



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

GASTRONOMİ VE MUTFAK SANATLARI ANABİLİM DALI

**GELENEKSEL SÜT REÇELİNİN ÜRETİM TEKNİĞİNİN
GELİŞTİRİLMESİ (SÜT REÇELİNDE ÜR-GE)**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OLCAY MERCAN

Tez Danışmanı

DR. ÖĞR. ÜYESİ ZERRİN YÜKSEL

ÇANAKKALE – 2022



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GASTRONOMİ VE MUTFAK SANATLARI ANABİLİM DALI

**GELENEKSEL SÜT REÇELİNİN ÜRETİM TEKNİĞİNİN GELİŞTİRİLMESİ
(SÜT REÇELİNDE ÜR-GE)**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OLCAY MERCAN

Tez Danışmanı

DR. ÖĞR. ÜYESİ ZERRİN YÜKSEL

Bu çalışma, ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL
ARAŞTIRMA PROJELERİ MERKEZİ kurumu tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 3388

ÇANAKKALE – 2022



T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



Olca MERCAN tarafından Dr. Öğr. Üyesi Zerrin YÜKSEL yönetiminde hazırlanan ve **15/08/2022** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**GELENEKSEL SÜT REÇELİNİN ÜRETİM TEKNİĞİNİN GELİŞTİRİLMESİ (SÜT REÇELİNDE ÜRGE)**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Gastronomi ve Mutfak Sanatları Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Prof. Dr. Ferah ÖZKÖK

.....

Prof. Dr. Aziz EKŞİ

.....

Dr. Öğr. Üyesi Zerrin YÜKSEL
(Danışman)

.....

Doç. Dr. Serdar SÜNNETÇİOĞLU
(Yedek)

.....

Dr. Öğr. Üyesi Elçin NOYAN
(Yedek)

.....

Tez No :

Tez Savunma Tarihi : 15/08/2022

.....
İSİM SOYİSMİ
Enstitü Müdürü

../20..

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

(İmza)

Olçay MERCAN

25/07/2022

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleŐtirilmesinde, çalıŐmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Zerrin YÜKSEL, alıŐma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen, hayatımın her evresinde bana destek olan değerli aileme sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.”

Olçay MERCAN
anakkale, Ağustos 2022



ÖZET

GELENEKSEL SÜT REÇELİNİN ÜRETİM TEKNİĞİNİN GELİŞTİRİLMESİ (SÜT REÇELİNDE ÜR-GE)

OLCAY MERCAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Gastronomi ve Mutfak Sanatları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Zerrin YÜKSEL

25/07/2022, 52

Süt reçeli, kökeni Güney Amerika olan, tüm dünyada gerek son ürün gerekse ara ürün olarak üretilen bir çeşit şekerli koyulaştırılmış süt ürünüdür. Orijinal ismi olan “Dulce de Leche” ismi ile de anılmaktadır. Ülkemizde kahvaltılık ürün olarak tüketilmek üzere süt reçelinin geleneksel üretimi son yıllarda artış göstermiştir. Sağlıklı kahvaltılık sürülebilir ürün olarak alternatiflerinin önüne geçme potansiyeli, süt reçelinin avantajları arasındadır. Süt reçeli üretimi, geleneksel üretime daha uygun bir ürün olduğundan çoğunlukla konvansiyonel yöntem ile üretilmektedir. Ürünün istenilen renk ile tat ve kokusunun oluşumunda önemli rol oynayan Maillard reaksiyonudur. Bu reaksiyon ile sağlık açısından risk oluşturabilecek HMF gibi bileşikler de oluşabilmektedir. Öte yandan düşük şekerli ürünler gibi laktoz içermeyen süt ürünlerine de ilgi artmaya devam etmektedir. Bu tez kapsamında süt reçeli üretiminde farklı sakkaroz derişimleri ve laktoz hidrolizinin süt reçelinin fizikokimyasal özellikleri ve HMF oluşumu üzerine etkileri incelenmiştir. Geleneksel yöntemle üretilen süt reçeli örneklerinde %16 ve %20 olacak şekilde 2 farklı sakkaroz derişimi kullanılmıştır. Sütte laktoz hidrolizi amacıyla laktaz enzimi kullanılmıştır. Çalışmada HMF Maillard tepkimesi indikatörü olarak kullanılmıştır. HMF içeriğinin yanı sıra laktoz içeren veya içermeyen süt reçeli örneklerinde yağ, protein, kuru madde miktarı ve pH değerleri saptanmıştır. Ayrıca örneklerin sakkaroz, laktoz ve früktoz derişimleri de belirlenmiştir. Süt reçeli örneklerinde renk parametreleri olarak L*, a*, b* değerlendirilmeye alınmış ve duyuusal analizler gerçekleştirilmiştir.

Renk analizi sonuçlarına göre en düşük açık renklilik, sarılık parametrelerinin %20 sakkaroz içeren laktozsuz süt reçelinde görülmüştür. Bu renk parametrelerinin düşük olması ürünün daha koyu renkte olduğunu belirtmektedir. Bu sonuç Maillard ve karamelizasyon reaksiyonlarının bu örnekte daha yoğun olduğunu gösterebilir. Laktoz içermeyen süt reçeli örneklerinin HMF derişimlerinin her iki sakkaroz içeriğinde de laktoz içeren kontrol örneklerinden daha düşük olduğu bulunmuştur. Bu sonuç laktozsuz süt reçeli örneklerinde Maillard tepkimesinin daha düşük düzeyde ortaya çıktığını göstermektedir. Ancak bu örneklerin renk analizi sonuçları ise karamelizasyon tepkimesinin ön plana çıktığını akla getirmektedir.

Çalışmada sonuç olarak hem şeker oranının düşük olmasının yanı sıra laktoz içermemesi ve hem de içerisinde HMF saptanamamış olması açısından en sağlıklı süt reçeli örneğinin %16 sakkaroz içeren laktozsuz süt reçeli olduğu ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Süt, Süt Reçeli, Koyulaştırılmış Süt, Maillard Tepkimesi, Hidrometilfurfural (HMF)

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF PRODUCTION TECHNIQUES OF TRADITIONAL MILK JAM (P&D IN MILK JAM)

OLCAY MERCAN

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Gastronomy and Culinary Arts

Assist. Prof. Dr. Zerrin YÜKSEL

25/07/2022, 52

Milk jam is a kind of sweetened condensed milk product originating from South America and produced all over the world both as a final product and as an intermediate product. It is also known by its original name, "Dulce de Leche". The traditional production of milk jam to be consumed as a breakfast product in our country has increased in recent years. One of the advantages of milk jam is its potential to surpass its alternatives as a healthy breakfast spread. Milk jam production is mostly produced by the conventional method as it is a more suitable product for traditional production. It is the Maillard reaction that plays an important role in the formation of the desired color, taste and smell of the product. Compounds such as HMF, which may pose a risk to health, can also be formed with this reaction. On the other hand, interest in lactose-free dairy products, such as low-sugar products, continues to increase. In this thesis, the effects of different sucrose concentrations and lactose hydrolysis on the physicochemical properties of milk jam and HMF formation were investigated in the production of milk jam. Two different sucrose concentrations, 16% and 20%, were used in milk jam samples produced by the traditional method. Lactase enzyme was used for lactose hydrolysis in milk. In the study, HMF was used as a Maillard reaction indicator. In addition to HMF content, fat %, protein %, dry matter %, pH values were determined in milk jam samples with or without lactose. In addition, sucrose, lactose and fructose concentrations of the samples were determined. In milk jam samples, L*, a* and b* were evaluated as color parameters and sensory analyzes were performed.

According to the results of the color analysis, the lowest light color was observed in the lactose-free milk jam containing 20 % sucrose for the yellowness parameters. The lower the color parameters, the darker the product. This result may indicate that the Maillard and caramelization reactions are more intense in this example. It was found that HMF concentrations of lactose-free milk jam samples were lower than the control samples containing lactose in both sucrose contents. This result showed us that the Maillard reaction occurred at a lower level in lactose-free milk jam samples. However, the results of the color analysis of these samples suggest that the caramelization reaction comes to the fore.

As a result of the study, it was revealed that the healthiest milk jam sample was lactose-free milk jam containing 16% sucrose, in terms of both low sugar content, lactose-free and no HMF detected.

Keywords: Milk, Milk Jam, Condensed Milk, Maillard reaction, Hydromethylfurfural (HMF)

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	xi
TABLolar DİZİNİ.....	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1.1. Süt.....	3
1.1.1 Sütün Özellikleri	4
1.1.2 Çiğ Süt.....	6
1.1.3 Süt Proteinleri.....	8
1.1.4 Süt Şekeri (Laktoz)	9
1.1.5 Süt Yağı.....	9
1.1.6 Sütün Beslenmemizdeki Önemi.....	9
1.1.7. Sütün Dayanıklılığının Arttırılması ve Saklanması.....	10
1.2. Süt Ürünleri.....	10
1.2.1 Laktozsuz Süt Ürünleri.....	11
1.2.2. Dayanıklı Süt Ürünleri.....	13
1.3. Süt Reçeli.....	14
1.3.1 Süt Reçeli Üretiminde Süte Eklenen Katkı Malzemeleri.....	15
1.3.2. Süt Reçeli Üretimi.....	17
1.3.3. Süt Reçeli Üretiminde ve Sonrasında Karşılaşılabilecek Sorunlar.....	18
1.3.4. Süt Reçeli Kullanım Alanları.....	19
1.3.5. Süt Reçeli Çeşitleri.....	19

1.4.	Maillard Reaksiyonu.....	20
1.4.1.	Maillard Reaksiyonu Koşulları.....	25
1.4.2.	Çeşitli Gıdalarda HMF Oluşumu.....	27
1.4.3.	Süt Reçelinde HMF.....	28

İKİNCİ BÖLÜM MATERYAL VE YÖNTEM 31

2.1	Materyal.....	31
2.2	Yöntem.....	31
2.2.1	Süt Reçeli Üretimi.....	31
2.2.2	Fizikokimyasal Analizler.....	33
2.2.3	HPLC ile Şeker Analizleri.....	34
2.2.4	HPLC ile HMF Analizleri.....	34
2.2.5	Renk Analizleri.....	34
2.2.6	Duyusal Analiz ve Tüketici Testleri	34
2.2.7.	İstatistiksel Analizler.....	35

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM BULGULAR VE TARTIŞMA 36

3.1	Süt Reçeli Örneklerinin Fizikokimyasal Özellikleri.....	36
3.2	Renk Parametreleri.....	38
3.3	HMF oluşumu.....	40
3.4	Tüketici Testi Sonuçları.....	42

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM SONUÇ VE ÖNERİLER 44

KAYNAKÇA	46
EKLER	I
EK 1. Hedonik Skala Testi.....	II
EK 2. Süt Reçeli Örnek Kodları.....	III
EK 3. Süt Reçeli Üretimi Hız Grafikleri	V
EK 4. Süt Reçeli Örnekleri Fotoğrafları... ..	VI
EK 5. Bazı Örneklerin Şeker Analizlerine İlişkin HPLC Kromatogramları.....	VII

ÖZGEÇMİŞ

X



SİMGELER VE KISALTMALAR

DL	Dulce de Leche
MR	Maillard Reaksiyonu
HMF	Hidrometil Furfural
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
Kg	Kilogram
G	Gram
%	Yüzde oranı
L*	Açıklık-koyuluk (Renk)
a*	Kırmızılık- yeşillik (Renk)
b*	Sarılık- mavilik (Renk)

TABLULAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Sütün Fiziksel Özelliklerinin Değerleri	4
Tablo 2	Isıl İşlem Görmüş İnek Sütünün Ortalama Bileşimi	6
Tablo 3	Çiğ İnek Sütünün Ortalama Bileşimi	8
Tablo 4	Çeşitli Besinlerin ortalama HMF içerikleri	28
Tablo 5	Süt Reçeli Örnek Kodları ve Açıklamaları	32
Tablo 6	Süt Reçeli Örnekleri İçin Kimyasal Bileşim ve Asitlik Değerleri	37
Tablo 7	HPLC ile Elde Edilen Süt Reçeli Numunelerindeki Şeker Miktarları	38
Tablo 8	Süt Reçeli Örneklerinin Renk Parametreleri	40
Tablo 9	Süt Reçeli Örneklerinin HMF yoğunluğu	41
Tablo 10	Görünüş, Kıvam ve Tat-kokuya Göre Örneklerin Beğeni Puanları	43
Ek Tablo 1	Birinci Üretim Örnek Kodları	III
Ek Tablo 2	İkinci Üretim Örnek Kodları	IV
Ek Tablo 3	Üçüncü Üretim Örnek Kodları	IV

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Maillard Reaksiyonu Mekanizması	22
Şekil 2	Serbest Amino Grubu ve Karbonil Grubu Arasındaki Kondenzasyon Reaksiyonu	23
Şekil 3	Amadori Yeniden Düzenlemesi	23
Şekil 4	Strecker Bozulması	23
Şekil 5	Maillard Reaksiyonlarının Üçüncü Basamağı	24
Şekil 6	Hidroksimetilfurfuralın Kimyasal Yapısı	24
Şekil 7	Akrilamidin Kimyasal Yapısı	24
Şekil 8	Amadori Ürününe Yol Açan Sütteki Erken Maillard Reaksiyonunun Şematik Görünümü	30
Şekil 9	Geleneksel Tip Süt Reçeli Üretim Şeması	31
Ek Şekil 1	Birinci Üretim Hız Grafiği	V
Ek Şekil 2	İkinci Üretim Hız Grafiği	V
Ek Şekil 3	Üçüncü Üretim Hız Grafiği	V
Ek Şekil 4	Birinci Üretim Süt Reçelleri	VI
Ek Şekil 5	İkinci Üretim Süt Reçelleri	VI
Ek Şekil 6	Üçüncü Üretim Süt Reçelleri	VI
Ek Şekil 7	Bazı Örneklerin Şeker Analizlerine İlişkin HPLC Kromatogramları	IX

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Süt memeli hayvanların yavrularını beslemek üzere salgıladıkları yaklaşık ortalama %87 su ve %13 kuru madde içeriğine sahip dinamik bir biyolojik sıvıdır. Kuru madde bileşenleri başlıca protein, karbonhidrat, yağ, mineral maddeler ve vitaminlerden oluşmaktadır. Bu nedenle süt insan beslenmesinde de önemli yeri olan bir gıdadır (Özkan, 2002). Ancak sütün güvenli bir şekilde tüketilmesine olanak sağlayacak şekilde korunması ve dayanıklı hale getirilmesi gerekir. “Dayanıklı süt ürünleri” sıcaklık yardımıyla büyük ölçüde sütün suyunun uzaklaştırılması ile dayanıklı hale getirilmiş sütte yapılan ürünlerdir. Suyu buharlaştırılmış ve dayanıklı hale getirilmiş süt ürünleri “koyulaştırılmış süt” ve “süt tozu” olarak isimlendirilmektedir (Demirci ve Şimşek, 1997). Ülkemizde süt reçeli adı ile anılan süt ürünü de koyulaştırılmış bir süt ürünü olup dayanıklı süt ürünlerinin içinde yer almaktadır. Süt reçeli başta Arjantin ve Uruguay olmak üzere birçok Latin Amerika ülkesinde geleneksel olarak üretilen ve bu ülkelerde yüksek oranda tüketilen bir süt ürünüdür (Gaze et al., 2015). Bu ülkelerde ismi “Dulce de leche”, “karamel süt” ve “sütlü şekerleme” olarak bilinmektedir.

Tez kapsamında, süt reçeli üretimi sırasında açığa çıkan bazı istenmeyen sağlığa zararlı bileşiklerin oluşumunun engellenmesi veya azaltılması, daha düşük şeker derişimi kullanarak daha sağlıklı ve düşük kalorili bir ürün elde edilmesi ve besin değerindeki kayıpları azaltılması, laktozun hidrolizini sağlayarak bundan dolayı sindirim rahatsızlığı yaşayan insanların tüketiminin kolaylaşması yoluyla geleneksel süt reçeli üretiminde ürün geliştirme çalışmanın asıl amacıdır.

Süt reçeli veya Dulce de leche (DL), öncelikli olarak sürülerek reçel gibi ve tatlı olarak tüketilmektedir. Tadı karamel tadına benzemektedir (Ranalli et al., 2012).

Arjantin Gıda Mevzuatına göre DL'nin tanımı; “süte, süt kreması veya süt kuru maddesi eklenerek veya eklenmeden, beyaz şeker eklenerek ve diğer katkı maddeleri

eklenerek veya eklenmeden, normal veya düşük basınçta konsantre edilerek üretilen ürün” olarak tanımlanmaktadır.

Başlangıçta sadece evlerde üretilen süt reçelinin günümüzde sanayi ölçekli üretimi de giderek artmaktadır. Tatlı ve kahvaltılık kullanımının dışında süt reçeli, fırıncılık ürünleri, tatlı ve keklerin hazırlanmasında ve bazı ürünlerde krema yerine kullanılmaktadır. Bir süredir süt reçeli, Fransa ve İspanya başta olmak üzere Avrupa pazarına da girmiş olup Fransa’da 2008 yılında DL üreten bir fabrika kurulmuştur (Zalazar ve Perotti, 2011). Son yıllarda artan bir şekilde DL ürünleri Türkiye’de de “süt reçeli” adı altında pazarda yerini almaya başlamış olup tüketici algısı açısından alternatiflerine kıyasla daha sağlıklı kahvaltılık sürülebilir ürün potansiyeli yüksek bir üründür. Çanakkale ise inek, koyun ve keçi sütleri ile süt ürünlerinin yoğun bir şekilde üretildiği illerin başında gelmektedir.(Büyükcan ve Sibel, 2020)

Süt reçelinin geleneksel üretiminde sakkaroz (pancar şekeri) eklenmiş tam yağlı süt, kuru maddesi %70’e ulaşıncaya kadar kaynatılır. Sakkaroz yerine glukoz şurubu da kullanılabilir. Üretimde kullanılan diğer önemli madde sodyum bikarbonattır. Çünkü bu madde kahverengi rengi de oluşturan esmerleşme tepkimesini arttırır ve süt proteinlerinin çökmesini engeller. Aroma vermek amacıyla vanilya ekstraktı da eklenebilir. Karışımın kaynatılması sırasında yoğun bir şekilde esmerleşme tepkimesi (Maillard tepkimesi) ortaya çıkmaktadır. Bu da istenilen aromaya sahip kahverengi ürünlerin oluşumunu beraberinde getirir (Ranalli et al., 2012).

Maillard tepkimesi, 1912 yılında Louis Camille Maillard tarafından bulunmuş olup gıdalarda yüksek ısı işlem uygulamaları ile ortaya çıkan bir dizi tepkimeyi içermektedir. Bu tepkimeler, ısı işlem görmüş gıdaların rengi, aroması, tat ve kokusundan sorumlu bileşiklerin oluşumunun istenip istenmemesine bağlı olarak gıda kalitesinde pozitif veya negatif yönde değişimleri beraberinde getirebilmektedir (Stephani et al., 2019). Enzimatik olmayan esmerleşme tepkimesi olan Maillard tepkimesinin oluşması için ortamda protein ve karbonhidratların (şeker) bir arada bulunduğu gıdaya yüksek ısı işlem uygulanması gerekmektedir. Süt reçeli üretiminde karışımın protein ve karbonhidrat da içeren kuru

madde içeriğinin arttırılmasıyla ve bu karışımın kaynatılması ile birlikte Maillard esmerleşme tepkimesi ortaya çıkar. Bunun sonucu süt reçelinin viskozitesi artar ve ürünün tipik renk ve tat – koku karakteristikleri oluşmaya başlar.

Maillard tepkimesinin en önemli negatif sonuçlarından bir tanesi, tepkimeye katılan proteinlerin besin değerindeki kayıp dolayısıyla gıdadaki kalite kaybıdır. Bu kayıpların başında temel amino asitlerden biri olan lizin amino asidinde ortaya çıkan kayıp gelmektedir. Ayrıca Maillard tepkimesi sonucunda oluşan maddelerin (özellikle furan bileşikleri) mutajenik etkisi olduğu aktarılmaktadır. Bu bileşiklerin içinde etki düzeyi en fazla olanın HMF olduğu bildirilmektedir. Mutajen etki gösteren bu bileşiklerin kanserojenik olabileceği de belirtilmektedir (Burdurlu ve Karadeniz, 2002).

Kahve, ekmek, bira gibi birçok gıdada istenilen bir tepkime olmasına rağmen bazı durumlarda olumsuzluklara yol açması nedeniyle tepkimenin oluşmasını engelleyen (inhibe eden) yöntemlerin bulunmasına yönelik araştırmalar yapılmıştır.

Bu tez kapsamında, Geleneksel süt reçelinde üretim tekniğinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi amacıyla, süt reçeli üretiminde laktoz hidrolizi ve sakkaroz derişiminin Maillard tepkimesinin bir indikatörü olan HMF oluşumu üzerine etkisi ortaya konulmuştur. Aynı zamanda laktozsuz süt reçeli örneklerinin fizikokimyasal özellikleri ile renk parametreleri belirlenmiş ve duyuusal analizleri (tüketici testi) gerçekleştirilmiştir.

1.1. Süt

Süt, dişi memeli hayvanlar tarafından yavrularını beslemek amacıyla süt bezlerinden salgılanan bir sıvıdır. Yavruların kendi besinlerini almaya başlayıncaya kadar almak zorunda olduğu tüm besin maddelerini içerisinde bulundurmaktadır. Hayvanların yaşadıkları çevre koşullarına ve tükettiklerine göre de sütlerin bileşiminde farklılıklar görülmektedir. Doğum ağırlığı ve büyüme hızının insana oranla 20 kat daha hızlı olduğu köpeklerde sütteki protein oranı %7 iken insanda bu oran %1,6'dır (Gürsoy, 2016).

Sütün %87'si sudur. Yağ içeren kısmında yağda çözünebilir vitaminler bulunur. Yağ dışındaki kuru madde kısmında protein, karbonhidrat, vitamin ve mineraller bulunur (Demirgül ve Sağdıç, 2018). Süt ve süt ürünleri içerisinde kalsiyum ve fosfor başta olmak üzere birçok önemli mineral, protein, riboflavin gibi bazı B grubu vitaminler bulunmaktadır. Süt, insanların ve özellikle çocukların büyüme ve gelişmesi için içerisindeki faydalı bileşenler ile önemli katkılar sağlamaktadır. Sütün insan vücudundaki bağışıklık sisteminin artırılması, kan basıncı dengelenmesi, şeker hastalıkları, kemik erimesi gibi birçok rahatsızlık için de tüketilmesi önerilmektedir. (Ünal ve Besler, 2008).

1.1.1. Sütün Özellikleri

Sütün özelliklerini fiziksel ve duyuşsal özellikleri olarak ayrabiliriz. Duyusal özellikleri insanlar için tadı ve kokusudur. Fiziksel özellikleri ise farklı değer aralıklarına sahip olabilmekle beraber Tablo 1'de gösterilmiştir (Demirci ve Gündüz, 2000).

Tablo 1

Sütün Fiziksel Özellikleri

Özellikler	Değerler
Özgül ağırlık	1.032 (g/cm ³)
Viskozite	2.5 (cp)
Donma noktası	0.54 (grd)
Ozmotik basınç	7.04 (at)
Kırılma indisi	1.3478
Spesifik refraksiyon	0.206 (Cm ³ /gr)
Isı kapasitesi	0.02 (Cal/g/grd)
Elektrik iletkenliği	50.10-4 (ohm/cm)
Asitlik derecesi	7.0 (°SH)
pH değeri	6.6

Sütün rengi sarımsı beyazdır. İçeriğindeki kalsiyum kazeinat, kalsiyum fosfat ve yağ molekülleri ışıkta yansıyarak bu rengi oluşturmaktadır. Ayrıca sarı ve yeşil pigmentleri içeren karoten ve riboflavinin de sütün renginde etkileri vardır. Bunların yanı sıra hayvanın yediği yem, türü, ırkı ve geçirdiği bazı hastalıklar da sütünün rengini etkileyen faktörler arasındadır (Yücecan ve Ekinciler, 1974).

Genel olarak iyi kalite bir sütün tadı tuzlu tatlı ve aromatik olan, ayırt edici bir lezzete sahiptir. Sütün tadı içerisindeki bileşenlerin dengesine ve hayvanın çevresi ile ilişkilerine bağlıdır. Tadı ve kokusunda belirli bir standart beklenilmemesi gerektiğinden çeşitli varyasyonlara sahip olduğu kabul edilmesi gerekmektedir (Göncü ve Anitaş, 2018). Süt içerisinde tadı oluşturan bileşenler aseton, asetaldehit, bütirik asit (tereyağı asidi), alkol, aldehit, dikarbonil, kısa zincirli yağ asitleri, metil, keton, laktoz, fenolik bileşikler ve sülfür bileşikleridir (Akınar vd., 2006). Sütün kokusu tadında olduğu gibi birçok etkene bağlı olarak değişebilmektedir. Taze sütün kokusu genel olarak hoş ve temiz bir aromaya sahiptir. Havada bulunan koku bileşenleri de sütün kokusunu etkilen faktörlerden biridir. Koku bileşenleri meme bezlerinde bulunan karbonhidratlar, amino asitlerden, yağ asitlerinden ve hayvanın yediği yemdeki diğer bileşenlerin birleşmesi ve metabolik süreçten geçmesiyle oluşur ve aromasını belirler (Honkanen et al., 1964).

Süt, içeriğinde bol miktarda protein, kalsiyum ve fosfor bulunan çok önemli bir besin maddesidir. A ve B vitaminleri açısından da oldukça zengindir (Yücecan ve Ekinciler, 1974). Tablo 2’de sütün bileşimi verilmiştir. Gündoğdu vd. (2012), yapmış olduğu çalışmada süte ısıtma işlemi uygulandığında sütün besin değeri üzerinde önemli değişiklikler olduğu gözlemlenmiştir. Bu değişimlerin insan sağlığı ve besin değerini kaybetmek açısından olumsuz sonuçlarının olmadığını, aksine uzun ömürlü ve daha sağlıklı kullanım için önemli olduğu görülmüştür.

Tablo 2

Pastörize İnek Sütünün ortalama bileşimi (*Gündoğdu vd., 2012*)

Bileşen	Konsantrasyon (g/100g)
Su	87.1
Yağ	4.0
Laktoz	4.6
Kazein	2.6
Serum proteinleri	0.7
Alfa-Laktalbumin	0.12
Beta-Laktaglobulin	0.32
Sığır serum albümini	0.04
Proteoz-pepton	0.08
İmmunoglobulinler	0.08
Laktoferrin	0.01
Transferrin	0.01
Minarel maddeler	0.7
Organik asitler	0.17
Diğer	0.15

1.1.2. Sütün Özellikleri

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği tarafından 2000 yılında hazırlanan “Çiğ Süt ve İşil İşlem Görmüş Sütler Tebliğinde” çiğ sütün tanımı; “Bir veya daha fazla inek, keçi, koyun veya mandanın sağılmasıyla elde edilen, 40 °C'nin üzerine ısıtılmamış veya eşdeğer etkiye sahip herhangi bir işlem görmemiş kolostrum dışındaki meme bezi salgısı” olarak belirtilmiştir (Anonim, 2019).

Çiğ süt bileşimi sütün elde edildiği hayvana göre farklılıklar gösterebilmektedir. Genel olarak bileşiminde protein, yağ, karbonhidrat gibi temel bileşenler bolca bulunmaktadır. Süt şekeri glikoz ve galaktozdan oluşan disakkarit laktozdur. Yalnızca sütte bulunur ve insanın gelişimi için önemlidir. Yağ bileşenlerinin çoğu trigliseridlerden oluşurken farklı lipid bileşenler de bulunmaktadır. Protein içeriğinin ise %80'i kazeinden oluşmaktadır. Proteinlerin kalan %20'lik kısmı ise serum proteinleridir. Sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, klorür ve fosfat sütün içindeki temel mineral maddelerinin büyük çoğunluğunu oluşturur.

Sütte su dışında kalan kısmın toplamına kuru madde adı verilmektedir. Sütün içerisinde bulunan kimyasal maddelerin değişimleri sütün besin değerinde de değişimlere ve etkilere neden olmaktadır. Sütün içerisinde var olabilecek çeşitli mikroorganizmalar ise sütün kimyasal değişimlere uğramasını sağlayarak duyuşsal özelliklerinde farklılıklar yaratabilmektedir. Sütün yapısında bulunan ortalama bileşimi Tablo 3'te verilmiştir (Gürsoy, 2016).

Tablo 3

Çiğ İnek Sütünün Ortalama Bileşimi

Bileşenler	Sütteki yüzdeler ortalama miktar	Yüzdeler değişim aralığı
Su	87.10	85.3-88.7
Süt yağsız kuru madde	8.9	7.9-10
Kuru maddede yağ	31	22-38
Laktoz	4.6	3.8-5.3
Yağ	4.0	2.5-5.5
Protein	3.3	2.3-4.4
Kazein	2.6	1.7-3.5
Mineral maddeler	0.7	0.57-0.83
Organik asitler	0.17	0.12-0.21
Diğer bileşenler	0.15	-

1.1.3. Süt Proteinleri

Protein insanın büyüme, üreme, vücut yapısının oluşumu ve onarılması için alması zorunlu bir besin ögesi ve yapı materyalidir. İnsan vücudundan üretilmediği için dışarıdan alınması gerekmektedir. Süt içerisinde de önemli miktarda protein barındırmaktadır. Peynir, yoğurt, süt tozu ve koyulaştırılmış süt gibi süt ürünlerinin yapımında süt proteini en önemli bileşendir. Proteinin yapıtaşları aminoasitlerdir ve süt insanın ihtiyaç duyduğu bütün aminoasitleri içerisinde barındırır. Süt proteinlerinin yapısının %80'ini kazein oluşturmaktadır. Geriye kalan kısım laktalbumin ve laktoglobulindir (Ünal ve Besler, 2008).

1.1.4. Süt Şekeri (Laktoz)

Laktoz memeli hayvanların sütlerinin içerisinde bulunan ve doğada sadece sütte bulunan temel karbonhidrattır. Laktoz kalsiyum, magnezyum, manganez gibi minerallerin emilimini kolaylaştırmaktır. Laktoz insan bağırsağında fermente edilerek bazı yararlı bakteri türlerinin gelişimine katkıda bulunur (Ugidos-Rodriguez ve Matallana-Gonzalez, 2018). Süt içerisinde bulunan şeker insan vücudunda sindirilmesi açısından çeşitli rahatsızlıklara yol açabilmektedir. Laktozun sindirilmesinde görev alan ve insan vücudundaki bulunması gereken bazı enzimleri salgılayan bakterilerin olmaması veya fonksiyon bozuklukları bu sorunların yaşanmasına neden olur. Laktozun bir disakkarit olmasından dolayı sindirilmesi için daha küçük şekere parçalanması gerekmektedir (Yazıhan, 2017).

1.1.5. Süt Yağı

Süt yağının büyük kısmı trigliseridlerden oluşmaktadır. Yapılarındaki doymuşluk ve doymamışlık oranları ve zincir uzunlukları değişiklik göstermektedir. Diğer lipid bileşenleri fosfolipid, kolesterol, serbest yağ asitleri, mono ve digliseridlerdir. Süt içerisinde ortalama %4 oranında yağ bulunmaktadır. Süt yağı süttten ayrılabilir, değişik yağ oranlarında sütler elde edilebilmektedir (Gürsoy, 2016).

1.1.6. Sütün Beslenmemizdeki Önemi

Süt, insanın beslenme diyetinin her aşamasında dışardan alması gereken önemli bir besin maddesidir. Özellikle çocukluk dönemlerinde gelişim için, gebelik ve yaşlılık dönemlerinde de kemik gelişimi ve sağlığının korunması açısından çok önemlidir. Doktorlar ve uzmanlar tarafından da sıkça ve altını çizerek tavsiye edilmektedir. İçerisinde bulunan kalsiyum, fosfor, mineraller, vitaminler ve protein gibi birçok temel besin yapı taşları insanın büyüme, gelişme, bağışıklık sisteminin güçlenmesi, doku farklılaşması, kan basıncının ayarlanması, kanser riskini azaltması, diş sağlığını koruması, vücut ağırlığının dengede tutulması gibi çok önemli alanlarda önemli bir rol üstlenmektedir (Ünal ve Besler, 2008).

1.1.7. Sütün Dayanıklılığın Artırılması ve Saklanması

Çiğ sütün içerisinde çeşitli bakteriler ve enzimler bulunmaktadır. Bu enzimler ve bakteriler zaman ile süt içerisinde kimyasal bozulmalara sebep olmuştur. Soğukta saklanan sütte bu bozulmanın daha yavaş olduğu gözlenmiş olmasına rağmen uzun süre saklanması için elverişli değildir. Sütte bozulmalara sebep olan psikrotrof bakterileri toplam mikrobiyal popülasyonun yaklaşık olarak %90'ını oluşturmaktadır. Sütteki bu bozulmalar sütün tadındaki değişimler, proteinlerin pıhtılaşması, serbest aminoasit ve yağ asitlerinin konsantrasyonlarının artması şeklinde gözlemlenmektedirler (Ecem vd., 2014).

Sütün direkt olarak tüketilmesi en sağlıklı olmasına rağmen, dayanıklılığının düşük olması, çabuk bozulması, nakliyesinin taze olarak yapılmasının zor olması sütün çeşitli işlemlerden geçirilmesine neden olmuştur. Bu işlemler sütün tazeliğini ve besin değerlerini değiştirirse de ürün çeşitliliğine neden olmuştur (Demirci, 1990). Sütün uzun süre değerlendirilmesi ve saklanması için yoğurt, peynir, tereyağı yapımı ve bu ürünlerin kendi içerisinde de çeşitlenmesi birçok alt ürünü ortaya çıkarmıştır (Onurlubaş ve Çakırlar, 2016). Ayrıca sütün direkt olarak kullanılması amacıyla pastörizasyon ve sterilizasyon uygulamaları da yapılmaktadır. Pastörize süt düşük sıcaklıklarda uzun süren inkübasyonlar ile yapılırken, sterilizasyon işlemleri yüksek sıcaklıklarda sütün içerisindeki bozulmaya sebep olabilecek tüm bakterileri öldürülmesi şeklinde yapılır (Metin, 1976).

1.2. Süt Ürünleri

İnsanlar sütü daha kullanışlı, daha sağlıklı, sağlık açısından daha güvenli hale getirmek, raf ömrünü uzatmak gibi amaçlarla çeşitli fonksiyonlarda ısıl işlem uygulayarak, teknolojik proseslerden geçirerek, bakteri ve mayalarla fermantasyon yaptırarak çeşitli süt ürünleri üretmişlerdir. Bu ürünler yoğurt, peynir, kefir, ayran, kıymız, dondurma, süt reçeli, süt tozu, krema, kaymak, sade yağ, tere yağı gibi çeşitlerdir (Çağlar ve Çağlar, 2013).

Süt ve süt ürünleri insanların büyüme, gelişme ve sağlığı için çok önemli bir besin grubudur. Süt ürünlerinin tüketimi ülkeler için gelişmişlik seviyesi olarak bile değerlendirilmektedir. Yapılan araştırmalarda insanların süt ve süt ürünleri hakkında oldukça bilgi sahibi oldukları görülmüştür. Ayrıca süt hakkında çeşitli önyargılar oluşmuş ve ülkeler ve şirketler tarafından bu önyargıları yıkmak için çalışmalar yapılmıştır. İnsanların sosyo-ekonomik ve demografik durumlarına göre farklı çeşitlerde süt ürünleri tükettiği gözlemlenmiştir (Akbaş ve Tiryaki, 2007).

Onurlubaş ve Çakırlar'ın (2016), yapmış oldukları çalışmada Türkiye'nin üç büyük şehri olan İstanbul, İzmir ve Ankara'daki süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlıklarını incelemiştir. Yapılan çalışma sonucunda insanların eğitim durumu, ekonomik durum, cinsiyet ve diğer demografik özelliklerine göre farklı tüketim alışkanlıklarının olduğu görülmüştür. Ayrıca insanların çeşitli marka ve ürünlere karşı ekstra sempaticilerinin olduğuna ve bunun satın almadaki motivasyon faktörlerini etkilediğine de değinilmiştir.

1.2.1. Laktozsuz Süt Ürünleri

İnsanların %70'inde laktaz enzimi salınımında düşüklük vardır. Bu durum insanlarda laktoz intoleransı durumu yaratmaktadır. Laktaz enzimi bağırsağın orta kısmından salgılanmaktadır. Sütte bulunan laktoz şekerlerini, daha küçük monosakkaritler olan glikoz ve galaktoza parçalamak için üretilmektedir. Bu enzimin az salgılanması durumlarında da insanlarda sindirim sorunları yaşanmasına sebebiyet verir (Köse ve Ölmez, 2016). Laktoz içeren süt ürünlerine toleransı olan insanların bu ürünleri tüketebilmesi için ürünlerin içerisine laktaz enzimi katılır ve laktozun hidrolize edilerek tüketiciye sunulması sağlanır (Dekker et al., 2019). Süt sadece içerisindeki şekerden dolayı değil özellikle içerdiği kalsiyum, B vitamini ve D vitamini açısından insanların tüketmesinin önemli olduğu bir besin ürünüdür. Laktoz intoleransı olan insanlar için süt ürünlerindeki laktozun hidrolize edilmesini sağlamak ve süt içerisindeki diğer vitamin ve minerallerin alınması çok önemlidir (Sharp et al., 2021).

Vázquez et al. (2020), yaptıkları çalışmada insanların intoleransı bulunduğu için süt ürünlerini diyetlerinden çıkarmalarının doğru olup olmadığı araştırılmıştır ve sütün insanın özellikle kemik yapısının gelişiminde ve korunmasında önemli bir rolü olduğu, besleyici ve sağlıklı bir besin kaynağı olduğu için tüketilmesi gerektiği, laktoz hidrolize ürünleri rahatlıkla tüketebileceği görülmüştür.

Suri et al. (2019), yılında yaptıkları çalışmada intoleransı olan insanların tüketimleri için alternatif olabilecek ürünler araştırılmıştır. Araştırmada sütün alternatifi olarak kullanılan soya, yulaf, pirinç gibi ürünlerden elde edilen sütlerin hem laktoz içermemesi hem vegan olması ve birçok alanda süt yerine bu ürünlerin çokça kullanılmasından dolayı süt için iyi birer alternatif olduğu görülmüştür. Ancak bu ürünlerin sütte bulunan özellikle kalsiyum gibi insanın ihtiyacı olan besin değerlerinin bulunmadığı için süt ürünlerinin tüketilmesi ihtiyacını karşılamadığı da görülmüştür. Süt ürünleri tüketimi açısından bakıldığında ise süt haricinde özellikle peynirlerde laktoz miktarının süte göre düşük olması daha rahat tüketilebileceği anlamına gelmektedir.

Kartal ve Saldamlı (2005), yaptıkları çalışmada enzimatik hidrolize yapılarak elde edilen laktozsuz süt ürünlerine alternatif olarak hidroliz ve ultrafiltrasyon teknikleri ile süt içerisindeki laktoz miktarını azaltmak hedeflenmiştir. Sonuç olarak bu iki teknik ile veya iki teknik beraber kullanılarak üretilen ürünlerin üretimde başarılı bir şekilde kullanılabilirliği görülmüştür. Çalışmada ayrıca duyu değerlendirme de yapılmıştır. Sonuç olarak sütlere uygulanan işlemler sonucunda görünüş olarak bir farklılık olmasa da tat ve koku açısından farklılıklar olduğu görülmüştür.

Demircioğlu ve Kaner (2014), yaptıkları çalışmada laktozun insanlardaki etkilerine ve alternatif ürünleri incelemiştir. Çalışmada özellikle sindirim problemlerinden bahsedilmiş ve süt tüketiminden ziyade süttten elde edilmiş ürünlerde sindirim açısından daha az sorunlarla karşılaşıldığı görülmüştür. Yoğurtta süte göre %4 daha az laktoz içerdiği, kefirin içerisindeki laktik asit ve etil alkoller sayesinde mide problemlerine %50 daha az rastlandığı, özellikle sert peynirlerin sindirimde daha iyi tolere edildiği görülmüştür.

Laktoz hidrolize ile üretilen süt reçellerinin raf ömrü uzaması olasılığı bulunmaktadır, Zalazar (2011), yaptığı çalışmada iyi kalite bir süt reçelinde, ağızda fark edilebilen laktoz kristallerinin oluşumu 120 günden (20 derecenin altında) önce ortaya çıkmamaktadır. Bu nedenle endüstride süt reçelinin ömrü 120 gün olarak uygulanmaktadır. Ancak yüksek talepten dolayı ürünün çoğunlukla 120 günden önce tüketildiği bildirilmiştir. Laktozun kristalizasyonunu engellemek için kullanılan en yaygın yollardan biri süt reçeli üretimi öncesi laktozun enzimatik olarak glukoz ve galaktoza hidrolize edilmesidir. β -galaktosidaz enzimi süte eklenmekte ve inkübasyona bırakılmaktadır. Glukoz ve galaktoz laktoza göre daha iyi çözüdür ve daha tatlıdır. Bu nedenle süt reçeline eklenecek şeker miktarı da azalmış olur.

Laktozsuz süt ürünleri, şu an süt endüstrisinde pazarı en hızlı büyüyen ürünlerin başında gelmektedir. Laktozsuz süt ürünleri laktozun sindirilmesine gerek kalmadan, kalsiyum, protein ve vitaminler gibi süt ürünlerinden günlük temel besin öğelerinin vücuda alınmasını sağlayan ürünlerdir. Bu ürün kategorisi tüketiciler için sağlık açısından geniş ve büyük bir cazibeye sahiptir. Laktozsuz süt ürünlerindeki kalite ve ürün çeşitliliği önemli ölçüde artmakta ve tüketicilere karar noktasında daha cazip ürünler sunmaktadır (Dekker et al., 2019).

1.2.2. Dayanıklı Süt Ürünleri

Dayanıklı süt ürünleri, sıcaklık yardımıyla büyük ölçüde suyun uzaklaştırılması ile dayanıklı hale getirilmiş süttten yapılan ürünlerdir. Sütün suyu kısmen veya tamamen uzaklaştırılarak gerçekleştirilir. Suyu buharlaştırılmış süt mamulleri, kondanse süt ve süt tozu olarak isimlendirilir.

Dayanıklı süt ürünlerinin yapılmasının amacı, en başta süt bileşenlerinin dayanıklılıklarının artırılmasıdır. Bununla süt ürünlerini geniş çapta bir depolama imkanına kavuşmaktadır. Bu sayede devamlı süt sağlanmakta ve ihtiyaç durumu dengelenebilmektedir. Diğer taraftan mevsimsel ve bölgesel olarak farklılık gösteren sür üretiminin uygun şekilde dengelenmesi sağlanmaktadır (Demirci vd., 1992).

Koyulaştırılmış süt, sütün dayanıklı hale getirildiği yaygın bir yöntemdir. Süte ısıtılma işlem uygulanarak oluşturulan, sade ve şekerli şekilleri yapılan bir üründür. Sütün uzun süre kaynatılması şeklinde yapılmaktadır. Yağsız, yağlı, az yağlı sütlerden de yapılan çeşitleri bulunmaktadır. UHT ısıtma ile ısıtılmış aseptik şartlarda ambalajlanmış veya paketlerde strelize edilmiş bir süt ürünüdür. Koyulaştırılmış şekilleri de yağ miktarı ve şeker içerip içermemesine göre farklı isimler alabilmektedir (Tamime, 2009).

Koyulaştırılmış şekerli süt sade olandan farklı olarak içerisinde şeker barındırmaktadır. Bu şeker miktarı, ürünün son halindeki şeker su konsantrasyonu üretilen ürünün dayanıklılığı için %60-64 sınırları içerisinde bulunmalıdır. Yapım metodu; süt seçimi, sütün n muamelesi, konsantratın kazanılması, şeker ilave edilmesi, konsantratın soğutulması ve paketleme şeklinde bölümlere ayrılmaktadır (Tamime, 2009).

Süt tozu da yine aynı şekilde sütün dayanıklı hale getirilmesinde çok yaygın bir yöntemdir, yapım olarak sütün içerisindeki suyun tamamı ile uzaklaştırılmasıdır. Sütün homojenize edilmesi, buharlaştırılarak konsantre edilmesi ve ardından valsli kurutucular ve prskrtmeli kurutucular yardımıyla kurutulması işlemleri yardımıyla iki şekilde yapılmaktadır. Süt tozu süt reçeli üretiminde yağsız süt kuru maddesinin dengelenmesi açısından iyi bir kaynaktır. Bunun yanında beslenme fizyolojisi açısından da önemlidir (Tamime, 2009).

1.3. Süt Reçeli

Süt reçeli özellikle Güney Amerika lkeleri olan Arjantin, Brezilya, Uruguay gibi ülkelerde geleneksel olarak üretilen bir üründür. Süt reçelinin dünya üzerinden birçok farklı şekil, kıvam, renk, kullanım amacı ve yapılış şekillerine göre çeşitleri bulunmaktadır. Koyulaştırılmış süt, süt karameli, karamel reçeli gibi isimleri bulunmaktadır. Sanayide dolgu maddesi, dondurma sosu, kahvaltılık, tek başına tatlı olma gibi kullanım alanları bulunmaktadır (Tuna ve Arslan, 2016).

Süt reçeli içerisinde temel olarak sadece çiğ inek sütü ve şeker içeren bir üründür. Yapımı sırasında içerisinde asitliğin dengelenmesi ve oluşabilecek kesilme gibi olumsuzlukların yaşanmasını engellemek için karbonat eklenmektedir. Ayrıca renk ve aroma verici birçok katkı maddesi de içerisinde eklenebilmektedir. Bazı üretimlerde şeker yerine bal kullanıldığı ve inek sütü yerine farklı hayvan sütleri ile de yapıldığı görülmektedir. Çiğ süt yerine pastörize sütler ile de yapılabilir. Sütün yapısı gereği süt reçelinin içerisinde de laktoz bulunmaktadır (Tuna ve Arslan, 2016).

Süt reçelinin kuru madde oranı yaklaşık olarak %70 civarındadır ancak kullanıldığı alana ve yapıldığı yere göre bu oran çok fazla değişiklik göstermektedir. Brezilya'da resmi olarak standartlara göre %30 nem, %2 kül, en az %5 protein ve %6 ile %9 oranında yağ içermelidir. İçerisindeki sakkaroz miktarının ise süt oranına göre %30 oranda olması gerekmektedir. Nişasta oranı %0,5 i geçmemelidir (Sarı, 2020)

Tam bir standardı olmamakla birlikte genel olarak süt reçeli üretimi; şeker ilavesinin %10-30 arasında yapılmasına ve kuru madde değerinin %50-80'e gelmeye kadar kaynatılması temeline dayanmaktadır. Ürün, suyunun uçurulmasından dolayı oda sıcaklığında depolanabilir nitelik kazanmaktadır. Şeker ile süt proteinlerinin ısı işlem uygulanması ile etkileşimi sonucunda oluşan enzimatik olmayan esmerleşme tepkimelerinin şiddetine bağlı olarak ürünün renginin çok açık kahverengiden çok koyu kahverengiye kadar değişebilmektedir (Akcal vd., 2019; Sarı, 2020)

Geleneksel olarak üretilen reçelin rengi ve kıvamı farklılıklar göstermektedir. Genel olarak açık krem ve koyu kahverengi arasındadır (Oliveira et al., 2009).

1.3.1. Süt Reçeli Üretimi Sırasında Eklenen Katkı Malzemeleri

Süt reçeli geleneksel ve endüstriyel olarak farklı üretim şekillerine sahiptir ve bu üretim çeşitlerinde bazı katkı maddeleri kullanılmaktadır. Bu katkı maddelerinin bazıları aşağıda açıklanmıştır.

Sodyum Bikarbonat: Sodyum bikarbonat (NaHCO_3), süt reçeli üretimi sırasında eklenmektedir. Karbonat, reçelin yapım sırasında içerisinde bulunan kazeinlerin pıhtılaşmaması ve tipik kahverengi rengi veren Maillard reaksiyonunu desteklemek amacıyla katılmaktadır (Gimenez et al., 2018).

Aroma Arttırıcılar: Süt reçeli yapımında genellikle aroma verici olarak vanilya kullanılmaktadır. Vanilya dışında kahve ve diğer farklı aroma verici maddeler de kullanılabilir (Akal vd., 2018).

Koruyucular: Süt reçeli üretimde küf oluşumunu engellemek için sorbik asit veya potasyum, sodyum, kalsiyum tuzları kullanılabilir. Ortalama kullanılan miktarlar %1 oranındadır (Vargas et al., 2021).

Tatlandırıcılar: Çoğunlukla sükröz kullanılmaktadır. Güney Amerika ülkelerinde şeker kamışı ve şeker pancarından üretilen sükröz şekerleri kullanılmaktadır. Parlak görünüm ve doku kazandırmak amacıyla glikoz da eklenebilir. Eklenen glikoz miktarı %2-5 arasındadır. Ev tipi üretimde glikoz kullanılmamaktadır (Vargas et al., 2021).

1.3.2. Süt Reçeli Üretimi

Süt reçeli orijini olduğu güney Amerika bölgesinde geleneksel üretim yöntemleriyle ortaya çıkmış olsa bile, sanayi tipi üretimlerde çeşitli standartlara göre üretilmesi gerekmektedir. Bu standartlar üretildiği ülkeye ve kullanılış amacına göre farklılık gösterebilmektedir.

Süt reçeli üretiminde iki tip üretim yöntemi bulunmaktadır. Bunlar geleneksel ev tipi üretim ve sanayi tipi üretimdir.

Geleneksel Tip Süt Reçeli Üretimi: Klasik bir süt reçeli üretim şeklidir. Geleneksel olarak açık kazanlarda ve açık ateş üzerinde yapılmaktadır. Eklenen malzemeler süt, seker ve karbonattan ibarettir. Bütün malzemeler kazan içerisinde koyulur ve istenilen kıvam elde edilene kadar karıştırılarak yapılmaktadır (Stephani et al., 2018; Vargas et al., 2021).

Sanayi Tip Süt Reçeli Üretimi: Ters çevrilmiş çan şeklinde bir kazan içerisinde üretilmektedir. İçerindeki basıncın kontrol edilmesi ve buharın boşaltılması için bir boru ile bağlıdır. Kazan çift cidarlı üretilmiştir ve ısıtıcılar ile donanımlandırılmıştır. Süt, şeker ve karbonat ayrı bir yerde karıştırılır ve tanka yavaş yavaş pompalanır ve ısıtılmaya başlanır. Eklenen ilk miktardaki karışım belirli bir kuru madde oranına gelene kadar kaynatılır ve daha sonra aynı miktarda eklenir ve tekrar aynı işlem uygulanarak karışım bitene kadar bu şekilde devam edilir. Bu şekilde tank içerisindeki sıvı miktarı sabit seviyede tutulmuş olur. Kazan içerisinde süt reçelinin çeperele yapışmaması için ve oluşan buharın yüzeye yıkması sağlanması için bir karıştırıcı bulunmaktadır. Karışım istenilen kuru madde oranına sahip olana dek kaynatılır. Kuru madde oranı sıcakken ve soğutulduğunda farklılıklar gösterir. İstenilen kuru madde miktarı soğutulmuş halinde ortalama %65-70 arasındadır. Glikoz eklenecekse karışım %55-60 kuru madde oranlarına sahipken sıcakken eklenir, aroma vericiler ise ısıtma işlemi sonlandırıldığında, soğutulmadan hemen önce eklenmektedir. Soğutma işlemi hızlı şekilde gerçekleşmektedir. Soğutma tankı içerisinde borular ile geçirilerek soğutulur. Hızlı soğutma gerçekleşmezse büyük şeker kristalleri meydana gelebilmektedir (Stephani et al., 2018; Zalazar ve Perotti, 2011; Vargas et al., 2021).

1.3.3. Süt Reçeli Üretiminde ve Sonrasında Karşılaşılabilecek Sorunlar

Süt reçeli üretiminde ve sonrasında oluşabilecek kusurlar ve karşılaşılabilecek bazı sorunlar aşağıda derlenmiştir:

Kumlu Tat: Laktoz kristalizasyonundan kaynaklanır

Laktoz kristalizasyonu: Ürün içerisindeki nem laktoz ile aşırı doygunluğa ulaştığı zaman meydana gelebilen bir sorundur. Laktozun kristalleşmesini önlemek için en yaygın olarak kullanılan yaklaşımlardan biri laktozun DL imalatından önce enzimatik olarak glikoz ve galaktoza hidrolize edilmesidir.

Topaklanma: Süt tozu, koruyucular ve karbonat gibi maddelerin iyi karışmamasından kaynaklanır

Sert yapı: Bu sorun, asiditenin yanlış kullanılması veya yüksek başlangıç asiditesine sahip süt kullanımından kaynaklanan kazeinin pıhtılaşması ile ilişkili oluşabilmektedir.

Syneresis: Yüksek asitli karışımlara başlanması veya yüksek proteolitik bakteri popülasyonu olan süt kullanımı neden olur.

Küflenme: Aerobik koşullar altında DL yüzeyinde küf oluşabilir. 60 ° C'nin altındaki sıcaklıklarda kaplarda kötü mühürlenmemiş kapların veya DL ambalajının kullanılmasının bir sonucudur.

Çok koyu renk: Bu özellik, dondurma üretiminde kullanılan DL'de her zamankinden çok arzu edilir. Bu durumda, genellikle bir renklendirici eklenir. Sükroz yerine glikoz kullanılması Maillard reaksiyonunu artırır ve daha koyu renkli bir DL ile sonuçlanır.

Dayanısız DL: Bu sorun, karışımın yetersiz konsantrasyonunun, soğutma sırasında aşırı karıştırmanın veya başlangıç karışımının yetersiz kütle dengesinin bir sonucu olabilir (Zalazar ve Perotti, 2011).

1.3.4. Süt Reçeli Kullanım Alanları

Süt reçeli doğduğu topraklar olarak kabul edilen Güney Amerika ve dünyanın geri kalanında geleneksel reçel ürünü ve kahvaltılık, atıştırmalık ara öğün, tatlı vb. olarak kullanılmakla beraber dokusu, kıvamı ve tadı açısından birçok farklı alanda ve şekilde de kullanılmaktadır. Başta tek başına tüketilmesi ile birlikte, pasta ve tatlılarda dolgu maddesi olarak, dondurularak dondurma ve dondurma sosu olarak kullanılmaktadır (Tuna ve Arslan, 2015).

1.3.5. Süt Reçeli Çeşitleri

Dünyanın birçok yerinde yapılan süt reçeli farklı kıvamlarda, farklı sütlerden, farklı içerikler ile hazırlanabilmektedir. Ana vatanı olarak sayılan Güney Amerika'da bilinen bazı çeşitleri şu şekildedir:

Dulce de leche para respostería o pastelería: Standart DL ile çok yakındır, farkı kıvamınının daha yoğun olmasıdır.

Dulce de leche beladero: İçerisinden renklendirici eklenmektedir. Farklı renk çeşitleri bulunmaktadır.

Dulce de leche mixto: Standart DL içerisine kuru meyve, çikolata, kuruyemiş ve şekerleme gibi malzemeler eklenerek hazırlanmaktadır.

Dulce de leche solido: Nem içeriği %20'nin altında tutularak hazırlanmaktadır. Koyu kıvamlıdır.

Dulce de leche con crema: Çiğ süte ekstra olarak krema ekleyerek üretilen yağ oranını yüksek bir DL ürünüdür (Zalazar ve Perotti, 2011).

1.4. Maillard Reaksiyonu

Maillard reaksiyonu enzimatik olmayan bir esmerleşme reaksiyonudur. Maillard, gıdaların kurutulması, işlenmesi ve pişirilmesi gibi durumlarda ortaya çıkmaktadır. Bu reaksiyonlar en önemli lezzet maddelerinin ortaya çıkmasında rol almaktadırlar (Bağdatlıoğlu ve Hışıl, 1993). Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları bazı ürünlerde istenilen tat, koku ve renk gibi oluşumları sağlarken bazı ürünlerde de istenmeyen tat, koku ve renk durumları sağlayabilmektedir (Cerit, 2020).

Kahverengi pigment ve melanoidin oluşumu ilk kez Fransız kimyacı Maillard tarafından 1912 yılında glukoz-lizin çözeltisinin ısıtılması sonucu ile gözlenmiştir (Gökmen, 2015). Maillard reaksiyonu adını kendi kâşifi olan Louis Camille Maillard'dan almaktadır. Maillard, aminoasitler ve karbonhidratların tepkimeleri üzerine yaptığı doktora tezinde ilk olarak bu reaksiyonu bulmuştur. Maillard Reaksiyonu şeker ve proteinin birlikte tepkimeye girmesi ile başlar ve çeşitli renk, koku, tat gibi sonuçlarla biter. Gıda maddelerinin aşamalı olarak ısı işlem görmesi veya depolanması esnasında oluşan renk esmerleşmelerinin ve aroma oluşumlarının sebebi Maillard Reaksiyonlarıdır (Yıldız vd., 2010).

Maillard reaksiyonunda rol alan başlıca maddeler indirgen şekerler ve proteinlerin amino grubundaki azottur. Şekerlerin indirgen özellikte olması, azotla kolayca tepkimeye girmesini sağlar. Reaksiyonun ilk basamağında şekerdeki karbonil karbonu, azot ile reaksiyona girer ve su kaybı ile kapalı halka formundaki glikozilamin (Schiff bazı) oluşur. İkinci basamakta, oluşan glikozilamin 1-amiono-1-deoksi-2-ketoza dönüşür. Zayıf asidik koşulların katalize ettiği bu aşama Amadori dönüşümü olarak adlandırılır. Başlangıçta reaksiyona giren şeker ketoz ise aldozda olduğu gibi aynı mekanizmayla glikozilamin oluşturmaktadır. Reaksiyon ilerledikçe pek çok polikarbonil bileşik meydana gelmektedir. Bu maddelerin dikarbonil bileşiklerinin aminoasitlerle reaksiyona girmesi sonucu aldehit ve keton oluşumları gözlenir. Strecker degradasyonu olarak adlandırılan bu reaksiyonda karbondioksit ve amonyakta meydana gelmektedir. Maillard reaksiyonunun son aşamasında şekerlerin dehidrasyonu yani zincir kopmasıyla furfural (5-hidroksimetilfurfural, furfural) bileşikler oluşmaktadır. HMF, Maillard reaksiyonunun yanı sıra asit ortamda şekerlerin

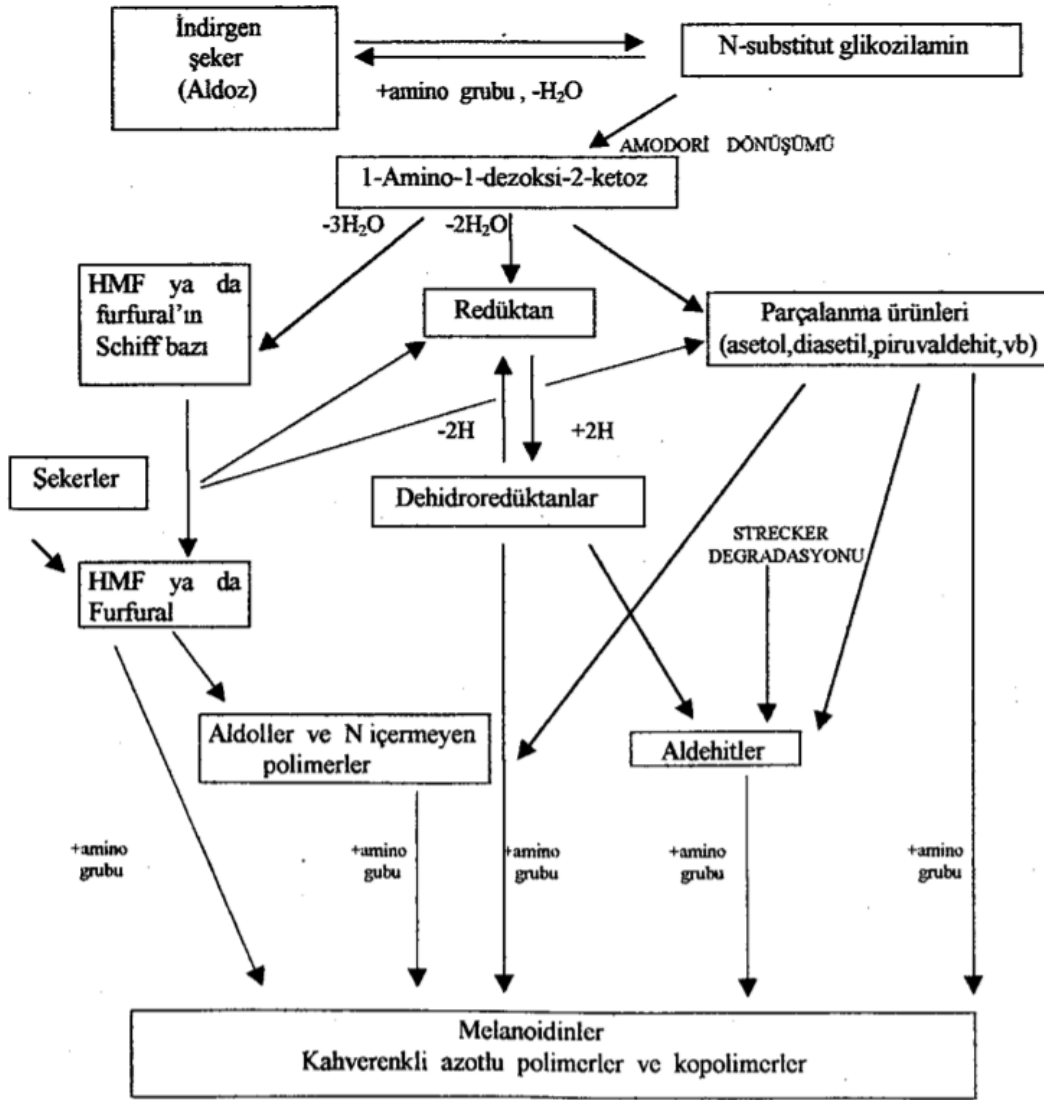
parçalanması ile de oluşur. Malik, okzalik, tartarik ve süksinik gibi organik asitlerin şeker parçalanmasını katalize ettiklerinden dolayı HMF oluşumuna neden oldukları görülmektedir. HMF, gerek gıdaların proses aşamasındaki maruz kaldığı ısı işlem koşulları hakkında bilgi vermesi, gerekse polimerize olarak esmer renkli pigmentlerin oluşumuna neden olması açısından önem taşımaktadır. Sıcaklık, süre ve asitliğin artması ile HMF miktarı artmaktadır. Ayrıca kalsiyum, potasyum, magnezyum gibi bazı mineraller ile, alanin, aspartik asit, aminobütirik asit gibi aminoasitlerin de HMF konsantrasyonunu arttırdığı bilinmektedir (Yaylayan, 2003; Yaylayan, 2009; Xing ve Yaylayan, 2021).

Süt ürünlerinde Maillard tepkimesinde söz konusu olduğunda, tepkimeye giren amino gruplarının genelde süt proteinlerinde yer alan lizin kalıntılarında yer aldığı öne sürülmektedir. Kazeindeki lizin kalıntılarının, serum proteinlerindeki göre daha reaktif olduğu bildirilmektedir. K-kazein, en reaktif kazein olduğu ileri sürülmektedir. Sütte tepkimeye giren indirgen şeker ise; glukoz ve galaktozdan oluşan laktozdur (Van Boekel, 1998).

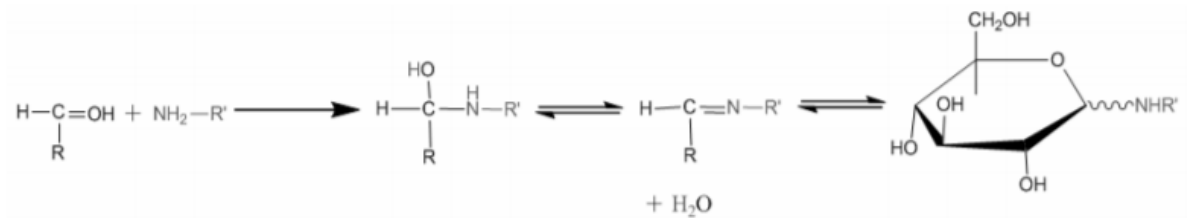
Maillard tepkimesinin süt ve süt ürünlerine etkileri aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Lizin kalıntıları tepkime sırasında bloke edildiğinden sindirilebilirliğini kaybetmektedir; sindirilebilirlik azalmakta, enzimler inhibe olmaktadır (Friedman,1996)
- Amadori bileşenlerinin yıkımı sonucu genelde düşük molekül ağırlıklı parçalanma ürünleri oluşmaktadır, bunlar da lezzet bileşenlerini meydana getirmektedir.
- İleri aşamada genelde antioksidan özelliğe sahip bileşenler ortaya çıkmaktadır (Bressa et al., 1996)
- Mutajenik bileşenlerin yanı sıra; antimutajenik ve antikarsinojenik bileşenler de oluşmaktadır.
- Antibakteriyel bileşenler oluşabilmektedir.
- Isıl işlem görmüş sütün antijenitesi inek sütüne karşı alerjik tepki gösteren insanlarda bu etkinin azalmasını beraberinde getirebilmektedir (Friedman, 1996).
- Maillard tepkimesi sonucunda süt proteinleri polimerize olabilmektedir (Ames, 1992).

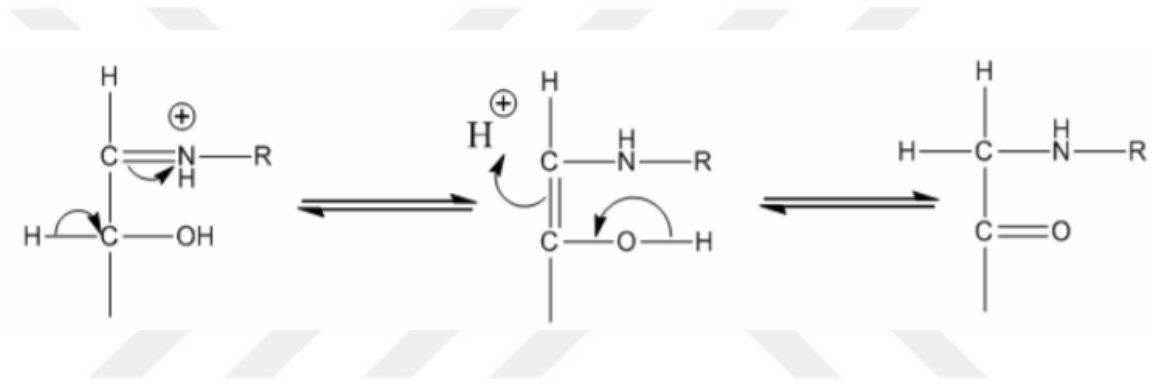
- Melanoidinlerden kaynaklanan kahverengi renk oluşumu söz konusu olabilmektedir (Ames, 1992).



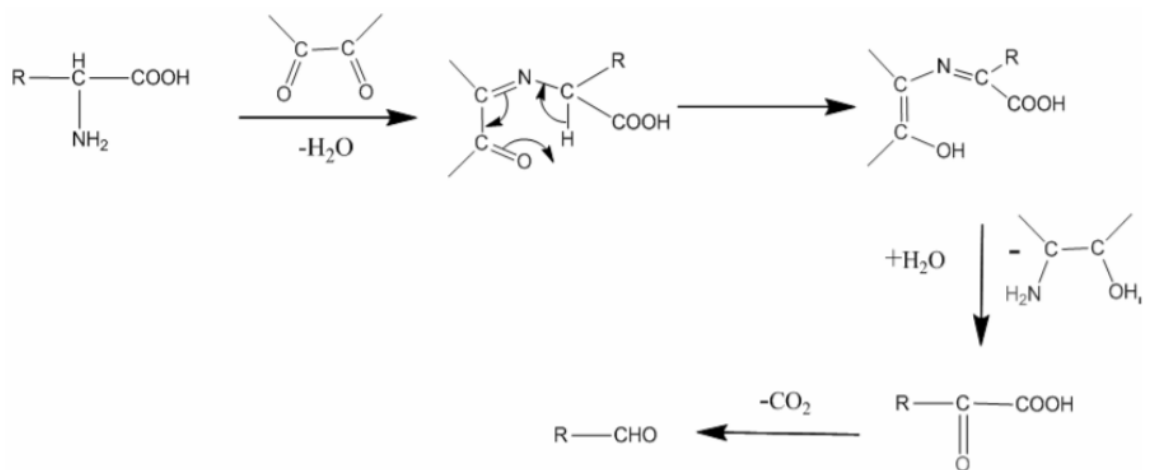
Şekil 1. Maillard Reaksiyonu Mekanizması (Hodge, 1953)



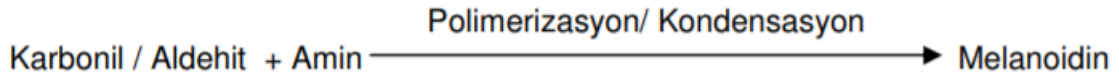
Şekil 2. Serbest amino grubu ve karbonil grubu arasındaki kondenzasyon reaksiyonu (Yıldız vd., 2010)



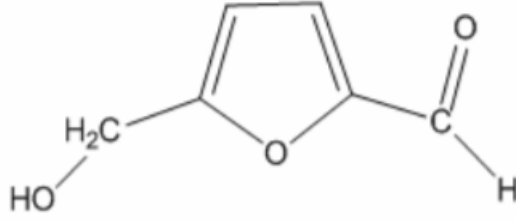
Şekil 3. Amadori yeniden düzenlemesi (Yıldız vd., 2010)



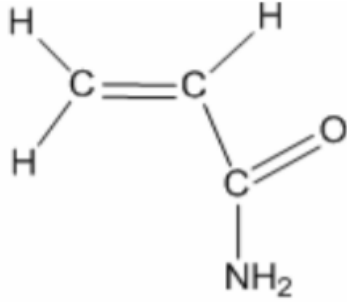
Şekil 4. Strecker bozulması (Yıldız vd., 2010)



Şekil 5. Maillard reaksiyonlarının üçüncü basamağı (Yıldız vd., 2010)



Şekil 6. Hidroksimetilfurfuralın kimyasal yapısı (Yıldız vd., 2010)



Şekil 7. Akrilamidin kimyasal yapısı (Yıldız vd., 2010)

Maillard reaksiyonunun ilk basamağı amino asitlerin veya proteinlerin α -amino gruplarıyla indirgen şekerlerin karbonil grupları arasındaki kondensasyon reaksiyonudur. Bu nedenle “karbonil-amino” reaksiyonu olarak isimlendirilmiştir. Başlangıç ürünü eklenen bileşiktir, bu bileşik hızla su kaybederek Schiff bazına daha sonra Ngulokozamin’e dönüşür. Reaksiyon α -amino asitlerle sınırlı değildir. Protein ve peptidlerde bulunan diğer amino gruplarıyla da gerçekleşebilir. Bu reaksiyon ortam pH’sı amino asitlerin izoelektrik noktasının altında olduğunda hızlanır (Feeney et al., 1975).

Karbonil-amino reaksiyonunun son ürünü N-glukozamin stabil değildir ve birçok yeniden düzenleme reaksiyonlarına girer. Bu değişiklikler sonunda N-glukozaminin izomerizasyonla früktoz-amino aside (1-amino-1-deoksi-2-ketoz) dönüşür. Aldoz formdan ketoz forma dönüşüm Amadori yeniden düzenlenmesi olarak adlandırılır. Amadori yeniden düzenlenmesi sonucunda oluşan ürünler nispeten stabildir ve dondurularak kurutulmuş şeftali ve kayısıdan, soya sosundan ve süttten izole edilmiştir. Bu ara ürünler oluşan kahverengi renk ve olumlu veya olumsuz tat üzerine etkileri yoktur ancak besleyici değerlerde azalmaya neden olurlar (Saldamlı, 1998).

Maillard Reaksiyonu sonucu ayrıca Akrilamid adında bir madde de açığa çıkar. Akrilamid ısıtılma işlemi sırasında, kızartma, fırınlama ve pişirme gibi, kendi kendine oluşan kimyasal maddedir. Akrilamid sadece pişmiş ürünlerde görülmektedir, oluşum miktarı pişirme yöntemlerine ve pişirilen ürüne bağlı olmakla beraber, pişmemiş bir üründe akrilamid görülmemiştir. Akrilamid oluşumu 3 şekilde gerçekleşmektedir. Birincisi, yağ asitlerinin, karbonhidrat ve aminoasitlerin tepkimesi ve ayrışması sonucu oluşan akrilik asit reaksiyonu ile oluşur. İkincisi, içeriğinde malik, laktik ve sitrik asit içeren organik bileşiklerin dehidrasyon-dekarboksilasyonu ile oluşur. Üçüncüsü ise Maillard reaksiyonu sonucu oluşmaktadır (Karagöz, 2009).

Akrilamid insanlar tarafından tüketildiği zaman birçok sağlık sorununa yol açmaktadır. Teması, solunması ve yenmesi sonucunda birçok sağlık sorununa neden olduğu ortaya çıkmıştır (Becalski et al., 2002).

1.4.1. Maillard Reaksiyonu Koşulları

Alkali ve asidik ortamların ikisinde de gelişebilen karbonil-amino reaksiyonu, bu iki koşul dışında sadece protein, peptid ve amino asitlerin amin gruplarının bazik durumda oluşmasıyla gerçekleşen alkali koşullar altında daha rahat gelişim gösterir. pH değerinin yükselmesi çoğunlukla heksozlarda zincir açılması veya indirgen formun oluşmasını sağlar. Bundan ötürü asitlik oranı yüksek gıda ürünlerinde bu tepkimeler ve reaksiyonlar oluşmaz. Sadece bu genelleme ortamda sakkaroz bulunduğu durumlarda geçersizdir. Sakkaroz

indirgen bir şeker değildir, bundan dolayı Maillard reaksiyonunda reaksiyon ürünü olarak bulunmaz. Buna rağmen ortamdaki asiditenin yüksek olması durumlarında sakkarozun inversiyonuna, glikozidik bağın hidrolizine ve bu nedenle monosakkaritlerin açığa çıkmasına neden olur. Glikozidik bağın hidrolizi düşük pH'da ve yüksek nemde hızlanır. Tamponlar, şeker amino asit sistemlerinde reaksiyon iyonik ortamı etkiledikleri için esmerleşme hızının artmasına neden olurlar (Uzunlu ve Herken, 2016).

Sıcaklığın artması ile birlikte reaksiyonun hızı da artar (Yakıcı, 2012). Sıcaklığın reaksiyonun en önemli etmeninin olduğu bizzat Maillard tarafından tespit edilmiştir. Sıcaklığın artması ilgili yapılan bir çalışmada ile kazein-glukoz reaksiyonunda amino grubundaki azotun hızla azaldığı ve kahverengi pigmentlerin oluşumunun reaksiyon süresinin karesi ile doğru orantıda arttığı görülmüştür (Mauron, 1981). Çeşitli çalışmaların incelendiği bir çalışmada yine reaksiyonun en önemli ve değişimlerin en belirgin şekilde gözlemlendiği etmenin sıcaklık olduğu görülmüştür (Akpınar, 2000).

Maillard reaksiyonu hızlı gerçekleşir. Tamamen su kaybı ya da aşırı nem reaksiyonu hız anlamında olumsuz etkiler. Kazein-glukoz sisteminde en fazla amino asit düşüşü için ideal nem oranı %65-70 olması gerekmektedir. Nem oranının bu aralıkta olması lizin kaybı ve tepkime rengindeki koyuluk ile doğru orantı göstermiştir (Yakıcı, 2012).

Maillard reaksiyonunun en önemli elemanları indirgen şekerlerdir. Bu şekerler serbest amino grupları ile reaksiyona girecek olan karbonil gruplarını içermektedirler. Reaksiyonun başlangıç hızı şeker halkasının okso ya da indirgen forma açılmasına bağlıdır. Şekerin okso formundan konsantrasyonu pH'nın artmasıyla artar (Yıldız vd., 2010).

Metal ve amino asitin birleşmesi ve tepkimeye girmesi Maillard reaksiyonunu farklı şekillerde etkiler. Bakır ve demir reaksiyonu olumlu yönde etkilerken, manganez ve kalay reaksiyonu olumsuz yönde etkiler (Yakıcı, 2012).

Maillard reaksiyonu sonucunda kahverengi bileşiklerin oluşumu gerçekleşmektedir. Bu oluşumun gerçekleşme hızı, çözeltinin içerisindeki şeker miktarı, pH'sı gibi birçok etkene bağlıdır ve bu elemanlardan birinin veya bazılarının yoğunluklarındaki değişimler tepkimenin esmerleşme sonucunda da etkili olabilmektedir. Yine aynı şekilde tepkimedeki değişimler, renk değişim hızını da etkileyebilmektedir (Liu et al., 2008).

1.4.2. Çeşitli Gıdalarda HMF Oluşumu

Gıdaların üretim teknolojileri içerisinde ısıl işlem ile birlikte gelen HMF oluşumları çeşitli çalışmalar incelenerek gözlenmiştir. Bu çalışmalar içerisinde en çok karşılaşılan reçel, meyve suyu, bisküvi, bal, süt ve ekmektir.

Batu vd. (2014), yaptıkları çalışmada birçok ürünün içerisinde HMF var olduğu görülmüş ve bunun kanserojen etkilerinin bulunduğu, insan sağlığını olumsuz yönde etkilediği görülmüştür.

Aslanova (2005), yaptığı doktora tez çalışmasında reçel üretimindeki HMF oluşumu kinetiğini incelemiştir ve üretim sırasında soğutma uygulayarak HMF miktarını düşürmeye çalışmıştır. Aynı zamanda depolama sürelerindeki saklama sıcaklıklarının da HMF miktarlarında artışa neden olduğunu gözlemiştir.

Telatar (1985), elma suyu ve konsantrelerinde HMF oluşumlarını incelemiştir. Çalışma sonucunda meyve sularında HMF miktarlarının elmaların farklı cinslerinde farklı miktarlarda olduğu, 60 derecede işlenen meyve sularındaki HMF miktarlarının 40 ve 50 derecede işlenenlere göre daha fazla olduğu bulunmuştur. Buna göre HMF ve sıcaklığın doğru orantılı olduğu desteklenmiştir.

Delgado Andrede et al. (2010), yaptıkları çalışmada gıdalardaki HMF oranlarının farklı pişirme teknikleri üzerindeki etkisini incelemiştir ve derin yağda kızartılmış, fırınlanmış ürünlerin haşlama veya belirli bir sıvı içerisinde pişmiş ürünlere göre çok daha

fazla renk değişimlerinin ve HMF miktarlarının oluştuğunu görmüşlerdir. Bu çalışma HMF miktarının renk değişimiyle doğru orantılı olduğunu da desteklemektedir.

Tablo 4

Çeşitli Besinlerin ortalama HMF içerikleri (*Toker, 2012*)

Besinler	HMF miktarları (mg/kg)
Elma suyu	7.4
Portakal suyu	0.4
Nar suyu	760-5000
Şeftali reçeli	36.3
Çikolatalar	273.8
Kurutulmuş meyveler	5.5-1350
Tahıllar	14-53
Kahve	100-1900
Meyve suları	2-22
Bal	10.4-58.8
Üzüm pekmezi	34.1
Nar ekşisi	18.56-1542.98

1.4.3. Süt Reçelinde HMF

Süt içerisinde gerçekleşen Maillard reaksiyon mekanizması oldukça karmaşık olmakla birlikte temelde başlangıç, ileri ve son aşamalarından oluşmaktadır. Başlangıç

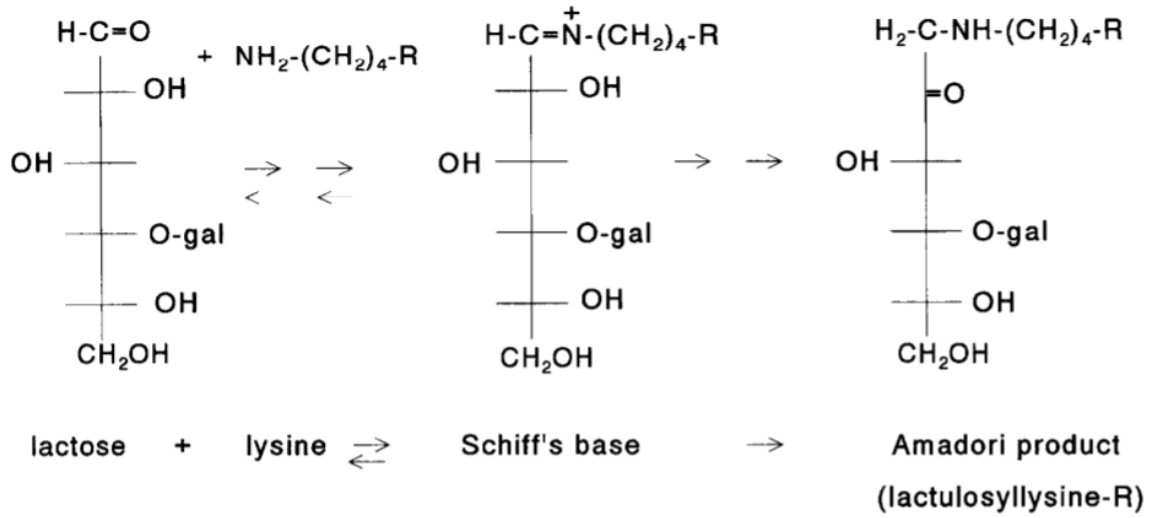
aşamasında laktoz indirgen şekeri ve lizin arasında kondensasyon reaksiyonu ile Schiff bazı oluşur ve Amadori yeniden düzenlenmesiyle Amadori ürünü kabul edilen laktulossilisin oluşur. İleri aşamada bu laktulossilisin parçalanmasıyla furfural ve hidroksimetilfurfural(HMF), fizyon ürünleri(asetol, diasetil, pirüvaldehit vb.), redüktonlar, dehidroredüktonlar, aldehitler, aldoller ve azot içermeyen polimerler, esterler vb. birçok bileşik pH'ya bağlı olarak oluşur. Son aşamaya gelindiğinde ise oluşan bu bileşikler kahverengi azotlu polimer ve kopolimerlere dönüşür. Reaksiyon tamamlandığında ise reaksiyon başında reaksiyona katılan lizin miktarında azalma, proteinlerin polimerizasyonu, mutajenik bileşikler, antioksidatif, anti karsinojenik bileşikler ve lezzet bileşenleri oluşmaktadır. Reaksiyonun gerçekleşme derecesi de ısı kaynakları ve ısıl işlem indikatörleriyle değişkenlik göstermektedir (Urgu et al., 2017).

Akal vd. (2018), farklı şeker oranları ile süt reçelleri üreterek bunların kimyasal ve duyuşal özelliklerini incelemişlerdir. Bu araştırmada süt reçellerinin farklı şeker oranlarında üretilmesi ile HMF miktarlarının bağımsız şekilde ilerlediği görülmüştür. Gıdalarda su içeriğinin yüksekliği ile HMF miktarının paralel şekilde ilerlediği görülmüştür.

Francisquini et al. (2019), yaptığı çalışmada farklı şeker oranları, laktoz hidrolize yapılması, farklı pH oranları ile üretilmiş süt reçeli örneklerinde HMF miktarlarına bakılmıştır. Çalışmada şeker oranının HMF miktarında rolü olmadığı, pH'ın ise önemli bir rolü olduğu ortaya çıkmıştır. Asitlik oranı arttıkça HMF miktarının yükselmektedir. Laktoz hidrolize ürünlerde ise HMF miktarının arttığı bulunmuştur. Sonuç olarak laktoz hidrolize ve alkali süt reçellerinde en yüksek HMF oranlarına rastlanmıştır.

Francisquini et al. (2018), yaptıkları farklı bir çalışmada yine farklı içeriklerle hazırlanmış süt reçeli ürünlerindeki HMF miktarları incelenmiştir. Ve bu incelemelerde ürünlerin içeriklerinde yüksek HMF oluşumuna sebep olan değişimlerde en çok, fazla sodyum bikarbonat ve glikoz eklenmesi ile gerçekleştiği görülmüştür. Bu durum sodyum bikarbonatın fazla eklenmesinde asitliği azaltıcı ve pH arttırıcı özelliğinden kaynaklanmaktadır. Glikoz eklenmesi ise glikozun amino grupları ile yoğunlaşma ilişkisi ve substrat miktarını arttırmasından kaynaklanmaktadır.

Barrera et al. (2021), yaptıkları bir araştırmada Şili’de bulunan ve piyasadaki marketlerden satın alınmış 9 farklı süt reçeli içerisindeki HMF oranları incelenmiştir. Bu reçellerdeki HMF oranları; serbest HMF için 2,33 ila 10,31 mg/kg ve toplam HMF için 314,61-464,98 mg/kg aralığındadır.



Şekil 8. Amadori ürününe yol açan sütteki erken Maillard reaksiyonunun şematik görünümü (Van BOOKEL, 1998)

İKİNCİ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

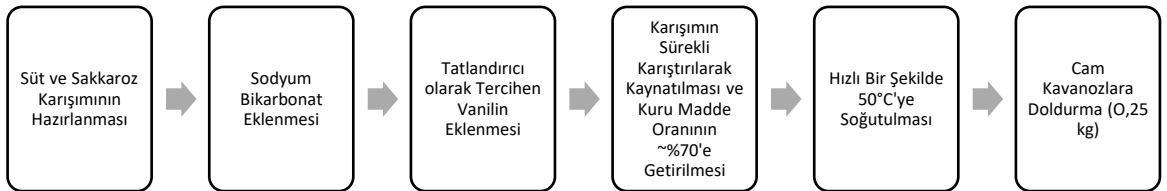
2.1. Materyal

Süt reçeli üretimi için %3 yağ, %3 protein ve %4,5 karbonhidrat içeriğine sahip ve pH değeri 6.7 olan pastörize Sek marka günlük taze süt kullanılmıştır. Sütteki laktozu hidrolize etmek için laktaz (β -galactosidase) enzimi (NOLA Fit 5500 Chr Hansen, 5500 BLU/g) kullanılmıştır. Piyasadan temin edilen Torku marka rafine beyaz şeker ve Kent marka sodyum bikarbonat kullanılmıştır. Üretimler Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları bölümü uygulama mutfağında gerçekleştirilmiştir. Üretim için profesyonel mutfak aletleri ve ölçüm cihazları kullanılmış, laboratuvar ortamı yaratılarak hijyen ve sanitasyon kurallarına uygun bir şekilde çalışılmıştır.

2.2.Yöntem

2.2.1. Süt Reçeli Üretimi

Süt reçeli örneklerinin üretimi Şekil 9’da gösterilen ve Yüksel 2018 de tanımlanan geleneksel üretim yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 9. Geleneksel Süt Reçeli Üretim Şeması (Açık kazanlarda ve Toplu Üretim)

Tez çalışması kapsamında süt reçeli üretiminde geleneksel yöntem kullanılmıştır (Oliveira et al., 2009; Tuna ve Arslan, 2016; Yüksel Önür, 2018). Süt reçeli üretiminin ilk basamağında pastörize süt ve şeker (sakkaroz) karışımı hazırlanmıştır. Pastörize süt piyasadan temin edilmiş ve her üretimde aynı seri numaralı sütler kullanılmıştır. Tüm tekraralarda aynı marka süt kullanılmıştır. Bu karışıma sodyum bikarbonat eklenerek pH değerleri ayarlanmıştır. Çalışmada ilk üretimde iki farklı şeker oranı (%16 ve %20 sakkaroz) ve iki farklı bikarbonat miktarı kullanıldığı için 4 adet kontrol örneği ve 4 adet çalışma örneği olmak üzere 8 adet örnek oluşturulmuştur ve bu 8 örnek arasından uygun pH değeri bulunmaya çalışılmıştır. Daha sonraki her üretim tekrarında da 2 adet çalışma örneğine laktaz hidrolizi yapılmıştır ve 2 adet de kontrol örneği olmak üzere 4 örnekle çalışılmıştır. Bu deneme kapsamında kullanılan laktaz (beta-galaktosidaz) enzimi de çalışma örneklerine bu aşamada eklenmiş ve 43° C’de 4 saat inkübasyona bırakılarak laktoz hidrolizi gerçekleştirilmiştir. Enzim içermeyen kontrol örnekleri de aynı sıcaklık ve sürede bekletilmiştir. Daha sonra laktaz içermeyen (kontrol) ve içeren örneklere (toplam 8 adet örnek) toplam kuru madde düzeyleri yaklaşık %70’e ulaşmaya kadar, sürekli karıştırma eşliğinde, kaynatılarak ısı işlem uygulanarak üretim gerçekleştirilmiştir. Bu işlem ortalama 120 dakika sürmüştür. Kaynatma işlemi bittikten sonra karışım yaklaşık 50°C’e soğutulup cam kavanozlara doldurulmuştur. Örnekler, analizler gerçekleştirilinceye kadar buzdolabı sıcaklığında bekletilmiştir.

Tablo 5

Süt Reçeli Örnek Kodları ve Açıklamaları.

Örnek kodları	Örnek bilgileri
K1	%20 sakkaroz eklenerek ve pH’sı 7,0’a ayarlanmış laktaz enzimi ile hidrolize edilmemiş süt reçeli (kontrol örneği)
K2	%16 sakkaroz eklenerek ve pH’sı 7,0’e ayarlanmış laktaz enzimi ile hidrolize edilmemiş süt reçeli (kontrol örneği)
H1	%20 sakkaroz eklenerek ve pH’sı 7,0’a ayarlanmış laktaz enzimi ile hidrolize edilmiş süt reçeli (çalışma örneği)
H2	%16 sakkaroz eklenerek ve pH’sı 7,0’e ayarlanmış laktaz enzimi ile hidrolize edilmiş süt reçeli (çalışma örneği)

İlk üretimde her iki pH değerine sahip karışımlarda ısıl işlem uygulaması yani üretim sırasında herhangi bir protein koagülasyonu ortaya çıkmadığı için çalışmanın bundan sonra kalan iki üretiminde pH 7,0 olacak şekilde daha az sodyum bikarbonat ilavesi ile süt reçeli üretimine devam edilmesine karar verilmiştir. İkinci aşamada 2 adet kontrol ve 2 adet laktoz hidrolize süt reçeli olan çalışma örneği olmak üzere 4 örnek üretimi gerçekleştirilmiştir. 3 litre pastörize süt kullanılarak ve pH = 7,0 olacak şekilde sodyum bikarbonat eklenerek ve yine % 16 ve %20 sakkaroz ilavesiyle karışım hazırlanmıştır. Çalışma örnekleri laktaz enzimi ile 43°C'de 4 saat inkübasyona bırakılmıştır. Enzim içermeyen kontrol örnekleri de aynı sıcaklık ve sürede bekletilmiştir. Daha sonra laktaz içermeyen (kontrol) ve içeren örneklerle (toplam 4 adet örnek) sürekli karıştırma eşliğinde, kaynatılarak ısıl işlem uygulanmıştır. Renk ve kıvama bakılarak, ev tipi üretime uygun bir şekilde, duyuşal olarak üretim sonucuna karar verilmiştir. 3'er litre süt örneği kullanılarak üretim yapılan bu ikinci üretimde, üretim süreleri kontrol örnekleri için 1 saat 55 dakika ve laktoz içermeyen (laktaz ile hidrolize edilen) örnekler için 1 saat 45 dakika olarak kaydedilmiştir. Üretim hızlarına ait grafikler eklerde verilmiştir.

Ön denemeler ile seçilen bir pH değeri kullanılarak örnek hazırlanacağı için çalışmanın ikinci aşamasında 2 adet kontrol ve 2 adet çalışma örneği olmak üzere toplam 4 adet örnekte denemelere devam edilmiştir.

2.2.2. Fizikokimyasal Analizler

Nem analizi 105 °C'de 1,5 gram DL kurutularak gerçekleştirilmiştir. Yağ analizleri Gerber yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Protein analizi mikro-Kjeldahl yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Kül içeriği, 3 gram numunenin 550°C 'de bir fırında yakılmasından sonra elde edilmiştir. Analizler, AOAC International resmi yöntemlerini (2005) takip ederek yapılmıştır. pH ve laktik asit yüzdesi belirlenmiştir. pH, elektrotun örneklere doğrudan daldırılması yoluyla bir pH metre (Sartorius, TE214S, Almanya) kullanılarak ölçülmüştür. Asitlik miktarları ise miktarı fenol fitaleyn eşliğinde NaOH titrasyonu ile belirlenmiş ve laktik asit üzerinden hesaplanmıştır (AOAC, 2005).

2.2.3. HPLC ile Şeker Analizi

Süt reçeli örneklerindeki şeker analizleri (laktoz, glukoz ve sakkaroz), yüksek performanslı sıvı kromatografisinin (HPLC) kullanıldığı AOAC (AOAC Official Method 980.13, 2004) yöntemine göre Çanakkale Gıda Kontrol Laboratuvarlarında hizmet alımı yoluyla yürütülmüştür.

2.2.4. HPLC ile HMF Analizi

Bu tez kapsamında Maillard tepkimesinin izlenmesi amacıyla süt reçeli örneklerinde tepkimenin belirteçlerinden olan hidroksimetilfurfural (HMF) miktarı değerlendirmeye alınmıştır. Örneklerdeki HMF (5-hidroksimetilfurfural) içeriği, Makawi et al., (2009), çalışmasına göre RP-HPLC (ters faz yüksek performanslı sıvı kromatografisi) kullanılarak belirlenmiştir. Analizler, Çanakkale Gıda Kontrol Laboratuvarlarında hizmet alımı yoluyla yürütülmüştür.

2.2.5. Renk Analizleri

Renk ölçüm analizleri, oda sıcaklığında bir spektrofotometre (M-3600d, Minolta Co., Japan) kullanılarak Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, L* (aydınlık; 0 = siyah, 100 = beyaz), a* (+ a = kırmızılık, - a = yeşillilik) ve b* (+ b = sarılık, - b = mavilik) değerleri kullanılarak ifade edilmiştir.

2.2.6. Duyusal Analizler ve Tüketici Testi

Tüketici testi değerlendirmeleri için ikinci ve üçüncü turda üretilen süt reçelleri kullanılmıştır, aynı reçetelere bağlı kalarak 4 farklı süt reçeli üretilmiştir. Her iki turda da çoğunluğun aynı kişilerden oluşmasına dikkat edilmiştir. İki tur için her turda 26 Erkek 24 Kadın panelist seçilmiş, toplamda 100 adet değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirmeler

için hedonik skala testi yöntemi kullanılmış, her bir reçel için görünüş, kıvam, tat ve koku şeklinde 3 farklı referans madde belirlenerek 9 puanlık bir skala içerisinde ölçmeleri istenmiştir. Bu skalada 1; hiç beğenmedim, 5; ne beğendim ne beğenmedim, 9; çok beğendim şeklinde hazırlanmıştır. Değerlendirme formunun alt kısmında da beğeni sıralaması istenerek, opsiyonel olarak beğenme veya beğenmeme nedenlerinin de yazılması istenmiştir.

Reçeller üretimlerinin 7.günü tüketiciye sunulmuştur. Sunum için 20 cc'lik sosluk kaplar kullanılmıştır. Paneliste kap içerisinde reçel, her bir reçel için ayrı bir plastik kaşık, reçellerin tadımları arasında ağzın temizlenmesi için grissini ve su verilmiştir. Tadımların yapılırken aralarda belirli bir bekleme süresi bırakılmasına da dikkat edilmiştir. Tüketicie verilen reçel kapları rastgele seçilen 3 basamaklı sayılar ile kodlanmıştır. Tüketici testinde kullanılan hedonik değerlendirme skalası Ek-1 'de verilmiştir.

2.2.7. İstatistiksel Analiz

Yapılan kimyasal analizler sonucunda elde edilen veriler SPSS v.25 istatistiki değerlendirme programında değerlendirilerek incelenmiştir. Bu değerlendirmelerde 3 tekrar ve 4 örnekle yapılan üretimin tekrarlarının arasındaki tutarlılıklara ve standart sapma miktarlarına bakılmış, değerlerin birbirleri arasındaki ilişkilerine ve birbirlerini ne derece etkilediklerine bakılmıştır. İstatistiksel değerlendirme programında One Way ANOVA ve tek örnekli T Testi modellemelerinden faydalanılmıştır.

Tüketici testinin sonuçlarının değerlendirilmesinde de SPSS v.25 istatistik paket programı kullanılmıştır. Öncelikle kayıp veri analizi ve normal dağılım analizi yaparak verilerin doğruluğu kontrol edildikten sonra Frekanslarına bakılmıştır. Daha sonra görünüş, kıvam, tat ve koku puanlarının ortalamalarını, sıralamalarını ve cinsiyet, yaş gibi gruplar arasında anlamlı veya anlamsız farklılıklar olup olmadığını ölçmek amacıyla DUNCAN çoklu karşılaştırma testi ve One Way Anova testleri yapılmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Süt Reçeli Örneklerinin Fizikokimyasal Özellikleri

Üretimde kullanılan iki farklı sakkaroz konsantrasyonuna sahip laktozlu kontrol örnekleri ile laktozsuz çalışma örneklerinin kimyasal bileşimleri, laktik asit (%) içerikleri ve pH değerleri Tablo 6'de sunulmuştur. Süt reçeli bileşiminin nem içeriğinin en fazla %30, yağsız kuru maddenin en az %24, kül oranının en fazla %2 ve protein içeriğinin en az %5 olması gerektiği bildirilmiştir (Zalazar ve Perotti, 2011). Çalışmanın verileri incelendiğinde, geleneksel yöntem kullanılarak üretilen süt reçeli örneklerinin nem içeriğinin %32,24 ile 42,42 arasında değişen değerlerde olduğu görülmektedir. Hem üretimin ev yapımı tekniği ile gerçekleştirilmesi hem de bazı örneklerin daha az oranda (%16) sakkaroz kullanılarak üretilmesi, ürünün nem içeriğinin yüksek olmasının nedenleri arasında yer almaktadır. Örneklerin kül içerikleri ortalama %1,54 ile 1,65 arasında bulunmuştur. Yine Tablo 1'de örneklerin protein içeriklerinin ortalama 5,52 ile 5,87g/100g arasında değiştiği görülmektedir. Örneklerin pH değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmayıp asitlik değerleri birbirlerine yakın çıkmıştır.

Literatürde piyasadaki toplanan farklı süt reçeli örneklerinde % laktik asit değerleri %0,1-%0,39 ve pH değerleri 6,09-6,75 aralığında bulunmuştur (Yüksel, 2018). Yapılan bir diğer çalışmada ise 7 farklı süt reçeli örneğinde laktik asit içeriğinin %0,2 ile %0,5 arasında değiştiği ve pH değerlerinin 6,14 ve 6,37 arasında değiştiği görülmüştür (Gaze et al., 2015). Bu çalışmada kontrol örneklerinin laktik asit içerikleri %0,1, laktozsuz süt reçeli örneklerinin ise laktik asit içerikleri %0,15 ile %0,16 arasında bulunmuştur. Tüm örnekler için pH değerlerinin ise 6,76 ile 6,89 arasında değiştiği belirlenmiştir. Gerek kontrol gerek laktozsuz süt örneklerinin laktik asit değerlerinin literatürdeki bulgular ile karşılaştırıldığında çalışmamızdaki örneklerin laktik asit değerlerinin düşük düzeyde de olsa daha düşük olduğu saptanmıştır. Bunun üretimden önce sütün pH değerinin 7,0'e ayarlanmış olmasından ileri geldiği düşünülmektedir.

Tablo 6

Süt Reçeli Örnekleri İçin Kimyasal Bileşim ve Asitlik Değerleri

Örnekler	Protein (g/100g)	Nem (g/100g)	Yağ (g/100g)	Toplam Şeker (g/100g)	Yağsız kuru madde (g/100g)	Kuru Maddedeki Toplam Şeker(g/100g)	Kuru Maddedeki Protein (g/100g)	Kül (g/100g)	Asitlik (g/L, Laktik asit olarak)	pH
K1	5.8 ^b ±0.19	32,24 ^a ±2.22	5.33 ^a ±0.47	43.06 ^d ±6.01	62.39 ^c ±2.44	63.44 ^c ±7.00	8.56 ^a ±0.15	1.56 ^a ±0.09	0.1 ^a ±0.00	6.79 ^a ±0.09
K2	5.87 ^c ±0.15	42.42 ^c ±3.77	5.76 ^c ±0.47	37.83 ^b ±4.46	51.81 ^a ±4.01	65.74 ^c ±6.81	10.23 ^b ±0.52	1.58 ^a ±0.07	0.1 ^a ±0.01	6.89 ^c ±0.05
H1	5.52 ^a ±0.16	35.9 ^b ±5.50	5.66 ^b ±0.75	41.14 ^c ±5.37	57.85 ^b ±5.8	64.27 ^c ±7.17	8.63 ^a ±0.16	1.54 ^a ±0.02	0.16 ^b ±0.01	6.76 ^a ±0.20
H2	5.86 ^c ±0.30	42.09 ^c ±5.20	5.86 ^d ±0.92	33.31 ^a ±1.04	52.04 ^a ±5.32	57.8 ^a ±4.64	10.14 ^b ±0.40	1.65 ^b ±0.05	0.15 ^b ±0.00	6.81 ^a ±0.23

Analizler 3 tekrar şeklinde yapılmıştır

^{a-d} Aynı sütündeki farklı üst simge harfleri olan ortalamalar önemli ölçüde farklıdır. (P <0.05)

*Değerlerin standart sapmaları ± işareti ile gösterilmiştir

Örneklerin HPLC analizleri ile saptanan şeker miktarları Tablo 7’de verilmiştir. Örneklerin şeker içerikleri incelediğinde (Tablo 7), beklendiği üzere laktoz hidrolize süt reçeli örneklerinde (H1 ve H2) laktoz tespit edilememiştir. Bu örneklerde yine beklendiği gibi enzimatik tepkime sonucu açığa çıkan glukoz hidrolize ürünü saptanmıştır. Bu da laktozun tamamının enzimatik olarak hidrolize olduğunu göstermektedir. Kontrol örneklerin de ise süt şekeri olan laktoz bulunurken hidrolize ürün olan glukoz saptanmamıştır. Kontrol örneklerinde hidroliz olmadığı için ortalama %7,68 ile 7,95 oranlarında laktoz bulunurken, hidrolize süt reçeli örneklerinde ortalama %6,48 ile 6,72 oranında glukoz tespit edilmiştir. Örneklerin toplam şeker içeriğinin ise (Tablo 6) %33,31 ile 43,06 aralığında değiştiği ortaya konulmuştur.

Tablo 7

HPLC ile Elde Edilen Süt Reçeli Numunelerindeki Şeker Miktarları

Örnekler	Laktoz (g/100g)	Sakaroz (g/100g)	Glikoz (g/100g)
K1	7.68 ^a ±0.72	35.38 ^c ±5.45	-
K2	7.95 ^a ±0.90	29.88 ^b ±3.60	-
H1	-	34.42 ^c ±4.96	6.72 ^a ±1.12
H2	-	26.83 ^a ±1.78	6.48 ^a ±1.34

Analizler 3 tekrar şeklinde yapılmıştır

^{a-d} Aynı sütündeki farklı üst simge harfleri olan ortalamalar önemli ölçüde farklıdır (P <0.05).

*Değerlerin standart sapmaları ± işareti ile gösterilmiştir.

3.2. Renk parametreleri

Renk parametreleri “Lightness” (L*), “redness” (a*) ve yellowness (b*) olarak değerlendirilmiş ve renk sonuçları Tablo 8’de sunulmuştur.

Genel olarak örneklerin renk değerlerindeki değişimler, üretimdeki ısı işlem boyunca ortaya çıkan enzimatik olmayan esmerleşme tepkimeleri (Maillard tepkimesi ve karamelizasyon) için bir indikatör olarak değerlendirilebilmektedir. Tablo 8’de verilen renk ölçümleri göz önünde bulundurulduğunda genel olarak tüm örneklerin renk parametrelerinde farklılıklar gözlemlenmiştir ($P < 0.05$).

Süt reçeli örneklerinde belirlenen a^* ve b^* renk parametrelerinin pozitif değerlerde olması ürünü kırmızı ve sarı renklere eğilimli olduğunu göstermektedir (Gaze et al., 2015). Bundan dolayı bu iki denk değerindeki sonuç süt reçeli örneklerinin renginin Maillard ve karamelizasyon tepkimeleriyle kahverengiye dönmesini açıklayabilmektedir. Daha düşük L^* değeri daha koyu renk oluşumunu göstermektedir. Tablo 8’e göre en düşük L^* değerine sahip süt reçeli örneğinin %20 sakkaroz içerikli laktozsuz süt reçeli örneği (H1) olduğu görülmektedir. Eklerde sunulmuş olan örnek fotoğrafları da bu sonuçları desteklemektedir.

Tablo 8

Süt Reçeli Örneklerinin Renk Parametreleri

Örnekler	L*	a*	b*
K1	38.33 ^b ±4.47	4.94 ^b ±0.61	7.55 ^b ±2.22
K2	42.05 ^c ±3.57	6.49 ^d ±0.35	10.9 ^d ±1.23
H1	35.31 ^a ±1.82	4.56 ^a ±1.09	6.68 ^a ±1.86
H2	37.32 ^b ±4.22	5.67 ^c ±1.81	8.45 ^c ±3.40

Analizler 3 tekrar şeklinde yapılmıştır

^{a-d} Aynı sütündeki farklı üst simge harfleri olan ortalamalar önemli ölçüde farklıdır (P <0.05).

*Değerlerin standart sapmaları ± işareti ile gösterilmiştir.

(L*; açıklık-koyuluk, a*; kırmızılık-yeşillik, b*; sarılık-mavilik)

Tablo 6- 8'de verilen tüm analiz verileri, 3 tekrar olarak yapılan süt reçeli üretiminden elde edilen ayrı ayrı verilerin ortalaması alınarak hesaplanmış, yanlarında ± olarak standart sapmaları verilmiştir.

3.3. HMF Oluşumu

Örneklerin HMF düzeyleri Tablo 9'da verilmiştir. Maillard tepkimesinin indikatörü olan HMF verileri incelendiğinde süt reçeli örneklerinde oluşan Maillard tepkimesi düzeylerinin laktoz hidrolizine ve üretimde kullanılan sakkaroz miktarına bağlı olarak değiştiği ortaya konulmuştur (P <0.05). %16 sakkaroz içeren laktozsuz süt reçeli örneğinde (H2) HMF saptanamamıştır. %20 sakkaroz içeren laktozsuz süt reçeli örneğinin (H1) HMF içeriği ise kontrol örneklerinin HMF içeriklerinden daha düşük bulunmuştur. Bu da laktoz hidrolizinin HMF oluşumunu engellediği ya da azalttığı belirlenmiştir.

Literatürde laktoz hidrolizinin süt reçelinde HMF oluşumu üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada laktoz hidrolizinin daha yüksek HMF oluşumunu ve sonuç olarak daha yüksek oranda Maillard reaksiyon ürünlerinin oluşumunun beraberinde getirdiği gösterilmiştir (Francisquini et al., 2019). Sözü edilen bu çalışmanın sonuçlarının aksine bu tez kapsamında elde edilen sonuçlar laktoz hidrolizinin daha düşük HMF oluşumuna yol açtığını göstermektedir.

Tablo 9

Süt Reçeli Örneklerinin HMF Derişimi

Örnekler	HMF (ppm)
K1	2.63 ^b ±1.01
K2	3.34 ^c ±0.87
H1	1.03 ^a ±0.42
H2	N/A

*Analizler 3 tekrar şeklinde yapılmıştır.

^{a-d} Aynı sütündeki farklı üst simge harfleri olan ortalamalar önemli ölçüde farklıdır (P <0.05).

*Değerlerin standart sapmaları ± işareti ile gösterilmiştir.

Sonuç olarak, laktoz içermeyen süt reçeli örneklerinin HMF derişimlerinin, her iki sakkaroz içeriğinde de laktoz içeren kontrol örneklerinden belirgin bir şekilde daha düşük olduğu bulunmuştur (P <0.05). HMF'nin sadece Amadori bileşeninden değil aynı zamanda şekerlerden de oluştuğu bildirilmektedir. Laktoz hidrolize olmayan süt reçeli örneklerinde HMF oluşumu, laktoz izomerizasyonu ve degradasyonundan ileri gelebilir. Laktoz hidrolize örneklerde HMF oranının düşük olması ya da saptanamaması ise tepkimenin son ürünleri arasında yer alan koyu renkli melanoidinlerin oluşma olasılığı ile açıklanabilir. Laktoz içermeyen örneklerin belirgin bir şekilde daha koyu renkli olması da bu sonucu destekler

nitelikte olabilir. Daha düşük HMF miktarı ve daha koyu renk, laktoz hidrolize süt reçeli örneklerinde karamelizasyon tepkimesi ile de iliŐkilendirilebilir.

3.4. Tüketicici Test Sonuçları

Yapılan tüketicici testleri sonucunda, görünüş kıvam ve tat bakımından reçeller arasında anlamlı farklar olduğu ortaya çıkmıştır. Laktaz enzimi ile hidrolize edilerek üretilen reçellerin renkleri genellikle çok koyu, tatları da hidrolize olmayan reçellere göre fazla Şekerli bulunmuştur. Kvam olarak ise reçeller arasında çok anlamlı farklar bulunamamıŐtır. Panelistlerin bazılarının açık renkli reçelleri beğendiği görülürken, bazılarının da koyu renkli reçelleri daha çok beğendiği grlmŐtur. Tat ve koku açısından ise laktaz ile hidrolize edilen reellerden %20 Şeker ile üretilen reçel diğerlerine göre daha tatlı bulunmuştur ve panelistlerin belirttiği neden kısmında tadının çok yoğun olduğu belirtilmiştir. %16 Şeker ile üretilen reçeller %20 ile üretilenlere göre tat açısından daha dengeli bulunurken, %20 ile üretilen reçeller fazla Şekerli bulunmuştur. En çok beğenilen reçel birinci turda %16 ile üretilen hidrolize edilmemiş reçel olurken, katılımcılardan bazıları da tadının ve Őekerinin az olduğunu belirtmiŐlerdir. İkinci turda ise en çok beğenilen reçel içerisinde laktoz hidrolize edilmiş ve %16 Şeker ile üretilen reçel olmuştur. Katılımcıların oğunlukla Şeker miktarı dŐk olan reçellere daha yüksek puan verdiği grlmŐtur. İki turda da %16 Şeker içeren hidrolize ve hidrolize olmayan reçellerin birbirlerine yakın ve yüksek puan aldığı görülmüş, üretimden kaynaklı deĐiŐikliklerden ötürü iki tur arasında beğenilerde birbirlerine yakın olmakla beraber farklılık oluŐmuŐtur. Buradan genel olarak çıkarılabilecek sonuç ise dŐk Şekerli reçellerin daha çok beğenildiği olmuştur. Diğer rnler genel olarak bu ürünlere göre aşırı tatlı Şeklinde yorumlanmıŐtır.

Koku ile ilgili yorumlar sadece hidrolize edilmiş reçellere yapılmıŐ ve kokularının diğerlerine göre daha iyi olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada, kk değişiklikler olmasına rağmen cinsiyetin reçellerin genel beğenileri açısından önemli bir faktör olmadığı da grlmŐtur. ÇalıŐmaya katılan panelistler her iki turda da büyük lde aynı kişilerden oluşmaktadır ve 18-65 yaş aralığı ile ortalama 32 yaŐındadırlar. Yaş aralığının geniş tutulması ise her yaŐtan insanın görüŐlerine baŐvurulmak istendiği içindir. Yaş olarak yüksek

olan panelistlerin bazılarının neden kısmına şeker oranlarının kendilerine göre yüksek olduğunu belirttikleri görülmüştür. Beğenilere bakıldığında ise yaşın önemli bir faktör olmadığı da görülmüştür.

Birinci tur ve ikinci tur verileri incelenip, analiz sonuçları değerlendirildikten sonra oluşan veriler Tablo 10'da verilmiştir. Görünüş açısından anlamlı bir fark olduğu görülmüştür, özellikle laktoz hidrolize süt reçellerinin renklerinin hidrolize edilmemiş reçellere göre daha koyu renktedir. Bundan dolayı katılımcılar tarafından koyu renkli reçellere daha düşük puan verildiği görülmüştür. Kıvam açısından ise şeker oranı aynı olan ürünler arasında anlamlı bir fark görülmezken, şeker oranının farklı olduğu ürünlerde doğal olarak anlamlı bir fark görülmüştür ($P < 0.05$). Şeker oranı %16 olan süt reçelleri (K1, H1) kıvam açısından daha yüksek puan almıştır. Tat ve koku açısından ise ürünler arasında anlamlı farklar olduğu görülmektedir ($P < 0.05$). Laktoz hidrolize ürünler ve hidrolize edilmemiş ürünlerin kendi içlerinde %16 şeker içeriğine sahip reçeller (K1, H1) daha çok beğenilirken, genel beğenide anlamlı bir şekilde %16 hidrolize olmayan laktozlu süt reçeli (K1) tat ve koku açısından yüksek puan almıştır. Laktoz hidrolize %16 şeker içerikli reçel (H1), hidrolize edilmemiş reçele (K1) göre daha tatlı bulunmuştur.

Tablo 10

Görünüş, Kıvam ve Tat-kokuya Göre Örneklerin Beğeni Puanları

	Görünüş	Kıvam	Tat- Koku
K1	7.43 ^c ±0.12	7.00 ^a ±0.36	7.02 ^b ±0.05
K2	7.53 ^c ±0.15	7.19 ^b ±0.29	7.13 ^c ±0.04
H1	6.83 ^a ±0.73	6.9 ^a ±0.36	6.71 ^a ±0.69
H2	7.15 ^b ±0.94	7.11 ^b ±0.24	6.93 ^b ±0.49

^{a-d} Aynı sütündeki farklı üst simge harfleri olan ortalamalar önemli ölçüde farklıdır ($P < 0.05$).

*Değerlerin standart sapmaları \pm işareti ile gösterilmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Güney Amerika menşei olan ve dünya üzerinde birçok yerde ve birçok farklı şekilde üretilip kullanılan süt reçeli önemli bir gıda ürünüdür. Yapımında gerçekleşen Maillard tepkimesi ile özgün bir renk ve aromaya sahiptir. Süt reçeli, üretimi açısından basit olarak görünse de üretim mekanizması karışık ve dikkat gerektiren bir süreçten oluşmaktadır. Üretim sırasında dikkat edilmesi gereken asitlik, topaklanma ve kristalleşme gibi birçok parametre bulunmaktadır. Araştırma içerisinde, üretim yöntemleri kısmında dikkat edilmesi gerek noktalar için yapılan uygulamalar açıklanmıştır. İçeriğindeki nem oranı, şeker miktarı farklı tutularak veya üretim öncesinde süt içerisindeki laktoz hidrolize edilerek farklı kıvamlarda, farklı kalori derecelerinde DL üretimi yapıldığı görülmüştür. DL kendi başına bir tatlı olmasının dışında içeriğinin süt ve şekerden oluşması birçok başka gıda ürünü ile de rahatça tüketilmesi açısından kolaylık sağlamaktadır. Çoğunlukla diğer tatlılar ile beraber kullanıldığı sıkça görülmektedir. Bunlardan en çok görülenleri dondurma ve pastacılık ile beraber kullanılmasıdır. Süt reçelinin daha az şeker oranı ile üretilip bazı tuzlu ürünler ile beraber zıt tatlar yaratmak amacıyla kullanılmasının güzel sonuçlar yaratabileceği düşünülmektedir. Ayrıca bazı ülkelerin orijinal lezzetleri olan farklı tatlılar içerisinde kullanılarak lezzet arttırmak için kullanılmasının da güzel sonuçlar yaratabileceği düşünülmektedir.

Duyusal değerlendirilme sonuçlarına bakıldığında %20 şeker içeriği ile üretilmiş reçeller fazla tatlı bulunmuş, laktoz hidrolize %20 reçel ise en tatlı reçel olarak olumsuz şekilde değerlendirilmiştir. Tat ve koku açısından en çok beğenilen reçeller %16 reçel içeriğine sahip laktozlu ve laktozsuz süt reçelleridir.

Laktoz hidrolize süt reçellerinin daha tatlı algılanması, laktozun parçalanıp daha küçük şekerlere dönüşmesi ile üründeki tatlılık oranının artmasından kaynaklanmaktadır. Buradan şu sonuç çıkarılabilir; laktozsuz üretilen süt reçellerinde şeker oranları daha da düşürülerek daha az tatlı ve dolayısıyla sağlık açısından daha faydalı, düşük kalorili ürünler elde edilebilir.

Çalışmada laktoz hidrolize süt reçellerinin, laktoz içermemesinin yanı sıra, içeriğinde HMF saptanamamış olması, daha az şeker kullanarak üretilip daha sağlıklı ve daha düşük kalorili ürünler üretilmesinin insan sağlığı ve beslenmesi açısından oldukça olumlu sonuçlar olduğu görülmektedir.

Laktozun tatlılık oranı düşük olduğundan laktoz hidrolizi ile glukozun açığa çıkması, süt reçelinin daha tatlı algılanmasına yol açmaktadır. Bunun önemli avantajı ise ürünün laktozsuz olmasının yanı sıra üretimde kullanılacak sakkaroz miktarının azalması şeklindedir. Bir diğer önemli bulgu da laktozsuz süt reçeli örneklerinde HMF'nin en düşük düzeyde (%20 sakkaroz içeren örnekte) ve hiç saptanamamış (%16 sakkaroz içeren örnekte) olmasıdır. Bu sonuçlar, süt reçelinin üretim tekniğinin geliştirilmesi bağlamında, laktozsuz ve %16 sakkaroz kullanılarak üretilen süt reçeli örneğini (H1) ön plana çıkartmaktadır. Özetle bu ürün; laktozsuz, daha az düzeyde sakkaroz içeren ve HMF oluşumu saptanamamış olan süt reçeli örneğidir.

Modern dünyada teknolojinin gelişmesi, bilgiye ulaşılabilirliğin kolaylaşması ve bununla beraber insanda değişen tüketim algısı, sağlıklı beslenme algısı vb. değişimler gıda ürünlerinde de çeşitli değişimleri beraberinde getirmiştir. Geçtiğimiz yıllarda marketlerde bulması zor olan glutensiz, laktozsuz, şekeri azaltılmış, protein oranı artırılmış gibi ürünlerin günümüzde giderek çoğalması ve insanların bu ürünlere yönelmesi birçok üründe de bu beklentiyi doğurmaya başlamıştır. Süt reçeli de bu ürünlerin arasında gösterilebilir. Çalışma kapsamında sonuç olarak bulunan düşük şeker içerikli, düşük kalorili, laktozsuz ve HMF içermeyen süt reçeli, halkın bu talebine cevap verebilecek bir ürün olarak piyasaya sürülebilir.

KAYNAKÇA

- Akal, C., Buran, İ., Delialioğlu, R. A., ve Yetişemiyen, A. (2018). Farklı Şeker Oranlarının Süt Reçelinin Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. *GIDA/The Journal of Food*, 43(5).
- Akal, C., Senel, E. ve Turkmen, N. (2019). Effect of Using Odourless Fish Oil on Some Physical, Chemical and Sensorial Properties of Blackberry Fruit Yoghurt. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 14 (2), 142-150.
- Akbay, C., ve Tiryaki, G. Y. (2007). Tüketicilerin ambalajlı ve açık süt tüketim alışkanlıklarının karşılaştırılmalı olarak incelenmesi: Kahramanmaraş Örneği. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 10(1), 89-96.
- Akpınar, A., Uysal, H., ve Kınık, Ö. (2006). Süt ve Süt Ürünlerinde Lezzet Bileşeni Olarak Esterler ve Esterlerin Biyosentezi. *Türkiye*, 9, 24-26.
- Akpınar, K. (2000). *Maillard reaksiyonunun model çalışmaları* (Master's thesis, Akdeniz Üniversitesi).
- Ames, J. M. (1992). The Maillard reaction. In *Biochemistry of food proteins* (pp. 99-153). Springer, Boston, MA.
- Anitaş, Ö., ve Göncü, S. (2018). Relations between feces, urine, milk and blood fatty acid contents in cattle. *MOJ Eco Environ Sci*, 3(6), 356-362.
- Anonim, 2019. Türk Gıda Kodeksi İçme Sütleri Tebliği. T.C. Resmî Gazete, Sayı: 30699. Bakanlık Yayınevi, Ankara, Türkiye.
- AOAC (2005). *Official Methods of Analysis*. 18th edn. Association of Official Analytical Chemists; Arlington, VA, USA
- AOAC (2004). Official method 980.13, Fructose, Glucose, Lactose, Maltose, and Sucrose in Milk Chocolate: Liquid Chromatographic Method, in *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD
- Aslanova, D. Y., ve Artık, N. T. D. (2005). Reçel Üretimi ve Depolanması Sürecinde HMF Oluşum Kinetiği, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.

- Bağdatlıoğlu, N., ve Hışıl, Y. (1993). Enzimatik Olmayan Esmerleşme Reaksiyonları Sırasında Oluşan Lezzet Bileşikleri. *Gıda*, 18(2).
- Barrera, J., Pedreschi, F., G3mez, J. P., Zúñiga, R. N., & Mariotti-Celis, M. S. (2021). In House Validation For The Direct Determination of 5-hydroxymethyl-2-furfural (HMF) in “Dulce de Leche”. *Journal of Food Composition and Analysis*, 95, 103665.
- Batu, A., Aydoymuş, R. E., ve Batu, H. S. (2014). Gıdalarda Hidroksimetilfurfural (HMF) Oluşumu ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi. *Electronic Journal of Food Technologies*, 9(1), 40-55.
- Becalski A, Lau BP, Lewis D, Seaman SW. (2012). Acrylamide In Foods; Occurrence, Source. Los Angeles CA. AOAC. Annual Meeting, p. 22- 26
- Bressa, F., Tesson, N., Dalla Rosa, M., Sensidoni, A., & Tubaro, F. (1996). Antioxidant effect of Maillard reaction products: application to a butter cookie of a competition kinetics analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(3), 692-695.
- Burdurlu, H.S., Karadeniz, F. (2002), Gıdalarda Maillard Reaksiyonu, *Gıda dergisi*, 27(2), 77-83
- Büyükcan, B., ve Sibel, T. A. N. (2020). Çanakkale İli Biga İlçesinde Süt Üreticilerinin Hayvancılık Politikalarına Bakış Açıları'nın İncelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(3), 258-266.
- Cerit, İ. (2020). Tiyollerin patatesteki esmerleşme reaksiyonları ve antioksidan aktiviteye etkisi.
- Çağlar, A., ve Çağlar, Y. (2013). Süt ve süt ürünleri. *Uluslararası*, 2, 7-10.
- Dekker, P. J., Koenders, D., ve Bruins, M. J. (2019). Lactose-free dairy products: market developments, production, nutrition and health benefits. *Nutrients*, 11(3), 551.
- Delgado-Andrade, C., Seiquer, I., Haro, A., Castellano, R., ve Navarro, M. P. (2010). Development of the Maillard reaction in foods cooked by different techniques. Intake of Maillard-derived compounds. *Food Chemistry*, 122(1), 145-153.
- Demirci, M. (1990). Peynirin Beslenmedeki Yeri ve Önemi. *Gıda*, 15(5).
- Demirci, M. (1992). Süt Teknolojisine Giriş. TÜ Tekirdag Ziraat Fakültesi, Yayın, (105).
- Demirci, M., ve Gündüz, H. (1994). Süt Teknolojisi El Kitabı. Hasad Yayıncılık, 184.

- Demirci, M., ve Simsek, O. (1997). Süt İşleme Teknolojisi, Hasad Yayıncılık Ltd. Şti. Rebel Ofset, İstanbul, 246.
- Demirci, M., Gündüz, H.H., (2000). Süt Teknoloğünün El Kitabı. Hasad Yayıncılık. Basım 3
- Demircioğlu, E., ve Kaner, G. (2014). Süt ve Türevleri Laktoz İntoleransının Düşmanı mı? Yoksa Bildiklerimiz Yanlış mı? Güncel gastroenteroloji, 18(1), 89-92.
- Demirgöl, F., Sağdıç, O., (2018), Fermente Süt Ürünlerinin İnsan Sağlığına Etkisi, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, Sayı 13*
- Ecem, A. K. A. N., Yerlikaya, O., ve KINIK, Ö. (2014). Psikrotrof bakterilerin çiğ süt ve süt ürünleri kalitesine etkisi. Akademik Gıda, 12(4), 68-78.
- Feeney, R. E., Blankenhorn, G., ve Dixon, H. B. F. (1975). *Carbonyl-Amine Reactions in Protein Chemistry. Advances in Protein Chemistry Volume 29, 135–203.* doi:10.1016/s0065-3233(08)60412-x
- Francisquini, J. D. A., Neves, L. N., Torres, J. K., Carvalho, A. F., Perrone, I. T., ve da Silva, P. H. F. (2018a). 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(4), 476-481.
- Francisquini, J. D. A., Pereira, J. P. F., Pinto, M. D. S., Carvalho, A. F., Perrone, Í. T., ve Silva, P. H. D. F. D. (2018b). Evolution of Soluble Solid Content and Evaporation Rate Curves During the Manufacture of Dulce de Leche (dl). Food Science and Technology, 39, 78-82.
- Francisquini, J., Rocha, J., Martins, E., Stephani, R., Henrique Fonseca da Silva, P., Toledo Renhe, I., ve Fernandes de Carvalho, A. (2019). 5-Hydroxymethylfurfural Formation and Color Change in Lactose-hydrolyzed Dulce de Leche. Journal of Dairy Research, 86(4), 477-482.
- Friedman, M. (1996). Food Browning and its Prevention: an Overview. Journal of Agricultural and Food chemistry, 44(3), 631-653.
- Gaze, L. V., Oliveira, B. R., Ferrao, L. L., Granato, D., Cavalcanti, R. N., Júnior, C. C., ve Freitas, M. Q. (2015). Preference Mapping of Dulce de Leche Commercialized in Brazilian Markets. Journal of Dairy Science, 98(3), 1443-1454.

- Gimenez, A., Ares, G., Gambaro, A., (2008), Consumer Reactions to Changes in Sensory Profile of Dulce de Leche Due to Lactose Hydrolysis, *International Dairy Journal* 18
- Gökmen, V., (2015). Acrylamide in Food: Analysis, Content and Potential Health Effects. Academic Press.
- Gündoğdu, E., Yıldız, H., ve Çakmakçı, S. (2012). Süt Bileşenleri Üzerine Isıl İşlemin Etkileri ve Besin Değeri Konusunda Değerlendirmeler. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1), 162-165.
- Gürsoy, A. (2016). Süt Kimyası ve Biyokimyası. Baskı, Ankara, Güneş Kitabevi, 1- 64.
- Hodge, J. E. (1953). Dehydrated foods, chemistry of browning reactions in model systems. *Journal of agricultural and food chemistry*, 1(15), 928-943.
- Honkanen, E. R. K. K. I., Karvonen, P. E. R. T. T. I., ve Virtanen, A. I. (1964). Studies on the Transfer of Some Flavour Compounds to Milk. *Acta Chem. Scand*, 18(612), 295.
- Karagöz, A. (2009). Akrilamid ve Gıdalarda Bulunuşu. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 8(2).
- Kartal, İ. B., ve Saldamlı, İ. (2005). Laktoz İntolerantlar İçin Enzimatik Hidroliz ve Ultrafiltrasyon Teknikleri ile Süt Üretimi. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 33(1), 77-84.
- Köse, B. Y., ve Ölmez, Y. (2016). Laktoz intoleransı ve diyet. *Güncel gastroenteroloji* 20/3.
- Liu, S. C., Yang, D. J., Jin, S. Y., Hsu, C. H., ve Chen, S. L. (2008). Kinetics of Color Development, pH Decreasing, and Anti-oxidative Activity Reduction of Maillard Reaction in Galactose/glycine Model Systems. *Food Chemistry*, 108(2), 533-541.
- Makawi, S. Z. A., Taha, M. I., Zakaria, B. A., Siddig, B., Mahmod, H., Elhussein, A. R. M., ve Kariem, E. A. G. (2009). Identification and Quantification of 5-hydroxymethyl Furfural HMF in Some Sugar-containing Food Products by HPLC. *Pakistan journal of nutrition*, 8(9), 1391-1396.
- Mauron, J. (1981). Maillard Reaction in Food; a Critical Review From the Nutritional standpoint. *Progress in Food and Nutrition Science*.
- Metin, M. (1976). Sterilize Süt. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 5(2), 146-160.

- Oliveira, M.N., Penna, A.L.B., Garcia-Nevarez, H., 2009. Dairy Powders and Concentrated Products. Production of Evaporated Milk, Sweetened Condensed Milk and ‘Dulce de Leche, Edited by A. Y. Tamime, Wiley&Blackwell, Chichester, U.K., 149-179p.
- Onurlubaş, E., ve ÇAKIRLAR, H. (2016). Tüketicilerin Süt ve Süt Ürünleri Tüketimini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Sraştırma. Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 7(1), 217-242.
- Önür, Z. Y. (2018). Milk Jam or Dulce de Leche: Physicochemical Characterization. Gıda, 43(6), 1091-1099.
- Özkan, B. (2002). Pastörize Sütün A ve D Vitamin Kayıplarının İncelenmesi Ve A Ve D Vitaminlerince Zenginleştirilmesi (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Ranalli, N., Andrés, S. C., ve Califano, A. N. (2012). Physicochemical and Rheological Characterization of “dulce de leche”. Journal of Texture Studies, 43(2), 115-123.
- Saldamlı, İ. (1998). Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi Yayınları. 520s, Ankara.[2]
- Yongnian, N., Gong, X., (1997) “Simultaneous spectrophotometric determination of mixtures of food colorants”, *Analytica Chimica Acta*, 354, 163-171.
- Sarı, M. M. (2020) Farklı Oranlarda Evaporasyon Uygulaması ile Aromalı Süt Reçeli Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- Sharp, E., D’Cunha, N. M., Ranadheera, C. S., Vasiljevic, T., Panagiotakos, D. B., ve Naumovski, N. (2021). Effects of Lactose-free and Low-lactose Dairy on Symptoms of Gastrointestinal Health: A Systematic Review. International Dairy Journal, 114, 104936.
- Stephani, R., Francisquini, J., Perrone, İ.T., Carvalho, A.F.D., Oliveira, L.F.C.D. (2018), Dulce de Leche, Chemistry and Processing Technology, Intechopen
- Suri, S., Kumar, V., Prasad, R., Tanwar, B., Goyal, A., Kaur, S., ve Singh, D. (2019). Considerations for Development of Lactose-free Food. Journal of Nutrition & Intermediary Metabolism, 15, 27-34.
- Tamime, A. Y. (Ed.). (2009). Milk Processing and Quality Management, John Wiley & Sons.

- Telatar, K. Y. (1985). Elma Suyu ve Konsantrelerinde Hidroksimetilfurfural (HMF), I. Farklı Elma Çeşitlerinin Elma Suyu ve Konsantresine İşlenmesi Süresinde HMF Oluşumu. *Gıda*, 10(4).
- Toker, Ö. S. (2012). Farklı Gıdalarda 5-HMF Düzeyinin Belirlenmesi ve Riskli Bulunan Gıdaların 5-HMF İçeriğinin Farklı Yöntemler Kullanılarak Azaltılma Olanaklarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- Tuna, C., Arslan, S. (2015), Süt Reçeli Üretim Yöntemleri ve Özellikleri, *Akademik Gıda* 14(2) (2016) 204-208
- Tuna, C., Arslan, S. (2016). Süt Reçeli Üretim Yöntemleri ve Özellikleri, *Akademik Gıda*, 14 (2), 204-208
- Ugidos-Rodriguez, S., Matallana-Gonzalez, M.C., (2018), Lactose Malabsorption and Intolerance: a Review. *Food & Function*, 9(8)
- Urgu, M., Saatli, T. E., Türk, A. ve Koca, N. (2017). Isıl İşlem Görmüş İçme Sütlerinde (Pastörize, UHT ve Laktozsuz UHT Süt) Hidroksimetilfurfural İçeriğinin Belirlenmesi. *Akademik Gıda*, 15 (3), 249-255.
- Uzunlu, S., Herken, E.N. (2016), Bisküvilerde HMF ve Akrilamid Oluşumunun Önemi, *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(1), 138-142
- Ünal, R. N., ve Besler, H. T. (2008). Beslenmede sütün önemi. *Sağlık Bakanlığı Yayın*, 727.
- Van Boekel, M. A. J. S. (1998). Effect of heating on Maillard reactions in milk. *Food chemistry*, 62(4), 403-414.
- Vargas, M. O., Prestes, A. A., Miotto, M., ve Prudêncio, E. S. (2021). Dulce de leche: Product types, production processes, quality aspects and innovations minor EDITS. *International Journal of Dairy Technology*, 74(2), 262-276.
- Vázquez, S. M., de Rojas, J. N., Troche, J. R., Adame, E. C., Ruíz, R. R., ve Domínguez, L. U. (2020). The importance of lactose intolerance in individuals with gastrointestinal symptoms. *Revista de Gastroenterología de México (English Edition)*, 85(3), 321-331.
- Xing, H., ve Yaylayan, V. (2021). Insight Into the Mechanochemistry of the Maillard Reaction: Degradation of Schiff Bases via 5-oxazolidinone intermediate. *European Food Research and Technology*, 247(5), 1095-1106.

- Yakıcı, T. (2012). Farklı Reçetelerle Üretilen Bisküvilerde Aroma ve Akrilamid Oluşumu, Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Yaylayan, V. A. (2003). Recent Advances in the Chemistry of Strecker Degradation and Amadori Rearrangement: Implications to Aroma and Color Formation. *Food Science and Technology Research*, 9(1), 1-6.
- Yaylayan, V. A. (2009). Acrylamide Formation and its Impact on the Mechanism of the Early Maillard Reaction. *Journal of Food and Nutrition Research*, 48(1).
- Yazıhan, N. (2017), Süt ve Besin Reaksiyonları, *Süt Dünyası*, 12(65), 48-54
- Yıldız, O., Şahin, H., Meryem, K. A. R. A., Aliyazıcıoğlu, R., Tarhan, Ö., ve Kolaylı, S. (2010). Maillard Reaksiyonları ve Reaksiyon Ürünlerinin Gıdalardaki Önemi. *Akademik Gıda*, 8(6), 44-51.
- Yücecan, S., ve Ekinciler, T. (1974). Sütün Beslenmemizdeki Yeri ve Kullanılması. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 3(2), 112-126.
- Zalazar, C.A., Perotti, M.C. (2011), Dulce de Leche, *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 2, 874-880

EKLER



EK 1

HEDONİK SKALA TESTİ

Duyusal Değerlendirme Formu

Yaş: Cinsiyet:

Sunulan süt reçeli örnekleriyle sizlere ürünün kalite kriterleri hakkındaki düşünceleriniz sorulacaktır.

Lütfen;

1. Size verilen örnekleri aşağıda verilen sıraya göre görünüş, kıvam, tat ve koku yönünden değerlendiriniz.
2. Ürünlerin sizde bıraktığı etkiye göre, aşağıdaki skalayı kullanarak 1 ile 9 arasında bir numarayı daire içerisine alınız.
3. Tek tek değerlendirmeniz sonunda, nedenlerini de belirterek, ürünleri **genel** beğeni sırasına koyunuz.

Katılımınız için çok teşekkürler...

Ürün Kodu:

	Hiç beğenmedim			Ne beğendim			Çok fazla beğendim		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tat ve Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ürün Kodu:

	Hiç beğenmedim			Ne beğendim			Çok fazla beğendim		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tat ve Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ürün Kodu:

	Hiç beğenmedim			Ne beğendim			Çok fazla beğendim		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tat ve Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ürün Kodu:

	Hiç beğenmedim			Ne beğendim			Çok fazla beğendim		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tat ve Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Beğeni sıralamanız:

	<u>Kod</u>	<u>Nedeni</u>
En çok	1)	
	2)	
	3)	
En az	4)	

EK 2
ÖRNEK KODLARI

Ek Tablo 1

Birinci Üretim Örnek Kodları

Örnekler	Örnek Bilgileri
K1	%20 sakkaroz eklenerek ve pH'sı 7,5'a ayarlanmış laktaz enzimi ile hidrolize edilmemiş süt reçeli (kontrol örneği)
K2	%20 sakkaroz eklenerek ve pH'sı 7,0'e ayarlanmış laktaz enzimi ile hidrolize edilmemiş süt reçeli (kontrol örneği)
K3	%16 sakkaroz eklenerek ve pH'sı 7,5'a ayarlanmış laktaz enzimi ile hidrolize edilmemiş süt reçeli (kontrol örneği)
K4	%16 sakkaroz eklenerek ve pH'sı 7,0'e ayarlanmış laktaz enzimi ile hidrolize edilmemiş süt reçeli (kontrol örneği)
Ö1	%20 sakkaroz eklenerek ve pH'sı 7,5'a ayarlanmış laktaz enzimi ile hidrolize edilmiş süt reçeli (çalışma örneği)
Ö2	%20 sakkaroz eklenerek ve pH'sı 7,0'e ayarlanmış laktaz enzimi ile hidrolize edilmiş süt reçeli (çalışma örneği)
Ö3	%16 sakkaroz eklenerek ve pH'sı 7,5'a ayarlanmış laktaz enzimi ile hidrolize edilmiş süt reçeli (çalışma örneği)
Ö4	%16 sakkaroz eklenerek ve pH'sı 7,0'a ayarlanmış laktaz enzimi ile hidrolize edilmiş süt reçeli (çalışma örneği)

Ek Tablo 2

İkinci Üretim Örnek Kodları

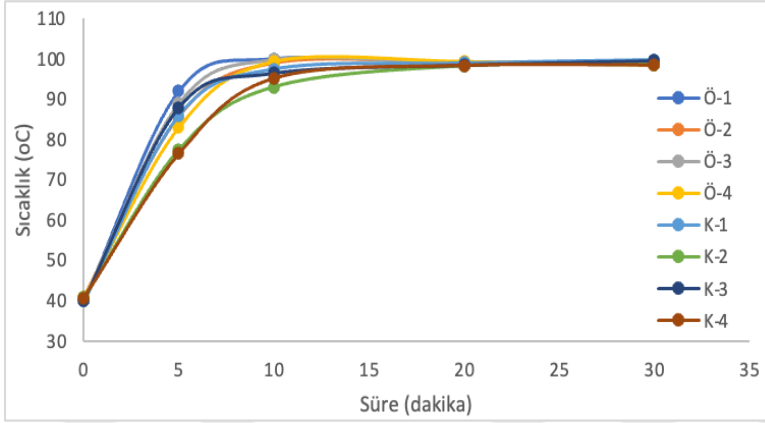
Örnekler	Örnek Bilgileri
C1	%20 Sakkaroz eklenerek ve pH'sı 7,0'a ayarlanmış laktaz enzimi ile hidrolize edilmemiş süt reçeli (kontrol örneği)
C2	%16 Sakkaroz eklenerek ve pH'sı 7,0'e ayarlanmış laktaz enzimi ile hidrolize edilmemiş süt reçeli (kontrol örneği)
H1	%20 Sakkaroz eklenerek ve pH'sı 7,0'a ayarlanmış laktaz enzimi ile hidrolize edilmiş süt reçeli (çalışma örneği)
H2	%16 Sakkaroz eklenerek ve pH'sı 7,0'e ayarlanmış laktaz enzimi ile hidrolize edilmiş süt reçeli (çalışma örneği)

Ek Tablo 3

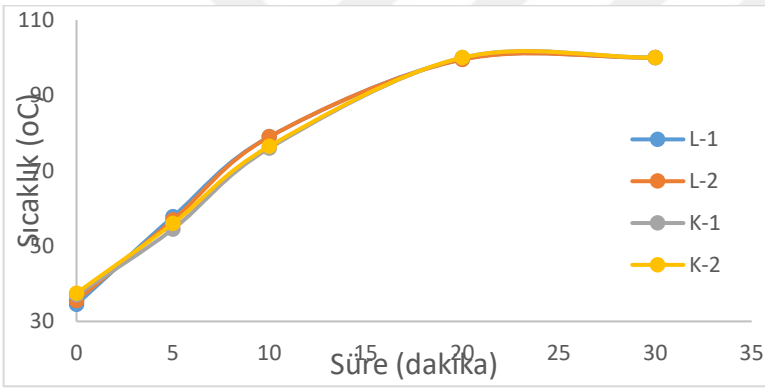
Üçüncü Üretim Örnek Kodları

Örnekler	Örnek Bilgileri
K1	%20 Sakkaroz eklenerek ve pH'sı 7,0'a ayarlanmış laktaz enzimi ile hidrolize edilmemiş süt reçeli (kontrol örneği)
K2	%16 Sakkaroz eklenerek ve pH'sı 7,0'e ayarlanmış laktaz enzimi ile hidrolize edilmemiş süt reçeli (kontrol örneği)
L1	%20 Sakkaroz eklenerek ve pH'sı 7,0'a ayarlanmış laktaz enzimi ile hidrolize edilmiş süt reçeli (çalışma örneği)
L2	%16 Sakkaroz eklenerek ve pH'sı 7,0'e ayarlanmış laktaz enzimi ile hidrolize edilmiş süt reçeli (çalışma örneği)

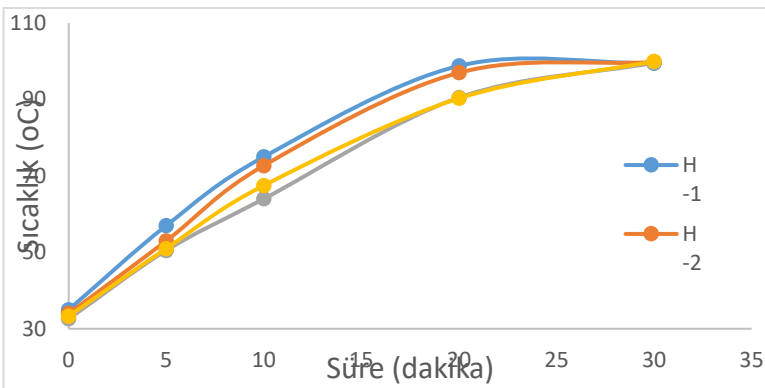
EK 3 ÜRETİM HIZ GRAFİKLERİ



Ek Şekil 1. Birinci Üretim Hız Grafiği



Ek Şekil 2. İkinci Üretim Hız Grafiği



Ek Şekil 3. Üçüncü Üretim Hız Grafiği

EK 4
SÜT REÇELİ ÖRNEKLERİ FOTOĞRAFLARI



Ek Şekil 4. Birinci Üretim Süt reçelleri,
Sırasıyla soldan sağa; Üst(K1,K2,K3,K4), Alt(Ö1,Ö2,Ö3,Ö4)



Ek Şekil 5. İkinci Üretim Süt Reçelleri,
Sırasıyla soldan sağa; (C1,C2,H1,H2)

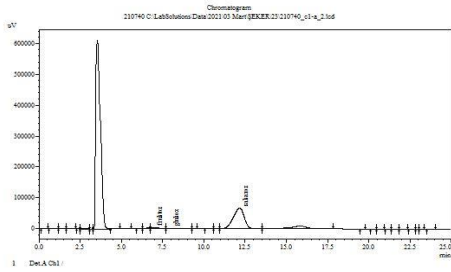


Ek Şekil 6. Üçüncü Üretim Süt Reçelleri,
Sırasıyla soldan sağa; (K1,K2,L1,L2)

EK 5

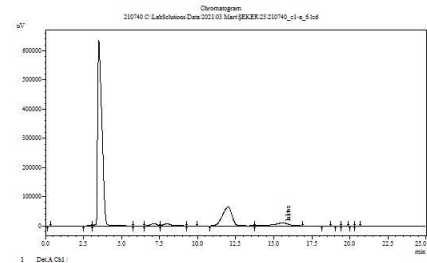
BAZI ÖRNEKLERİN ŞEKER ANALİZLERİNE İLİŞKİN HPLC KROMATOGRAMLARI

Acquired by :Admin
 Sample Name :210740
 Vial#: 1
 Injection Volume :20 µl
 Data File Name :210740_01-a_3_16d
 Method File Name :[EKEXR.1.M].com
 Batch File Name :21032021.16b
 Report File Name :rsharfor
 Date Acquired :23.03.2021 12:42:28
 Date Processed :23.03.2021 13:07:31



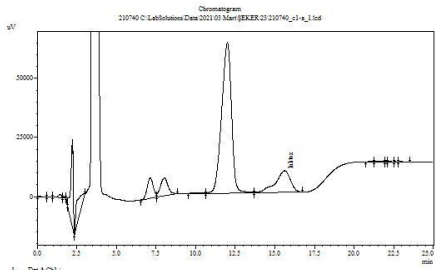
Quantitative Results		
Name	Ret. Time	%
glucose	9.921	1.322
sucrose	11.181	31.892

Acquired by :Admin
 Sample Name :210740
 Vial#: 11
 Injection Volume :20 µl
 Data File Name :210740_01-a_8_16d
 Method File Name :[EKEXR.1.M].com
 Batch File Name :21032021.16b
 Report File Name :rsharfor
 Date Acquired :23.03.2021 14:51:23
 Date Processed :07.04.2021 14:51:09



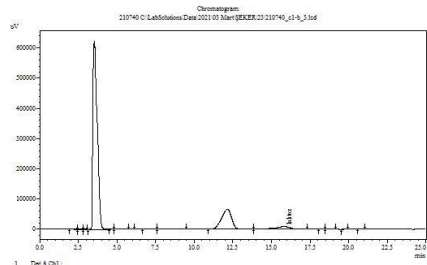
Quantitative Results		
Name	Ret. Time	%
glucose	9.920	0.000
sucrose	11.179	7.141

Acquired by :Admin
 Sample Name :210740
 Vial#: 1
 Injection Volume :20 µl
 Data File Name :210740_01-a_3_16d
 Method File Name :[EKEXR.1.M].com
 Batch File Name :21032021.16b
 Report File Name :rsharfor
 Date Acquired :23.03.2021 17:24:27
 Date Processed :07.04.2021 14:51:09



Quantitative Results		
Name	Ret. Time	%
glucose	9.920	0.000
sucrose	11.181	6.874

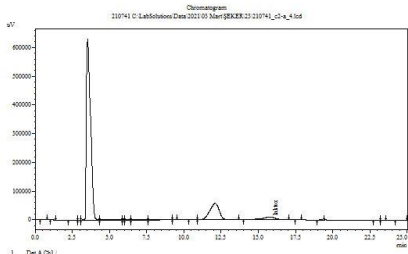
Acquired by :Admin
 Sample Name :210740
 Vial#: 1
 Injection Volume :20 µl
 Data File Name :210740_01-a_3_16d
 Method File Name :[EKEXR.1.M].com
 Batch File Name :21032021.16b
 Report File Name :rsharfor
 Date Acquired :23.03.2021 13:07:34
 Date Processed :07.04.2021 14:51:07



Quantitative Results		
Name	Ret. Time	%
glucose	9.920	0.000
sucrose	11.181	7.023

Acquired by :Admin
 Sample Name :210741
 Vial :4
 Injection Volume :10 uL
 Data Filename :210741_21-a_4_164
 Method Filename :EKF02.LAM.com
 Batch Filename :21021011.lob
 Report Filename :mlr101
 Date Acquired :21.01.2021 13:53:20
 Data Processed :07.04.2021 14:51:07

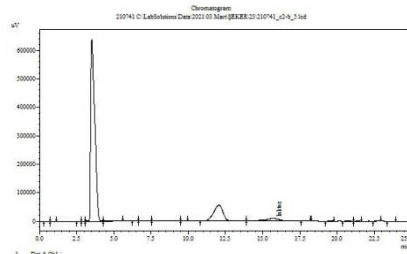
Sample Information



Detector A	Name	Ret. Time	%
	mlr101	0.000	0.000
	mlr101	12.118	7.288

Acquired by :Admin
 Sample Name :210742
 Vial :5
 Injection Volume :10 uL
 Data Filename :210742_21-b_5_2164
 Method Filename :EKF02.LAM.com
 Batch Filename :21021011.lob
 Report Filename :mlr101
 Date Acquired :21.01.2021 13:58:43
 Data Processed :07.04.2021 14:51:07

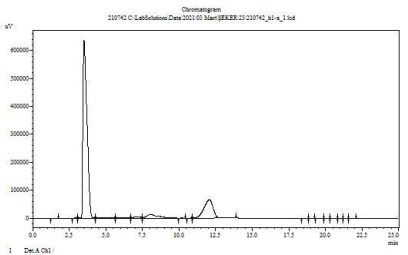
Sample Information



Detector A	Name	Ret. Time	%
	mlr101	0.000	0.000
	mlr101	21.704	15.842

Acquired by :Admin
 Sample Name :210743
 Vial :6
 Injection Volume :10 uL
 Data Filename :210743_21-c_6_2164
 Method Filename :EKF02.LAM.com
 Batch Filename :21021011.lob
 Report Filename :mlr101
 Date Acquired :21.01.2021 14:24:14
 Data Processed :07.04.2021 14:51:07

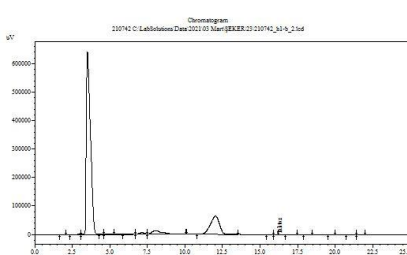
Sample Information



Detector A	Name	Ret. Time	%
	mlr101	0.000	0.000
	mlr101	0.000	0.000

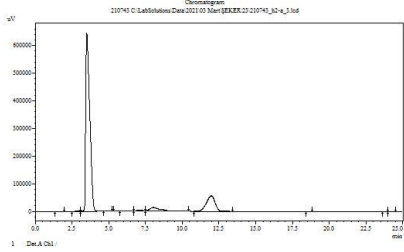
Acquired by :Admin
 Sample Name :210744
 Vial :7
 Injection Volume :10 uL
 Data Filename :210744_21-d_7_2164
 Method Filename :EKF02.LAM.com
 Batch Filename :21021011.lob
 Report Filename :mlr101
 Date Acquired :21.01.2021 14:49:40
 Data Processed :07.04.2021 14:51:08

Sample Information



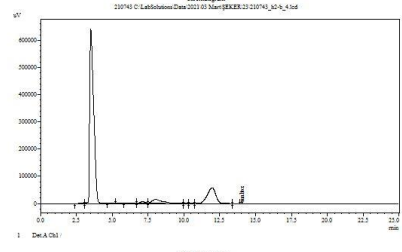
Detector A	Name	Ret. Time	%
	mlr101	0.000	0.000
	mlr101	13.919	0.151

Sample Information
Acquired by : Admin
Sample Name : 210743
Vial# : 9
Injection Volume : 10 µL
Data File Name : 210743_20_9_9_1.txt
Method File Name : 1202121_120.txt
Batch File Name : 21021211.txt
Report File Name : rapor.txt
Date Acquired : 23.03.2021 10:10:08
Date Processed : 07.04.2021 14:51:05



Quantitative Results		
Name	Ret. Time	%
maltoz	0.000	0.000
seker	0.000	0.000

Sample Information
Acquired by : Admin
Sample Name : 210743
Vial# : 9
Injection Volume : 10 µL
Data File Name : 210743_20_9_9_1.txt
Method File Name : 1202121_120.txt
Batch File Name : 21021211.txt
Report File Name : rapor.txt
Date Acquired : 23.03.2021 10:40:34
Date Processed : 07.04.2021 14:51:05



Quantitative Results		
Name	Ret. Time	%
maltoz	0.000	0.000
seker	0.000	0.000

Ek Şekil 7. Bazı Örneklerin Şeker Analizlerine İlişkin HPLC Kromatogramları