştirilmiştir (Guimarães vd., 2012). Çalışmada polidekstroz ilavesinin, nem ve su aktivitesinde

artıŖa, kül ve çözüner katı içeriklerinde azalmaya yol açtığı fakat sukraloz ve polidekstroz içeren formülasyonların kül, asit ve lif içeriğini arttırdığı bildirilmiŖtir.

Castro vd. (2013) farklı oranlarda keçi sütü ve inek sütü kullanımının süt reçelinin fiziksel ve duyuŖal özellikleri üzerine etkisini incelemiŖlerdir. Keçi sütü içeren örneklerin diğer formülasyonlara göre daha yüksek briks değerinde kıvam aldığı ifade edilmiŖtir. Depolama süresi arttıka yüksek oranda keçi sütü içeren süt reçellerinin pH değerinde azalma meydana geldiği bildirilmiŖtir. Tamamen inek sütü ile üretilen örneklerin daha yüksek sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerine sahip olduğu bulunmuŖtur.

Manda sütü ve hindistan cevizi rendesi ilave edilerek üretilen süt reçelinin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuŖal özellikleri incelenmiŖtir (Barroso vd., 2013). Yapılan analizler sonucunda elde edilen ürünün fizikokimyasal özelliklerinin standartlara uygun duyuŖal özelliklerinin ise kabul edilebilir niteliklerde olduğu saptanmıŖtır. Süt reçeli örneklerinde mikrobiyolojik analizler neticesinde mikrobiyolojik olarak herhangi bir problem tespit edilmemiŖtir.

Silva vd. (2015) mısır ve cassava niŖastası ilavesinin süt reçelinin viskozite, kimyasal bileŖimi, rengi, dokusu ve raf ömrüne etkisini araŖtırmıŖlardır. Süt reçeli örneklerinin pH değeri 5.85-6.32, kurumadde miktarı % 66.26-69.88, yağ miktarı % 6.1-7.4, protein miktarı % 6.9-7.2, kül miktarı % 1.74-1.80 ve toplam Ŗeker içeriği % 50.92-53.74 aralığında olduğunu ifade etmiŖlerdir. Süt reçeli üretiminde niŖasta kullanımının ürünün fizikokimyasal ve duyuŖal özellikleri üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olmadığı ve laktoz kristalizasyonunu kontrol etmeye yardımcı olduğunu bildirmişlerdir.

Antigo vd. (2017) karanfil sapı ve tarçın yağı karışımı ilave edilerek elde edilen süt reçellerinin lipit oksidasyonu, mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal ve duyuŖal özelliklerini araŖtırmıŖlardır. Depolama süresi boyunca yapılan analizler sonucunda karanfil sapı ve tarçın yağı karışımı içeren süt reçeli örneklerinin süt reçeli ile benzer doku, renk ve mikrobiyal özelliklere sahip olduğunu tespit etmiŖlerdir. Elde edilen süt reçellerinin endüstriyel olarak üretilebilir ve pazarlanabilir özellikte olduğu bildirilmiŖtir.

Akal vd. (2018) yaptıkları araştırmada farklı oranlarda (%10, %15 ve %20) şeker ilavesi kullanılarak üretilen süt reçellerinin fizikokimyasal ve duyusal özelliklerini incelemişlerdir. Yapılan bu araştırmada reçellerin protein içeriğinin %7.51-10.60, yağ içeriğinin %2.60-5.63, kül içeriğinin %1.40-2.58 ve nem değerinin %14.29-34.68 aralığında olduğunu tespit etmişlerdir. Depolamanın sonunda pH değeri 6.17-6.23 titrasyon asitliği 14.60-25.50 (°SH) arasında olduğu belirlenmiştir.

Tuna (2018) çalışmasında farklı meyvelerle zenginleştirilen süt reçellerinin fizikokimyasal, tekstürel ve duyusal özelliklerini araştırmıştır. Üretimde kullanılan meyveler, üretim yöntemlerinin farklılığı, meyvelerin eklenme oranı ve ekleme zamanınsüt reçellerinin farklı özelliklerde olmasına neden olduğunu belirlemiştir. Yapılan analizler sonucunda süt reçellerinin briks değerlerinin % 59-78, nem içeriklerinin % 12.45-48.80, pH değerlerinin 5.50-6.37, yağ içeriklerinin % 0.5-7.9 ve protein içeriklerinin % 2.10- 12.51 olduğunu belirlemiştir.

Farklı laktoz hidroliz seviyeleri, başlangıç pH'sı ve sakkaroz ilavesinin süt reçellerinin maillard reaksiyonu gelişimine, dokusuna ve besleyici özelliklerine etkisi incelenmiştir. Yüksek laktoz hidrolizi seviyesi ve yüksek başlangıç pH'sı ürünün parlaklık değerini azalttığı fakat maillard reaksiyonu gelişimi ve toplam HMF miktarını arttırdığı saptanmıştır (Francisquini vd., 2019).

Cebeci (2020) çalışmasında farklı süt kombinasyonlarının süt reçeli üzerine etkisini incelemiştir. Üretimde kullanılan sütlerin farklılığı, sütlerin eklenme oranlarının süt reçellerinin farklı özelliklerde olmasına neden olduğunu ifade etmiştir. Yapılan analizler sonucunda süt reçellerinin kurumadde miktarının % 67.12 ile % 89.4, briks değerleri % 65.00 ile % 81.00, pH değerleri 6.21 ile 6.5, titrasyon asitliği miktarının %0.13 ile % 0.49, kül değerleri %1.81 ile % 2.21, aralığında olduğu bulunmuştur.

Süt reçeline fonksiyonel bir özellik kazandırmak için üretimde inülin ve ksilooligosakkarit kullanılmış ve kalite parametreleri incelenmiştir (Balthazar vd., 2020). Yapılan analizler sonucunda ürüne ilave edilen prebiyotik bileşenlerin ürüne daha sıkı, yapışkan ve sakızlı bir doku kazandırdığı tespit edilmiştir. Prebiyotik

bileşen içeren formülasyonların HMF değerinin daha düşük olduğu ve depolama süresi boyunca daha az laktoz kristalizasyonu gelişimi gösterdiği saptanmıştır.

Farklı oranlarda evaporasyon uygulanması ile aromalı süt reçeli üretimi gerçekleştirilmiş ve süt reçellerinin fizikokimyasal, duyuusal ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiştir (Sarı, 2020). Yapılan analizler sonucunda süt reçeli örneklerinin depolama süresince kimyasal özelliklerinde çok fazla bir değişim gözlenmediği ancak HMF değerlerinin geleneksel yöntemle üretilen süt reçeli örneklerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Tam yağlı süt, yağsız süt ve laktozsuz yağsız süt kullanılarak farklı işlem sıcaklıklarında (110°C, 120°C ve 130°C) sakkaroz ilavesi ile süt reçeli üretimi yapılmıştır (Rodríguez vd., 2021). Bunlara ek olarak %50 sakkaroz, %50 tagatoz ilavesi ile alternatif bir formülasyon tasarlanmıştır. Düşük üretim sıcaklığı ve laktozsuz süt kullanılan formülasyonun süt reçelindeki HMF miktarını %35 azalttığı belirtilmiştir. Ayrıca %50 sakkaroz,% 50 tagatoz kullanımının süt reçelindeki HMF oluşumunu %80'e azalttığı ifade edilmiştir.

Akpınar vd. (2021) süt reçeline fonksiyonel özellik kazandırmak için probiyotik ve %8 oranında fındık ezmesi ile muz püresi ilave etmişlerdir. Depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde süt reçeli örneklerinin fiziksel, kimyasal, duyuusal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmişlerdir. Prebiyotik kaynağı olarak fındık ezmesi ilavesinin süt reçeli örneklerindeki probiyotiklerin canlılığına katkı sağladığını belirtmişlerdir. Fındık ezmesi eklenmiş formülasyonların en yüksek genel beğeni puanı aldığını ve ürünlerin kabul edilebilirliğini ve tüketilebilirliğini arttırdığını ifade etmişlerdir.

Sulejmani vd. (2021) az yağlı süt reçeli üretiminde iki tip inülin, sükroz, sodyum bikarbonat ve kalsiyum ilavesinin ürünün bileşim, renk, reolojik ve duyuusal özellikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. İki ünilin tipinin süt reçelleri üzerinde benzer etkiye sahip olduğu fakat kalsiyum ilavesinin süt reçelinin daha sıkı bir doku kazanmasına dolayısıyla ürünün akışkanlığında azalmaya neden olduğu ifade etmişlerdir. Süt reçellerinin sükroz içeriği azaldıkça titre edilebilir asitliğin azaldığı ancak kül değeri ile L, a\* ve b\* değerlerinin arttığı saptanmıştır. Ürünün yapısını,

reolojik ve duyuşal 6zelliklerini iyileştirmek için in6lin ve kalsiyumun kullanılabilereğini belirtmişlerdir.



### **3. MATERYAL ve METOD**

#### **3.1. Materyal**

Bu çalışmada süt reçeli üretiminde hammadde olarak inek sütü, şeker, sodyum bikarbonat, nişasta, pektin ve laktaz enzimi kullanılmıştır. Süt reçeli üretiminde kullanılan inek sütü Mardin çiğ süt üreticilerinden, toz şeker (Türkiye Şeker Fabrikaları, A.Ş), sodyum bikarbonat (Dr. Oetker Gıda San. ve Tic. A.Ş) zincir marketten temin edilmiştir. *Kluyveromyceslactis*'ten elde edilen laktaz (b-D-galaktosidaz) enzimi (Sigma-Aldrich), pektin ve nişasta Smart Kimya Ticaret ve Danışmanlık Limited Şirketi'nden (Türkiye) satın alınmıştır. Çalışmada uygulanan analizlerde kullanılan kimyasallar Sigma-AldrichChemieGmbH (Almanya) ve Beyanlab Laboratuvar Ürünleri Sanayi Ticaret Limited Şirketi 'nden (Türkiye) temin edilmiştir.

#### **3.2. Metod**

Çalışmamızda süt reçeli (kontrol) (A), laktozsuz süt reçeli (B), pektin ilaveli laktozsuz süt reçeli (C) ve nişasta ilaveli laktozsuz süt reçeli (D) olmak üzere dört adet süt reçeli üretilmiştir. Örneklerin kurumadde, protein, yağ ve kül miktarı kimyasal özellikleri depolamanın 1. gününde; pH, titrasyon asitliği, HMF, L. a\*. b\* değerleri gibi fizikokimyasal özellikleri ile tekstürel, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri depolamanın 1., 15. ve 30. gününde incelenmiştir.

##### **3.2.1. Laktozsuz süt üretimi**

*Kluyveromyceslactis*'ten elde edilen laktaz (b-D-galaktosidaz) süttteki laktozu hidrolize etmek için kullanılmıştır. Pastörize homojenize süt 40 °C' ye ısıtılıp, sonrasında enzim (5 ml/l) eklenerek ürün 35 rpm' de sürekli karıştırma ile 1 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra, üreticinin verilerine göre enzim inaktivasyonu için süt 80 ° C' ye ısıtılmıştır. Hidrolizden sonra laktoz içeriği, laktoz analizi ile belirlenmiştir (Silva vd., 2020).



### **3.2.2. Süt reçeli üretimi**

Süt reçeli üretiminde inek sütü ve laktozu hidrolize edilmiş inek sütü kullanılmış. İnek sütüne ve laktozsuz süte %15 oranında şeker vilave edilmiştir. 72°C'ye kadar ön ısıtma gerçekleştirilmiştir. Ardından karışımın içerisine, yaklaşık %0.2 sodyum bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>) ilave edilmiştir. Daha sonra C ve D örneklerine %1 oranında (ön denemelerde belirlenmiştir) nişasta ve pektin ilave edilerek örnekler karıştırılarak homojen hale getirilmiştir. Tüm örnekler % 65-70 birikse ulaşınca kadar kaynatma işlemine tabi tutulmuştur (Malec vd.,1999; Navarro vd., 1999; Ranalli vd., 2017; Tuna ve Arslan, 2016; Cebeci, 2020). Üretimi tamamlanan süt reçelleri sıcak olarak cam kavanozlara alınarak ağızları kapalı bir şekilde soğumaya bırakılmıştır. Soğutulan süt reçelleri 20±2°C'de karanlık ortamda 30 gün muhafaza edilmiştir (Şekil 3.1.). Çalışmada örneklerin brikslerinin standart hale gelebilmesi için üretimde uygulana ısı işlen süreleri süt reçeli (kontrol) (A), laktozsuz süt reçeli (B), pektin ilaveli laktozsuz süt reçeli (C) ve nişasta ilaveli laktozsuz süt reçeli (D) için sırasıyla 130 dk., 123 dk., 95dk. ve 100 dk.'dır.

### **3.2.3. Süte ve diğer bileşenlere uygulanan analizler**

#### **3.2.3.1. Ph değeri**

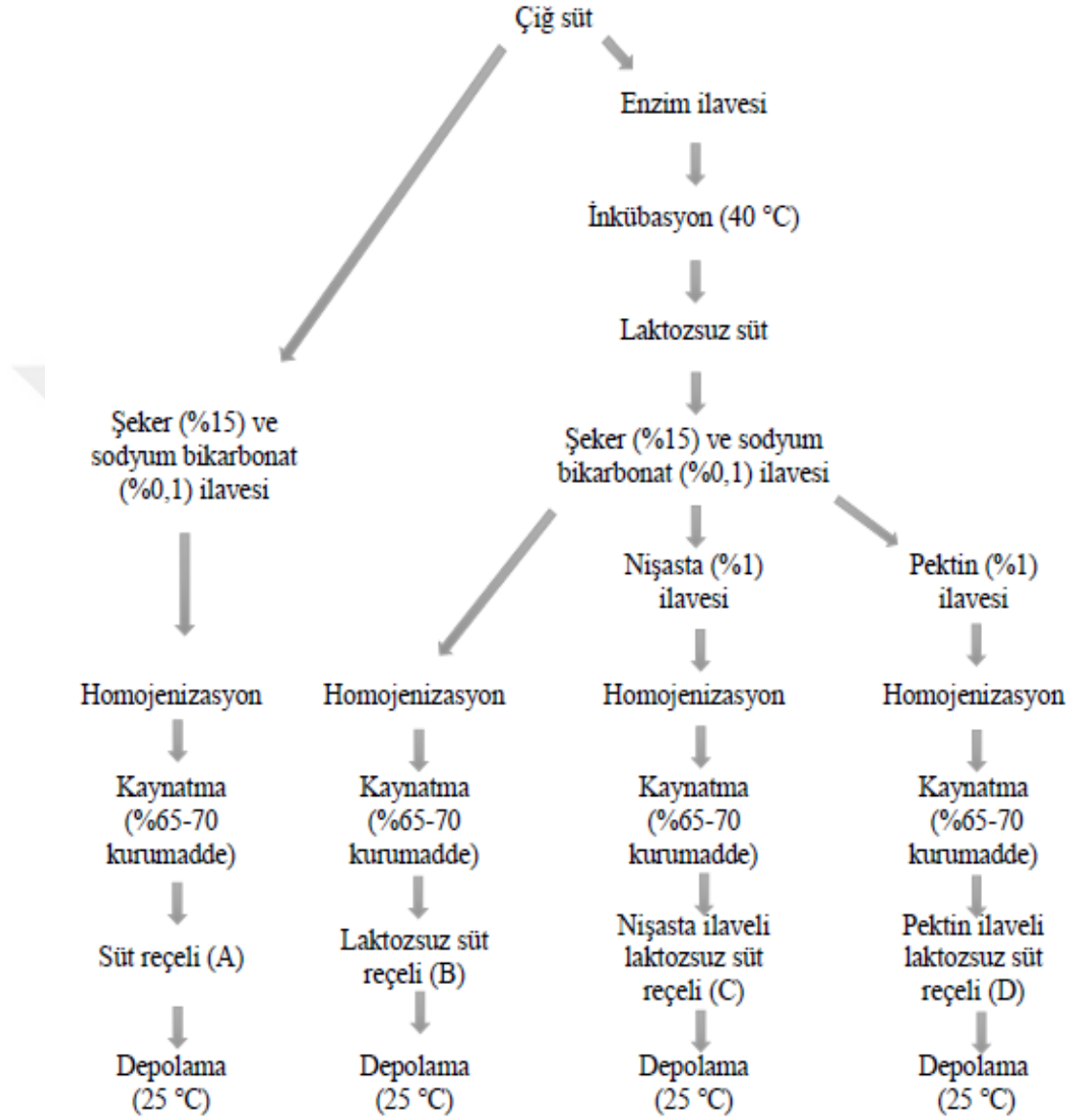
Sütün pH değerini ölçmek için el tipi pH metre kullanılmıştır. (TSE, 2002; Cemeroğlu, 2013). Çalışmamızda kullanılan nişasta ve peltinin pH değerleri 1:1 oranında saf su ile seyrektilerel el tipi pH metre kullanılarak ölçülmüştür.

#### **3.2.3.2. Titre edilebilir asitlik değeri**

25 ml süt örneği erlene konularak içerisine 3-4 damla (1 ml) fenolftalein damlatılmıştır. Açık pembe rengi kalıcı olarak (5 saniye) gözlemleyene kadar 0,1 NaOH<sub>3</sub> çözeltisi ile titre edilmiştir. Harcanan NaOH değeri büretten okunarak sonuç % laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (Harcanan 1 ml 0,1N NaOH miktarı, 0,009 g laktik aside eş değerdir) (TSE, 2002; Cemeroğlu, 2013).

### **3.2.3.3. Toplam kurumadde değeri**

Kuru madde içeriğini belirlemek için  $100\pm 3$  °C ayarlanmış etüvde yaklaşık 30-60 dk. Bekletilen cam petriler, desikatöre alınarak oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Cam petrilerin darasını alabilmek için sabit tartıma getirilmiştir. Petrilerin içerisine 5 ml süt örneği konularak etüve alınmış ve 103 °C'de 3-4 saat kadar kurutulmuştur. Sürenin sonunda desikatöre alınan örnekler oda sıcaklığına getirilmiştir. Tartımları yapılarak ve % kurumadde değeri hesaplanmıştır (TSE, 2002; Cemeroğlu, 2013).



**Şekil 3.1:** Süt reçeli üretim akış şeması

#### 3.2.3.4. Protein değeri

Protein oranları, yaş yakmaya tabi tutulan örneklerin mikro Kjeldahl yöntemi ile bulunan azot miktarlarınının 6.38 faktörü ile çarpılması ile hesaplanmıştır. (IDF, 1993).

### 3.2.3.5. Yağ değeri

Süte yağ miktarı gerber yöntemi ile süt bütirometreleri kullanılarak belirlenmiştir (TSE, 1990).

### 3.2.3.6. Kül değeri

Krozelerin içerisine nitrik asit ( $\text{HNO}_3$ ) koyularak bir gece bekletilmiş ve bekletilen krozeler, saf sudan geçirilmiştir. Etüvde kurutulan krozeler, sabit tartıma getirilerek daraları alınmış ve 10 ml süt örneği ilave edilmiştir.  $103^\circ\text{C}$ 'lik etüvde kurutularak krozelere, 2 ml etil alkol ilave edilerek ön yakma işlemi yapılmıştır. Krozeler, kül fırınına alınarak kontrollü bir şekilde, sıcaklığı kademeli olarak yükseltilmiş,  $500^\circ\text{C}$ 'de kül fırınında bulunan örneklerde, gri-beyaz renk kül elde edilene kadar yakma işlemine devam edilmiştir. İstenilen renkte kül elde edilince krozeler, desikatöre alınarak sabit tartıma getirilerek tartımları yapılmış, % kül değerleri hesaplanmıştır. (TSE, 2002; Cemeroğlu, 2013).

### 3.2.3.7. Laktoz değeri

Analiz edilmek üzere erlenen eklenen aktarılan 10 mL sütün üzerine 25 mL saf su ve 40 mL tungstik asit ilave edilerek reaktife edilmiştir (Tungstik asit reaktifi: 7 g sodyum tungstat ( $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 870 mL saf su içerisinde çözdürülerek, 70 mL 1 N sülfürik asit çözeltisi ve 0.1 mL orto fosforik asit çözeltisi (%8 w/w) çözeltisi ilave edilmiştir). Elde edilen çözelti saf su ile 100 mL'ye seyreltilmiştir. Erlen hafifçe çalkalanarak çözeltinin çökmesi için beklenilerek dibe çöken çökelek süzölmüştür. Bir erlene süzöntüden 10 mL, 20 mL kloramin T çözeltisi (Kloramin T çözeltisi: 0.040 N (5.70 g/L), 5 mL potasyum iyodür (%10'luk) eklenip erlenin ağzı kapatılmıştır.  $18-20^\circ\text{C}$  de karanlık ortamda 1,5 saat bekletilen çözeltinin kapağı bir miktar saf su ile yıkanmıştır. Çözeltinin üzerine 5 mL hidroklorik asit çözeltisi (2N), 5-6 mL sodyum tiyosülfat (0.04 N) çözeltisi ve nişasta indikatörü (%1'lik) ilave edilerek ve dönüm noktasına kadar titrasyona devam edilmiş ve toplamda harcanan tiyosülfat çözeltisi kaydedilerek (V2) (Tonguç, 2012), şahit deney yapmak amacı 10 mL saf alınarak aynı işlemler tekrarlanmıştır (V1). Çalışmada kullanılan Hacim

düzeltilme faktörü 0.992dir Ayrıca laktoz miktarı belirlenirken 1 mL 0.04 N tiyosülfat 0.00720 g monohidrat laktoza eşit olarak alınmıştır

$$\% \text{ Laktoz} = [(V2 - V1) \times 0.992 \times 0.0072 \times 100 \times 10] / m$$

### **3.2.4. Süt reçeline uygulanan analizler**

#### **3.2.4.1. Toplam kurumadde değeri**

Kuru madde içeriğini belirlemek için 100±3°C ayarlanmış etüvde yaklaşık 30-60 dk. bekletilen cam petripler, desikatöre alınarak oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Cam petriplerin darasını alabilmek için sabit tartıma getirilmiştir. Petriplerin içerisine 5 g süt reçeli örneği konularak etüve alınmış ve 103 °C'de 3-4 saat kadar kurutulmuştur. Sürenin sonunda desikatöre alınan örnekler oda sıcaklığına getirilmiştir. Tartımları yapılarak ve % kurumadde değeri hesaplanmıştır (TSE, 2002; Cemeroglu, 2013).

#### **3.2.4.2. Titre edilebilir asitlik değeri**

25 ml süt reçeli örneği erlene konularak içerisine 3-4 damla (1 ml) fenolftalein damlatılmıştır. pH metre aracılığı ile kadar pH 8.1 0,1 NaOH çözeltisi ile titre edilmiştir. Harcanan NaOH değeri büretten okunarak sonuç % laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (Harcanan 1 ml 0,1 NaOH miktarı, 0,009 g laktik aside eş değerdir) (TSE, 2002; Cemeroglu, 2013).

#### **3.2.4.3. pH değeri**

El tipi pH metre kullanılarak ölçüm yapılmıştır (TSE, 2002; Cemeroglu, 2013).

#### **3.2.4.4. Protein Değeri**

Protein oranları, yaş yakmaya tabi tutulan örneklerin mikro Kjeldahl yöntemi ile bulunan azot miktarlarının 6.38 faktörü ile çarpılması ile hesaplanmıştır (IDF, 1993).

#### **3.2.4.5. Yağ değeri**

Yağ tayini, Gerber yöntemi ile süt bütirometreleri kullanılarak yapılmıştır (TSE, 1990).

#### **3.2.4.6. Kül değeri**

Krozelerin içerisine nitrik asit (HNO<sub>3</sub>) koyularak bir gece bekletilmiş ve bekletilen krozeler saf sudan geçirilmiştir. Etüvde kurutulan krozeler, sabit tartıma getirilerek daraları alınmış ve 10 g süt reçeli örneği ilave edilmiştir. 103°C'lik etüvde kurutularak krozelere, 2 ml etil alkol ilave edilerek ön yakma işlemi yapılmıştır. Krozeler, kül fırınına alınarak kontrollü bir şekilde, sıcaklığı kademeli olarak yükseltilmiş, 500°C'de kül fırınında bulunan örneklerde, gri-beyaz renk kül elde edilene kadar yakma işlemine devam edilmiştir. İstenilen renkte kül elde edilince krozeler, desikatöre alınarak sabit tartıma getirilerek tartımları yapılmış, % kül değerleri hesaplanmıştır. (TSE, 2002; Cemeroğlu, 2013).

#### **3.2.4.7. Süt reçellerinde hidrosimetilfurfural değeri**

HMF seviyelerini belirlemek için Silva vd. (2020) yaptıkları çalışmaya paralel olarak asitlendirilmiş ortamda spektrofotometrik analizle belirlenmiştir. Süt reçeli örneklerinden 10 g tartılarak test tüpü içerisine alınmıştır. Üzerine 5 ml okzalik asit konulup karıştırılan örnekler 100°C'deki su banyosunda 1 saat bekletilmiştir. Su banyosundan çıkarılan tüpler 25°C'ye kadar soğutulmuştur. Daha sonra 5 ml TCA eklenerek karıştırılmış ardından Whatman 42 filtre kağıtları ile süzme işlemi yapılmıştır. Başka bir tüp içerisine 4 ml kadar alınan süzütünün üzerine 1 ml TBA eklenerek karıştırılmış ve 30-40 dakika 40°C'deki su banyosunda bekletilmiştir. Ardından tüpler 25°C'ye kadar soğulmuştur. Absorbsiyon değerleri spektrofotometre kullanılarak 443 nm dalga boyunda ölçülmüştür. (Yetişemeyen vd, 1998; Silva vd, 2020).

$$\text{HMF } (\mu\text{m}) = (\text{Absorbans} - 0.055) \times 87.5$$

#### **3.2.4.8. Süt reçeli renk analizi**

HunterLab (Konica Minolta CR-5, Japan) renk ölçer cihazı kullanılarak renk analizi yapılmıştır. Kalibre edilen cihaza örnekler plastik petripler ile konularak ölçümler yapılmıştır. (Aslanova, 2005).

#### **3.2.4.9. Süt reçelinin tekstürel analizi**

Ertaş ve Doğruer (2010) testürü; dokunma, görme, işitme ve kinestetik yol kullanılarak, besinlerin mekanik, yapısal ve yüzey özelliklerin belirlendiği bir kalite kriteri olarak tanımlamışlardır. Çalışmamızda orjinal kaplarındaki örnekler oda sıcaklığında probalta yerleştirilmiş ve ölçümler için TPA parametresi kullanılmıştır (Silva vd., 2015). Tekstür parametresi olarak; sertlik (hardness), esneklik (springiness), esneklik (springiness), dış yapışkanlık (adhesiveness), sakızimsılık (gumminess) ve kohesivlik (cohesiveness) değerleri ölçülmüştür. Doku profil analizi; P/36 R silindirik alüminyum probu ile TA-XT plus doku analizörü kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Silva vd., 2020). Çalışmada analiz parametreleri tetik kuvveti 1N, süre 5sn, ön ile son test hızı 2mm/sn ve test hızı 1mm/sn olarak belirlenmiştir.

#### **3.2.4.10. Süt reçellerine uygulanan mikrobiyolojik analizler**

TAMB (toplam aerobik mezofilik bakteri) tayini için 30°C'de Plate Count Agar (PCA) besiyeri kullanılarak ekim yapılan petripler 2 gün inkübe edilmiştir. Süre sonunda sayımları gerçekleştirilmiştir. Maya-küf tayini amacıyla 28 °C'de Potato dextrose agar (PDA) besiyeri kullanılarak ekim yapılan petripler, 5 gün süreyle inkübe edilmiş ve sayımları gerçekleştirilmiştir (Halkman, 2005).

#### **3.2.4.11. Süt reçellerinin duyuşal değerdendirmeş**

Süt reçeli değerdendirme formunun hazırlanmasında Tuna (2018)'nın çalışmasından yararlanılmıştır. 10 panelist tarafından gerçekleştirilen duyuşal analizler, panelistler tarafından 1-5 aralığında puanlanmıştır. Ayrıca panelistlere kumlulukla ilgili soru yöneltilmiştir.

**Tablo 3.1:** Reçel duyuşal değerlendime formu (TSE, 1982)

Sayın panelist,

Size, 4 (dört) adet süt reçeli örneği sunulacaktır. Lütfen süt reğellerini inceleyerek hakkındaki düşüncelerinize uygun puanı kutucuğa yazınız. Ayrıca varsa kumluluk hisetiğiniz örneği işaretleiniz.

Süt reçeli örneklelerini tatmaya başlamadan ve bir sonraki süt reçelinin tadına bakmadan önce bir lokma etimek yiyip, bir miktar su içiniz.

Teşekkürler.

Ad Soyad:

Tarih: ...../...../.....

| <b>Değerlendirme</b> |             |             |            |                |
|----------------------|-------------|-------------|------------|----------------|
| <b>Çok kötü</b>      | <b>Kötü</b> | <b>Orta</b> | <b>İyi</b> | <b>Çok İyi</b> |
| 1 puan               | 2 puan      | 3 puan      | 4 puan     | 5 puan         |

| <b>Özellikler</b> | <b>Örnekler</b> |          |          |          |
|-------------------|-----------------|----------|----------|----------|
|                   | <b>A</b>        | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b> |

- 1) Görünüş
- 2) Renk
- 3) Koku
- 4) Kıvam
- 5) Tat-Aroma
- 6) Şeker Yeterliliği
- 7) Genel Beğeni

**8) Kumluluk hissedilen örnek varsa işaretleiniz (X).**

| <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b> |
|----------|----------|----------|----------|
|          |          |          |          |

**Kaynak:** Cansu Tuna (2018). Farklı Meyvelerle Zenginleştirilen Süt Reçellerinin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.



### 3.2.5. İstatistiksel analizler

İstatistik analizler "Tesadüf Parsellerinde Faktöriyel Deneme Planı"na göre (4x2x3) (Örnek x Tekerrür x Depolama) yapılarak ve SPSS 9.0 paket programı kullanılmıştır. Fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikler açısından, örnekler arasında ve depolama süresince farklılık olup olmadığını saptamak için varyans analizi yapılarak ve varyans analizinde önemli olanlar Tukey testine tabi tutulmuştur (Bek ve Efe, 1995).



## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1. Süte ve Diğer Bileşenlere Uygulanan Analizler

Çalışmamızda kullanılan çiğ süte uygulanan analizler sonucunda pH, laktik asit, kurumadde, yağ, protein, kül, laktoz değerlerinin sırasıyla  $6.52\pm 0.120$ ,  $0.176\pm 0.006$ ,  $12.75\pm 0.042$ ,  $3.70\pm 0.071$ ,  $3.50\pm 0.141$ ,  $0.74\pm 0.049$  ve  $4.00\pm 0.141$  olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.1.). Üretimde kullanılan çiğ süte uygulanan hidrolizasyon işleminden sonra süt reçelindeki laktoz miktarının  $0.52\pm 0.007$  olduğu tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi İçme Sütleri Tebliği'nde inek sütünün protein miktarının en az %2.9, yoğunluğunun en az 1.028 yağsız kurumadde miktarının en az %8.0 ve asitlik miktarının %0.135-0.20 arasında olması gerektiği bildirilmiştir (TGK, 2019). Ayrıca aynı tebliğde sütteki yağ miktarının %3.5 üzerinde olması durumunda tam yağlı süt sınıfına girdiği ifade edilmiştir. Çalışmamızda kullanılan inek sütünün Türk Gıda Kodeksi İçme Sütleri Tebliği'ne uygun olduğu ve tam yağlı süt sınıfına girdiği tespit edilmiştir.

Çalışmamızda kullanılan pektinin pH değerinin 4.47 ve nişastanın pH değerinin 6.24 olduğu tespit edilmiştir

**Tablo 4.1:** Çiğ inek sütünün bazı fizikokimyasal özellikleri

| Üretim          | pH              | Asitlik (%)      | Kurumadde (%)    | Yağ (%)         | Protein (%)     | Kül (%)         | Laktoz (%)      | Hidrolizasyon Sonrası |
|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
|                 |                 |                  |                  |                 |                 |                 |                 | Laktoz (%)            |
| 1.              | 6.43            | 0.171            | 12.74            | 3.70            | 3.40            | 0.70            | 4.20            | 0.51                  |
| 2.              | 6.60            | 0.180            | 12.76            | 3.70            | 3.60            | 0.77            | 4.00            | 0.52                  |
| <b>Ortalama</b> | $6.52\pm 0.120$ | $0.176\pm 0.006$ | $12.75\pm 0.042$ | $3.70\pm 0.071$ | $3.50\pm 0.141$ | $0.74\pm 0.049$ | $4.10\pm 0.141$ | $0.52\pm 0.007$       |

### 4.2. Süt Reçeline Uygulanan Analizler

#### 4.2.1. Ph değeri

Çalışmamızda elde edilen süt reçellerinin pH değerleri Tablo 4.2'de ve Şekil 4.1'de verilmiştir. Süt reçeli örneklerinin pH değerinin en düşük  $5.73\pm 0.057$  ve en

yüksek  $6.93 \pm 0.057$  olduğu saptanmıştır. Süt reçeli üretiminde laktozsuz süt ve farklı stabilizör kullanımının örneklerin pH değeri üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Çalışmada en düşük pH miktarı pektin ilaveli süt reçelinde tespit edilmiştir. Çalışmamızda kullanılan pektinin ve nişastanın pH değerinin sırasıyla 4.47 ve 6.24 olduğu belirlenmiştir. Bu durumun süt reçeline ilave edilen pektinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Tablo 4.2:** Süt reçeli örneklerinin pH değeri

| Örnek* | 1.Gün                 | 15.Gün                 | 30.Gün                |
|--------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| A      | $6.93 \pm 0.057^{a1}$ | $6.55 \pm 0.057^{a2}$  | $6.44 \pm 0.057^{a2}$ |
| B      | $6.04 \pm 0.057^{b1}$ | $5.87 \pm 0.049^{b12}$ | $5.73 \pm 0.057^{b2}$ |
| C      | $5.98 \pm 0.049^{c1}$ | $5.84 \pm 0.057^{c12}$ | $5.73 \pm 0.057^{c2}$ |
| D      | $6.44 \pm 0.057^{c2}$ | $6.27 \pm 0.049^{c1}$  | $6.09 \pm 0.049^{c1}$ |

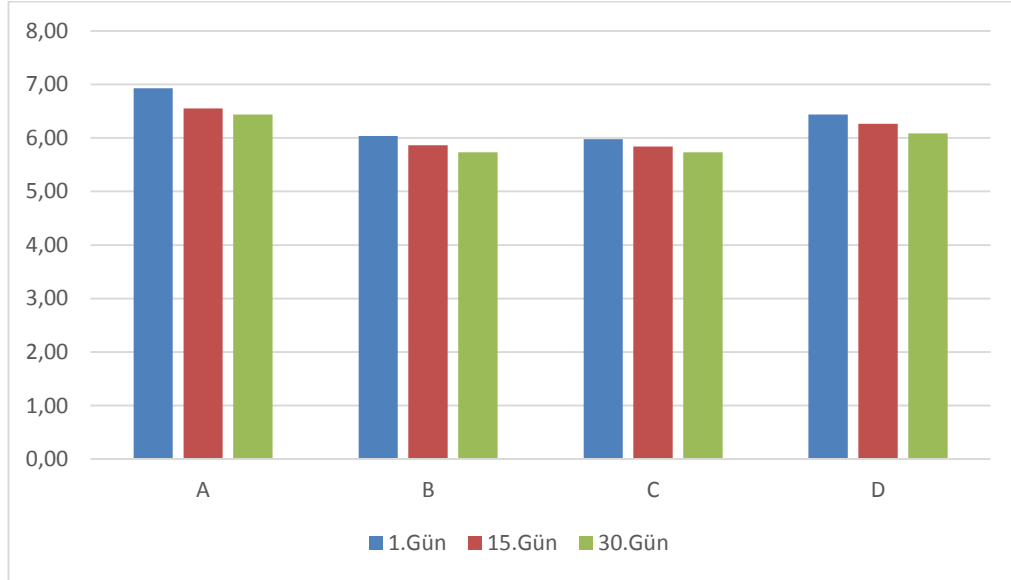
\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli  
 \*\*Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler süt reçeli üretim uygulamalarına göre aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p < 0.05$ ).

İki farklı kurumadde değeri ve iki farklı nişasta değerinin süt reçelinin fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada pH değerlerinin 5.85- 6.32 arasında olduğu ifade edilmiştir. (Silva vd., 2015). Boran vd., (2021) farklı oranda şeker, sodyum bikarbonat ve inulin ilave ederek süt reçeli üretimi gerçekleştirmiş olup, pH değerinin 6.22 ile 6.81 arasında bulunduğunu belirtmişlerdir. Pastörize yağsız süt, kristal şeker, sukraloz, polidekstroz, sodyum nitrat, sodyumbikarbonat ve kahve ilavesi ile diyet süt reçeli üretilen çalışmada pH değerlerinin 6.44 ile 6.80 arasında olduğu tespit edilmiştir (Guimarães vd., 2012). Gaze vd. (2014) farklı süt reçelleri üzerinde yaptıkları araştırmada pH değerini 6.14 ile 6.37 aralığında olduğunu belirlemişlerdir. Ferramondo vd., (1984) piyasadan temin ettikleri geleneksel süt reçeli örneklerinin pH değerlerinin en düşük ve en yüksek 6.17 olduğu saptamışlardır. Süt reçeli ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda pH değeri Sarı (2020) 5.98, Tuna (2018) 7.82 ve Cebeci (2020) tarafından 6.34 şeklinde belirtilmiştir. Çalışmamızda belirlenen pH değerinin Tuna (2018) tarafından belirlenen değerden düşük ve Ferramondo vd., (1984), Guimarães vd., (2012), Silva (2015), Cebeci (2020), Sarı (2020) ile Boran vd., (2021) tarafından belirlenen

değerlere benzer olduğu saptanmıştır. Çalışmalar arasında oluşan farklılığın süt reçellerinin bileşiminden ve üretim yöntemlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Süt reçeli üretiminde üründe çökelmeyi azaltmak ya da önlemek ve duyu özellikleri geliştirmek amacıyla asitlik azaltıcı katkı maddesi (Sodyumbikarbonat vb.) ilave edilmektedir. Bu durum süt reçellerinin pH değerine etki edebilmektedir (Perrone vd., 2011).

Depolama boyunca süt reçellerinin pH değerinin düştüğü belirlenmiştir. pH değerlerinde görülen değişim istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). En düşük pH değeri laktozsuz süt reçeli (B) örneği ve pektin ilaveli laktozsuz süt reçeli (C) örneğinde bulunurken en yüksek pH değeri kontrol süt reçeli (A) örneğinde tespit edilmiştir. Süt reçeli üretiminde buharlaşma sırasında pH değerinde düşüş görülebilmektedir. Bu değişim kalsiyum fosfatın konsantrasyonu, laktozun degradasyonu ve fosforik kazain ester hidrolizi sırasında meydana gelen organik asitlerden kaynaklanabilmektedir (Perrone vd., 2011). Bu durumun depolama boyunca titrasyon pH değerlerini etkilediği düşünülmektedir.

**Şekil 4.1:** Süt reçeli örneklerinin pH değeri



\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

Farklı oranlarda evaporasyon işlemi uygulanan aromalı süt reçellerine yönelik yapılan bir çalışmada pH değerinin depolama boyunca artış gösterdiği bildirilmiştir

(Sarı, 2020). Farklı süt çeşitlerinden üretilen süt reçellerin incelendiği başka bir çalışmada ise pH değerlerin depolama boyunca düşüş gösterdiği belirtilmiştir (Tuna, 2018). Akpınar vd., (2020) probiyotik ve prebiyotiklerle fonksiyonel özellikleri zenginleştirilmiş süt reçellerinin depolama boyunca pH değerlerinde azalma meydana geldiğini saptamışlardır. Çalışmamızda depolama boyunca tespit edilen pH değerleri Tuna (2018) ve Akpınar vd. (2020) tarafından belirlenen sonuçlar ile benzer bulunurken, Sarı (2020) tarafından belirlenen sonuçlardan farklı bulunmuştur.

#### **4.2.2. Titredilebilir asitlik değeri**

Asitlik, bir gıdanın içeriğinin ve kalitesinin değerlendirilmesi, gıdaya uygulanacak işlem koşullarının belirlenmesi ve bazı üretim süreçlerinin izlenmesi açısından önemli bir göstergesidir (Kormalı ve Ertürün, 2017). Süt reçeli örneklerinin titrasyon asitliği değeri Tablo 4.3. ve Şekil 4.2.'de verilmiştir.

Süt reçeli örneklerinin en düşük titrasyon asitliğinin  $0.36 \pm 0.016$  ile  $0.62 \pm 0.017$  arasında olduğu tespit edilmiştir. Süt reçeli üretiminde laktozsuz süt ve farklı stabilizör kullanımının örneklerin titredilebilir asitlik değeri üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli olmadığı bulunmuştur ( $p > 0.05$ ). Farklı süt ve kombinasyonları kullanılarak üretilen süt reçellerinin incelendiği bir çalışmada asitlik değerlerinin %0.13 ile %0.49 arasında değişkenlik gösterdiği (Cebeci, 2020) ve farklı oranda şeker, sodyum bikarbonat ve inulin ilavesi ile yapılan bir diğer çalışmada ise asitlik değerinin %1.12 ile %2.83 arasında olduğu ifade edilmiştir (Boran vd., 2021). Gaze vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada ise titrasyon asitliği değeri %0.23 ile %0.50 olarak belirtilmiştir. Çalışmada belirlenen asitlik değerleri Gaze vd. (2015) ve Cebeci (2020)'nin yaptığı çalışmadan yüksek bulunurken Boran vd. (2021) tarafından belirlenen sonuçtan düşük bulunmuştur.

Depolama süresi boyunca titrasyon asitliklerinde artış olduğu saptanmıştır. En düşük asitlik değeri kontrol süt reçeli (A) örneğinde, en yüksek asitlik değeri ise laktozsuz süt reçeli örneğinde (B) bulunmuştur. Üretilen süt reçellerinin asitlik değerleri üzerine depolamanın etkisi istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Tuna (2018) kuru meyve ilaveli süt reçeli çalışmasında titrasyon asitliğinin

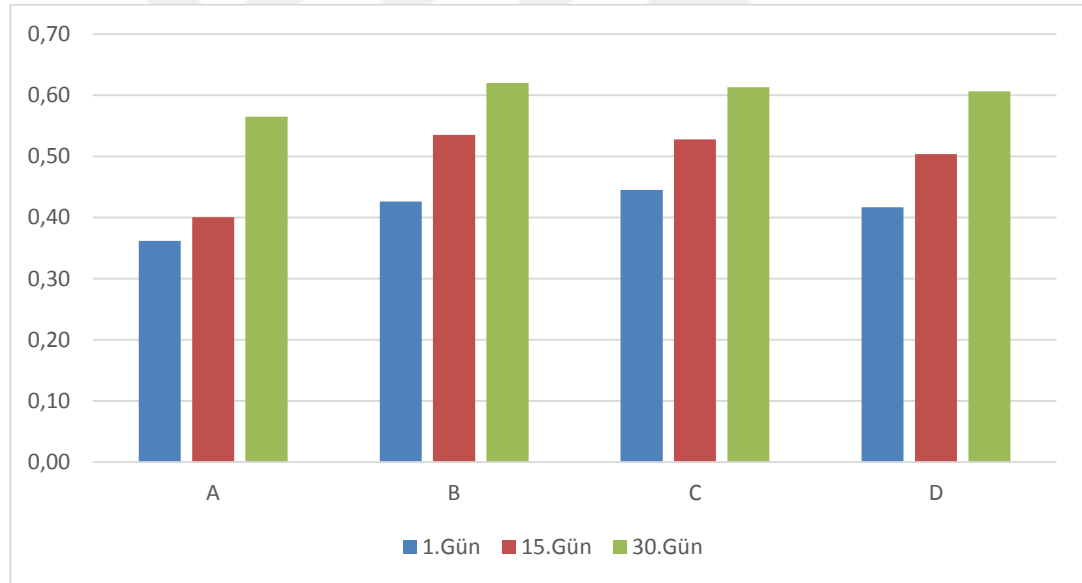
%0.038 ile %0.566 arasında olduğunu ve asitlik değerlerinin depolama boyunca artış gösterdiğini bildirmiştir.

**Tablo 4.3:** Süt reçeli örneklerinin titrasyon asitliği

| Örnek* | 1.Gün                   | 15.Gün                   | 30.Gün                  |
|--------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| A      | 0.36±0.016 <sup>2</sup> | 0.40±0.011 <sup>2</sup>  | 0.57±0.018 <sup>1</sup> |
| B      | 0.43±0.009 <sup>2</sup> | 0.54±0.071 <sup>12</sup> | 0.62±0.017 <sup>1</sup> |
| C      | 0.45±0.033 <sup>2</sup> | 0.53±0.014 <sup>12</sup> | 0.61±0.016 <sup>1</sup> |
| D      | 0.42±0.021 <sup>2</sup> | 0.50±0.012 <sup>2</sup>  | 0.61±0.015 <sup>1</sup> |

\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli\*\* Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler süt reçeli üretim uygulamalarına göre aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

**Şekil 4.2:** Süt reçeli örneklerinin titrasyon asitliği



\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

Titrasyon asitliği değerlerindeki yükselmenin süt reçeli üretimde laktozun parçalanması ve esmerleşme reaksiyonlarına bağlı olarak oluşan kalsiyum fosfat ve organik asitlere bağlı olduğu düşünülmektedir (Perrone vd., 2011).

### 4.2.3. Toplam kurumadde değeri

Kurumadde; gıda endüstrisinde kullanılan kaliteyi doğrudan etkileyen ve ürün içeriği hakkında bilgi veren en önemli parametrelerdendir (Reh ve Gerber 2003) Aynı zamanda ürünlerin besleyicilik değerine kurumadde içeriği etki etmektedir (Lindmark Mansson vd. 2003).

Süt reçellerinin kurumadde değerleri Tablo 4.4.'de verilmiştir. Kurumadde değerlerin %79.90±2.496 ile %80.75±0.212 arasında bulunduğu tespit edilmiştir. Örnekler arasında en düşük kurumadde içeriği laktozsuz süt reçelinde olduğu (B) ve en yüksek kuru madde içeriği pektin ilaveli laktozsuz süt reçelinde (C) görülmüştür. Laktozsuz süt ve stabilizatör uygulamasının örneklerin kurumadde miktarları üzerine etkisinin istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). Bu durumun süt reçeli örneklerinin briks değerinin sabitlenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Tablo 4.4:** Süt reçeli örneklerinin kurumadde değeri

| Örnek | 1.Gün       |
|-------|-------------|
| A     | 79.93±0.375 |
| B     | 79.90±2.496 |
| C     | 80.75±0.212 |
| D     | 80.60±1.612 |

\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

Zimmermann vd. (2007) ksantam gam ve peynir altı suyu proteini kullanılarak ürettikleri iki farklı süt reçeli örneklerinin kurumadde değerlerini %64.11 ile %71.78 aralığında bulmuşlardır. Ranalli vd. (2011) çalışmasında süt reçelin kurumadde değerinin %51.2 ile %68.5 ve Chaves vd. (2018) ise %79.32 ile %80.85 arasında olduğunu bildirilmiştir. Önür (2018) süt reçelinde kuru madde miktarını %74.76 olarak belirtmiştir. Çalışmamızda belirlenen süt reçellerine ait kurumadde miktarları Ranalli vd. (2011) sonuçlarından yüksek olduğu belirlenirken; Zimmermann vd. (2007), Chaves vd. (2018) ve Önür (2018) sonuçları ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

#### 4.2.4. Protein değeri

Yapılan çalışmanın protein değerleri Tablo 4.5 verilmiştir. Örneklerin protein miktarları  $6.89 \pm 0.325$  ile  $7.21 \pm 0.332$  bulunmuştur. Laktozsuz süt ve stabilizatör uygulamasının protein değeri üzerine etkisinin istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p > 0.05$ ). En düşük protein değeri pektin ilaveli laktozsuz süt reçeli (C) örneğinde ve en yüksek protein değeri laktozsuz süt reçeli (C) örneğinde tespit edilmiştir. Genel olarak stabilizatör ilavesi yapılan süt reçellerinin protein miktarının diğer örneklerden düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durumun süt ürüne ilave edilen stabilizatörden kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Tablo 4.5:** Süt reçeli örneklerinin protein değeri

| Örnek | 1.Gün            |
|-------|------------------|
| A     | $7.13 \pm 0.233$ |
| B     | $7.21 \pm 0.332$ |
| C     | $6.89 \pm 0.325$ |
| D     | $6.97 \pm 0.573$ |

\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

Francisquini vd. (2019) yaptıkları çalışmada % 99 oranında laktoz hidrolizasyonu tabi tuttuğu süt reçeli örneklerinin protein değerlerinin hidrolizasyon işlemi uygulamamış olduğu örneklere göre protein değerlerinin daha düşük olduğunu belirlemiştir. Kahve ilaveli süt reçeli örneklerinin protein değerleri %9.87 ile % 12.51 olduğu saptanmıştır (Guimarães vd., 2012). Annatto tohumu ekstraktı ilaveli süt reçeli örnekleri ile yapılan bir başka çalışmada ise protein içeriği %7.09 ile %7.67 arasında olduğu ifade edilmiştir (Braga vd., 2012).

Çalışmamızda belirlenen süt reçellerinin protein değerlerinin Guimarães vd. (2012) belirlediği değerden düşük Braga vd. (2012) belirlediği değer ile benzer olduğu görülmüştür.

#### 4.2.5. Yağ değeri

Yapılan çalışmanın protein değerleri Tablo 4.6 verilmiştir. Örneklerin yağ miktarları  $6.49 \pm 0.276$  ile  $7.85 \pm 0.587$  bulunmuştur. Laktozsuz süt ve stabilizatör



uygulamasının yağ değeri üzerine etkisinin istatistiksel açıdan önemli olmadığı ( $p>0.05$ ) belirlenmiştir. Kontrol süt reçeli (A) örneğinin yağ miktarı laktozsuz süttten üretilen B, C ve D örneklerinden yüksek bulunmuştur. Ayrıca pektin ilaveli laktozsuz süt reçeli (C) ile nişasta ilaveli laktozsuz süt reçelinin (D) yağ miktarı laktozsuz süt reçelinden (B) düşük bulunmuştur. Bu durumun süt reçeli örneklerinin briks değerinin %70'e sabitlenmesinden ve ürüne ilave edilen stabilizatörden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Francisquini vd. (2019) yaptıkları çalışmada laktozu hidrolize edilmiş sütlerden üretilen süt reçellerinin yağ değerlerinin; hidrolizasyon işlemi uygulamamış sütlerden üretilen süt reçellerinin yağ değerlerinden düşük olduğu belirlemiştir.

**Tablo 4.6:** Süt reçeli örneklerinin yağ değeri

| Örnek | 1.Gün      |
|-------|------------|
| A     | 7.85±0.587 |
| B     | 7.69±0.467 |
| C     | 6.49±0.276 |
| D     | 6.57±0.035 |

\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

Daguer vd., (2015) Brezilya'da üretilen süt reçellerinin yağ miktarının % 6 ile %9 arasında değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Guimarães vd., (2012) pastörize yağsız süttten üretilen süt reçeli örneklerinin yağ içeriği %0.05 ile %1.00 aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Cebeci (2020) çalışmasında süt reçeli örneklerinin yağ miktarlarını %4.25 ile %11 aralığında olduğunu saptamıştır. Çalışmamızda belirlenen yağ değerleri Gaze vd. (2012) yaptığı çalışmadan yüksek bulunurken Daguer vd., (2015) ve Cebeci (2020) tarafından belirlenen sonuç ile benzerlik gösterdiği görülmüştür. Süt reçeli üretiminde farklı süt ve süt kombinasyonu kullanımının örneklerin yağ miktarında değişikliklere neden olabilmektedir (Cebeci, 2020).

#### 4.2.6. Kül değeri

Yapılan çalışmanın kül değerleri Tablo 4.7 'de verilmiştir. İstatistiksel olarak, laktozsuz süt ve stabilizatör uygulamasının süt reçellerinin kül miktarı üzerine etkisinin önemli olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Bulunan kül miktarının  $1.67\pm 0.035$  ile  $1.88\pm 0.283$  arasında değişkenlik göstermiştir. Süt reçeli örneklerinin en düşük kül değeri nişasta ilaveli laktozsuz süt reçeli (D) örneğinde en yüksek kül değeri ise kontrol süt reçeli (A) örneğinde bulunmuştur. Bu durumun süt reçeli örneklerinin briks değerinin %70 sabitlenmesinden ve süt reçeli örneklerine stabilizatör ilave edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Tablo 4.7:** Süt reçeli örneklerinin kül değeri

| Örnek | 1.Gün           |
|-------|-----------------|
| A     | $1.88\pm 0.283$ |
| B     | $1.83\pm 0.064$ |
| C     | $1.76\pm 0.057$ |
| D     | $1.67\pm 0.035$ |

\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

Süt reçeli üzerine yapılan bir çalışmada %10 glikoz şurubu, %2 ksantam gam %0.1  $\text{NaHCO}_3$ , % 2 peyniraltı suyu tozu ve süt reçeline karamel renk veren renklendirici kullanımının etkisi araştırıldığı bir çalışmada kül içeriği % 1.94 olarak tespit edilmiştir (Zimmerman vd., 2007). Diyet süt reçeli üretimi ile ilgili bir çalışmada ise kül miktarının %2.15 ile %2.84 arasında olduğu belirlenmiştir (Guimarães vd., 2012) Ferreira vd. (2012) süt reçeli formülasyonunda kahve kullanmış ve kül içeriğini %0.33 ile %2.84 aralığında saptamıştır. Süt reçeli örneklerinin % kül değerlerinin farklılık göstermesinin üretimde kullanılan sodyum bikarbonatın özelliğinden kaynaklandığı belirtmişlerdir (Ferreira vd., 2012). Süt reçeli ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda Francisquini vd. (2018) % kül miktarını %1.55 ile %1.74 ve Akal vd. (2018) %1.40 ile %2.58 arasında olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmamızda belirlenen kül değeri Zimmermann vd., (2007), Silva vd. (2015), Ferreira vd. (2012) ve Akal vd. (2018) yaptıkları çalışmalarda belirtilen sonuçlar ile benzer; Guimarães vd. (2012) tarafından belirlenen sonuçtan düşük ve

Francisquini vd. (2018) tarafından belirlenen sonuçtan yüksek bulunmuştur. Çalışmalar arasında oluşan bu farklılıkların üretimde kullanılan sütün bileşiminden ve süt reçelinin formülasyonundan (şeker, sodyum bikarbonat, pektin, nişasta vb.) kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### **4.2.7. Süt reçellerinde hidroksimetilfurfural değeri**

Maillard reaksiyonu ürünlerinden biri olan hidroksimetilfurfural (HMF) gıdaların renginin değişmesine neden olarak doğal yapısının bozmaktadır. Toksik bir bileşik olduğu düşünülen HMF'nin gıdalarda belli bir düzeyin üzerinde bulunmaması istenmektedir (Abraham vd., 2011). Uygulanan sıcaklık süresi ve miktarı, depolama süresine bağlı olarak hidroksimetilfurfural düzeyinde artış görülmektedir (Özhan 2008). HMF düzeyi gıdaların kalitesinin belirlenmesi için bir belirteç olarak kullanılmaktadır (Baldwin vd., 1994).

Süt reçeli örneklerinin HMF değerleri Tablo 4.8 ve Şekil 4.3'te verilmiştir. HMF değerinin  $58.85 \pm 3.097$   $\mu\text{m}/\text{kg}$  ile  $146.48 \pm 5.933$   $\mu\text{m}/\text{kg}$  arasında olduğu saptanmıştır. İstatistiksel olarak, laktozsuz süt ve stabilizatör uygulamasının süt reçellerinin HMF miktarı üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Laktozu hidrolize edilmiş süttten üretilen süt reçeli örneklerinin (B, C ve D) HMF değerinin hidrolizasyon işlemi uygulanmamış süttten üretilen kontrol süt reçeli (A) örneğinden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Maillard Reaksiyonu glukoz ve maltoz gibi indirgen şekerlerin karbonil grupları ile aminoasitlerin amino grupları arasında oluşmaktadır (Camire vd., 1990; Andrewes, 2012). Laktozsuz süttten üretilen süt reçellerinin HMF miktarındaki artışım laktoza uygulanan hidrolizasyon işlemiyle oluşan indiren şekerlerin maillard reaksiyonun hızını ve oluşan HMF miktarının artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ayrıca hidrolize süttten üretilen süt reçelleri arasında stabilizör ilave edilen örneklerin (C ve D) HMF değerinin stabilizör eklenmemiş (B) örnekten düşük olduğu tespit edilmiştir. Maillard Reaksiyonu hızı gıdaların su aktivitesinin ( $a_w$ ) artmasına bağlı olarak artmakta ve su aktivitesi 0.6-0.7  $a_w$  arasında maksimum hıza ulaşmaktadır (Saldamlı, 2007). Çalışmada kullanılan nişasta ve pektin hidrokolloid özellikte olup suda çözünerek serbest suyu bağlamaktadır (Ünal; 2021). Serbest su

gıdanın su bağlama kapasitesi olan aktif uçlarına hidrojen bağları ile tutunmuş ve gıdanın kapiler sistemini dolduran su olarak su aktivitesini etkilemektedir (Vaclavik ve Christian 2008; Koç, 2019). Stabilizör ilaveli örneklerin HMF miktarındaki azalmanın; süt reçeline ilave edilen nişasta ve pektinin hidrokloidal yapısı nedeniyle su aktivitesi düşürmesi ve maillard reaksiyonu hızı yavaşlatarak HMF miktarını azaltmasına neden olduğu düşünülmektedir.

**Tablo 4.8:** Süt reçeli örneklerinin HMF değeri

| Örnek*   | 1.Gün                     | 15.Gün                      | 30.Gün                     |
|----------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| <b>A</b> | 58.85±3.097 <sup>c2</sup> | 71.54±4.023 <sup>b12</sup>  | 91.57±8.231 <sup>b1</sup>  |
| <b>B</b> | 95.45±4.122 <sup>b2</sup> | 127.63±0.672 <sup>a12</sup> | 146.48±5.933 <sup>a1</sup> |
| <b>C</b> | 77.74±2.475 <sup>a3</sup> | 117.70±5.671 <sup>a2</sup>  | 128.69±1.237 <sup>a1</sup> |
| <b>D</b> | 78.52±1.633 <sup>b2</sup> | 118.32±5.551 <sup>a1</sup>  | 126.09±3.712 <sup>a1</sup> |

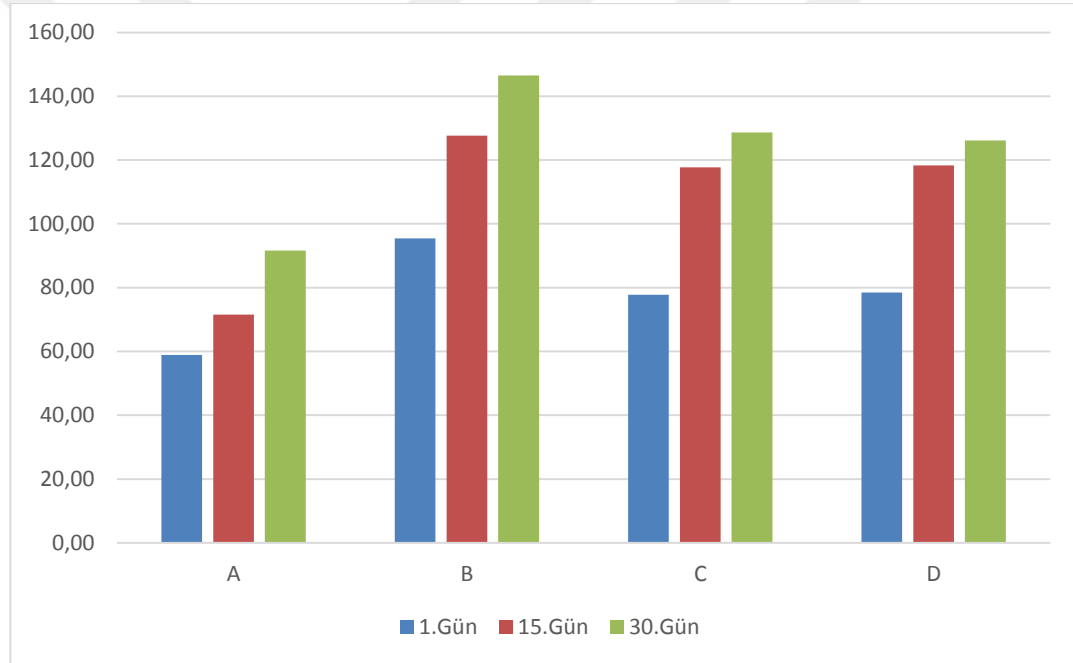
\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli  
 \*\*Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler süt reçeli üretim uygulamalarına göre aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Süt kombinasyonları ile yapılan süt reçellerinin HMF değeri incelendiğinde 5.99 ile 39.63 mg/kg arasında olduğu tespit edilmiştir (Cebeci, 2020). Sarı (2020) süt reçeli üretimini inek sütünü %50 kurumaddeye gelene kadar evapore edip %70 kurumaddeye gelene kadar kaynatarak gerçekleştirmiş olup HMF değerini 12.96 ile 43.80 arasında olduğu belirtmiştir. Akal vd. (2018) süt reçelinde, HMF değerini 85.51 (mg/l) olarak belirlemişlerdir. Çalışmamızda elde edilen HMF değeri Cebeci (2020) ve Sarı (2020)'nın yaptığı çalışmadan yüksek bulunurken, Akal vd. (2018) çalışması ile benzer olduğu saptanmıştır.

Francisquini vd. (2019) yaptıkları çalışmada laktoz hidrolizasyona tabi tutulmamış süt reçeli örnekleri ile %50 ve %99 oranında laktoz hidrolizasyonu tabi tutulmuş süt reçeli örneklerinin HMF değerlerini sırası ile 47.6, 85.6 ve 144.5 olarak belirlemiştir. Laktoz hidrolizasyonun derecesi ve yüksek oranda sodyum bikarbonat kullanımının süt reçelindeki HMF miktarında artışa sebep olduğu ifade edilmiştir (Francisquini vd., 2019) Pinto ve WolfschonPombo (1984) süt reçeli örneklerindeki HMF değerlerinin, ürünün bileşimine göre değişkenlik gösterdiğini ve artan şeker konsantrasyonu, numunelere uygulanan oksalik asit ilavesi ve ısıtma süresi ile doğru

orantıda artış gösterdiğini belirtmiştir. Silva vd. (2004) çalışmasında süt reçelinin serbest HMF ve toplam HMF miktarı ile çözünebilir katı madde içeriğinin ve reolojik özelliklerin arasında negatif bir korelasyon olduğunu ifade etmiştir. Çalışmamızda belirlenen HMF miktarı ile diğer çalışmalardaki süt reçellerinin HMF değerlerindeki farklılığın süte uygulana laktoz hidrolizasyonu, nihai ürünün içeriği, depolama süresi ve sıcaklığı, üretim sırasındaki pH değeri, ısıtma sıcaklığı ve süresi, sodyum bikarbonat miktarı gibi çeşitli parametrelerle ilişkili olduğu düşünülmektedir (Silva, 2004; Francisquini vd. 2019).

**Şekil 4.3:** Süt reçeli örneklerinin HMF değeri



\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

Depolama süresi boyunca süt reçeli örneklerinin HMF değeri artış göstermiş ve oluşan farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Depolama süresi boyunca en düşük HMF değeri kontrol süt reçeli (A) örneğinde bulunurken, en yüksek HMF değeri ise laktozsuz süt reçeli örneğinde (B) saptanmıştır. Maillard reaksiyonunda HMF oluşumu, ortamda bulunan organik asitler tarafından katalize edilmektedir (Demian, 1980 ve Resnik ve Chirife 1979). Yani asitlik değerinin düşük olması örneğin HMF değerinin daha yüksek olmasına neden olabilmektedir (Telatar 1985). Çalışmamızda üretilen süt reçellerinin HMF değerlerinde depolama boyunca görülen artışının örneklerin asitlik değerlerindeki değişimden kaynaklandığı

düşünülmektedir. Francisquini vd. (2018) süt reçeli üretimini dört farklı formülasyonlarının (12 g bikarbonat ve sükröz, 18 g bikarbonat ve sükröz, 12 g bikarbonat ve sükröz ile glikoz ve 18g bikarbonat, sükröz ile glukoz ilaveli) gerçekleştirmiş ve 30 gün boyunca HMF değerlerinde görülen değişimi izlemiştir. Çalışmada örneklerin HMF değerlerinin sırasıyla 39, 44, 53 ve 60 olduğu ifade edilmiştir. 30 gün boyunca oda sıcaklığında depolanan süt reçeli örneklerinin HMF miktarlarında artış olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızda depolama boyunca elde edilen HMF değerlerinin, Francisquini vd. (2018) elde ettikleri değer ile benzerlik göstermiştir.

#### **4.2.9. Süt reçeli renk analizi**

Gıda kalitesi hakkında ilk yargı genellikle ürünün rengine bakılarak verilmektedir. Bu sebeple ürünün renk özellikleri ve üretim sırasında renkte meydana gelen değişimleri dikkatli bir şekilde ele alınmalıdır (Anonim, 2022). Yoğurt, peynir vb., süt ürünlerinde olduğu gibi süt reçeli üretiminde de renk, tüketici tercihlerini etkileyen önemli bir parametredir. Süt reçelinin rengi açık krem rengi ile koyu kahverengi arasında değişkenlik göstermektedir. Süt reçelinde renk gelişimini; başlangıç pH'sı, uygulanan ısının süresi ve üretim sırasında gerçekleşen enzimatik reaksiyonlar etkilemektedir (Analia vd. 2012).

##### **4.2.8.1. Süt reçellerinin L değerleri**

L değeri ise 0 (siyah) ve 100 (beyaz) arasındaki aydınlık derecesini ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Süt reçeli örneklerinin L değeri Tablo 4.9 ve Şekil 4.4'de verilmiştir. Süt reçellerinin L değerlerinin  $28.96 \pm 0.297$  ile  $41.43 \pm 0.120$  arasında değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. İstatiksel olarak laktozsuz süt ve stabilizatör uygulamasının süt reçellerinin L değeri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Laktozu hidrolize edilmiş süttten üretilen reçellerinin (B, C ve D) L değeri kontrol süt reçeli (A) örneğinden düşük bulunmuştur. Bu durumun laktozu hidrolizasyonu sonucunda oluşan monosakkaritlerin maillard reaksiyonunun hızını ve buna bağlı olarak beyazlık değeri daha düşük olan kahverengi renk bileşenlerinin miktarının artırmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Demirci, 2014: 33).

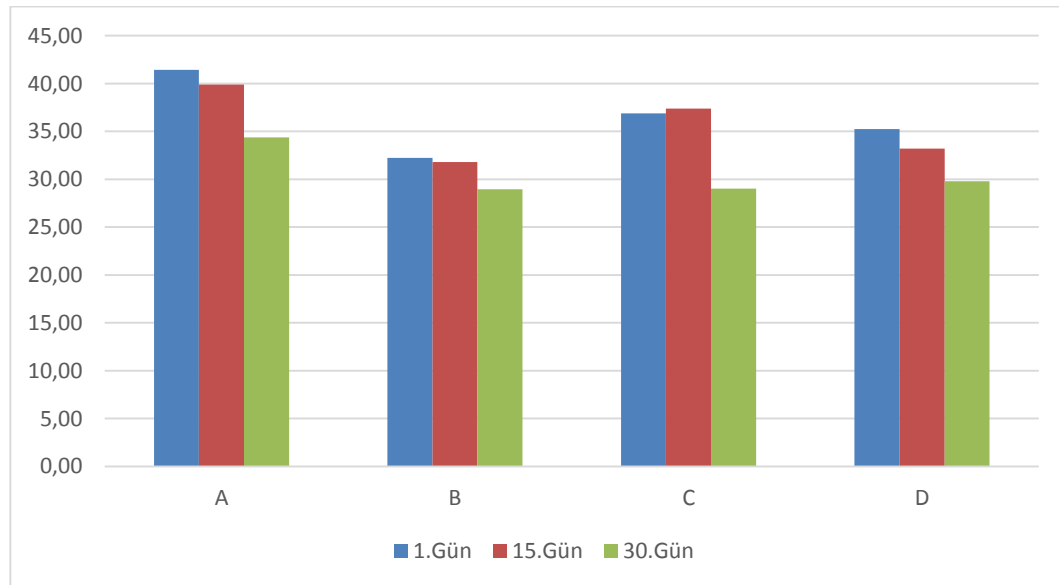
Ranalli vd., (2012), inceledikleri süt reçeli örneklerindeki L değerini 36.4 ile 50.4 aralığında bulmuşlardır. ChacónVillalobos vd. (2013) keçi sütü reçeli ile ilgili yaptığı çalışmada renk analizi sonucunda L değerini 55.1 olarak saptamıştır. Süt reçeli ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda L değerlerinin 25.41 ile 29.88 (Sarı 2020) 51.22 ile 55.67 (Silva vd., 2015) ve (Gaze vd., 2015) 84.5 ile 86.3 (Akal, 2018) arasında olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar Sarı (2020)'nin elde etmiş olduğu sonuçlar ile benzerlik gösterirken, Silva (2015), Gaze (2015) ve Akal (2018) 'in elde ettiği sonuçlardan düşük çıkmıştır.

**Tablo 4.9:** Süt reçeli örneklerinin L değeri

| Örnek*   | 1.Gün                     | 15.Gün                    | 30.Gün                    |
|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>A</b> | 41.43±0.120 <sup>a1</sup> | 39.90±0.042 <sup>a2</sup> | 34.39±0.262 <sup>a3</sup> |
| <b>B</b> | 32.23±0.396 <sup>a1</sup> | 31.81±0.191 <sup>d1</sup> | 28.96±0.297 <sup>b2</sup> |
| <b>C</b> | 36.90±0.665 <sup>b1</sup> | 37.40±0.035 <sup>b1</sup> | 29.03±0.099 <sup>b2</sup> |
| <b>D</b> | 35.24±0.841 <sup>b1</sup> | 33.22±0.643 <sup>c1</sup> | 29.79±0.014 <sup>b2</sup> |

\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli  
 \*\*Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler süt reçeli üretim uygulamalarına göre aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

**Şekil 4.4:** Süt reçeli örneklerinin L değeri



\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

Depolama süresi boyunca L değerleri artış göstermiştir. Depolama süresince en düşük L değeri laktozsuz süt reçeli örneğinde (B) bulunurken en yüksek L değeri

kontrol süt reçeli (A) rneğinde bulunmuştur. Depolama süresi boyunca L değerinde görülen farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Bu durumun depolama süresi ve sıcaklığının maillard reaksiyona etkisine bağlı olarak oluştan melanoidlerden kaynaklandığı dştnlmektedir (Şahin vd. 2010; Tosi vd. 2010; Demirci, 2014: 33).

Akal vd. (2018) yaptıkları alıştamada L değerinin depolaması süresi boyunca (15 gün) 1. günden (86.3) depolamada 15. güne (84.5) hafif bir azalışt gösterdiğini dile getirmiştir. Rocha vd., (2017) hazır kahve ilave ederek geliştirdiği süt reçellerinin depolama boyunca düştüğünü belirlemiştir.

#### 4.2.8.2. Süt reçellerinin a\* değerleri

Süt reçeli örneklerinin a\* değeri Tablo 4.10 ve Şekil 4.5'te verilmiştur. a\* değeri gıdada kırmızı-yeşil skalayı göstermektedir. Örneklerin a\* değerlerin  $3.95\pm 0.057$  ile  $13.48\pm 0.099$  arasında değiştkenlik gösterdiği saptanmıştır. İstatistiksel olarak laktozsuz süt ve stabilizatör uygulamasının süt reçellerinin a\* değeri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Bu durumun laktoz hidrolizi sonucu oluştan indirgen şekerlerin esmerleşme reaksiyonuna daha hızlı başlaması ile oluştan renk pigmentlerinin laktozu hidrolize edilmemişt süt reçellerinden fazla olmasından kaynaklandığı dştnlmektedir (Jansson vd. 2014; Milkovska-Stamenova, 2016).

**Tablo 4.10:** Süt reçeli örneklerinin a\* değeri

| rnek* | 1.Gün                | 15.Gün                | 30.Gün                |
|--------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A      | $7.07\pm 0.148^{a3}$ | $8.44\pm 0.099^{a2}$  | $9.34\pm 0.184^{b1}$  |
| B      | $7.16\pm 0.085^{a3}$ | $8.42\pm 0.127^{a2}$  | $13.48\pm 0.099^{a1}$ |
| C      | $4.22\pm 0.311^{b2}$ | $5.09\pm 0.488^{b12}$ | $6.17\pm 0.375^{b1}$  |
| D      | $3.95\pm 0.057^{b2}$ | $6.94\pm 0.962^{ab1}$ | $7.81\pm 0.396^{c1}$  |

\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Niştasta ilaveli süt reçeli  
 \*\*Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler süt reçeli üretim uygulamalarına göre aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).

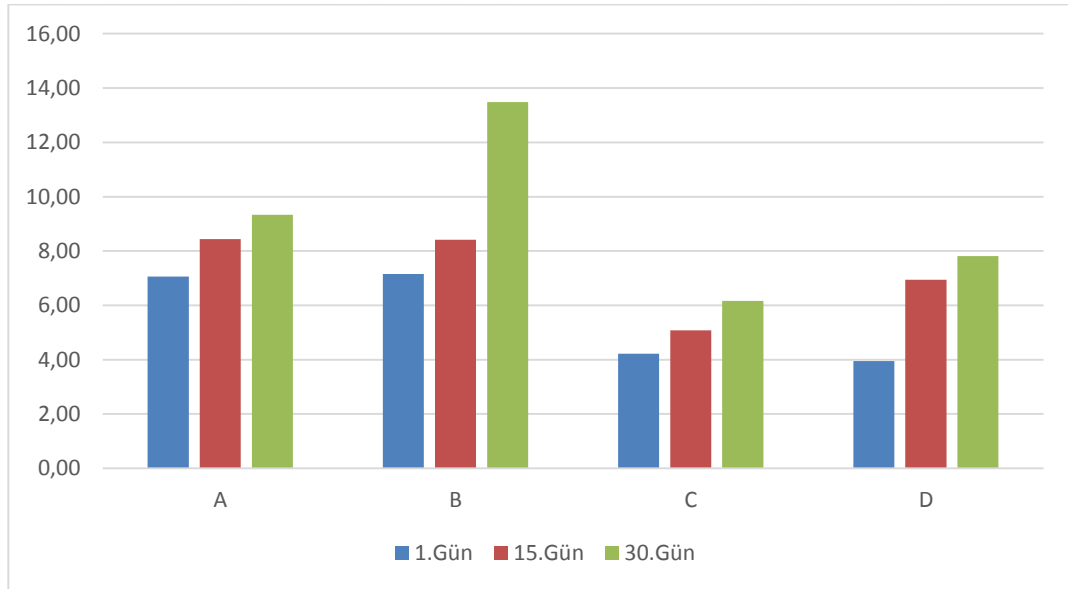
Cebeci (2020) inek sütü ve keçi sütünün %50-50 karıştımı ve %25-75 karıştımı ile ürettiği süt reçellerinin a\* değerlerini 16.4 ve 13.8 olarak belirlemiştir. Celep



(2019) geleneksel ve mikrodalgada ısıtma yöntemi kullanılarak üretilen süt reçellerinin  $a^*$  değerinin 0.59 ile 11.83 arasında değişkenlik gösterdiği tespit etmiştir. Süt reçeli üzerine yapılan diğer çalışmalarda  $a^*$  değerinin 6.56 ile 9.0 (Ranalli vd., 2012) ve 1.73 ile 8.36 (Önür, 2018) aralığında olduğu ifade edilmiştir. Çalışmamızda belirlenen örneklere ait  $a^*$  değerlerinin Ranalli (2012), Önür (2018), Celep (2019) ve Cebeci (2020) tarafından belirlenen değerler ile benzer olduğu görülmüştür.

Depolama süresi boyunca en düşük  $a^*$  değeri nişasta ilaveli laktozsuz süt reçeli örneğinde (D) bulunurken en yüksek  $a^*$  değeri laktozsuz süt reçeli (C) örneğinde bulunmuştur. Depolama süresi örneklerin  $a^*$  değeri üzerine istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) Depolama süresinin sonunda kırmızı-yeşil renk özelliğini gösteren  $a^*$  değerinin artış gösterdiği tespit edilmiştir. Maillard reaksiyonuna bağlı enzimatik olmayan kahverengileşmenin etkisi ve stabilizatör kullanımının süt reçelinin daha kırmızı bir renge sahip olmasına neden olduğu düşünülmektedir. (Chacon-Villalobos vd. 2013).

**Şekil 4.5:** Süt reçeli örneklerinin  $a^*$  değeri



\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

Tuna (2018) çalışmasında süt reçeli örneklerinin  $a^*$  değerini depolamanın 1, 15, 30 ve 60. günlerinde incelemiştir. Depolama süresi boyunca  $a^*$  değerinin benzerlik gösterdiğinin ve istatistiksel açıdan önemli olmadığını bulmuştur. Akal vd., (2018) süt reçeli örneklerin  $a^*$  değerini depolamanın 1, 8. ve 15. günlerinde 2.4 ile

5.4 aralığında bulunmuştur. Süt reçeli örneklerinin a\* değerinin depolama süresi boyunca benzerlik gösterdiği ve istatistiksel açıdan önemli bulunmadığı belirtilmiştir.

#### 4.2.8.3. Süt reçellerinin b\* değerleri

Süt reçeli örneklerinin b\* değeri Tablo 4.11 ve Şekil 4.6'da verilmiştir. Gıdada b\* değeri sarı-mavi skalayı göstermektedir. Süt reçellerinin b\* değerleri 6.36±0.035 ile 20.32±0.014 arasında değişkenlik gösterdiği bulunmuştur. İstatistiksel olarak laktozsuz süt ve stabilizatör uygulamasının süt reçellerinin b\* değeri üzerine etkisinin önemli olduğu saptanmıştır (p<0.05). Bu durumun süt reçellerinin üretimi sırasında kullanılan laktoz hidrolize edilmiş sütlerde indirgen şekerin aminlerle daha yüksek reaktif olmasıyla ilgili olarak oluşan melanoidlerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Jansson vd. 2014; Milkovska-Stamenova, 2016; Metin, 2009)..

**Tablo 4.11:** Süt reçeli örneklerinin b\* değeri

| Örnek* | 1.Gün                    | 15.Gün                    | 30.Gün                    |
|--------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| A      | 8.14±0.382 <sup>b3</sup> | 9.97±0.113 <sup>ab2</sup> | 12.78±0.035 <sup>b1</sup> |
| B      | 9.02±0.071 <sup>a3</sup> | 11.56±0.424 <sup>a2</sup> | 20.32±0.014 <sup>a1</sup> |
| C      | 6.36±0.035 <sup>c2</sup> | 7.51±0.375 <sup>c12</sup> | 8.24±0.474 <sup>d1</sup>  |
| D      | 6.47±0.049 <sup>c2</sup> | 9.37±0.601 <sup>b1</sup>  | 9.95±0.262 <sup>c1</sup>  |

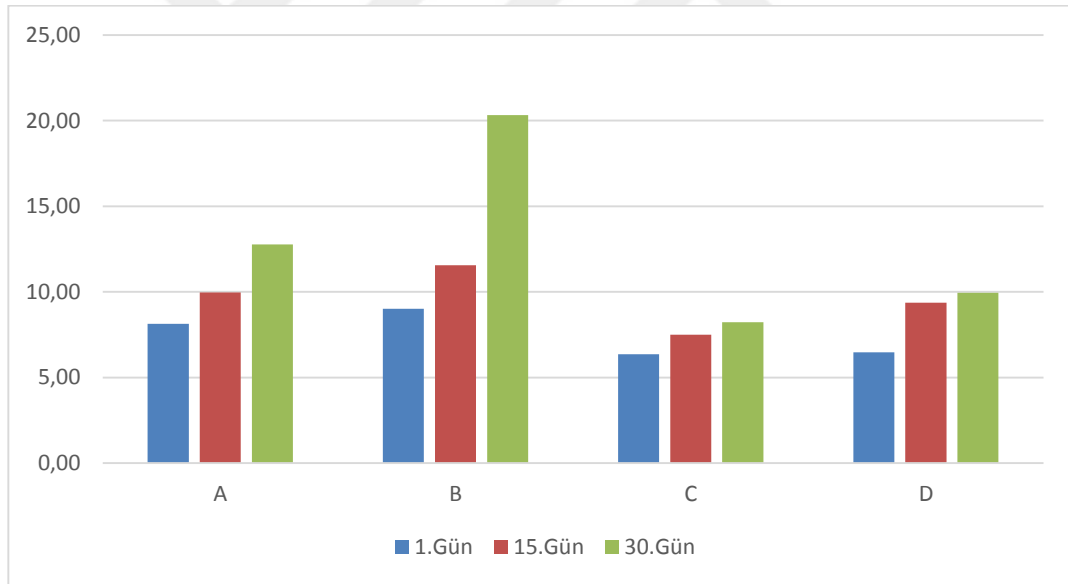
\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli  
\*\*Aynı sütünde farklı küçük harflerle gösterilen değerler süt reçeli üretim uygulamalarına göre aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Ferreira vd. (2012) tarafından altı farklı süt reçeli markasının kalite parametrelerini belirlemek için renk, doku ve su aktivitesi analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda b\* değerinin 17.28 ile 28.08 arasında olduğunu tespit edilmiştir. Castañeda vd. (2004) sekiz farklı markaya ait süt reçellerinin fizikokimyasal, reolojik ve duyu özelliklerini incelemiştir. Süt reçeli örneklerinin b\* değerinin 26.37 ile 31.49 arasında olduğunu saptamıştır. Keçi sütüne chia tohumu ilave edilerek üretilen süt reçellerinin incelendiği bir başka çalışmada ise b\* değeri 24.46 ile 25.91 aralığında bulunmuştur (Chaves vd., 2018). Celep (2019) süt reçeli ile ilgili çalışmada b\* değerinin 12.75 ile 24.86 arasında değişkenlik gösterdiğini belirtmiştir. Cebeci (2020) ise farklı formülasyondaki süt reçeli örneklerinin b\*

değerlerinin 20.3767 ile 32.3867 arasında olduğunu ifade etmiştir. Çalışmamızda belirlenen  $a^*$  değeri sonuçlarının Ferreira vd. (2012) ve Celep (2019)'in elde ettiği sonuçlar ile benzer olduğu; Castañeda vd. (2004), Chaves vd. (2018) ve Cebeci (2020)'nin bulduğu sonuçlardan düşük olduğu belirlenmiştir.

Depolama süresi boyunca en düşük  $b^*$  değeri kontrol süt reçeli örneğinde (A) bulunurken en yüksek  $b^*$  değeri laktozsuz süt reçeli örneğinde (B) örneğinde bulunmuştur. Depolama süresinin örneklerin  $b^*$  değeri üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Depolama süresi boyunca örneklerin  $b^*$  değerlerinde artış görülmüştür. Bu artışın depolama boyunca yavaşça olsa devam eden maillard reksonu sonucu oluşan renk bileşenlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Chacon-Villalobos vd. 2013).

**Şekil 4.6:** Süt reçeli örneklerinin  $b^*$  değeri



\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

İnek ve keçi sütü farklı oranlarda karıştırılmasıyla üretilen süt reçellerinin incelediği çalışmada inek sütünden üretilen süt reçeli örneklerinin  $b^*$  değerinin depolamanın 1. gününde 28.55, 60. gününde 29.60 olduğu ve depolama süresi boyunca artış gösterdiği tespit edilmiştir (Chacon-Villalobos vd., 2013). Akal vd. (2018) ise süt reçeli örneklerinin  $b^*$  değerinin depolamanın 1.gününde 27.0, 15. gününde ise 34.0 olduğunu ve depolama süresince artış gösterdiğini saptamışlardır. Rocha vd. (2017) süt reçeli örneklerini 210 gün boyunca depolamış ve depolama

sonunda b\* değerinin 90. güne kadar bir artış gösterdiğini daha sonra ise b\* değerinde belirli bir miktarda azalma meydana geldiğini belirtmiştir.

#### **4.2.9. Süt reçelinin tekstürel özellikleri**

Tekstür, gıda ile görme, işitme ve dokunsal duyular arasındaki fiziksel temas sonucunda verilen tepkidir (Erdemir ve Karaoğlu, 2021). Bir gıda için önemli bir parametre olan tekstürel özellikler, gıdanın tüketiciler tarafından kabul görebilmesi için üretim kalitesini etkilemektedir (Tuna, 2018). Tekstürün değerlendirilmesi, ürünün görsel olarak algılanması, ürün davranışının farklı etkilere yanıtı, çiğneme ve özellikle yutma sırasında algılanan ağız içi duyuların birleşimini içeren dinamik ve karmaşık bir süreçtir (Ertaş ve Doğruer, 2010).

##### **4.2.9.1. Sertlik (hardness)**

Sertlik (hardness): Sertlik, tekstür profil analizinde ilk sıkıştırma kuverinde tespit edilmektedir. Gıda numunesini ilk sıkıştırma için gerekli maksimum kuvvet ya da numunenin belirli bir seviyeye kadar deforme edilmesi için gereken kuvvet şeklinde açıklanmaktadır (Bourne, 2002; Chang vd., 2011).

Süt reçeli örneklerinin sertlik değeri Tablo 4.12 ve Şekil 4.7' de verilmiştir. Değerlerin  $404.69 \pm 31.017$  ile  $1442.77 \pm 65.286$  arasında değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. İstatiksel olarak laktozsuz süt ve stabilizatör uygulamasının süt reçellerinin sertlik (hardness) değeri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Bu durumun laktoz hidrolizasyona bağlı olarak oluşan indirgen şekerlerin ortamda bulunan proteinler ile oluşturduğu kovalent çapraz bağlardan ve reçele ilave edilen nişasta ve pektin hidrokolid özeliğinden haynaklandığı düşünülmektedir (Öztop, 2016, Ünal; 2021).

Celep (2019) inek sütü reçeli örneklerinin sertlik (hardness) değerini 63.35 ile 9.75 (gf) olarak belirlemiştir. Bolini vd. (2018) ticari süt reçeli örneklerinin sertlik (hardness) değerinin 112.80 ile 145.66 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Düşük yağ oranına sahip süt reçeli örneklerinin içeriğinde çeşitli kıvam verici maddelerin bulunduğu ve bu durumun süt reçelinin dokusu üzerine büyük etkisi olduğu

görülmüştür (Bolini vd., 2018). Çeşitli oranlarda nişasta ve sodyum sitrat ilavesinin süt reçelinin fizikokimyasal özelliklerine etkisinin incelendiği bir başka çalışmada ise sertlik değerinin 297.5 ile 473.7 arasında olduğu belirlenmiştir (Almeida vd., 2015). Ayrıca çalışmada nişasta ilaveli ve nişasta ilavesiz süt reçellerin tekstür değerleri arasında önemli bir farkın olmadığı ifade edilmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçların Almeida vd. (2015)'nin elde ettiği sonuçlar ile benzer olduğu saptanırken Bolini vd. (2018) ve Celep (2019)' in bulduğu sonuçlardan yüksek olduğu belirlenmiştir. Süt reçeli üretim yöntemlerinin ve üretimde kullanılan formülasyonlarının süt reçelinin tekstürel özellikleri üzerinde etkisi olabilmektedir (Valencia ve Millán 2009; García, 1999; Roca, 2011).

**Tablo 4.12:** Süt reçeli örneklerinin sertlik (hardness) değeri (g)

| Örnek* | 1.Gün                       | 15.Gün                       | 30.Gün                       |
|--------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| A      | 404.69±31.017 <sup>b2</sup> | 552.23±50.497 <sup>b12</sup> | 650.14±33.387 <sup>b1</sup>  |
| B      | 744.35±6.259 <sup>a2</sup>  | 1041.82±95.708 <sup>a1</sup> | 1215.78±69.655 <sup>a1</sup> |
| C      | 823.94±85.996 <sup>a2</sup> | 1176.41±91.850 <sup>a1</sup> | 1219.95±57.921 <sup>a1</sup> |
| D      | 868.70±22.123 <sup>a3</sup> | 1209.23±19.713 <sup>a2</sup> | 1442.77±65.286 <sup>a1</sup> |

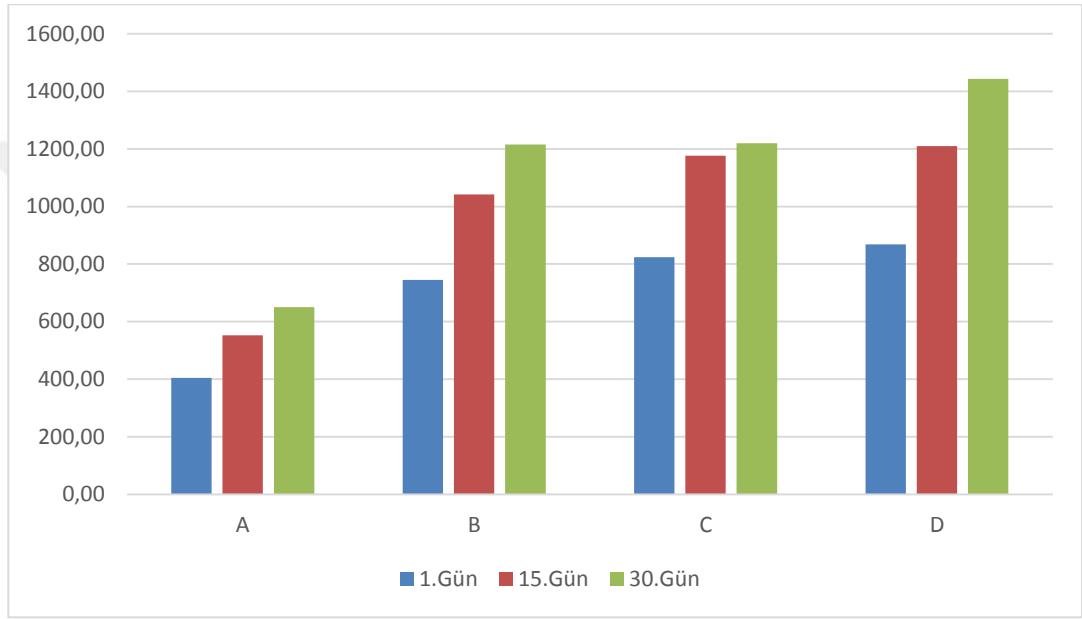
\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli\*\*Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler süt reçeli üretim uygulamalarına göre aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Depolama süresi boyunca en düşük sertlik (hardness) değeri kontrol süt reçeli örneğinde (A) bulunurken en yüksek sertlik (hardness) değeri ise nişasta ilaveli laktozsuz süt reçeli örneğinde (D) bulunmuştur. Depolama süresi boyunca süt reçeli örneklerinin sertlik (hardness) değerinde Depolama süresi boyunca süt reçellerinin sertlik (hardness) değerlerinde artış görülmüş ve bu artışın istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır (p<0.05). Bu artışın depolama süresi boyunca devam eden maillar reaksonuna bağlı olarak oluşan indigen şekerlerin aralarında oluşturduğu kovalent bağdan kaynaklandığı düşünülmektedir (Öztop, 2016).

Sarı (2020) çalışmasında süt reçeli örneklerinin sertlik (hardness) değerinde depolama süresi boyunca artış gösterdiğini ifade etmiştir. Farklı oranlarda keçi sütü ve inek sütü içeren süt reçelinin fiziksel özellikleri incelenmiş sadece en yüksek sertlik (hardness) değerinin inek sütü reçelinde olduğunu ve inek sütü

kullanılan süt reçellerinin sertlik (hardness) değerinin 5.5 ile 5.9 (N) aralığında olduğu tespit edilmiştir (Castro vd., 2013). Depolama süresi boyunca sertlik değerlerinde artış görüldüğü bildirilmiştir. Valencia ve Milln (2009) alışmasında az yağlı süt reçelinin sertlik değerlerinde artış olduğunu ifade ederken, Garca (1999) süt reçelinin katı madde oranı arttıkça sertlik değerinde artış olduğunu belirtmiştir.

**şekil 4.7:** Süt reçeli örneklerinin sertlik (hardness) değeri (g)



\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

#### 4.2.9.2. Esneklik (springiness)

Esneklik (springiness): Esneklik değeri numenin ikinci sıkıştırma mesafenin ilk sıkıştırma mesafesine bölünmesi ile hesaplanmaktadır. Esneklik numunenin sıkıştırma sonrası orijinal durumuna dnelmesi yeteneği olmakla birlikte örneğin yeniden yapılan kapasitesinin bir göstergesidir (Bourne, 2002; Chang vd., 2011).

Süt reçeli örneklerinin esneklik değeri sonuçları Tablo 4.13 ve şekil 4.8'de verilmiştir. Değerlerin  $0.86\pm 0.006$  ile  $0.97\pm 0.010$  arasında olduğu bulunmuştur. İstatiksel olarak laktozsuz süt ve stabilizatör uygulamasının süt reçellerinin esneklik (springiness)değeri üzerine etkisinin önemli olduğu bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Bu durumun laktozu hidrolize edilmiş sütlerden üretilen reçelerde maillard reaksiyonun daha hızlı gerçekleşmesi, bu reaksiyona bağlı olarak ürünün su içeriğinin artmasından ve ürünlere ilave edilen stabilizrden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Chacon-Villalobos vd. (2013) yaptıkları çalışmada %100 inek sütü kullanılan süt reçeli örneklerinin esneklik değerini 28.6 (mm) olarak belirlemiştir. Ares vd. (2013) 13 farklı ticari süt reçeli örnekleri ile yaptıkları çalışmada süt reçeli örneklerinin esneklik değerlerini 0.92 ile 0.96 aralığında saptamışlardır.

**Tablo 4.13:** Süt reçeli örneklerinin esneklik (springiness) değeri

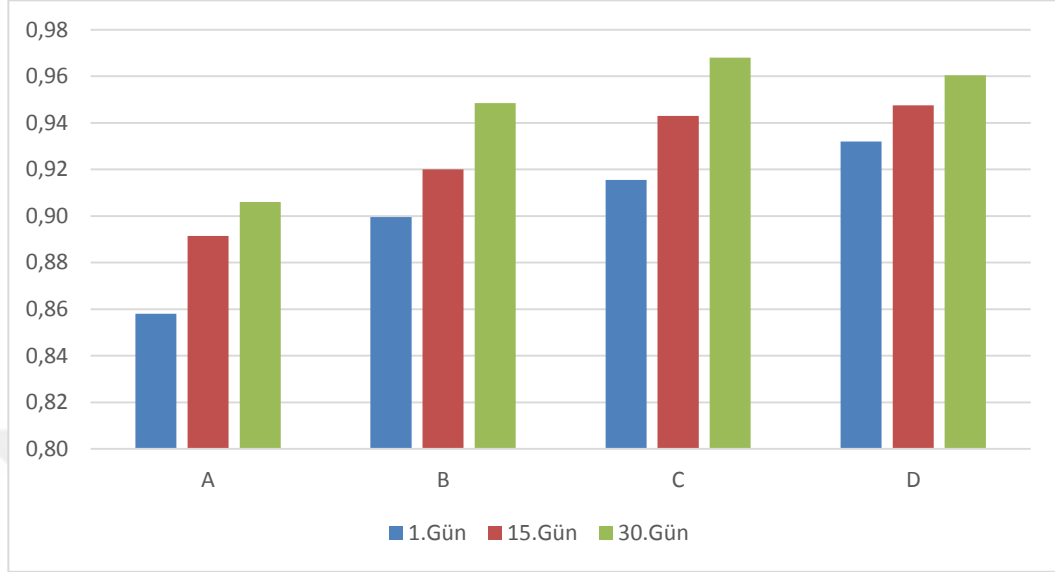
| Örnek* | 1.Gün                     | 15.Gün                     | 30.Gün                   |
|--------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|
| A      | 0.86±0.006 <sup>c2</sup>  | 0.89±0.013 <sup>b12</sup>  | 0.91±0.010 <sup>b1</sup> |
| B      | 0.90±0.006 <sup>b2</sup>  | 0.92±0.001 <sup>ab12</sup> | 0.95±0.011 <sup>a1</sup> |
| C      | 0.92±0.004 <sup>ab2</sup> | 0.94±0.003 <sup>a1</sup>   | 0.97±0.010 <sup>a1</sup> |
| D      | 0.93±0.007 <sup>a2</sup>  | 0.95±0.005 <sup>a12</sup>  | 0.96±0.004 <sup>a1</sup> |

\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli  
 \*\*Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler süt reçeli üretim uygulamalarına göre aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Depolama süresi boyunca en düşük esneklik (springiness) kontrol süt reçeli örneğinde (A) bulunurken en yüksek esneklik (springiness) değeri pektin ilaveli laktozsuz süt reçeli örneğinde (C) saptanmıştır. Süt reçeli örneklerinin esneklik springess değeri depolama süresi boyunca artış göstermiştir. Depolama süresi boyunca süt reçeli örneklerinin esneklik (springiness) değerinin istatistiksel önemli olduğu saptanmıştır (p<0.05). Bu durumun depolama boyunca mailler reaksiyonun sonucu gerçekleşen dehidrasyon nedeniyle süt reçellerinin su içeriğinin artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Chacon-Villalobos vd. 2013; Metin, 2009)

Tuna (2018) depolama süresinin esneklik (springiness) değeri üzerine etkisinin istatistiksel açıdan önemli olmadığını belirtmiştir.

**Şekil 4.8:** Süt reçeli örneklerinin esneklik (springiness) değeri



\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

#### 4.2.9.3. Dış yapışkanlık (adhesiveness)

Yapışkanlık (Adhesiveness): Dil, diş ve damak gibi yüzeylere yapışan gıdayı çıkarmak için gereken kuvvet dış yapışkanlık olarak ifade edilmektedir (Bourne, 2002; Chang vd., 2011; Erdemir ve Karaoğlu, 2021). Birinci ısırığın negatif kuvvet alanından sonra gıdanın orijinal haline dönmesi için gerekli işi temsil eden güç dış yapışkanlık olarak adlandırılmaktadır.

Süt reçeli örneklerinin dış yapışkanlık (adhesiveness) değeri sonuçları Tablo 4.14 ve Şekil 4.9'da verilmiştir. Değerlerin  $-971.96 \pm 43.569$  (gsn) ile  $-3854.01 \pm 1458194$  (gsn) arasında olduğu saptanmıştır. İstatiksel olarak laktozsuz süt ve stabilizatör uygulamasının süt reçellerinin dış yapışkanlık (adhesiveness) değeri üzerine etkisinin depolamanın önemli olduğu bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Bu durumun laktoz hidrolizasyonunun sonucu indirgen şekerlerin reaktiviteyi artırması, maillar reaksiyonunda oluşan dehidrasyon miktarının kontrol örneğinden daha fazla olması ve gıdanın nem içeriğinin artmasına bağlı olarak dış yapışkanlık (adhesiveness) değerinin artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Rahman ve Al-Farsi, 2005; Metin, 2009; Jansson vd. 2014; Milkovska-Stamenova, 2016).



Celep (2019) süt reçeli üzerine yaptıkları çalışmalarında dış yapışkanlık (adhesiveness) değerini 0.02 ile 0.85 olarak tespit etmiştir. Cavalheiro vd. (2019) farklı oranlarda inek sütü ve koyun sütü koyun sütü kullanarak ürettikleri süt reçellerinin dış yapışkanlık (adhesiveness) değerlerinin 0.13 ile 0.60 aralığında değişkenlik gösterdiğini belirlemişlerdir. Süt reçelinin sertlik ve yapışkanlık değeri üretimin başındaki nem oranından, üretimde kullanılan yöntemden, jelleştirici maddelerden ve tüm bunların etkileşimlerinden önemli ölçüde etkilenmektedir (Adornato vd., 2020).

**Tablo 4.14:** Süt reçeli örneklerinin dış yapışkanlık (adhesiveness) değeri (gsn)

| Örnek* | 1.Gün                           | 15.Gün                         | 30.Gün                         |
|--------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| A      | -971.96±43.569 <sup>a1</sup>    | -1202.76±33.276 <sup>a1</sup>  | -1481.72±101.724 <sup>a2</sup> |
| B      | -1042.80±136.480 <sup>ab1</sup> | -1972.44±76.631 <sup>b2</sup>  | -2306.43±113.316 <sup>b2</sup> |
| C      | -1598.55±368.322 <sup>ab1</sup> | -2410.82±251.303 <sup>bc</sup> | -3827.33±158.603 <sup>c2</sup> |
| D      | -1903.02±225.972 <sup>b1</sup>  | -2913.59±176.697 <sup>c2</sup> | -3704.01±168.151 <sup>c2</sup> |

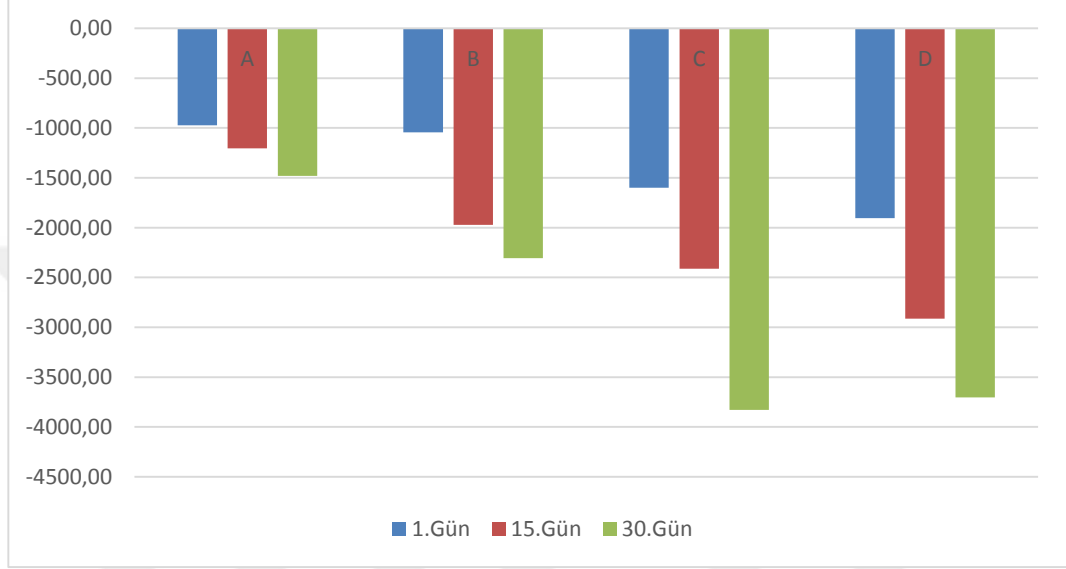
\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli  
 \*\*Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler süt reçeli üretim uygulamalarına göre aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

En düşük dış yapışkanlık (adhesiveness) değeri kontrol sütün reçeli örneğinde (A) saptanırken en yüksek dış yapışkanlık (adhesiveness) değeri pektin ilaveli süt reçeli örneğinde (C) saptanmıştır. Depolama süresi boyunca örneklerinin dış yapışkanlık (adhesiveness) değerinin istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır (p<0.05). Depolama süresi boyunca süt reçellerinin dış yapışkanlık değerleri artış (mutlak değer üzerinden yorumlanmıştır) göstermiştir. Süt reçellerinin depolama süresi boyunca mailler reaksiyonun yavaşta olsa gerçekleşmesi, buna bağlı olarak nem miktarının artmasının örneklerin yapışkanlık değerinin artmasına neden olduğu düşünülmektedir (Edwards, 2000; Yoo, vd. 2004; Metin, 2009 ).

Sarı (2020) süt reçeli ile ilgili çalışmasında dış yapışkanlık (adhesiveness) değerinde depolamanın 11. gününde bir miktar azalma görüldüğünü fakat 21. gününde nispi olarak bir artış meydana geldiğini belirtmiştir. Tuna (2018) çalışmasında depolamanın dış yapışkanlık (adhesiveness) değeri üzerine önemli bir etkisinin olmadığını ifade etmiştir.

Chacón-Villalobos vd. (2013) depolamanın 1. ve 60. günlerinde süt reçelinin dokusal özelliklerini incelediği çalışmasında yapışkanlık değerinin sırasıyla -4.18 ile -4.5 arasında olduğunu bulmuştur.

**Şekil 4.9:** Süt reçeli örneklerinin dış yapışkanlık (adhesiveness) değeri



\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktosuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

#### 4.2.9.4. Sakızımsılık (gumminess)

Sakızımsılık (gumminess): Yarı katı olan bir gıda ürününü yutmaya hazır hale getirmek için gereken parçalama enerjisi şeklinde ifade edilmektedir. Sertlik ve kohesivilik değerlerinin çarpımı ile elde edilen sakızımsılık (gumminess) değeri aynı zamanda bu değerleri etkileyen faktörlerden etkilenmektedir (Göksel vd., 2013).

Süt reçelli örneklerinin sakızımsılık (gumminess) değeri sonuçları Tablo 4.15 ve Şekil 4.10'da verilmiştir. Değerlerin  $165.92 \pm 20.607$  ile  $739.69 \pm 3.789$  arasında olduğu görülmüştür. İstatiksel açıdan laktosuz süt ve stabilizatör uygulamasının süt reçellerinin sakızımsılık (gumminess) değeri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

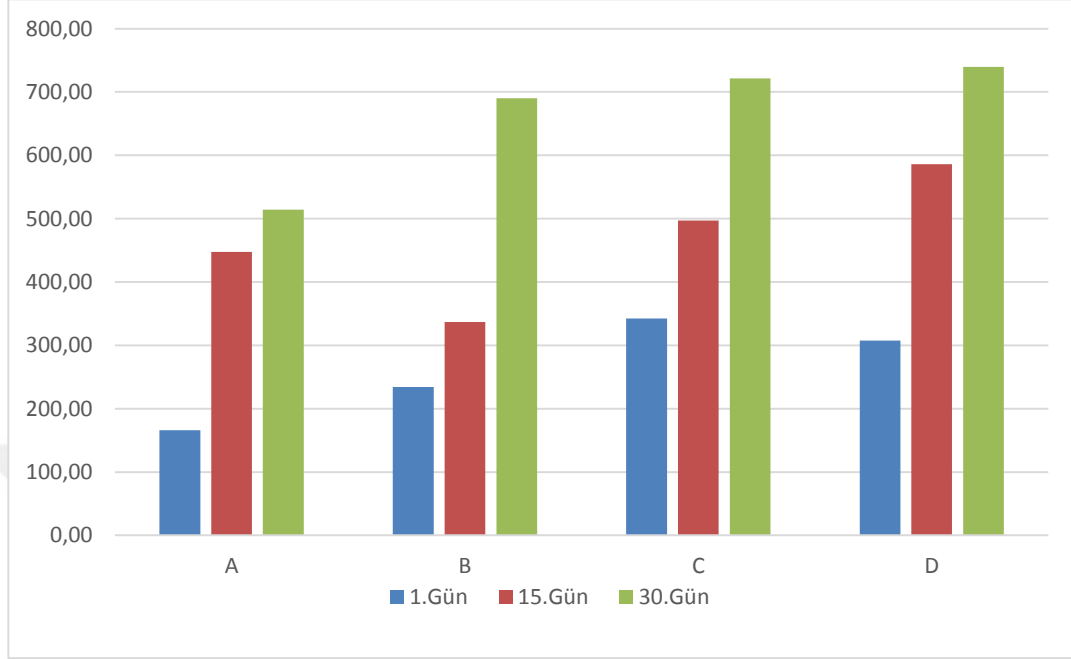
**Tablo 4.15:** Süt reçeli örneklerinin sakızimsılık (gumminess) değeri

| Örnek* | 1.Gün                       | 15.Gün                       | 30.Gün                      |
|--------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| A      | 165.92±20.607 <sup>c2</sup> | 447.52±2.085 <sup>c1</sup>   | 514.16±34.077 <sup>b1</sup> |
| B      | 234.41±17.835 <sup>b2</sup> | 336.69±36.123 <sup>b2</sup>  | 689.92±18.936 <sup>a1</sup> |
| C      | 342.30±12.694 <sup>a3</sup> | 496.84±11.654 <sup>ab2</sup> | 721.48±24.930 <sup>a1</sup> |
| D      | 307.39±5.271 <sup>a3</sup>  | 585.98±27.953 <sup>a2</sup>  | 739.69±3.789 <sup>a1</sup>  |

\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli  
\*\*Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler süt reçeli üretim uygulamalarına göre aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Celep (2019) süt reçeli örneklerinin sakızimsılık (gumminess) değerini 0.08 ile 1.72 arasında olduğunu belirtmiştir. Silva vd. (2015) yaptıkları çalışmada nişasta ilaveli süt reçellerinin sakızimsılık (gumminess) değerini 255.9 ile 431.1 arasında olduğunu bulmuşlardır. Balthazar vd. (2020) süt reçeli üretiminde inülin ve ksilooligosakkarit ilavesinin teknolojik açıdan faydalarını inceledikleri çalışmalarında sakızimsılık (gumminess) değerini 177.38 ile 326.80 olduğunu ifade etmiştir. Cavalheiro vd. (2020) farklı oranlarda inek sütü ve koyun sütü karışımlarından elde ettikleri süt reçeli örneklerinin sakızimsılık (gumminess) değerini 0.16 ile 0.24 olduğunu saptamıştır. Çalışmamızda elde edilen sakızimsılık (gumminess) değerinin Silva vd. (2015), Celep (2019) ve Balthazar vd. (2020) bulduğu sonuçlar ile benzer olduğu saptanırken Cavalheiro vd. (2020) elde ettiği sonuçtan yüksek olduğu bulunmuştur

**Şekil 4.10:** Süt reçeli örneklerinin sakızımsılık (gumminess) değeri



\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

Depolama süresi boyunca en düşük sakızımsılık (gumminess) değeri kontrol süt reçeli örneğinde (A) görülürken en yüksek sakızımsılık (gumminess) değeri nişasta ilaveli laktozsuz süt reçeli örneğinde (D) bulunmuştur. Depolama süresi boyunca süt reçeli örneklerinin sakızımsılık (gumminess) değerinin istatistiksel açıdan önemli önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Süt reçeli örneklerinin sakızımsılık (gumminess) değerinin depolama süresi boyunca arttığı görülmüştür. Bu artış sertlik ve kohesivlik artış ile benzerlik göstermektedir.

Tuna (2018) depolama süresi boyunca inek sütü reçeli örneğinin sakızımsılık (gumminess) değerlerinin arttığını belirtmiştir. Cavalheiro (2019) inek sütü reçellerinin yağ oranı azaldıkça sakızımsılık (gumminess) değerlerinin arttığını ifade etmiştir. Süt reçelinin üretiminde katı konsantrasyonun, üretim sıcaklığı ve zamanın sakızımsılık (gumminess) değerlerinde değişkenliğe neden olduğu düşünülmektedir (Cavalheiro vd., 2019).

#### 4.2.9.5. Kohesivlik (cohesiveness)

Kohesivlik gıdanın iç yapısının parçalamasının zorluk derecesi ya da iç yapısını şekillendiren iç bağların mukavemeti/esnekliğinin ölçüsü olarak ifade

edilmektedir ve birinci ve ikinci sıkıştırılmaların altındaki pozitif kuvvet alanlarının oranı ‘kohesivlik’ olarak hesaplanmaktadır (Bourne vd., 2002; Chang vd., 2011; Erdemir ve Karaoğlu, 2021). Süt reçeli örneklerinin kohesivlik (cohesiveness) değeri sonuçları Tablo 4.16 ve Şekil 4.11’de verilmiştir. Değerlerin  $0.44 \pm 0.021$  ile  $0.59 \pm 0.006$  arasında olduğu bulunmuştur. İstatiksel açıdan laktozsuz süt ve stabilizatör uygulamasının süt reçellerinin cohesiveness değeri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Bu durumun laktoz hidrolizasyonu sonucu oluşan indirgen şekerlerin maillar reaksiyonuna daha çabuk girmemesi ve ortamdaki su miktarındaki artışın sakızimsılık değerine etkilemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Edwards, 2000; Yoo, vd. 2004; Metin, 2009).

**Tablo 4.16:** Süt reçeli örneklerinin cohesiveness değeri

| Örnek* | 1.Gün                 | 15.Gün                | 30.Gün                |
|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A      | $0.44 \pm 0.021^{b2}$ | $0.46 \pm 0.001^{b2}$ | $0.52 \pm 0.009^{b1}$ |
| B      | $0.52 \pm 0.010^{a2}$ | $0.57 \pm 0.008^{a1}$ | $0.59 \pm 0.006^{a1}$ |
| C      | $0.54 \pm 0.007^{a2}$ | $0.58 \pm 0.013^{a1}$ | $0.59 \pm 0.005^{a1}$ |
| D      | $0.54 \pm 0.008^{a2}$ | $0.58 \pm 0.001^{a1}$ | $0.61 \pm 0.015^{a1}$ |

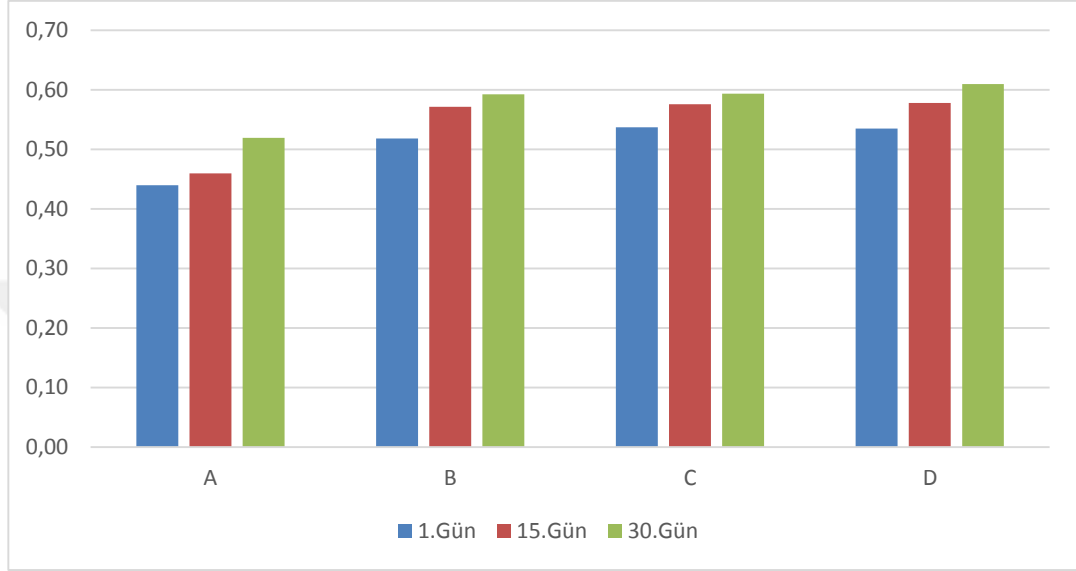
\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli  
 \*\*Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler süt reçeli üretim uygulamalarına göre aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Nişasta ilaveli süt reçeli ile yapılan bir çalışmada kohesivlik (cohesiveness) değeri 0.83 ile 0.94 olarak bulunmuştur (Almeida vd., 2014). Barone vd. (2017) satın aldıkları süt reçeli örneklerinin kohesivlik (cohesiveness) değerinin 0.667 ile 0.730 arasında değişkenlik gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Cavalheiro vd. (2020) farklı oranlarda inek sütü ve koyun sütü reçellerinin kohesivlik (cohesiveness) değeri 0.82 ile 0.96 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Balthazar vd. (2020) çalışmalarında inülin ilave ettikleri süt reçeli örneklerinin kohesivlik (cohesiveness) değerini 0.79 ile 0.90 olarak bulmuşlardır. İnülin ilave edilmiş örneklerin dış yapışkanlık (adhesiveness), kohesivlik (cohesiveness) ve sakızimsılık (gumminess) değerlerinin daha yüksek olduğunu tespit edilmişlerdir. Süt reçeli ile ilgili yapılan bir başka çalışmada ise cohesiveness değeri 0.603 ile 0.665 aralığında olduğu saptanmıştır (Adornato, 2020). Çalışmamızda elde edilen

cohesiveness değeri sonuçlarının Almeida vd. (2014), Cavalheiro vd. (2020), Balthazar vd. (2020) ve Adornato vd. (2020)'nin elde ettikleri sonuçlardan düşük olduğu tespit edilmiştir.

**Şekil 4.11:** Süt reçeli örneklerinin cohesiveness değeri



\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

Depolama süresi boyunca en düşük kohesivlik (cohesiveness) değeri kontrol süt reçeli örneğinde (A) saptanırken en yüksek kohesivlik (cohesiveness) değeri laktozsuz süt reçeli örneğinde (B) bulunmuştur. Depolama süresi boyunca süt reçeli örneklerinin kohesivlik (cohesiveness) değerinin istatistiksel açıdan önemli önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Süt reçellerinin depolama süresi boyunca maillar reaksiyona bağlı oluşan dehidrasyonun srecellerin kohesivlik (cohesiveness) değerinin etkilediği düşünülmektedir (Edwards, 2000; Yoo, vd. 2004; Metin, 2009).

#### 4.2.10. Süt Reçellerine uygulanacak mikrobiyolojik analizler

##### 4.2.10.1. Toplam aerobik mezofilik bakteri

Süt reçellerin toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayısı Tablo 4.17 ve Şekil 4.12'de verilmiştir. Değerlerin  $2.00 \pm 0.424$  ile  $4.10 \pm 0.693$  arasında olduğu saptanmıştır. İstatistiksel açıdan laktozsuz süt ve stabilizatör uygulamasının süt reçellerinin toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerine uygulamanın etkisinin önemli olmadığı bulunmuştur ( $p > 0.05$ ).

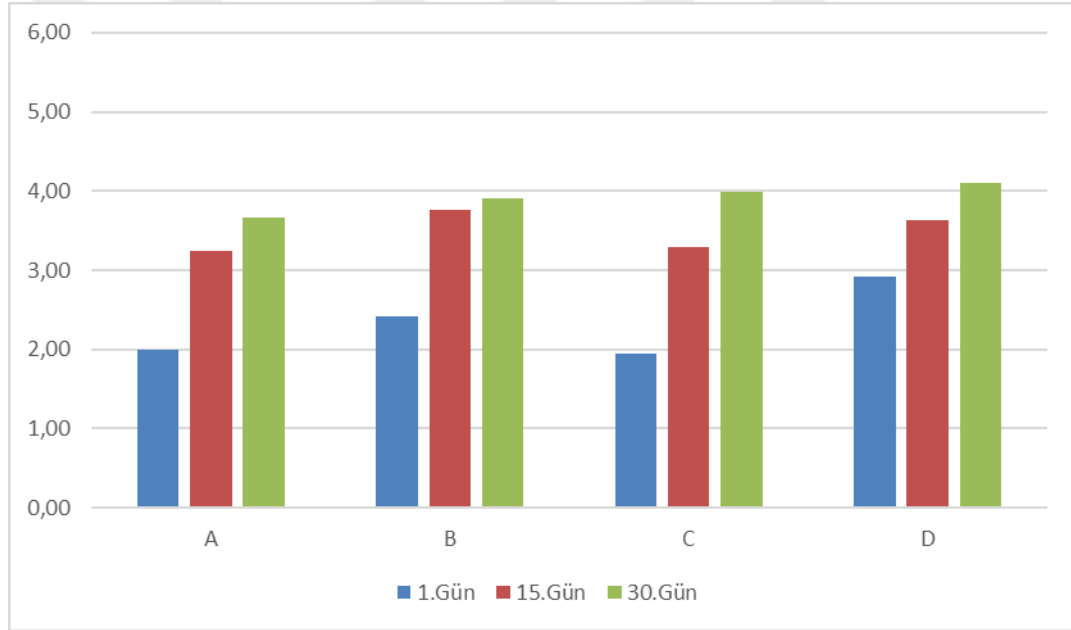
**Tablo 4.17:** Süt reçeli örneklerinin toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı

| Örnek* | 1.Gün      | 15.Gün     | 30.Gün     |
|--------|------------|------------|------------|
| A      | 2.00±0.424 | 3.24±0.707 | 3.67±0.262 |
| B      | 2.42±0.170 | 3.77±0.220 | 3.91±0.863 |
| C      | 1.94±0.339 | 3.30±0.629 | 4.00±0.686 |
| D      | 2.92±0.382 | 3.63±0.163 | 4.10±0.693 |

\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

\*\*Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler süt reçeli üretim uygulamalarına göre aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

**Şekil 4.12:** Süt reçeli örneklerinin toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı



\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

Depolama süresi boyunca en düşük toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı kontrol süt reçeli örneğinde (A) saptanırken en yüksek toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı pektin ilaveli laktozsuz süt reçeli örneğinde (D) bulunmuştur. Depolama süresi boyunca süt reçeli örneklerinin toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır (p>0.05).

#### 4.2.10.2. Maya-küf sayısı

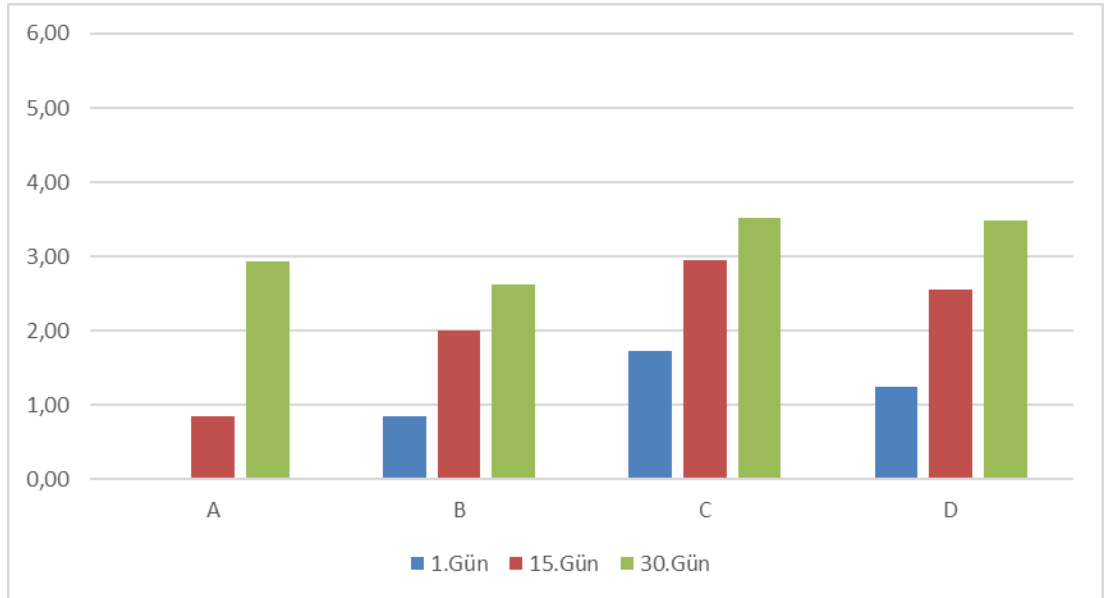
Süt reçellerin maya-küf sayısı sonuçları Tablo 4.18 ve Şekil 4.13’de verilmiştir. Çalışmada küf-maya sayılarının  $0.00 \pm 0.000$  ile  $3.52 \pm 0.113$  log/kob arasında olduğu saptanmıştır. İstatiksel açıdan laktozsuz süt ve stabilizatör uygulamasının süt reçellerinin maya-küf sayısı üzerine uygulamanın etkisinin önemli olmadığı bulunmuştur ( $p > 0.05$ ).

**Tablo 4.18:** Süt reçeli örneklerinin maya-küf sayısı (log/kob)

| Örnek* | 1.Gün            | 15.Gün           | 30.Gün           |
|--------|------------------|------------------|------------------|
| A      | $0.00 \pm 0.000$ | $0.85 \pm 1.202$ | $2.93 \pm 0.636$ |
| B      | $0.85 \pm 1.202$ | $2.00 \pm 0.424$ | $2.62 \pm 0.113$ |
| C      | $1.72 \pm 0.962$ | $2.95 \pm 0.134$ | $3.52 \pm 0.113$ |
| D      | $1.24 \pm 1.754$ | $2.56 \pm 1.209$ | $3.48 \pm 0.113$ |

\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli  
\*\*Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler süt reçeli üretim uygulamalarına göre aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p < 0.05$ ).

**Şekil 4.13:** Süt reçeli örneklerinin maya-küf sayısı (log/kog)



\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

Örneklerin depolama süresinin maya-küf sayısı üzerine etkisinin istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Depolama süresi boyunca en düşük



maya-küf sayısı kontrol süt reçeli örneğinde (A) saptanırken en yüksek maya-küf sayısı pektin ilaveli laktozsuz süt reçeli örneğinde (C) bulunmuştur.

#### **4.2.11. Süt reçellerinin duyusal değerlendirmesi**

Duyusal değerlendirme gıda kalitesini diğer kalite kontrol yöntemleriyle birlikte ölçüpanalizleyen bir disiplindir. Gıdaların çeşitli karakteristik özelliklerine görme, koklama, tatma, dokunma veya işitme duyularının verdiği tepkiyi ölçmektedir (Altuğ, 1993). Nesnel yöntemlerin yetersiz kaldığı özellikle tüketici tercihini etkileyen lezzet gibi kalite kriterleriduyusal analizlerle saptanmaktadır.

##### **4.2.11.1. Görünüş**

Süt reçeli örneklerinin görünüş puan sonuçları Tablo 4.19 ve Şekil 4.14'de verilmiştir. Puanların  $3.05 \pm 0.071$  ile  $3.40 \pm 0.566$  arasında olduğu saptanmıştır. İstatiksel açıdan laktozsuz süt ve stabilizatör uygulamasının süt reçellerinin görünüş puanları üzerine etkisinin önemli olmadığı bulunmuştur ( $p > 0.05$ ).

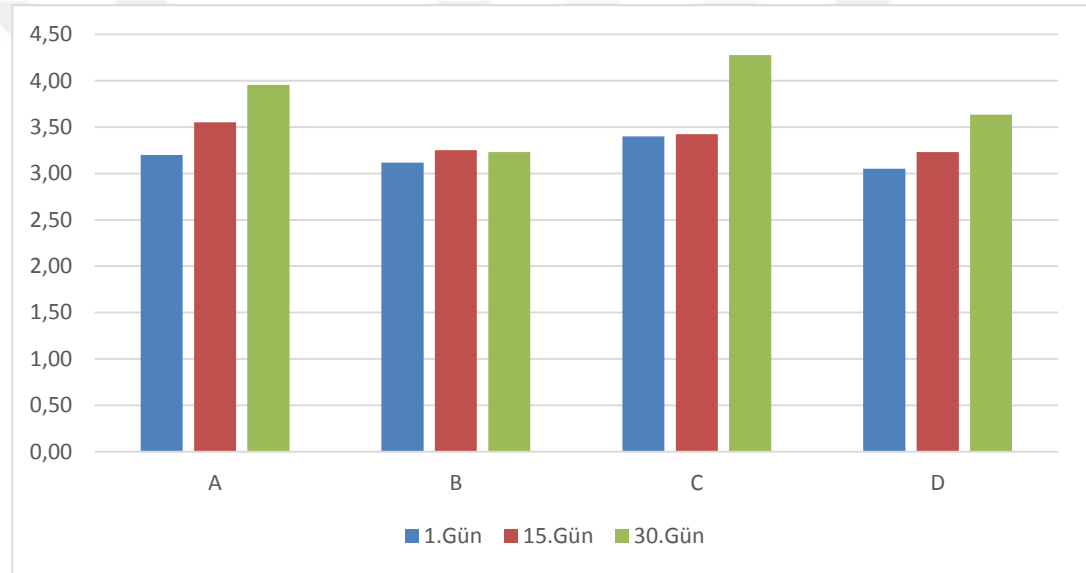
Ferreira vd. (2010) kahve ve peynir altı suyu proteini kullanarak ürettikleri süt reçeli örneklerinin görünüş puanlarının 10 üzerinden 7.23 ile 7.77 aralığında olduğu tespit etmişlerdir. Adornato vd. (2020) süt reçeli örneklerinin görünüş puanını 5.27 ile 7.25 arasında olduğunu belirlemişlerdir. Brezilya'da süt reçellerinin duyusal özelliklerinin incelendiği bir başka çalışmada ise görünüş puanlarının 10 üzerinden 3.7 ile 7.5 aralığında olduğu ifade edilmiştir (Cavalcanti vd., 2015). Barone vd. (2018) süt reçeli örneklerinin görünüş puanlarının 10 üzerinden 3.33 ile 6.73 olduğunu belirtmişlerdir. Fındık sütü ile yapılan vegan süt reçelinin görünüş puanları 10 üzerinden 6.9 ile 7.3 aralığında bulunmuştur (Araújo vd., 2020).

**Tablo 4.19:** Süt reçeli örneklerinin görünüş puanı

| Örnek* | 1.Gün      | 15.Gün     | 30.Gün     |
|--------|------------|------------|------------|
| A      | 3.20±0.283 | 3.55±0.170 | 3.96±0.346 |
| B      | 3.12±0.445 | 3.25±0.354 | 3.23±0.523 |
| C      | 3.40±0.566 | 3.43±0.403 | 4.28±0.078 |
| D      | 3.05±0.071 | 3.23±0.523 | 3.64±0.106 |

\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

**Şekil 4.14:** Süt reçeli örneklerinin görünüş puanı



\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

Literatür incelendiğinde Ferreira vd. (2010) çalışmasında en yüksek görünüş puanını %10 peynir altı suyu ile %1 kahve ilaveli süt reçeli alırken Araújo vd. (2020) çalışmasında ise en yüksek görünüş puanını jackfruit ve farinha tohumu ilaveli süt reçeli almıştır. Cavalcanti vd., (2015). Barone vd. (2018) Adornato vd. (2020) elde ettiği sonuçlar ile oransal olarak karşılaştırıldığında çalışmamızda elde edilen sonuçların yüksek olduğu saptanmıştır.

Depolama süresi boyunca en düşük görünüş puanı laktozsuz süt reçeli örneğinde (B) görülürken en yüksek görünüş puanı pektin ilaveli laktozsuz süt reçeli örneğinde (C) bulunmuştur. Depolama süresi boyunca süt reçeli örneklerinin görünüş puanı artış göstermiştir. Bu değişimin istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır

( $p>0.05$ ). Bu sonuç Sarı (2020) tarafından yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Akal vd. (2018) süte %10, %15 ve %20 oranında şeker ilave edilerek elde edilen süt reçellerinin görünüş puanlarındaki farklılıkların depolama süresi boyunca istatistiksel açıdan önemli olduğunu belirtmiştir.

Akpınar vd. (2021) çalışmalarında görünüş puanlarının depolama süresi boyunca 5.43 ile 6.25 arasında değişiklik gösterdiğini saptamışlardır. Muz ve fındık püresi ilaveli süt reçeli örneklerinin görünüş puanlarında depolamanın 15. gününde artış görülürken 30. Gününde düşüş gösterdiği bildirmişlerdir. Garita vd. (2004), sıcaklıktaki artışın depolama süresini olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir. Çalışmalarında oda sıcaklığında (25 °C) saklanan süt reçellerinin raf ömrünün 109 gün 37 °C'de saklanan örneklerinin raf ömrünün 53 gün ve 45 °C'de saklanan süt reçellerinin raf ömrü 9 gün olduğunu ifade etmişlerdir. Saklama sıcaklığı, süt reçelinin raf ömrünün belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır.

#### **4.2.11.2. Renk**

Süt reçeli örneklerinin renk puanı sonuçları Tablo 4.20 ve Şekil 4.15'de verilmiştir. Değerlerin  $2.86\pm 0.205$  ile  $4.21\pm 0.014$  arasında olduğu bulunmuştur. İstatistiksel açıdan laktozsuz süt ve stabilizatör uygulamasının süt reçellerinin renk puanı üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ).

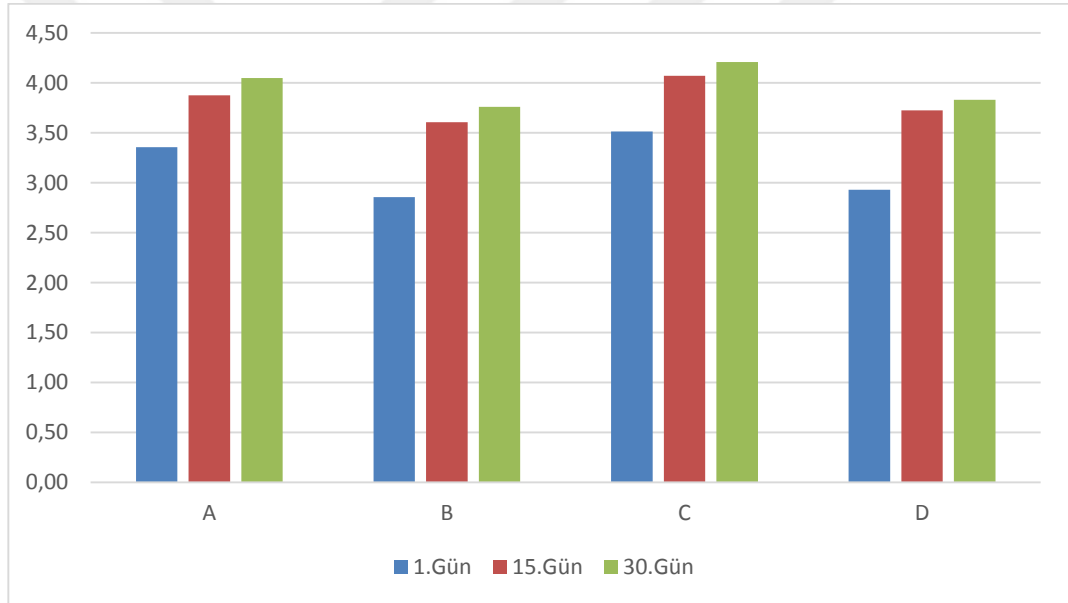
Adornato vd. (2020) çalışmalarında süt reçeli örneklerinin renk puanının 10 üzerinden 5.95 ile 7.42 olduğunu belirtmişlerdir. Keçi ve sığır sütlerine ksilitol ilave edilerek elde edilen diyet süt reçeli örneklerinin renk puanının 10 üzerinden 5.93 ile 7.56 aralığında olduğu saptanmıştır (Oliveira vd., 2021). Probiyotik ve prebiyotiklerle fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş geleneksel süt reçeli örnekleri ile yapılan bir çalışmada renk puanlarının 10 üzerinden 5.43 ile 6.25 arasında tespit edilmiştir (Akpınar vd., 2021). Çalışmamızda elde edilen sonuçlarımız Adornato vd. (2020), Oliveira vd. (2021) ve Akpınar vd. (2021)'nin elde ettiği renk puan sonuçları ile oransal olarak karşılaştırıldığında yüksek olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 4.20:** Süt reçeli örneklerinin renk puanı

| Örnek* | 1.Gün                    | 15.Gün                   | 30.Gün                   |
|--------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| A      | 3.36±0.219 <sup>ab</sup> | 3.88±0.021 <sup>ab</sup> | 4.05±0.071 <sup>ab</sup> |
| B      | 2.86±0.205 <sup>c</sup>  | 3.61±0.007 <sup>b</sup>  | 3.76±0.071 <sup>c</sup>  |
| C      | 3.52±0.134 <sup>a</sup>  | 4.07±0.099 <sup>a</sup>  | 4.21±0.014 <sup>a</sup>  |
| D      | 2.93±0.099 <sup>bc</sup> | 3.73±0.106 <sup>b</sup>  | 3.83±0.042 <sup>bc</sup> |

\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli  
\*\*Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler süt reçeli üretim uygulamalarına göre aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

**Şekil 4.15:** Süt reçeli örneklerinin renk puanı



\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

Depolama süresi boyunca renk puanı en düşük laktozsuz süt reçeli örneğinde (B) bulunurken en yüksek renk puan pektin ilaveli laktozsuz süt reçeli örneğinde (C) saptanmıştır. Depolama süresi boyunca süt reçeli örneklerinin renk puanları arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır (p<0.05). Bu sonuç Tuna (2020) tarafından yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir. Süt reçellerinin renk puanları depolamaları artış göstermiştir. Bu artışın örneklerin depolanması sırasında maillard reaksiyonu sonucu oluşan renk bileşenlerinin tüketici tarafından arzu edilebilir düzeyde olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### 4.2.11.3.Koku

Süt reçellerinin koku puanları Tablo 4.21 ve Şekil 4.16'da verilmiştir. Değerlerin  $2.80\pm 0.000$  ile  $3.00\pm 0.283$  arasında değişkenlik gösterdiği bulunmuştur. İstatiksel açıdan laktozsuz süt ve stabilizatör uygulamasının süt reçellerinin koku puanları üzerine etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). Yapılan diğer çalışmalarda süt reçeli örneklerinin koku puanlarının 4.15 ile 5.35 (Tuna, 2018) ve 3.70 ile 4.80 (Cebeci, 2020) aralığında olduğu belirtilmiştir.

Depolama süresi boyunca en düşük koku puanı kontrol süt reçeli örneğinde (A) en yüksek koku puanı pektin ilaveli süt reçeli (C) örneğinde bulunmuştur. Panelistlerin koku puanlarının depolama boyunca artış gösterdiği görülmektedir. Depolama süresi boyunca süt reçeli örneklerinin koku puanları arasındaki farklılığın istatiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ).

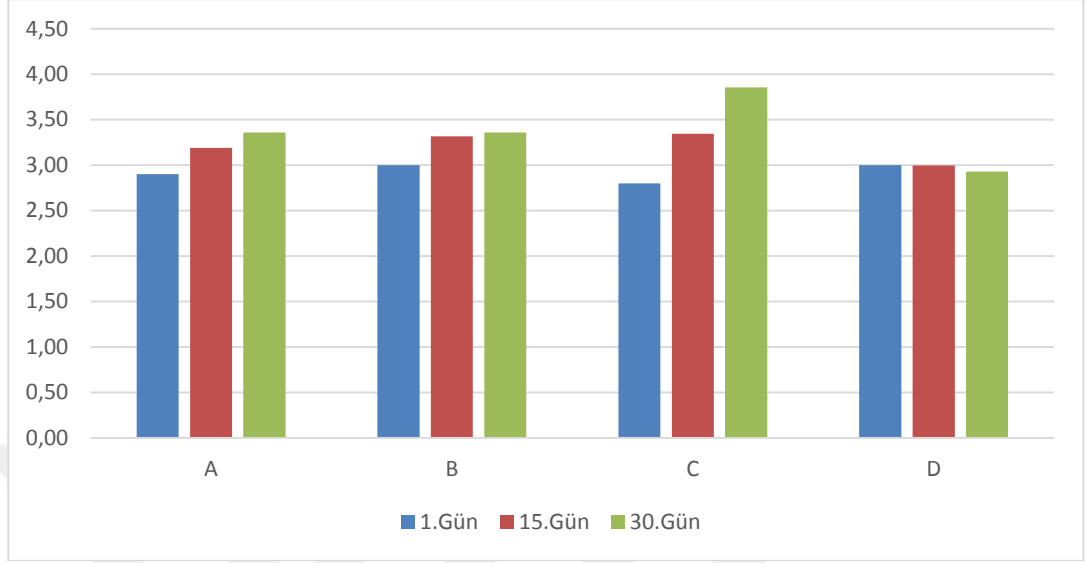
**Tablo 4.21:** Süt reçeli örneklerinin koku puanı

| Örnek* | 1.Gün           | 15.Gün          | 30.Gün          |
|--------|-----------------|-----------------|-----------------|
| A      | $2.90\pm 0.141$ | $3.19\pm 0.580$ | $3.36\pm 0.099$ |
| B      | $3.00\pm 0.283$ | $3.32\pm 0.021$ | $3.36\pm 0.707$ |
| C      | $2.80\pm 0.000$ | $3.35\pm 0.643$ | $3.86\pm 0.205$ |
| D      | $3.00\pm 0.000$ | $3.00\pm 0.148$ | $2.93\pm 0.509$ |

\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

Probiyotik ve prebiyotik ilavesi ile üretimi gerçekleştirilen geleneksel süt reçeli örneklerinin depolama süresi boyunca duyu özellikleri incelenmiş ve koku puan sonuçlarının istatiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır (Akpınar vd., 2021). Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre fındık ezmesi ilave edilen süt reçellerinin koku puanı 15. günde artma 30. günde azalma gösterirken muz püresi ilave edilen süt reçellerinin depolama süresi boyunca koku puanlarında artma görülmüştür.

**Şekil 4.16:** Süt reçeli örneklerinin koku puanı



\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

#### 4.2.11.4. Kıvam

Süt reçeli örneklerinin kıvam puanı Tablo 4.22 ve Şekil 4.17’de verilmiştir. Puanların  $3.04 \pm 0.191$  ile  $3.18 \pm 0.170$  arasında değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. İstatiksel olarak laktozsuz süt ve stabilizatör uygulamasının süt reçellerinin kıvam puanları üzerine etkisinin önemli olmadığı bulunmuştur ( $p > 0.05$ ).

**Tablo 4.22:** Süt reçeli örneklerinin kıvam puanı

| Örnek*   | 1.Gün            | 15.Gün           | 30.Gün           |
|----------|------------------|------------------|------------------|
| <b>A</b> | $3.18 \pm 0.170$ | $3.00 \pm 0.078$ | $2.93 \pm 0.035$ |
| <b>B</b> | $3.04 \pm 0.191$ | $3.25 \pm 0.071$ | $3.30 \pm 0.021$ |
| <b>C</b> | $3.14 \pm 0.057$ | $3.23 \pm 0.035$ | $3.35 \pm 0.071$ |
| <b>D</b> | $3.03 \pm 0.035$ | $3.24 \pm 0.057$ | $3.30 \pm 0.212$ |

\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

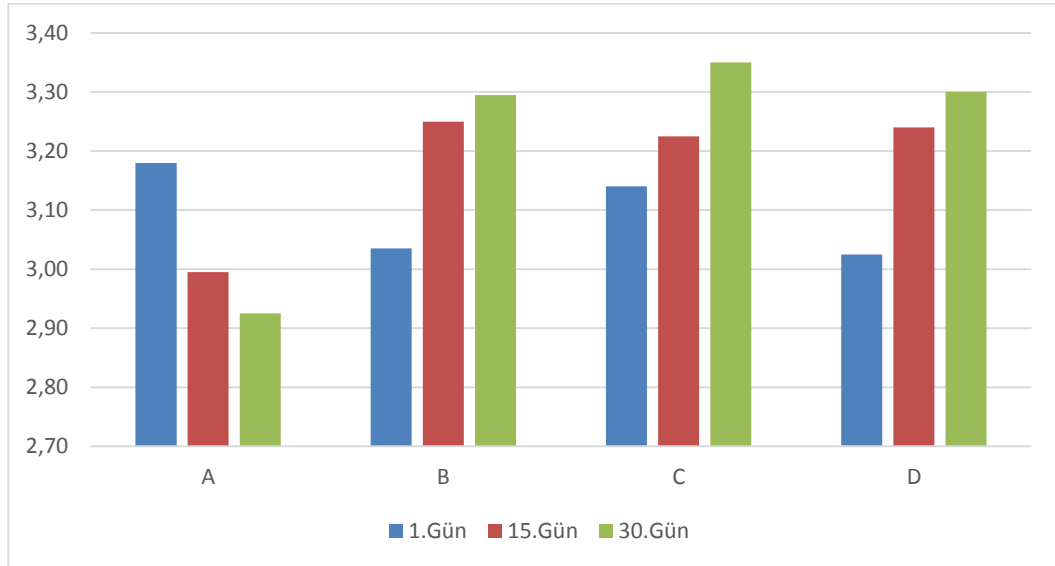
Cebeci (2020) süt reçeli örneklerinin kıvam puanını 3.85 ile 4.65 aralığında tespit etmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda süt reçeli örneklerinin kıvam puanlarının 10 üzerinden 6.55 ile 7.88 (Ferreira vd., 2010), 4.6 ile 7.6 (Cavalcanti vd. 2015) ve 4.67 ile 7.09 (Barone vd. 2018) aralığında olduğu belirtilmiştir. Akal vd. (2018)

çalışmalarında süt reçeli örneklerinin kıvam puanı sonuçlarının istatistiksel açıdan önemli olduğunu saptamışlardır.

Depolama süresi boyunca en düşük kıvam puanı laktozsuz süt reçeli örneğinde (B) en yüksek koku puanı pentin ilaveli laktozsuz süt reçeli (C) örneğinde bulunmuştur. Depolama süresi boyunca laktozsuz süt reçeli (B), pektin ilaveli laktozsuz süt reçeli (C) ve nişasta ilaveli laktozsuz süt reçeli (D) örneklerinin kıvam puanları artış gösterirken kontrol süt reçeli (A) örneğinin kıvam puanı azalmıştır. Bu durumun depolamanın sonuna doğru kontrol süt reçeli (A) örneğinde oluşan kumluluk probleminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Depolama süresi boyunca süt reçeli örneklerinin kıvam puanlarındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p > 0.05$ ).

Akal vd. (2018) çalışmalarında süt reçeli örneklerinin depolama süresi boyunca kıvam puanı sonuçlarının istatistiksel açıdan önemli ve süt reçeli örneklerinin kıvam puanlarında depolamanın 15. gününde artma görülürken 30. günde azalma meydana geldiğini belirtmişlerdir.

**Şekil 4.17:** Süt reçeli örneklerinin kıvam puanı



\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

#### 4.2.11.5. Tat-aroma

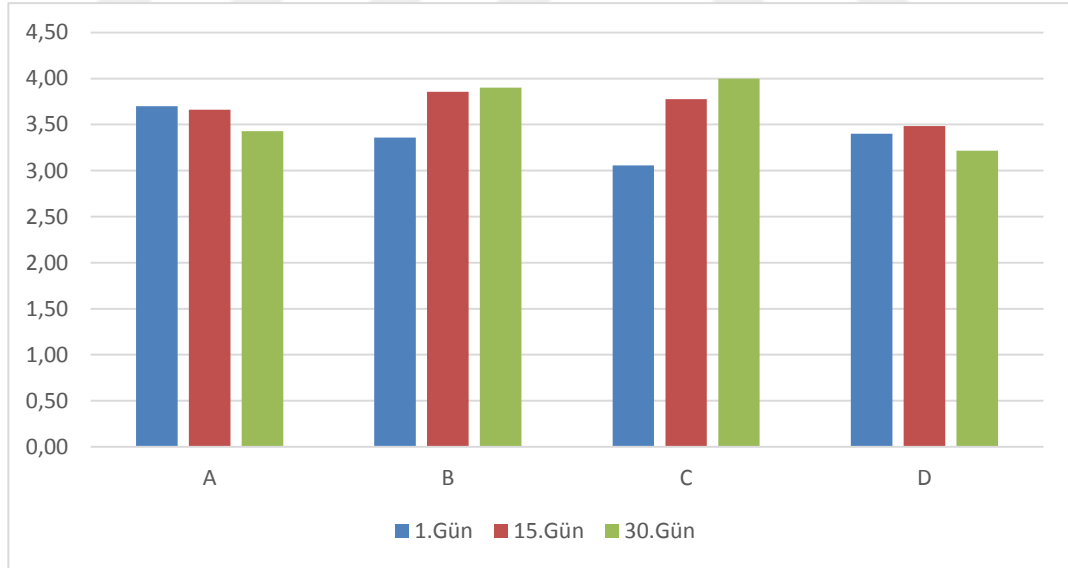
Süt reçeli örneklerinin tat-aroma puanı Tablo 4.23 ve Şekil 4.18’de verilmiştir. Değerler  $3.06\pm 0.078$  ile  $3.70\pm 0.141$  arasında bulunmuştur. İstatiksel olarak laktozsuz süt ve stabilizatör uygulamasının süt reçellerinin tat-aroma değeri üzerine etkisinin önemli olmadığı bulunmuştur ( $p>0.05$ ).

**Tablo 4.23:** Süt reçeli örneklerinin tat- aroma puanı

| Örnek* | 1.Gün           | 15.Gün          | 30.Gün          |
|--------|-----------------|-----------------|-----------------|
| A      | $3.70\pm 0.141$ | $3.66\pm 0.622$ | $3.43\pm 0.000$ |
| B      | $3.36\pm 0.707$ | $3.86\pm 0.361$ | $3.90\pm 0.990$ |
| C      | $3.06\pm 0.078$ | $3.78\pm 0.389$ | $4.00\pm 0.198$ |
| D      | $3.40\pm 1.131$ | $3.49\pm 0.262$ | $3.22\pm 0.912$ |

\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

**Şekil 4.18:** Süt reçeli örneklerinin tat-aroma puanı



\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

Farklı ticari markalara ait süt reçeli örnekleri ile yapılan çalışmalarda Cavalcanti vd. (2015) tat-aroma puanı 4.0 ile 7.4, Barone vd. (2018) ise 4.83 ile 6.31 aralığında olduğunu tespit etmişlerdir. Balthazar vd. (2020) ohmik ısıtma yöntemi kullanarak ürettikleri süt reçeli örneklerinin tat-aroma puanlarının 6.20 ile 7.60 aralığında olduğunu ifade etmişlerdir. Pekan cevizi yağı ilavesi edilerek üretilen süt



reçeli örneklerinin tat-aroma puanı 5.18 ile 6.60 aralığında bulunmuştur (Adornato vd., 2020). Oliveria vd. (2021) çalışmalarında süt reçeli örneklerinin tat-aroma puanlarını 6.80 ile 7.53 arasında belirlemişlerdir.

Depolama süresi boyunca en düşük ve en yüksek tat-aroma puanları pektin ilaveli laktozsuz süt reçeli örneğinde (C) bulunmuştur. Örneklerin tat-aroma puanlarının süt reçeli (Kontrol) (A) azaldığı, laktozsuz süt reçeli (B) ve pektin ilaveli süt reçeli (C) örneğinde arttığı, nişasta ilaveli süt reçeli (D) ise depolama süresi boyunca artma ve azalmaların görüldüğü saptanmıştır. Depolama süresi boyunca süt reçeli örneklerinin tat aroma puanlarında oluşan farklılığının istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p > 0.05$ ).

#### 4.2.11.6. Şeker yeterliliği

Süt reçeli örneklerinin şeker yeterliliği puanları Tablo 4.26 ve Şekil 4.19'da verilmiştir. Değerlerin  $2.74 \pm 0.092$  ile  $3.83 \pm 0.042$  aralığında olduğu tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak laktozsuz süt ve stabilizatör uygulamasının süt reçellerinin şeker yeterliliği puanları üzerine etkisinin önemli olduğu bulunmuştur ( $p > 0.05$ ). Bu durumun laktozu hidrolize edilmiş sütlerde oluşan monosakkaritlerin tatlılık derecesini daha fazla olmasından ve bunun tüketici açısından arzu edilebilir bir düzeyde olmasından kaynakladığı düşünülmektedir.

**Tablo 4.24:** Süt reçeli örneklerinin şeker yeterliliği puanı

| Örnek* | 1.Gün              | 15.Gün                | 30.Gün                |
|--------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| A      | $2.74 \pm 0.092^b$ | $3.08 \pm 0.170^b$    | $3.30 \pm 0.141^b$    |
| B      | $3.38 \pm 0.035^a$ | $3.55 \pm 0.071^a$    | $3.70 \pm 0.141^{ab}$ |
| C      | $3.30 \pm 0.283^a$ | $3.31 \pm 0.057^{ab}$ | $3.83 \pm 0.042^a$    |
| D      | $3.33 \pm 0.113^a$ | $3.57 \pm 0.042^a$    | $3.68 \pm 0.106^{ab}$ |

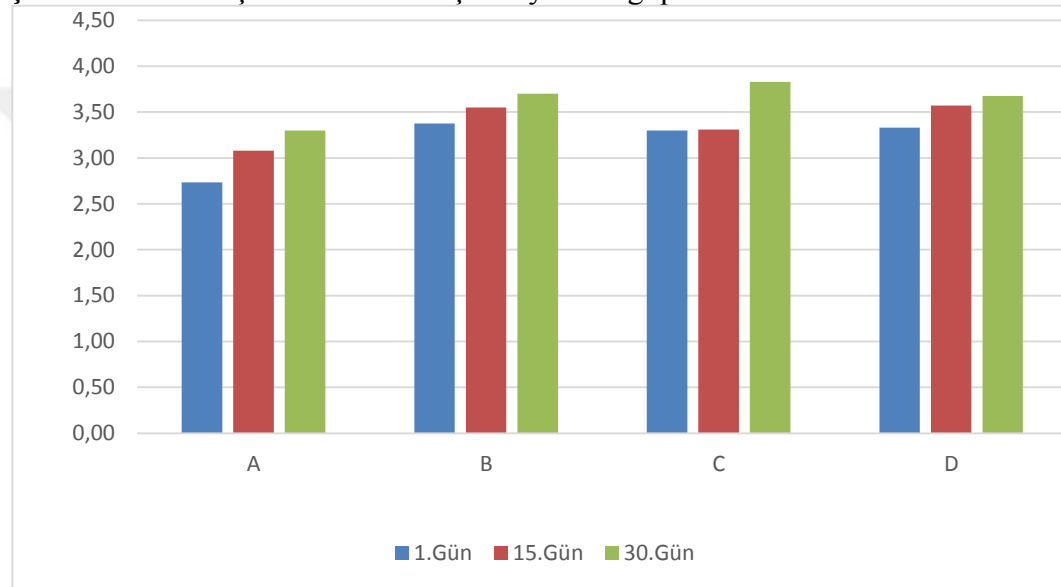
\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli  
\*\*Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler süt reçeli üretim uygulamalarına göre aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Tuna (2018) çalışmasında süt reçeli örneklerinin şeker yeterliliği puanlarını 4.45 ile 5.35 arasında tespit etmiştir. Fındık ezmesi ve muz püresi ilave edilerek

üretileen süt reçellerinin örnekleerin Şeker yeterliliği puanlarının 4.37 ile 5.75 arasında olduğunu belirlemişlerdir (Akpınar vd., 2021).

Depolama süresi boyunca en düşük Şeker yeterliliği kontrol süt reçeli örneğinde (A) en yüksek Şeker yeterliliği puanı pektin ilaveli laktozsuz süt reçeli örneğinde (C) bulunmuştur. Depolama süresi boyunca süt reçeli örneklelerinin Şeker yeterliliği puanlarının istatikselle açıdan önemli olmadığı saptanmıştır ( $p > 0.05$ ).

**Şekil 4.19:** Süt reçeli örneklelerinin Şeker yeterliliği puanı



\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

Fındık ezmesi ve muz püresi ilave edilerek üretileen süt reçeli üretilmiş ve duyuusal özellikleri incelenmiŐtır (Akpınar vd., 2021). Şeker yeterliliği puanının 10 üzerinden 4.35 ile 5.75 aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Probiyotik ilaveli süt reçeli örneğinin Şeker yeterliliği puanı 15. günde artarken 30. günde azalmıştır, fındık ezmesi ilaveli süt reçeli örneğinin Şeker yeterliliği puanı depolama süresi boyunca azalma gösterirken, muz püresi ilaveli süt reçeli örneğinin Şeker yeterliliği puanında artma olduğunu saptamışlardır (Akpınar vd., 2021).

#### 4.2.11.7. Genel beğeni

Süt reçeli örneklelerinin Şeker yeterliliği puanları Tablo 4.25 ve Şekil 4.20'de verilmiŐtır. Puanların  $1.95 \pm 0.014$  ile  $2.99 \pm 0.014$  aralığında olduğu tespit edilmiŐtır. İstatikselle olarak laktozsuz süt ve stabilizatör uygulamasının süt reçellerinin genel

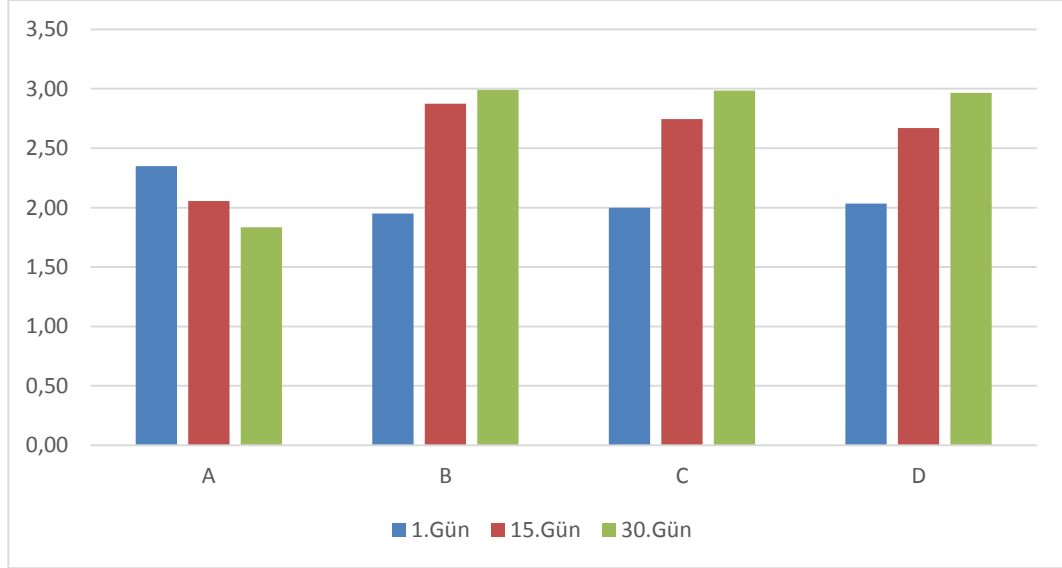
beğeni puanları üzerine etkisinin önemli olduğu bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Genel beğeni puanlarında görülen bu geniş dağılımın laktozsuz süt ve stabilizatör uygulamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Süt reçeli örneklerinde süte uygulanan laktoz hidrolizasyon uygulamasının örneklerin duyuşsal özellikleri üzerine etkili olduğunu belirtmiştir (Sabioni vd.,1983)

**Tablo 4.25:** Süt reçeli örneklerinin genel beğeni puanı

| Örnek* | 1.Gün                    | 15.Gün                   | 30.Gün                   |
|--------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| A      | 2.35±0.071 <sup>a1</sup> | 2.06±0.007 <sup>d2</sup> | 1.84±0.049 <sup>b3</sup> |
| B      | 1.95±0.014 <sup>b3</sup> | 2.88±0.007 <sup>a2</sup> | 2.99±0.014 <sup>a1</sup> |
| C      | 2.00±0.000 <sup>b3</sup> | 2.75±0.007 <sup>b2</sup> | 2.99±0.007 <sup>a1</sup> |
| D      | 2.04±0.049 <sup>b3</sup> | 2.67±0.000 <sup>c2</sup> | 2.97±0.007 <sup>a1</sup> |

\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli  
 \*\*Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler süt reçeli üretim uygulamalarına göre aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).

**Şekil 4.20:** Süt reçeli örneklerinin genel beğeni puanı



\*A: süt reçeli (Kontrol) B: laktozsuz süt reçeli C: Pektin ilaveli süt reçeli D: Nişasta ilaveli süt reçeli

Cavalcanti vd. (2015) çalışmalarında ticari markalara ait süt reçeli örneklerinin genel beğeni puanlarının 4.1 ile 7.6 olduğunu belirtmişlerdir. Ohmik ısıtma yöntemi kullanılarak hazırlanan süt reçellerinin genel beğeni puanlarının 6.25 ile 8.45 arasında oldu ifade edilmiştir (Balthazar vd., 2020). Adornato vd. (2020) çalışmalarında örnek formülasyonların genel beğeni puanlarını 5.11 ile 6.86 aralığında tespit etmişlerdir.

Depolama süresi boyunca en düşük genel beğeni puanı laktozsuz süt reçeli örneğinde (B) en yüksek genel beğeni puanı pektin ilaveli laktozsuz süt reçeli örneğinde (C) bulunmuştur. Depolama süresi boyunca süt reçeli örneklerinin genel beğeni puanının istatistiksel açıdan önemli olduğu bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Depolama süresi boyunca laktozsuz süt reçeli (B), pektin ilaveli laktozsuz süt reçeli (C) ve nişasta ilaveli laktozsuz süt reçeli (D) örneklerinin genel beğeni puanlarının arttığı ancak süt reçeli (Kontrol) (A) örneğinin genel beğeni puanının azaldığı tespit edilmiştir. Bu durumun üründe oluşan kumluluk probleminde kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim panelistler tarafından depolamanın 30. gününde A örneğinde kumluluk hissinin olduğu fakat B, C ve D örneklerinde depolama süresi boyunca kumluluk hissi olmadığı belirtilmiştir

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada inek sütü ve laktozu hidrolize edilmiş inek sütü kullanılarak süt reçeli (kontrol) (A), laktozsuz süt reçeli (B), pektin ilaveli laktozsuz süt reçeli (C) ve nişasta ilaveli laktozsuz süt reçeli (D) olmak üzere dört adet süt reçeli üretilmiştir. Araştırmada süt reçeli örneklerinin kurumadde, protein, yağ ve kül miktarı kimyasal özellikleri depolamanın 1. gününde; pH, titrasyon asitliği, HMF, L. a\*. b\* değerleri gibi fizikokimyasal özellikleri ile tekstürel, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri depolamanın 1., 15. ve 30. gününde incelenmiştir.

Üretimde kullanılan çiğ süte uygulanan analizler sonucunda pH, laktik asit, kurumadde, yağ, protein, kül, laktoz değerlerinin sırasıyla  $6.52\pm 0.120$ , %  $0.176\pm 0.006$ , %  $12.75\pm 0.042$ , %  $3.70\pm 0.071$ , %  $3.50\pm 0.141$ , %  $0.74\pm 0.049$  ve %  $4.00\pm 0.141$  olduğu belirlenmiştir. Üretimde kullanılan çiğ süte uygulanan hidrolizasyon işleminden sonra süt reçeliindeki laktoz miktarının %  $0.52\pm 0.007$  olduğu tespit edilmiştir.

Süt reçeli üretiminde laktozsuz süt ve stabilizatör kullanımı ile depolama süresinin örneklerin pH değerleri üzerine etkisinin istatistiksel açıdan önemli olduğu bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Üretimde laktozsuz süt kullanılan örneklerin (B, C ve D) pH değerinin süt reçeli (Kontrol) (A) örneğinden daha düşük olduğu ve depolama boyunca süt reçellerinin pH değerinin düştüğü belirlenmiştir.

Süt reçeli üretiminde laktozsuz süt ve stabilizatör kullanımı örneklerin titrasyon asitliği değeri üzerine etkisinin önemli olmadığı ( $p>0.05$ ) ancak depolama süresinin titrasyon asitliği değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Depolama süresi boyunca titrasyon asitliklerinde artış olduğu saptanmıştır.

Süt reçeli üretiminde laktozsuz süt ve stabilizatör kullanımının örneklerin kurumadde, protein, yağ ve kül madde değerleri üzerine etkisinin önemli olmadığı ( $p>0.05$ ) tespit edilmiştir.

Laktozsuz süt ve stabilizatör kullanımının ile depolama süresinin HMF değerleri üzerine etkisinin istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir.

( $p < 0.05$ ). Üretiminde laktozsuz süt kullanılan örneklerin (B, C ve D) HMF değerlerinin süt reçeli (Kontrol) (A) örneğinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Laktozsuz sütlere ilave edilen stabilizörlerin (stabilizör uygulamasının) süt reçeli örneklerinde (C ve D) HMF değerinin azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Depolama süresi boyunca tüm örneklerde HMF değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir.

Süt reçeli üretiminde laktozsuz süt ve stabilizatör uygulamasının ile depolama süresinin süt reçellerinin L,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Laktozu süt kullanılan örneklerin (B, C ve D)  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin süt reçeli (Kontrol) (A) örneğinden daha yüksek; L değerlerinin ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. Depolama süresi boyunca L değerlerine azalma görülürken  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Süt reçellerinin tekstür analiz sonuçlarına göre süt reçeli üretiminde laktozsuz süt ve stabilizatör uygulaması ile depolama süresinin örneklerin sertlik (hardness), esneklik (springiness), yapışkanlık (adhesiveness), sakızımsılık (gumminess) ve kohesivlik (cohesiveness) değerleri üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Laktozsuz süttten üretilen ve stabilizör ilave edilen örneklerin (B, C ve D) sertlik (hardness), esneklik (springiness), yapışkanlık (adhesiveness), sakızımsılık (gumminess) ve kohesivlik (cohesiveness) değerleri kontrol süt reçeli (A) örneğinden yüksek bulunmuştur. Depolama süresi boyunca sertlik (hardness), esneklik (springiness), yapışkanlık (adhesiveness), sakızımsılık (gumminess) ve kohesivlik (cohesiveness) değerleri artış göstermiştir.

Yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda süt reçeli üretiminde laktozsuz süt ve stabilizatör uygulaması ile depolama süresinin süt reçellerinin toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı ve maya küf sayısı üzerine etkisinin önemli olmadığı bulunmuştur ( $p > 0.05$ ).

Panelistler tarafından yapılan duyuusal değerlendirme sonucunda laktozsuz süt ve stabilizatör uygulaması ile depolama süresinin süt reçellerinin görünüş, koku, kıvam, tat-aroma, puanları üzerine etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p > 0.05$ ).

Laktozsuz süt ve stabilizatör uygulamasının süt reçellerinin renk, Şeker yeterliliği ve genel beğeni puanları üzerine etkisi istatiksl açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Laktozu süt kullanılan örneklerin (B, C ve D) renk, Şeker yeterliliği ve genel beğeni puanlarının süt reçeli (Kontrol) (A) rneğinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. En yüksek genel beğeni puanının ise nişasta ilaveli laktozsuz süt reçeli rneği olduğu saptanmıştır.

Süt reçeli üretiminde depolama süresinin örneklerin renk ve genel beğeni puanları üzerine etkisi istatiksl açıdan önemli ( $p<0.05$ ) bulunurken Şeker yeterliliği puanları üzerine etkisinin önemli olmadığı saptanmıştır ( $p>0.05$ ). Depolama süresi boyunca süt reçeli (Kontrol) (A) rneğinin genel beğeni puanı düşüş göstermiş ve bu durumun süt reçeli (Kontrol) (A) rneğindeki kumluluk probleminden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak;

- Süt reçeli üretiminde laktozsuz süt ve stabilizör kullanımı ile depolamanın örneklerini fizikokimyasal, tekstürel ve duysal özelikleri üzerinde farklılığa neden olduğu belirlenmiştir.
- Süt reçeli üretimde depolama sırasında oluşan kumluluk probleminin süt reçeli üretiminde laktozsuz süt kullanımı ile engelendiği tespit edilmiştir.
- Süt reçeli üretimden HMF miktarındaki değişimin sütlerde laktoz hidrolizyon işlemine bağlı olarak artış gösterdiği ancak bu artışın stabilizör ilavesi ile azaldığı tespit edilmiştir.
- Süt reçeli üretiminde laktozsuz süt ve stabilizör üretimine bağlı olarak örnekler arasında oluşan farklılığı tktci açısından kabul edilebilir düzeyde olduğu saptanmıştır.
- Laktozsuz süt ve stabilizör ilaveli süt reçellerinin laktoz intoleransı bulunan kişilere yönelik fonksiyonel bir ürün olma niteliği taŐıyabileceęi tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışmanın, süt reçeli üretiminde laktozsuz süt ve stabilizatör kullanımıyla; fonksiyonel bir ürün üretim ve tüketim olanağının ortaya konması ve elde edilen veriler bakımından literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.





## KAYNAKÇA

- Abraham, K., Gürtler, R., Berg, K., Heinemeyer, G., Lampen, A. & Appel, K.E. (2011). "Toxicology and Risk Assessment of 5-Hydroxymethylfurfural in Food". *Molecular nutrition & food research*. Sayı., 55, 667-78 .
- Açıkgöz, Ç. & Poyraz, Z. (2006). "Extraction and Characterization of Pectin Obtained From Quince". *Journal of Science and Technology of Dumlupınar*. Sayı. 12, 27-34.
- Akal, C., Buran, İ., Albayrak Delioğlu, R. & Yetişemeyen, A.(2018). "Farklı şeker Oranlarının Süt Reçelinin Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi". *Gıda Dergisi*. Sayı. 43, 865-875.
- Akgül, F.B. (2010). *β-Galactosidase Enzimi ile Yağsız Sütte Laktoz Hidrolizinin İncelenmesi ve Modellenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi FBE, İstanbul.
- Akgül, F.B., Demirhan, E. & Özbek, B. (2012). "Moldelling Study of Skimmed Milk Lactose Hydrolysis and β- galactosidase Stability Using Three Reactor Types". *International Journal of Dairy Technology*. Sayı. 65, 217-231.
- Akın, N., Gündüz, A. & Konak, Ç. (2012). "Teknolojik Açıdan Süt Ürünlerinde Laktoz Dönüşümleri ve İntoleransı" *Akademik Gıda Dergisi*, 10, 77-84.
- Akpınar, K. (2000). *Maillard Reaksiyonunun Model Çalışmaları* (Yüksek Lisans Tezi), Akdeniz Üniversitesi FBE, Antalya.
- Alagöz, D. (2007). *β-galaktozidaz ve Glukoz İzomeraz'ın Eupergit Desteğe Kovalent İmmobilizasyonu ve İmmobilize Enzimlerin Laktoz Hidrolizi ve Glukozİzomerizasyonunda Kullanılması* (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi FBE, Adana.
- ALTUĞ, T. (1993). *Duyusal Test Teknikleri* (1. baskı). İzmir: Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları.
- Ames, J.M., Apriyantono, A. & Arnoldi, A. (1993). "Low Molecular Weight Coloured Compounds Formed In Xylose-Lysine Model Systems". *Food Chemistry*. Sayı. 46, 121- 127.
- Andrewes, P. (2012). "Changes in Maillard Reaction Products in Ghee During Storage". *Food Chemistry*. Sayı. 135, 921-928
- Antigo, J., Cestari, L., Scapim, M., Santos, S., Moritz, C.F. & Madrona, G.S. (2017). "Clove and Cinamon Essential Oils in Dulce de Leche". *Nutrition & Food Science*. Sayı. 47, 1.

- Ares, G., Giménez, A. & Gámbaro, A. (2006). "Instrumental Methods to Characterize the Onset of Texture of Dulce de Leche". *Journal of Texture Studies*. Sayı. 553-567.
- Aslanova, D. (2005). *Reçel Üretimi ve Depolanması Sürecinde HMF Oluşumu* (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Atalay, D., Türken, T. & Erge, H. S. (2018). "Pektin; Kaynakları ve Ekstraksiyon Yöntemleri". *Gıda Dergisi*. Sayı. 43, 6.
- Aksoy, M. & Baysal, A. (2002). *Laktöz İntoleransı; Diyet El Kitabı*. Ankara: Hatiboğlu Yayınevi.
- Anon, M.C., Gomez, A.V., Buchner, D., Tadini, C.C., Puppo, M.C. (2012). "Emulsifiers: Effects on Quality of Fibre-Enriched Wheat Bread". *Food and Bioprocess Technology*. Sayı. 6, 1228-1239.
- Baldwin, I.T., Staszak-Kozinski L. & Davidson R. (1994). "Up in Smoke: I. Smoke-derived Germination Cues for Postfire Annual, *Nicotiana Attenuata* Torr". *Journal of Chemical Ecology*. Sayı. 20, 2345– 2371
- 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 Functions of Temperature" *Food Science and Technology*. Sayı. 33(1): 93-98
- Bayhan, A. & Yentür, G. (1993). "Laktöz İntoleransı". *Gıda Dergisi*, 18 (6).
- Belge, M. (2008). *Tarih Boyunca Yemek Kültürü*. İstanbul: İletişim Yayınları.
- Braga, A. J. S., Pereira, A.R., Barcelos, M.F. & Pereira, M.C. (2012). "Composição Nutricional e Teor de Carotenóides de Doces de Leite Adicionados de Extrato de Urucum/Nutritional Composition and Level of Carotenoids of Dulce de Leche Added of Extract Annatto". *Revista Ciências em Saúde*, Sayı. 2, 28-34.
- 
- Bourne, M.C. (2002). "Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement." *Academic Press*, 525.
- Burdurlu, H.S. & Karadeniz, F. (2002). "Gıdalarda Maillard Reaksiyonu". *Gıda Dergisi*, Sayı. 27, 77-83.
- Buera, M.D., Chirife, J., Resnik, S.L. & Graciela, W. (1987). "Nonenzymatic Browning in Liquid Model Systems of High Water Activity: Kinetics of Color Changes Due to Maillard Reaction Between Different Single Sugars and Glycine and Comparison with Caramelization Browning". *Journal of Food Science*, Sayı. 52, 1063-1067.

- Bruno, R.C., Oliveira, M.M., Fernandes, M.S., Sehn, G.R., Carvalho, G., Barone, B., Correa, A.C. & Bolini, H.M. (2018). "Sensory Characterization of Commercial Dulce De Leche with Consumers and Trained Assessors". *Advance Journal of Food Science and Technology*, Sayı. 1, 6-14.
- Silva, J.C.C., Matias, R.S.L, Oliveira, M.J.S. Araujo, J.M. & Viera, V.B. (2020). "Elaboration and Sensory Evaluation of Added Cookie From Jackfruit Seed and Vegan Dulce de Leche". *Resarch, Society and Development*.
- Büdüş, F. (2019) *Laktoz Hidrolizasyonu ile Dondurmada Kullanılan Şeker Oranının Azaltılması* (Yüksek Lisans Tezi) Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- Cadena, R. S., A. G. Cruz, Faria, J. A. F. & Bolini, H. M. A. (2012). "Reduced Fat and Sugar Vanilla Ice Creams: Sensory Profiling and External Preference Mapping". *Journal Dairy Science*, Sayı. 95, 4842–4850.
- Chang, H.J., Wang, Q.A., Huang. M., Zhou, G.H., Dai, Y. (2011). "Effect of Heat-Induced Changes of Connective Tissue and Collagen on Meat Texture Properties of Beef Semitendinosus Muscle". *International Journal of Food Properties*, Sayı. 14, 381-396.
- Camire, M.E., Camire, A., Krumbar, K., (1990). "Chemical and Nutritional Changes in Foods During Extrusion". *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Sayı. 29(1), 35–37.
- Castañeda, R., Muset, G., Castells, L., Aranibar, G., Murphy, M. ve Rodríguez, G. (2004). "Dulce de Leche Argentino variedad tradicional – Su Caracterización". *Instituto Nacional De Tecnología Industrial*.
- Castro, P.L, Chacon, A., Mendez-Rojas, G. (2012) "Efecto de la Proporción de Leche Bovina y Caprina en las Características del Dulce de Leche" *Agronomía Mesoamericana* 24(1):149-167. 2013
- Celep, B. (2019). *Geleneksel Ve Mikrodalgalı Isıtmanın Çeşitli Sütlerden Yapılan Süt Reçellerinin Reolojik Ve Duyusal Özelliklerine Etkilerinin Karşılaştırılması* (Yüksek Lisans Tezi) İstanbul Teknik Üniversitesi, FBE, İstanbul.
- Chacon-Villalobos, A., Pineda-Castro, M.L. & Méndez-Rojas, S.G. (2013) "Efecto de la Proporción de Leche Bovina Caprina en las Características del Dulce de Leche". *Agronomía Mesoamericana*, Sayı. 2 (1), 149-167.
- Chaves M.A., Souza A.H.P., Colla E., Bittencourt P.R.S. & Matsushita M., (2018). Influences of Chia Flour and the Concentration of Total Solids on the Characteristics of 'Dulce de Leche' From Goat Milk". *Food Science Technological*, Campinas, Sayı. 38, 338-344.
- Cebeci, Ç. (2020). *Farklı Süt Kombinasyonlarının Süt Reçeli Üzerine Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi), Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi FBE, Tekirdağ.

- Cemeroğlu, B.S. (2013). *Gıda Analizleri. Gıda Analizlerinde Genel Yöntemler.* (3.Baskı). Ankara: Bizim Grup Basımevi.
- Civelek, P. (2020). *Ekmek Kadayıfında Tam Un ve Farklı Katkı Madde Kullanımının Akrilamid ve HidroksimetilFurfural (Hmf) Üzerine Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi FBE, Erzurum.
- Çakırlar, H. & Onurlubaş, E. (2016). “Tüketicilerin Süt ve Süt Ürünleri Tüketimini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma”. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı. 7(1): 217-242.
- Daniel, J.R. & Whistler, R.L. (1985). *Food Chemistry; Carbonhydrat.* (in second) .New York: Marcel Dekker.
- Demir, M. (2001). *Kefir Dondurması Üretimi Ve Dondurmaların Duyusal, Sevgi Dolu, Hediye ve Mikrobiyolojik Özellikler.* (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Demirci, M. (2012) *Beslenme*, Tekirdağ: Nadir Kitap.
- Demirci, M. (2014). *Gıda Kimyası, Maillard Reaksiyonu.* (7.Baskı) İstanbul: Hat Baskı Sanatları San. ve Tic. Ltd. Şti.
- Demirhan, E., (2007). *Peynir Altı Suyundan Elde Edilen Laktozun Enzimatik Hidrolizinin İncelenmesi ve Modellenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi FBE, İstanbul.
- Efe, E., Bek, Y., & Şahin, M. (2000). *SPSS’te çözümleri ile istatistik yöntemler II* Kahramanmaraş: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü Yayınları.
- Erdemir, E. & Karaoğlu, M. (2021). “Et ve Et Ürünlerinin Tekstürel Özelliklerini Enstrümantal Olarak Tespit Etme Yöntemleri ve Tekstür Profil Analizi Üzerine Bir Derleme”. *Journal of the Institute of Science and Technology*, Sayı.11 (4), 2836-2848
- Ertaş, N. & Doğruer, Y. (2010). “Besinlerde Tekstür”. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, Sayı. 7(1) , 35-42 .
- Ferreira, L.O., Pimenta, C.J., Pinheiro, A.C.M., Pereira, P.A.P. & Santos, G. (2011) “Sensory Evaluation of Dulce de Leche With Coffee and Whey Using Different Affective Data Analysis Methods”. *Food Science and Technology* Sayı. 31(4), 998-1005.
- Ferreira, L.O., Pimenta, G.S., Ramos, T.M., Aparecida, P., Pereira, P., Carla, A. & Pinheiro, M. (2012) "Addition of Whey and Coffe in the Quality of Dulce de Leche Paste". *Ciencia Rural*, Sayı. 42(7), 1314-1319.

- Ferreira, F., Rodríguez, A., Lema, P., Bessio, M.I., Moyna, G. & Panizzolo, L.A. (2019) “Isolation and Characterization of Melanoidins from Dulce de Leche” *Confectionary Dairy Product*, Sayı. 24 (22).
- Ferreira, O.L., Pimenta, C.J., Pinheiro, A.C.M, Pereira, P.A.P. & Santos, G. (2010) “Sensory Evaluation of “Dulce de Leche” With Coffee and Whey Using Different Affective Data Analysis Methods”. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*.
- Ferramondo, A., Chirife, J., Parada, J. & Vigo, S. (1984). “Chemical and Microbiological Studies on “Dulce de Leche” A Typical Argentine Confectionery Product”. *J. Food Sci.* Sayı. 49, 821–823.
- Figueiredo, E.L., Oliveira, E.M. & Rosário Barroso J. (2013). “Elaboração e Caracterização do Doce de Leite de Búfala Em Tabletes, Com Adição de Coco”. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Sayı. 15(2): 109-116.
- Francisquini, Jd’A. Neves, N.L., Torres, Kf. J., Carvalho, A.F., Perrone, Italo.T, Silva, F.L., (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*, 85, 476-481
- Francisquini, Jd’A., Rocha, J., Martins, E., Stephani, R. Silva, Toledo, P.R., Perrone, T. & Carvalho, A.F. (2019). “5-Hydroxymethylfurfural Formation and Color Change in Lactose-Hydrolyzed Dulce de Leche”. *Journal of Dairy Research*, Sayı. 86, 477–482.
- Galceran, M.T., Teixidó, E., Núñez, O., Santos, J.F., (2011). “5-Hydroxymethylfurfural content in food stuffs determined by micellar electrokinetic chromatography”. *Food Chemistry*, Sayı. 126 (4), 1902-1908.
- García, R. (1999). “Evaluación de las Características de Textura y Color en Cajeta de Leche de Vaca”. *Universidad Autónoma Chapingo*. Sayı, 82.
- Garitta, L., Hough, G. ve Sánchez, R. (2004). “Sensory Shelf Life of Dulce de Leche”. *J DairySci*, Sayı, 87. 1601-1607.
- Gaze, L.V., Costa, M.P., Monteiro, M.L.G., Lavorato, J.A.A. ConteJúnior, 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*, Sayı. 169, 471– 477.
- Giménez, A., Ares, G. & Gambáro, A. (2005). “Preference mapping of texture of dulce de leche” *Journal of Sensory Studies*, Sayı. 21,553 – 571.

- Giménez, A., Ares, G. & Gambáro, A. (2008). "Consumer Reaction to Changes in Sensory Profile of Dulce de Leche Due to Lactose Hydrolysis". *International Dairy Journal*, Sayı. 18, 951–955.
- Göksel Saraç, M. & Dogan, M. (2016). "Incorporation of Dietary Fiber Concentrates From Fruit and Vegetable Wastes in Butter: Effects on Physicochemical, Textural, and Sensory Properties". *Eur Food Res Technol*, Sayı. 242(8): 1331–1342.
- Lima, P.C., Marco, İ. Stein, V., Pagotto, C.K, Rigo, E., Cavalheiro, D. & Schogor, A.L.B. (2020). "Obtaining and characterizing "dulce de leche" prepared with sheep's and cow's milk in different proportions". *Food Sci. Technol*, Sayı. 40(4): 832-837.
- Guimarães, İ.C.O., RochaLeão, 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*, Sayı. 36, 195 -203.
- Gürsoy, A. & Balaban, B., 2009. "Stabilizatör ve Emülgatörün Dondurma Yapısına Etkisi". *II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, 27-29 Mayıs 2009, Van. 702-706.
- Güzel, D. (2009) *Baklagil Nişastalarının Sindirimi Yavaş Nişastaya (SYN) ve Enzime Dirençli Nişastaya Dönüştürülmesi* (Yüksek Lisans Tezi) Mersin Üniversitesi FBE, Mersin.
- Halkman, A.K. (2005). *Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları*, Ankara: Merck.
- Hepsağ, F. & Hayaloğlu, İ. (2017) "Akdeniz Bölgesinde Satışı Yapılan Bazı Reçellerin Hidroksimetil Furfural Miktarlarının HPLC ile Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi". *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, Sayı. 2, 149-160.
- Hough, G., Martinez ,E. & Contarini, A. (1990). "Sensory and Objective Measurement of Sandiness in Duke de Leche, a Typical Argentine Dairy Product". *Journal of Dairy Research*, Sayı. 73, 604-611.
- Hough, G., Garitta, L. & Sanchez, R. (2004). "Sensory Shelf Life of Dulce de Leche." *American Dairy Science Association*, Sayı. 87,1601–1607.
- Karagözlü C., Yerlikaya, O., Akpınar, A., Ünal, G, Ergönül, B., Ender, G. & Uysal, H. R. (2016) "Cholesterol Level Some Nutritional Parameters of Traditiniol Cheeses in Turkey". *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Sayı.53 (2), 161-168.
- Kızılırmak, C.B., (2020). *Tüketilen Sütlerin HidroksimetilFurfural (HMF) Düzeyinin Tayini ve Beslenmeye Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Bilgi Üniversitesi FBE, İstanbul.

- Kormalı Ertürün, H. E. (2017). “Bazı İçeceklerde Titrasyon Asitliğinin Tayini İçin Zofenopril Kalsiyuma Dayanan Ph Elektrot Yapımı”. *Gıda Dergisi*, Sayı.42 (3) , 211-218 .
- Lindmark-Månsson, H., Fondén, R., & Pettersson, H. E. (2003). “Composition of Swedish dairy milk”. *International Dairy Journal*, 13(6), 409-425.
- Jing, H. & Kitts, D.D., (2004). “Antioxidant Activity of Sugar–Lysine Maillard Reaction Products in Cell Free and Cell Culture Systems”. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, Sayı.429, 154-163.
- Malec, L.S., Llosa, R.A. & Vigo, M.S. (1999). “Sugar Formulation Effect on Available Lysine Content of Dulce de Leche”. *JDairyRes*, Sayı. 66, 335-339.
- Malec, L. S., Pereyra Gonzales A. S., Naranjo, G. B. & Vigo. M.S. (2002). “Influence of Water Activity and Storage Temperature on Lysine Availability of a Milk Like System”. *Food Research International*, Sayı. 35 849–853.
- 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 DairyTechnology*, Sayı. 58(3): 164-168
- Martins, S.I.F.S., Jongen, W.M.F. & Van Boekel, M.A.J.S., (2001). “A Review of Maillard Reaction in Food and Implications to Kinetic Modelling”. *Trends in FoodScience&Technology*, Sayı. 11, 364–373.
- Martins, S.I.F.S. & Van Boekel, M.A.J.S. (2005). Kinetics of the glucose/glycine Maillard reaction pathways: Influences of pH and reactant initial concentrations. *Food Chemistry*, 92, 437–448
- Masatcioğlu, M.T., (2013) *Ekstrüzyon Pişirmenin Maillard Reaksiyonu Üzerine Etkileri*(Yüksek Lisans Tezi) Hacettepe Üniversitesi FBE, Ankara.
- Mauron, J. (1981). “The Maillard Reaction in Food; a Critical Review From the Nutritional Stand Point”. *Progress in Food and Nutritional Science*, Sayı.5, 5-36.
- Metin, M., (2013) *Süt Teknolojisi- Sütün Bileşimi ve İşlenmesi*, İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- Milkovska-Stamenova, S., & Hoffmann, R. (2016). “Identification and Quantification of Bovine Protein Lactosylation Sites in Different Milk Products”. *Journal of Proteomics*, Sayı. 134, 112–126.
- Moro, O. & Hough, G. (1985). “Total Solids and Density Measurements of Dulce de Leche, A Typical Argentine Dairy Product”. *J. Dairy Sci.*, Sayı. 68, 521–525.

- Nargül, M.T. (2019). *Farklı Nişasta Kaynaklarından Enzimle Dirençli Nisasta Üretimi ve Düşük Glisemik İndeksli Fonksiyonel Atıştırmalık Formülasyonların Geliştirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi) İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi FBE, İstanbul.
- Nielsen, S.D., Jansson, T., Le, T.T., Jensen, S., Eggers, N., Rauh, V., Sundekilde, U.K., Sørensen, J., Andersen, H.J., Bertram, H.C. & Larsen, L.B. (2017). "Correlation Between Sensory Properties and Peptides Derived From Hydrolysed-Lactose UHT Milk During Storage". *Int Dairy J*, Sayı. 68, 23-31.
- Numanoğlu, Y. & Sungur, S., (2004), "β-Galactosidase From *Kluyveromyceslactis* Cell 110 Disruptionand Enzyme Immobilization Using a Cellulose-Gelatin Carrier System." *ProcessBiochemistry*, Sayı. 39, 703-709.
- Oliveira, M.N., Penna, A.L.B. & Nevarez, H.G (2009). "Production of Evaporated Milk, Sweetened Condensed Milk and Dulce de Leche, Dairy Powders and Concentrated Products." *Oxford: Black Well Publishin* , Sayı.149-180.
- Özban, G. (2017). *Dünden Bugüne Gastronomi; Tüm Yönleriyle Gastronomi Bilimi*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Özhan, N.B. (2018). *Depolama Süresince Keçiboynuzu Pekmezinde Enzimatik Olmayan Esmerleşme Reaksiyonları Kinetiği* (Yüksek Lisans Tezi) Ankara Üniversitesi FBE, Ankara.
- Öztop, M. H. & Jou, E. (2016). "Characterization of Emulsion Stabilization Properties of Quince Seed Extract as a New Source of Hydrocolloid". *Food Research International*, Sayı. 85, 84-94.
- Perrone, I.T., Stephaniand S., Neves, B.S. (2011). "Doce de Leite: Aspectos Tecnológicos." Instituto de Laticínios Cândido Tostes Juiz de Fora, Brazil.
- Pinho, O., Mendes, E., Alves, M.M., & Ferreira İ.M. (2004) " Chemical, Physical and Sensorial Characteristics of Terrincho Ewe Cheese: Changes During Ripening and Intravarietal Comparison". *Journal Of Dairy Science*, Sayı. 87(2), 249-257.
- Pinto, A. P. E. F., & Wolfschon-Pombo, A. (1984). "5-Hidroximetilfurfural No Doce de Leite". *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Sayı. 39, 09-11.
- Ramon Silva, B., Ramon, S., Rocha, B., Jonas, T., Guimares, B., Celso, F., 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*, Sayı. 134.



- Ranalli, N., Andres, S.C. & Califano, A.N. (2011). "Physicochemical and Rheological Characterization of Dulce De Leche". *Journal of Texture Studies*, Sayı. 43, 115–123.
- Ranalli, N., Adornato, L., Califano, A. N., & Andrés, S. C. (2020). "Impact of Processing Conditions and Gelling Agent on Physical and Sensorial Properties of Pecan Oil-Dulce de Leche Gummy Candies". *Brazilian Journal of Food Technology*, Sayı. 23.
- Reh, C.M., & Gerber, A. (2003). "Total Solids Determination in Dairy Products By Microwave Oven Technique". *Food Chemistry*, Sayı.82, 125-131.
- Rehman, Z.U., Saeed, A. & Zafar, S.I. (2000). "Hydroxymethylfurfural as an Indicator For The detection of Dried Powder in Liquid Milk". *Milch Wissenchaft*, 55.
- Rizzi, G.P. (1997). "Chemical Structure of Colored Maillard Reaction Products". *Food Rev. Int*, Sayı. 13:1–28.
- Rocha, L. de O. F., Pinto, S. M., Abreu, L. R. de, & Pimenta, C. J. (2017) "Storage Time Effect on Dulce de Leche Characteristics With Coffee and Whey". *Acta Scientiarum Technology*, Sayı. 39 (4), 503-510.
- 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.
- Ruiz-Roca, B., Delgado-Andrade, C., Navarro, M. P., & Seiquer, I. (2011). "Effects of Maillard Reaction Products From Glucose-Lysine Model Systems on Oxidative Stress Markers and Against Oxidative Induction by Hydrogen Peroxide in Caco-2 Cells". *Journal of Food & Nutrition Research*, Sayı. 50 (4).
- 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 *Kluyveromyces Lactis* Fermentation". *Journal of Dairy Science*, Sayı, 67(8), 1694-1698.
- Sabioni, J. G., Pinheiro, A. J. R., Silva, D. O., Chaves, J. B. P., & Borges, A. C. (1984). "Control of Lactose Crystallization in Dulce de Leche by Beta-D-Galactosidase Activity From Permeabilized *Kluyveromyces Lactis* Cells". *Journal of Dairy Science*, Sayı. 67(10), 2210-2215.
- Saldamlı, İ., (2007). *Gıda Kimyası*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları.

- Sarı, M. (2020) *Farklı Oranlarda Eporasyon Uygulaması ile Aromalı Süt Reçeli Üretimi* (Yüksek Lisans Tezi) Ankara Fen Bilimleri Üniversitesi FBE, Ankara.
- Silva, F.L., Ferreira, H.A.L., Souza, A.B., Almeida, D.F., Stephani, R., Pirozi, M.R., Carvalho, A.F. ve Perrone, I.T. (2015). "Production of Dulce de Leche: The Effect of Starch Addition". *LWT-Food Science and Technology*, Sayı. 62(1): 417-423.
- Silva, L.B., Oliveira, D.A.B., Serra, A.C.S., Silva, J.P.G.E., & Silva, L.M.G.E. (2021). "Development, Bromatological Analysis and Sensory Evaluation of Diet Dulce de Leche Made With Goat and Bovine Milks Using Xylitol as A Sucrose Replacement." *Research Society and Development*.
- 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*, Sayı. 123.
- Stephani R., Francisquini J., Perrone I.T., Carvalho A.F. & Oliveira L.F.C. (2019). "Dulce de Leche Chemistry and Processing Technology". *Milk Production, Processing and Marketing*, 7.
- Swagerty, J., Walling A.D, & Klein, R.M., (2002) "Lactose İntolerance". *Erratum in: Am Fam Physician*, Sayı.65(9), 1845-50.
- Şen, E., Özdemir & S., Uğuzdoğan, E. (2021). "Meyve Kabuğu Atıklarından Pektin Ekstraksiyonu ve Karakterizasyonu". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Sayı. 27(7), 863-872.
- Tarakçı, Z. & Küçüköner, E. (2005). "Laktoz, Laktoz Türevleri ve Gıda Sanayinde Kullanımı". *Gıda*, Sayı. 30 (4) , 261-267.
- Tekinşen, O.C. (2000). *Süt Ürünleri Teknolojisi*. Konya: Selçuk Üniversitesi Basımevi.
- Telatar, K. Y. (1985)." Elma Suyu ve Konsantrelerinde Hidroksimetilfurfural (HMF), I. Farklı Elma Çeşitlerinin Elma Suyu ve Konsantresine İşlenmesi Süresinde HMF Oluşumu". *Gıda Dergisi*, Sayı.10 (4).
- Türk Gıda Kodeksi (2019). İçme Sütleri Tebliği.12
- Türk Standartları Enstitüsü, (1990). Süt ve İşlem Görmüş Süt Ürünleri. Gerber metodu ile sütte yağ tayini (TS 8189). Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü, (2002). Süt ve İşlem Görmüş Süt Ürünleri. Çiğ inek sütü standardı (TS 1018). Ankara.
- Toribio, J.L. & Lozano, J.E. (1984). "Nonenzymatic Browning in Apple Juice Concentrate During Storage". *J. Food Sci.* Sayı. 49, 889–892.

- Tuna, C. (2018) *Farklı meyvelerle zenginleştirilen süt reçellerinin bazı özelliklerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Pamukkale Üniversitesi FBE, Denizli.
- Tuna, C. ve Arslan, S., (2016). "Süt Reçeli Üretim Yöntemleri ve Özellikleri". *Akademik Gıda*, Sayı.14(2) 204-208.
- Uğurlu, G. (2018) *Süte Farklı Oranlarda Böğürtlen, Yaban Mersini Ve Çilek Pulpu Katılarak Yapılan Meyveli Dondurmaların Kalitesi* (Yüksek Lisans Tezi), Atatürk Üniversitesi FBE, Erzurum.
- Ünal, R.N. & Besler, T., (2012). *Beslenmede Sütün Önemi*. Ankara: Sağlık Bakanlığı Yayınları.
- Ünal, M.H. (2021). *Yumuşak Jöle Şekerleme Çocuk Oyun Öncesi Çocuk Tipi Kullanımı*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Valencia, G. & Millan, C.D. de J. (2009). "Estimacion de Lavida Util de un Arequipe Bajo en Calorias". *Resvista La-sallista de Investigacion*, Sayı. 6(1), 9-15.
- Vaclavik, V.A. & Christian, E.W. (2008). *Essentials of Food Science*. New York: Springer New York Heidelberg Dordrecht London.
- Yetişmeyen, A., Gürsoy, A. & Çimer, A. (1998). *Koyulaştırılmış ve Kurutulmuş Süt Ürünleri Teknolojisi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını. Süt Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Yetişmeyen, A., & Eren, S. Ö. (2009). "Laktoz Kristalleşmesinin Fizikokimyası". *Gıda*, Sayı.34(4), 231 - 237.
- Yıldırım, D. & Özen, H., (2017). "Laktoz İntoleransı Tıbbi Beslenme Tedavisi Olgu Sunumu". *Bes. Diy. Der.*
- Yıldız, O., Şahin, H., Kara, M., Aliyazıcıoğlu R., Tarhan, Ö. & Kolaylı, S. (2010). "Maillard Reaksiyonları ve Reaksiyondaki Ürünlerin Gıdalardaki Önemi". *Akademik Gıda Dergisi*, Sayı. 8(6), 44-51.
- Yiğit, A., Ertürk, Ü. & Korukluoğlu, M. (2005). "Fonksiyonel Bir Gıda: Ceviz ". *Bahçe Dergisi*, Sayı. 34 (1), 163-170.
- Yüccemen, J. & Arslan, P. (1993). "Yetişkin Bireylerin Süt Tüketim Alışkanlığı". *Aktüel Tıp Dergisi*, Sayı. 28-34.
- Yüksel Önür, Z. (2018). "Milk Jam or Dulce De Leche: Physicochemical Characterization". *Gıda Dergisi*, Sayı. 43(6), 1091- 1099.
- Vural, A. (2004). "Fonksiyonel Gıdalar ve Sağlık Etkileri". *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*. Sayı. 6: 51 - 58

Zalazar, C.A. & Perotti, M.C. (2011). “Concentrated Dairy Products, Dulce de Leche”. *Enciclopedia of Dairy Science*, Sayı. 2, 874-880.

Zimmermann, J.V., Gris, E.F., Chaves, E.S., Prudêncio, E.S., Barreto, P.L.M., Amboni, R.D.M., & Luiz, M.B. (2007). “Physicochemical, Sensorial and Rheological Properties of Doce de Leite With Xanthan Gum and Whey Protein Concentrate”. *Publication of Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)*, Sayı.13, 53-59.



