

PASTÖRİZE KEÇİ SÜTÜNÜN DONDURULMASI VE DONDURARAK
DEPOLANMASI SIRASINDA SÜTTE MEYDANA GELEN DEĞİŞMELER

HÜLYA YAMAN

ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALINDA
YÜKSEK LİSANS
DERECESİ İÇİN GEREKLİ ÇALIŞMALARI YERINE GETİREREK
ONAYA SUNULAN TEZ

HAZİRAN 2010

Fen Bilimleri Enstitüsü'nün Onayı



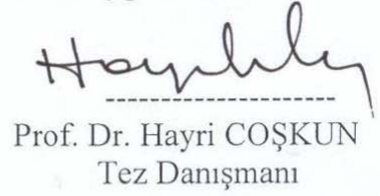
Prof. Dr. Nihat ÇELEBİ
Enstitü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans/Doktora derecesinde bir tez olarak gerekli çalışmaları yerine getirdiğini onaylarım.



Prof. Dr. Barbaros ÖZER
Bölüm Başkanı

Okuduğumuz bu tezin Yüksek Lisans/Doktora derecesinde bir tez olarak onaylanması, düşüncemize göre, amaç ve kalite olarak tamamen uygundur.



Prof. Dr. Hayri COŞKUN
Tez Danışmanı

Jüri Üyeleri

1 Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN

2 Prof. Dr. Barbaros ÖZER

3 Prof. Dr. Hayri COŞKUN



ABSTRACT

FREEZING OF PASTEURIZED GOAT MILK AND CHANGES IN MILK DURING FROZEN STORAGE

Yaman, Hülya
MSc. , Food Engineering Department
Supervisor: Prof. Dr. Hayri Coşkun

May 2010, 97 pages

In this research, it was aimed to determine the microbiological, physical, chemical and sensory properties of frozen pasteurized whole fat goat milk after being transferred in to two different packaging size and stored frozen at two different temperatures and stored for three months.

For this purpose, firstly raw and pasteurized goat milk properties were determined then they were transferred into two different packages (1/2 L and 1 L), later frozen at -15 and -35°C and were stored at -18 and -28°C for three months. During storage period (0, 30, 60 and 90 days) goat milk samples were investigated in terms of their microbiological (total aerobic mesophilic bacteria and coliform bacteria), chemical and biochemical properties (pH, titration acidity %, viscosity, sedimentation, acid value (ADV), oxidation and colour) and sensory characteristics.

According to the results obtained, while the effect of storage time on the counts of coliform bacteria were found to be significant ($p<0.05$), there were no difference at total aerobic mesophilic bacteria count. Although there were no significant difference at titratable acidity and amount of vitamin E, significant

differences ($p<0.05$) found for pH, sedimentation, oxidation and acid value. At the same time, colour values were observed to be significantly reduced ($p<0.05$) during freezing and storage period.

In sensory evaluations, all tasted goat milk samples were approved, while 1 L packages liked more. During the storage time; odour, colour and appearance of goat milk samples were not changed. On the other hand, 1 L packaged samples froze at -35°C preferred more compared to other samples. Textural properties of goat milks were improved up to two months of storage, then deteriorations in texture were observed. Generally in the sensory evaluations, 1 L packages preferred by the panelists whilst physical properties of 1/2 L packages were also found to be still acceptable.

Keywords: Goat milk, pasteurized goat milk, pasteurised-frozen goat milk

ÖZET

PASTÖRİZE KEÇİ SÜTÜNÜN DONDURULMASI VE DONDURARAK DEPOLANMASI SIRASINDA SÜTTE MEYDANA GELEN DEĞİŞMELER

Yaman, Hülya
Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Bölümü
Tez Danışman: Prof. Dr. Hayri Coşkun

Mayıs 2010, 97 sayfa

Bu araştırmada, tam yağlı çiğ keçi sütü pastörize edilip farklı ambalaj hacimlerine aktarıldıktan sonra farklı sıcaklıklarda dondurulması ve üç ay depolanması ile mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal ve duyusal özelliklerinin tespiti amaçlanmıştır.

Bu amaçla çiğ ve pastörize sütlerin özellikleri belirlendikten sonra farklı hacimdeki ambalajlara aktarılıp -15 ve -35°C’ lerde dondurulmuş ve -18 ile -28°C’ lerde üç ay depolanmışlardır. Depolama süresince (0, 30, 60 ve 90. günler) keçi sütlerinin mikrobiyolojik (toplam mezofilik aerobik ve koliform bakteri sayısı), fizikokimyasal, biyokimyasal (pH, titrasyon asitliği, vizkozite, sedimentasyon, asitlik derecesi (ADV), oksidasyon ve renk) ve duyusal özellikleri incelenmiştir.

Elde edilen araştırma sonuçlarına göre; keçi sütü örneklerinde koliform bakteri sayısında depolama süresi boyunca önemli ($p<0.05$) azalma belirlenirken toplam mezofilik aerobik bakteri sayısında değişim belirlenmemiştir. Titrasyon asitliği ve E vitamini miktarlarında önemli değişme olmamış buna karşın pH, sedimentasyon, oksidasyon ve asitlik derecelerinde önemli artışlar ($p<0.05$)

saptanmıştır. Renk değerlerinde ise dondurma ve depolama esnasında önemli azalmalar ($p<0.05$) tespit edilmiştir.

Duyusal değerlendirmelerde; tüm örneklerin tadı beğenilirken 1litrelik ambalajlar daha yüksek puan almışlardır. Keçi sütlerinin kokuları ile renk ve görünüşleri depolama boyunca önemli derecede değişmemiş ancak düşük sıcaklıkta dondurulan 1 litrelik ambalajların daha çok beğenildiği görülmüştür. Yapısal açıdan değerlendirildiğinde ikinci aya kadar olumlu gelişmeler gözlenirken, ikinci aydan sonra yapıda bozulmalar belirlenmiştir. Genel olarak, duyusal değerlendirmelerde 1 litrelik ambalajlar daha çok beğenilirken, fiziksel özelliklerde 1/2 litrelik hacimli ambalajların sonuçlarının daha kabul edilebilir olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Keçi sütü, pastörize keçi sütü, dondurulmuş pastörize keçi sütü

Aileme

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlanmasında, gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesi aşamalarında her türlü yardım ve desteğini gördüğüm, bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım çok değerli ve saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. Hayri COŞKUN'a özellikle teşekkürlerimi sunarım.

Bu projeyi (00348.STZ.2009-1 Nolu Santez Projesi) maddi olarak destekleyen T.C. Sanayi Bakanlığı Sanayi Araştırma ve Geliştirme Genel Müdürlüğü ve Bolu Kalite Yem Sanayi A.Ş. (BOLU) firmasına ayrı ayrı teşekkür ederim.

Öğrenim hayatım ve çalışmalarım boyunca hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme, laboratuvar çalışmalarım sırasında destek gördüğüm, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Sayın Yrd. Doç. Dr.İbrahim ÇAKIR'a, verilerin değerlendirilmesi sırasında yardımlarını gördüğüm Sayın Yrd.Doç.Dr.Yalçın KARAGÖZ'e ayrı ayrı teşekkür ederim.

ÖNSÖZ

Keçi sütü, insan sağlığı açısından çok yararlı ve önemli bir besi kaynağı olmasının yanında her geçen gün önemi giderek artmaktadır. İnek sütüne alerjisi olan hastalar, otistik çocuklar, çölyak hastaları ve sindirim sistemi rahatsızlığı olan kişilerin tedavisinde yararlanılabilecek önemli bir besindir.

Ancak keçi sütünün mevsimlere bağlı olarak değişim göstermesi bu derece önemli bir gıdanın tüketimini sınırlamaktadır. Kış aylarında keçi sütü miktarının azalması bu tür rahatsızlıkları olan hastalara ulaşmasını zorlaştırmaktadır. Sütün fazla olduğu yaz ve bahar aylarında keçi sütünün pastörize edilerek dondurulması ve bu şekilde saklanması kış aylarında bu eksikliği giderecektir.

Bu çalışmada, keçi sütünün farklı hacimdeki ambalaj kaplarında ve farklı sıcaklıklarda dondurulup ve yine farklı sıcaklıklarda depolanmasının sütte neden olduğu değişimlerin ortaya konması amaçlanmıştır.

Çalışma sonunda denenen parametreler içinde pastörize keçi sütü için en uygun dondurma sıcaklığı, depolama sıcaklığı ve ambalaj boyutu belirlenecek ve tüm bu parametrelerin sütte meydana getirdiği değişimler ortaya konmuştur.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ABSTRACT.....	iii
ÖZET.....	v
İTHAF.....	vi
TEŞEKKÜR.....	vii
ÖNSÖZ.....	ix
İÇİNDEKİLER.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
TABLolar DİZİNİ	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xvi
BÖLÜM	
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ.....	8
2.1. Keçi Sütünün Özellikleri.....	8
2.2. Sütün dondurulması.....	10
2.2.1. Kimyasal bileşimde meydana gelen değişimler.....	11
2.2.2. Titrasyon asitliği ve pH’da meydana gelen değişimler...	12
2.2.3. Viskozite değerlerinde meydana gelen değişimler.....	14
2.2.4. Sedimentasyon değerlerinde meydana gelen değişimler...	17
2.2.5. Oksidasyon değerlerinde meydana gelen değişimler.....	21
2.2.6. Asitlik derecelerinde (ADV) meydana gelen değişimler..	23
2.2.7. E vitamini miktarlarında meydana gelen değişimler.....	24
2.2.8. Mikrobiyal özelliklerde meydana gelen değişimler.....	26
2.2.9. Renkte meydana gelen değişimler.....	27
2.2.10. Duyusal özelliklerde meydana gelen değişimler.....	29
3. MATERYAL VE METOT.....	31
3.1. Materyal.....	31
3.1.1. Hammadde keçi sütü.....	31
3.1.2. Keçi sütünün ambalajlanmasında kullanılan materyal....	31
3.2. Metot.....	31
3.2.1. Deneme düzeni.....	31
3.2.2. Deneme kuruluşu.....	32
3.2.3. Çiğ keçi sütünde yapılan analizler	35
3.2.3.1. Mikrobiyolojik Analizler.....	35
3.2.3.1.1. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı	35
3.2.3.1.2. Koliform bakteri sayımı.....	35
3.2.3.2. Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....	36
3.2.3.2.1. Kurumadde tayini.....	36
3.2.3.2.2. Kül tayini.....	36
3.2.3.2.3. Yağ tayini.....	37
3.2.3.2.4. Laktoz tayini.....	37
3.2.3.2.5. Protein tayini.....	38

3.2.3.2.6. Asitlik tayin.....	39
3.2.3.2.7. pH tayini.....	39
3.2.4. Pastörize ve dondurulmuş keçi sütü örneklerinde yapılan analizler	40
3.2.4.1. Örneklerin analize hazırlanması.....	40
3.2.4.2. Mikrobiyolojik Analizler.....	40
3.2.4.3. Fiziksel, Kimyasal ve Biyokimyasal Analizler...	40
3.2.4.3.1. pH tayini.....	41
3.2.4.3.2. Asitlik tayini.....	41
3.2.4.3.3. Viskozite tayini.....	42
3.2.4.3.4. Sedimentasyon testi.....	42
3.2.4.3.5. Renk Tayini.....	42
3.2.4.3.6. Oksidasyon tayini.....	43
3.2.4.3.7. E vitamini tayini.....	44
3.2.2.8. Lipoliz tayini.....	44
3.2.4.4. Duyusal analizler.....	45
3.2.4.5. İstatistiksel analizler.....	46
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	48
4.1. Çiğ keçi sütlerinin bileşimi.....	48
4.2. Pastörize edilen keçi sütlerinin bazı özellikleri.....	49
4.3. Pastörize keçi sütünün farklı ambalajlarda dondurularak depolanması ile sütte meydana gelen değişimler.....	51
4.3.1. pH ve asitlikte (%) meydana gelen değişimler.....	51
4.3.2. Viskozite değerlerinde meydana gelen değişimler.....	53
4.3.3. Sedimentasyon değerlerinde meydana gelen değişimler.....	55
4.3.4. Peroksit sayılarında meydana gelen değişimler.....	57
4.3.5. Asitlik derecelerinde meydana gelen değişimler.....	59
4.3.6. E vitamini değerlerinde meydana gelen değişimler.....	61
4.3.7. Mikrobiyal özelliklerde meydana gelen değişimler.....	62
4.3.8. Renk değerlerinde meydana gelen değişimler.....	65
4.3.9. Duyusal özelliklerde meydana gelen değişimler.....	67
4.3.9.1. Tat.....	67
4.3.9.2. Koku.....	69
4.3.9.3. Renk ve görünüş.....	70
4.3.9.4. Yapı.....	71
5. SONUÇLAR.....	73
KAYNAKLAR.....	77

SİMGELER VE KISALTMALAR

ADV	Acid degree value
AgNO ₃	Gümüş nitrat
Ca	Kalsiyum
CuSO ₄	Bakır sülfat
Dak	Dakika
DNS	Dinitro salisilik asit
Fe	Demir
HCl	Hidroklorik asit
H ₂ SO ₄	Sülfürik asit
HPLC	High performance liquid chromatography
IDF	International Dairy Federation
K ₂ SO ₄	Potasyum sülfat
Kob	Koloni oluşturan birim
KOH	Potasyum hidroksitL
L	Litre
Log	Logaritma
LA	Laktik asit
N	Azot
N	Normalite
NaOH	Sodyum hidroksit
PCA	Plate Count Agar
Se	Selenyum
SPSS	Statistical Programes for Social Science
VRBA	Violet Red Bile Agar

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo

Tablo 2.1. Farklı keçi ırklarından elde edilen karışım keçi sütleri bileşiminin ortalama, maksimum ve minimum değerleri.....	9
Tablo 4.1. Çiğ keçi sütünün bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri....	48
Tablo 4.2. Pastörize keçi sütlerinin bazı kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri.....	50
Tablo 4.3. Pastörize keçi sütlerinin mikrobiyolojik özellikleri.....	51
Tablo 4.4. Farklı ambalaj boyutlarında dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin pH değerleri.....	52
Tablo 4.5. Farklı ambalaj boyutlarında dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin titrasyon asitliği (% laktik asit) değerleri.....	52
Tablo 4.6. Pastörize edilerek dondurulan ve depolanan keçi sütlerinin pH ve asitlik değerlerine uygulanan istatistiksel analiz sonuçları.....	53
Tablo 4.7. Farklı ambalaj boyutlarında dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin vizkozite değerleri (mPa.s).....	54
Tablo 4.8. Pastörize edilerek dondurulan ve depolanan keçi sütlerinin vizkozite değerlerine uygulanan istatistiksel analiz sonuçları.....	55
Tablo 4.9. Farklı ambalaj boyutlarında dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin sedimentasyon miktarları (g kuru ağırlık/40 ml).....	56
Tablo 4.10. Pastörize edilerek dondurulan ve depolanan keçi sütlerinin sedimentasyon değerlerine uygulanan istatistiksel analiz sonuçları.....	57
Tablo 4.11. Farklı ambalaj boyutlarında dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin peroksit sayıları (peroksit s.meqO ₂ /kg yağ).....	58
Tablo 4.12. Dondurulmuş keçi sütü örneklerinin peroksit sayılarının istatistiksel analiz sonuçları.....	59

Tablo 4.13. Farklı ambalajlarda dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin asitlik derecesi değerleri (ADV) (meq KOH/100g yağ).....	60
Tablo 4.14. Dondurulmuş keçi sütü örneklerinin asitlik dereceleri varyans analiz sonuçları.....	60
Tablo 4.15. Farklı ambalaj boyutlarında dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin E vitamini miktarları (mg/100 ml).....	62
Tablo 4.16. Dondurulmuş keçi sütü örneklerinin E vitamini (mg/100 ml) varyans analiz sonuçları.....	62
Tablo 4.17. Farklı ambalaj boyutlarında dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları (Log kob/ml).....	63
Tablo 4.18. Dondurulmuş keçi sütü örneklerinin Toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları istatistiksel analiz sonuçları.....	64
Tablo 4.19. Farklı ambalaj boyutlarında dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin koliform bakteri sayıları (Log kob/ml).....	64
Tablo 4.20 Dondurulmuş keçi sütü örneklerinin toplam koliform bakteri sayılarının (log kob/ml) varyans analiz sonuçları.....	65
Tablo 4.21. Farklı ambalaj boyutlarında dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin renk (sırasıyla L, a, b) değerleri.....	66
Tablo 4.22. Dondurulmuş keçi sütü örneklerinin renk (L, a, b) değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları.....	67
Tablo 4.25. Farklı ambalaj boyutlarında dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin tat puanları.....	68
Tablo 4.26. Dondurulmuş keçi sütü örneklerinin tat puanları varyans analiz sonuçları.....	68
Tablo 4.25. Farklı ambalaj boyutlarında ve farklı sıcaklıklarda dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin koku değerleri.....	69
Tablo 4.26. Dondurulmuş keçi sütü örneklerinin koku puanları varyans analiz sonuçları.....	70
Tablo 4.27. Farklı ambalaj boyutlarında dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin renk ve görünüş puanları.....	70
Tablo 4.28. Dondurulmuş keçi sütü örneklerinin renk ve görünüş puanları istatistiksel analiz sonuçları.....	71
Tablo 4.29. Farklı ambalaj boyutlarında dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin yapı değerleri.....	71

Tablo 4.30. Dondurulmuş keçi sütü örneklerinin yapı puanları varyans analiz sonuçları.....	72
--	----

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil

Şekil 3.1. Keçi sütünün dondurulması amacıyla kullanılan sütlere uygulanan işlemler.....	34
Şekil 3.2. Dondurulmuş ambalajlı keçi sütleri.....	34
Şekil 3.3. Keçi sütlerinin duyusal analizinde kullanılan panel formu.....	46

BÖLÜM I

1.GİRİŞ

Keçi sütü kullanımına ait bilgiler çok eski tarihlere kadar gitmekte ve keçilerin evcilleştirilmesi 9000 yıl öncesine kadar uzanmaktadır (Anonim 2003). Bugün bir çok ülkede bir çok keçi ırkı bulunmakla beraber farklı ülkelerde yetiştirilen ırklardan elde edilen keçi sütlerinin bileşimi de birbirinden farklı olmaktadır (Morgan ve ark., 2003). Türkiye’de bulunan ırklar Abaza, Ankara tiftik, Kıl, Kilis (Halep), Malta keçi ırklarıdır. Kilis keçilerinin sütlerinde % 12.60 kurumadde, % 4.15 yağ, % 3.18 protein ve % 0.78 toplam mineral madde bulunmaktadır. Kıl keçilerinde ise kurumadde % 14.95, yağ % 5.49, protein % 4.56, şeker % 4.11 ve kül % 0.78 civarındadır. Keçi sütünün özgül ağırlığı 1.0264-1.0425 arasında değişmektedir (Adam 1972). Saanen ırkının ise kurumadde miktarı % 12.24-13.47, yağ miktarı % 4.01-4.61, protein miktarı % 3.10-3.39 ve laktoz miktarı % 4.85-4.93 arasında değişmektedir (Jennes 1979). Keçi sütünde bulunan süt yağının kürecik çapı oldukça küçük olup yaklaşık 2 mikrometredir. Bu değer inek sütünde 21-31 mikrometre şeklindedir. Keçi sütünde yağ kürecik çapının küçük olması onun sütte daha iyi dağılımını sağlamakta ve sütün daha homojen yapı kazanmasına neden olmaktadır. Ayrıca keçi sütü yağında yüksek oranda kısa zincirli yağ asitleri bulunmaktadır (Haenlein 1992).

1980'lere kadar keçi sütünde α_1 -kazein proteini eksikliğine inanılırdı. Alfa- α_1 -kazein inek sütünde önemli protein olma özelliğini göstermesi yanında kazein miselinin yapısal bileşeni olarak peynirde pıhtı oluşumunda önemli bir fonksiyonel rol üstlenmektedir. İnek ve keçi sütleri benzer oranlarda κ -kazein (% 10-24) ve α_2 -kazein (%5-19) içermektedir. Buna karşın keçi sütü, inek sütüne göre, yüksek oranda β -kazein (% 42-64 e karşı % 34-41) ve düşük oranda α_1 -kazein içermektedir (Clark ve Sherbon 2000). Keçi sütünde A vitamini miktarı fazladır. Bundan dolayı keçi sütleri ve keçi tereyağı inek sütlerine göre daha beyazdır. Ayrıca keçi sütünde riboflavin ve niasin miktarları yüksektir. Keçi sütü inek sütüne göre yüksek miktarlarda kalsiyum, potasyum, magnezyum, fosfor, klor ve manganez içermektedir. Fakat sodyum, demir, sülfür, çinko ve molibden yönünden fakiridir (Haenlein 1992).

Amerika Birleşik Devletleri'nde çocukların % 7'si inek sütü alerjisine sahiptir. İnek sütüne alerjisi olan hastalarda burun iltihabı, ishal, kusma, astım, anafilaksis, ürtiker, egzama, kronik nezle, migren, kalın bağırsak iltihabı (kolitis), karın duvarlarında ağrı hissedilmektedir. İnek sütü ve ondan üretilen ürünler bazı alerjik bünyeli insanlarda rahatsızlıklara neden olurken, keçi sütü alerji yapmamaktadır (Park 1994). Alerjen etkinin genellikle inek sütü kazeininden kaynaklandığı ve suda eriyen proteinlerin daha az etkili olduğu rapor edilmiştir (Kaiser 1990). Üç yaşına kadar olan çocuklarda inek sütü alerjisinin % 2.5 oranında meydana geldiği belirtilmektedir. Keçi sütü tüketimi sonucunda bu problemin % 30-55 oranında ortadan kaldırılabildiği saptanmıştır (Businco ve Bellanti 1993).

Günümüzde keçi sütüne olan eğilim üç sebepten dolayı artmaktadır. Bunlardan birincisi keçi sütü ve etinin daha çok ev içi tüketim için kullanılmasıdır. Bundan dolayıdır ki, keçiye “fakirlerin süt veren ineği” denmiştir. İkinci sebep ise

gelişmiş ülkelerde keçi sütünden yapılmış peynir ve yoğurda olan ilginin artmış olmasıdır. En önemli etken ise inek sütüne karşı duyulan alerjik reaksiyonlar, keçi sütüne olan ilgiyi artırmış ve bu yüzden keçi sütü sanayide daha kıymetli süt haline gelmiştir (Haenlein 2004).

Keçi sütü, keçilerin gerek kolay bakımı ve beslenmesi, gerekse sütünün anne sütüne daha yakın olması ve tedavi amaçlı kullanılması nedeniyle günümüzde giderek önem kazanmaktadır. Birçok ülkede keçiler özellikle sütleri için yetiştirilmektedir. Ticari açıdan bakıldığında döl veriminin yüksek olması, laktasyon süresinin ve veriminin fazla olması nedeniyle süt keçisi olarak Saanen ırkı tercih edilmektedir.

Keçi sütünün yağ ve proteinleri inek sütünden daha ince, küçük ve yumuşak yapıdadır. Bu nedenle sindirimi daha kolaydır. Özellikle proteinin kolay sindirilmesi bebek beslenmesinde, hastaların tedavisinde ve özel diyetlerin hazırlanmasında pratik öneme sahiptir. Keçi sütü yağının sindiriminin kolay olması, hem bebeklere hem de yetişkinlere yarar sağlamaktadır. C vitamini dışında tüm vitaminleri içeren keçi sütü, özellikle tiyamin, riboflavin vitaminleri ve fosforca zengindir. Ayrıca inek sütüne alerjisi olanlar için sağlıklı ve dengeli bir besin kaynağıdır.

Keçi sütünün üretim miktarı mevsime bağlı olarak değişir. Sonbahar ve kışa göre, ilk bahar ve yaz aylarında daha fazla üretim söz konusudur. Üretim Haziran ve Temmuz aylarında en üst düzeye çıkmaktadır. Bu sebepten dolayı keçi sütünün tüm yıl boyunca markette bulunmasını ve tüketicilerin keçi sütü bulma konusunda problemlerini azaltmak amacıyla keçi sütünün dondurarak muhafazası gündeme gelmiştir. Dondurarak muhafaza şekli, özellikle de anne sütünde, koyun sütünde ve bu arada keçi sütünde söz konusudur. Dondurma işlemi sütler için, farklı ülkelerde farklı işlem basamaklarında tercih edilebilmektedir. Anne sütü daha çok sağımdan

sonra dondurarak, koyun sütü sağımdan sonra dondurulup depolanarak, keçi sütü ise sağımdan sonra dondurulup ya koyulaştırılarak veya dondurulup depolandıktan sonra çeşitli ürünlere işlenerek satılmaktadır.

Sütün ve konsantre edilmiş sütün dondurulması ve uzun süre depolanması sonucunda, sütün kimyasal kompozisyonunda kurumadde, yağ, protein ve laktoz miktarlarında herhangi bir değişim olmamaktadır (Babcock ve ark., 1947a, Weese ve ark., 1973). Ancak kimyasal ve fiziksel yapısında farklılaşmalar söz konusudur.

Dondurulmuş süt ve konsantre sütün fiziksel yapısındaki ilk değişim yağın ayrışması ile başlamakta ve bunu protein koagülasyonu izlemektedir. Dondurma işlemi esnasında yağ emülsiyonunun stabilitesi bozulmakta ve dondurulmuş sütün znme işlemi yapılırken emülsiyonda dağılmalar ve kayıplar gözlenmektedir (Winder 1962).

Yavaş dondurma işlemi yağ emülsiyonunun dağılmasına ve proteinlerin tortulaşmasına neden olmaktadır (Babcock ve ark., 1948a, Webb ve Hall 1935). Dondurma işlemi yeterince hızlı yapılabilirse yağ emülsiyonunun dağılması, önlenebilmektedir. Ayrıca yapılan çalışmalara göre hızlı dondurma ve düşük depolama sıcaklığı ile raf ömrü 16 haftaya kadar uzayabilmektedir (Winder 1962). Protein destabilizasyonu ise, dondurma işlemi sırasında oluşmakta ve zamanla gelişmektedir. Isı ve mekanik karıştırma uygulaması ile protein destabilizasyonu kolayca dağılabilmektedir. Protein destabilizasyonunu önlemek amacıyla daha düşük sıcaklık derecelerinin uygulanması depolama süresinin uzamasını sağlamaktadır. -23 ve -40 °C ler arası sıcaklık uzun depolama için en etkili olan aralıktır (Winder 1962).

Sütün dondurulması ile titre edilebilir asitlik, pH ve alkol stabilitesinde değişim yapmadığından bu parametreler protein stabilizasyonunu etkilememektedir (Doan ve Warren, 1947).

Kazein topaklaşmasında çözünür kalsiyum miktarının etkili olduğu konusunda çeşitli yorumlar vardır. Toplam çözünür kalsiyumda azalma, protein topaklanmasını geciktirmektedir. Ayrıca sütün konsantre edilmeden pastörize sıcaklığına yakın 68°C'nin üzerinde 30 dak ısıtma işlemi protein tortulaştırmasını azaltmaktadır (Winder, 1962).

Donma işlemi esnasında çözünür laktozun azalması, kazeinin tortulaşmasına neden olmaktadır. Çözünür formdaki laktoz, kazeinin moleküler yapısına girip yapısal değişimleri baskılar ve kolloidal yapının stabilitesini sağlayarak uzun süre depolamaya olanak tanır (Tumerman ve ark., 1954). Suyun % 90'ından fazlasını donduracak yeterli düşük sıcaklıklarda oluşan amorf laktoz formu kristalizasyona karşı stabildir. Bu şekilde protein topaklanması baskılanır (Tumerman ve ark., 1954).

Karbonhidratların proteinler üzerine bu koruyucu etkisinden dolayı glikoz, fruktoz, sükroz, sorbitol gibi şekerler laktoz kristalizasyonunu konsantre yağsız sütte geciktirerek kazeini tortulaşmaya karşı korur (Wells ve Leeder, 1963). Ancak tadında istenmeyen değişiklikler meydana gelir.

Sütün ortalama % 88 oranında su içermesinden dolayı konsantre edilerek dondurulmasının daha uygun olabileceği düşünülmüş ve bu konuda çalışmalar yoğunlaşmıştır. Ancak dondurma işlemi esnasında suyun yavaş yavaş azalması ile laktoz kristallenmekte ve kazeine bağlı kalsiyum ile fosfat iyonlarını etkilemektedir. Bunun sonucunda kolloidal kazeini destabilize ederek protein tortulaşmasına neden olmaktadır. Uzun süreli depolamalarda protein tortulaşması artmaktadır. Ayrıca dondurma işlemi ile yağın emülsiyon yapısı bozulmaktadır. Homojenizasyon işlemi yağ emülsiyon destabilizasyonunu azaltmakta ancak protein tortulaşmasını arttırmaktadır. Bu nedenle süt yağının ayrılarak homojenize edilmesi ve tekrar süte katılması önerilmektedir. Protein destabilizasyonunu önlemek için dondurma ve

depolama sıcaklıklarının uygun olması gerekir. En ideal depolama sıcaklığı -23 ile -40 °C ler arasındır. Süt dondurma sıcaklığından daha düşük sıcaklıklarda depolanırsa protein destabilizasyonu daha az olmaktadır. Protein destabilizasyonunu engelleme için eklenen şekerler ve bazı tuzlar protein tortulaşmasını azaltırken sütün tadını bozmaktadır. Konsantre sütlerde yaşanan bu problemlerin konsantre edilmemiş normal tam yağlı sütlerde de aynı problemleri yaşatıp yaşatmayacağı tam olarak belli değildir. Ekonomik açıdan bakıldığında uygulanması yüksek maliyet gerektirse de keçi sütü gibi değerli ve her zaman bulunmayan sütlerin dondurulması bu konudaki eksikliğin giderilmesine yardımcı olacaktır.

Daha önce de açıklandığı üzere keçi sütünün fiziksel ve kimyasal yapısı, özellikle de protein ve yağ küreciği yapısında, diğer sütlerle göre farklılıklar bulunmaktadır. Öte yandan keçi sütlerinin dondurularak saklanması üzerinde yapılan çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Çalışmaya konu olan ve keçi sütünün pastörize edilmesinden sonra dondurulması üzerine literatür kaynağı bulunmamaktadır. Bu çalışmadan elde edilecek bulgular keçi sütünün dondurulmasında dikkate alınması gereken ambalaj hacmi, dondurma ve depolama sıcaklıkları konusunda önemli bilgiler sunacaktır. Böylece çalışmadan elde edilecek bulgular pastörize dondurulmuş süt üreten firma için üretimde takip edeceği yöntemler konusunda da faydalı bilgiler sunacak ve dondurarak saklama sayesinde üretimin az olduğu mevsimlerdeki süt ihtiyacı dengelenecektir.

Bu çalışma ile sütün farklı ambalaj kaplarında ve farklı sıcaklıklarda dondurulup yine farklı sıcaklıklarda depolanmasının sütte neden olduğu değişimlerin ortaya konması amaçlanmıştır. Çalışmada denenen parametreler içinde pastörize keçi sütü için en uygun dondurma sıcaklığı, depolama sıcaklığı ve ambalaj hacmi

belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca tüm bu parametrelerin sütte meydana getirdiği değişimler ortaya konmuştur.

BÖLÜM II

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

2.1. Keçi Sütünün Özellikleri

Keçi sütünün kimyasal bileşimi inek sütüne benzerlik göstermektedir. Bununla beraber ırk, birey, cins, beslenme, yönetim, çevre koşulları, mekan, meme sağlığı ve laktasyon gibi faktörlere bağlı olarak bileşimde ve üretim miktarlarında değişimler gözlenebilmektedir (Park ve ark., 2007). Keçi sütünde, laktasyonun sonlarına doğru ve mevsime bağlı olarak yağ, protein, toplam kurumadde ve mineral madde oranlarında artış buna karşın laktoz miktarında azalmalar görülmektedir (Park ve ark., 2007).

Araştırmacılar tarafından keçi sütü üretim döngüsünün mevsimsel olarak değiştiği açıklanmıştır. Mart ve Nisan aylarında üretim miktarının artmaya başladığı, Temmuz ile Ağustos aylarında en fazla üretimin gerçekleştiği ve Kasım ile Aralık ayları döneminde ise hayvanların kuruda kaldıkları belirtilmiştir. Aralık ve Şubat ayları arası ise üretimin en az olduğu dönem olarak bildirilmiştir (Guo ve ark., 2001).

Mevsimsel olarak üretimin değiştiği bu dönemde Saanen, Nubian, LaMancha, Alpine, ve Toggenburg keçi ırklarının sütlerinden oluşan karışımların bileşimleri 2 ay ara ile incelenmiş ve bileşimin ortalama, maksimum ve minimum değerleri rapor edilmiştir.

Tablo 2.1. Farklı keçi ırklarından elde edilen karışım keçi sütleri bileşiminin ortalama, maksimum ve minimum değerleri (Guo ve ark.,2001, Park ve ark.,2007)

Özellik	Ortalama	Min.-Mak.Aralık
Yağ (%)	3.61 ± 0.47	3.00-4.40
Laktoz (%)	4.47 ± 0.15	4.13-4.73
Protein (%)	3.47 ± 0.21	3.19-3.86
Kazein (%)	2.57 ± 0.15	2.34-2.86
Protein olmayan azot (%)	5.04 ± 0.34	4.40-5.65
Kurumadde (%)	12.38 ± 0.71	11.17-13.44
Kül (%)	0.83 ± 0.04	0.79-0.89
Özgül ağırlık	1.0235 ± 0.0007	1.0224-1.0262
Asitlik (% laktik asit)		0.14-0.23
pH		6.50-6.80

Keçi sütü üretim miktarının fazla olduğu dönemlerde toplam kurumadde miktarında düşüş meydana gelmekte ve yaklaşık % 11'e yaklaşmaktadır. Bunun tersine keçi sütü üretiminin en az olduğu dönemde ise kurumadde miktarı % 13.5 civarındadır (Guo ve ark., 2001).

Süte uygulanan ısı işlemler sütün bileşimini değiştirmezken, sütün fizikokimyasal yapısına etki etmektedir. Pastörizasyon işlemi sütün mikrobiyolojik yapısını direkt etkilemekte ve patojen mikroorganizmaların öldürülmesi ile mikrobiyel yükte azalma gözlenmektedir. Ayrıca sıcaklık artışı sütün asitliğinin azalmasına neden olmaktadır. Özellikle 60°C' den sonra, yapıdaki karbondioksitin bir bölümü uçar ve titrasyon asitliğinde düşme görülmektedir. Bununla birlikte sıcaklık etkisiyle kalsiyum ve fosfor asidi tuzlarının çözünmez hale gelmesi sütün asitliğini azaltmaktadır (Metin 2005).

Sütün uzun süreli muhafazası için 100°C'nin üzerinde ısı işlem uygulaması yapılmaktadır. Bu şekilde ısı işlem uygulanan sütlerin steril olarak uygun ambalajlara doldurulması ile muhafaza süresini 6 aya kadar uzatabilmektedir. Pastörizasyon işlemi ise sütün kısa süreli muhafazası için uygulanmaktadır. Pastörize

sütün daha uzun süreli depolanması için süt dondurulmakta ve depolama sonunda çözündürülerek tekrar kullanılabilir. Bu şekilde sütün depolama ömrü 18 aya kadar uzatılabilir. Ancak sütün dondurulmasının çok ekonomik olmaması ve konsantre dondurulmuş sütlerde oluşabilen problemlerden dolayı çok kullanılan bir yöntem değildir (Metin 2005, Winder 1962).

2.2. Sütün dondurulması

Sütün uzun süreli muhafazasını sağlamak için 1930'lu yıllara kadar sütün dondurulmasının etkili olabileceği savunulmasına rağmen herhangi bir üretim çalışması yapılmamış, 1934 yılında Webb ilk defa konsantre dondurulmuş süt üretim prosesinin patentini almıştır (Winder, 1962).

Dondurulmuş homojenize süt ilk olarak İkinci Dünya Savaşı yıllarında hastane gemilerindeki hastalara taze süt sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Sütün üç ay ve daha fazla süre dondurarak depolanması ve çözündürülmesi ile kabul edilebilir özellikleri gösterirken, 3 aydan daha kısa süre depolama ile kazein sisteminde dağılma veya okside tat oluşumu şeklinde tatta bozulmalar gözlenmiştir (Babcock ve ark., 1947a). Bu problemler dondurulmuş sütün yapısının araştırılmasını gerektirmiştir.

Sütün konsantre edilerek dondurulması ile ilgili çalışmaların 1930'lu yıllarda başlayıp 1950'li yıllara kadar yoğun bir şekilde devam ettiği literatürden izlenmektedir. Bu tarihlerden itibaren sütün dondurulması üzerine olan çalışmalara ara verilmiş, yeniden 2000'li yıllarda süt ürünlerinin dondurarak saklanması konusunda çalışmalara başlanmıştır.

Sütün dondurulması üzerine yapılan çalışmalarda önce fiziksel ve kimyasal yapıda oluşabilecek değişim üzerine odaklanılmış, daha sonra belirlenen problemlerin giderilmesi ve stabilitenin sağlanabilmesi konusunda çalışmalar devam etmiştir. Sütün dondurulması ile sütün fiziksel, mikrobiyolojik ve kimyasal yapısında meydana gelen değişimler aşağıda çeşitli başlıklar altında incelenmiştir.

2.2.1. Kimyasal bileşimde meydana gelen değişimler

Sütün veya konsantre sütün dondurulması ve depolanması sonucunda, sütün kimyasal kompozisyonunda, kurumadde, yağ, protein ve laktoz miktarlarında herhangi bir değişim görülmemiştir (Babcock ve ark., 1947a,b, Weese ve ark., 1973)

Babcock ve ark., (1947a) homojenize sütün kimyasal bileşimini belirledikten sonra -10°C, -32.8°C ve -40°C’ de dondurup, aynı sıcaklıklarda ve dondurma sıcaklığından daha düşük ve daha yüksek sıcaklıklarda 100 gün, 109 gün ve 82 gün depolama boyunca sütün alt ve üst kısımlarındaki kimyasal bileşimi belirleyerek değişimleri rapor etmişlerdir. Homojenize edilmiş sütün farklı sıcaklıklarda dondurulması ve yine değişik sıcaklıklarda depolanması ile katı bileşenler daha alt kısımlarda toplanma eğilimi göstermiş ancak maddesel anlamda kimyasal bileşiminde değişim gözlenmemiştir. Sütün dondurulduktan sonra oda sıcaklığında bekletilip tekrar farklı bir sıcaklıkta depolanması yine kimyasal bileşimi değiştirmemiş, bununla beraber oda sıcaklığında bekleme süresi arttıkça ambalajın 1/3’ lük alt kısmında katı partiküller daha fazla toplanma eğilimi göstermişlerdir.

Babcock ve ark (1947b)’nın yaptığı başka bir çalışmada homojenize edilmiş sütün yağ oranı % 3.8’e ayarlandıktan sonra -11.5°C, -17.8°C, -27°C ve -36°C sıcaklıklarda dondurulup 154 gün boyunca aynı sıcaklıklarda depolanmıştır.

Ambalajların farklı noktalarından alınan örneklerde farklı kimyasal bileşim oranları belirlenmiş ancak genel olarak yüzde kurumadde, yağ, protein, laktoz ve klor oranlarında değişme gözlenmemiştir.

Homojenize sütün dondurulması esnasında katı partiküllerin ambalajın alt kısmında toplanma eğilimini engellemek için dondurma işlemi boyunca karıştırma yapılmasının etkili olabileceği düşünülmüş, bu amaçla yağı % 3.8'e ayarlanan süt pastörize edildikten sonra sütün bir kısmı durgun havada bir kısmı ise 35 rpm hızla karıştırılarak -17.8°C'de dondurulmuş ve aynı sıcaklıkta depolanmıştır. Depolama sonucunda çözündürülen örneklerde bileşenlerin miktarı bakımından fark gözlenmemiş ve dondurma sonrası partiküllerde hareket olmadığından karıştırma işlemi ile katı partiküllerin dibe çökmesi engellenmiştir. Ancak karıştırma işlemi okside aroma oluşumuna neden olduğundan katı partiküllerin çökmesini engellemek için karıştırma işleminin gerekli olmadığını belirtmişlerdir (Babcock ve ark., 1950).

Sütün homojenizasyonunun sütün bileşimine etkisinin incelendiği bir çalışmada homojenize ve homojenize olmayan sütler -20°C'de dondurulmuş ve yağ hareketi dışında sütler arası fark görülmemiştir. Homojenize sütlerde süt yağı alt tarafta, homojenize edilmeyen sütlerde üst tarafta toplanma eğiliminde olup kimyasal bileşime etkisi görülmemiştir (Babcock ve ark., 1955).

Dondurma sıcaklığı, dondurma hızı ve depolama sürelerinin etkilerinin incelendiği çalışmalarda dondurma sıcaklığının ve süresinin toplam kurumadde ve kimyasal bileşimi etkilemediği gözlenmiştir. Bunun yanında dondurma hızı, fizikokimyasal yapıyı etkilemekte ancak bileşimde değişiklik yapmamaktadır (Weese ve ark., 1969, 1973).

2.2.2. Titrasyon asitliği ve pH'da meydana gelen değişimler

Sütün doğal asitliği, bileşimindeki maddelerle ilgili olduğu için farklı bileşimlerdeki sütlerin asitlikleri de farklıdır. Yeni sağılmış sağlıklı bir inek sütünün titrasyon asitliği süt asidi cinsinden % 0.14-0.16 arasındadır. Süt işletmelerinde titrasyon asitliği genellikle sütte asitlik artışını belirlemek amacıyla yapılır. Asitliği yükselen sütlerin işlenmesi sırasında ve özellikle ısıtma işleminde problem yarattığından, süt işletmelerinde asitliği 8°SH' nin üzerinde sütler çoğu zaman kabul edilmez. Bu gibi durumlarda asitlik hakkında kesin bir bilgi sahibi olmak için pH değerinin tespit edilmesi gerekir (Metin 2005).

Gerek mikrobiyolojik ve gerekse diğer değişim, asitliğin dissosiyeye olan kısmı önem taşır. Dissosiyeye olan kısım hakkında ise en doğru sonucu pH değerinden anlamak mümkündür. Yeni sağılmış sağlıklı inek sütünün pH değeri 6.6-6.8 arasındadır. pH değeri proteinlerin kolloidal yapısını ve sütün dispersiyon stabilitesini etkilemektedir. Aynı zamanda olgulaşma döneminde zararlı mikroorganizmaların yaşam koşulları, enzimlerin çalışma etkinlikleri gibi birçok biyokimyasal olayları ve işlemleri etkilemektedir (Metin 2005).

Sütün pH değerinin düşmesiyle kolloidal yapı stabilitesinin bozulduğu bilinmektedir. Sütün dondurulması ile konsantre sütlerde protein tortulaşmasının meydana geldiği görülmüş ve çeşitli araştırmacılar tarafından dondurma işleminin pH değerini etkilediği ve bu şekilde protein destabilizasyonuna neden olduğu fikrini doğrumuştur.

Protein tortulaşmasına pH'nın etkisinin incelendiği bir çalışmada inek sütü termizasyon, konsantrasyon, soğutma ve standardizasyon işlemlerinden geçirilmiş ve konsantre inek sütü elde edilmiştir. Sodyum hidroksit ve laktik asit ekleyerek sütlerin pH değerleri azaltılıp arttırılmış, bu şekilde 3 farklı pH değerine sahip konsantre inek sütü hazırlanmıştır. Bu sütler -23.3°C'de durgun havada dondurulmuş, -15, -23.3 ve -

26.1°C' lerde depolanmıştır. Sonuçta protein tortulaşmalarında tüm sütlerde benzer sonuçlar görülmüş ve pH değerinin düşük veya yüksek olmasının protein destabilizasyonuna etkisinin olmadığı rapor edilmiştir (Doan ve Warren 1947).

Homojenize edilmiş ve yağ oranı % 3.8 seviyelerine ayarlanmış inek sütlerinin -27.5°C'de dondurulup aynı sıcaklıkta 150 gün depolama sonucunda pH ve titre edilebilir asitlik değerleri arasında fark görülmemiştir (Babcock ve ark., 1948b).

Kalsiyum, fosfat ve sitrat tuzları katılan çiğ ve pastörize sütlerin dondurulma işlemi esnasında ve dondurarak depolama boyunca pH değerlerinin takip edildiği bir çalışma Van Den Berg (1961) tarafından yapılmıştır. Yavaş dondurma işlemi boyunca sütlerin pH değerleri 5.8'e kadar azalmış buna karşın hızlı dondurmada pH değerlerinde küçük bir değişim gözlenmiştir. Dondurma işlemi sonrası tüm depolama sıcaklıklarında (-7 ve -12°C) depolamanın ilk 2-3 haftasında sütlerin pH'sı minimum değerine kadar düşüş gözlenmiş, üçüncü haftadan sonra ise dereceli artışlar belirlenmiştir. Çeşitli tuzlar eklenen çiğ sütlerin pH değerleri (5.8-6.0) normal çiğ sütlerden (6.1-6.2) daha düşük çıkmıştır. Pastörize edilen sütlerin pH değerleri minimum değere ulaştıktan sonra diğerlerinden daha yüksek değerlere çıkmıştır. Süt örneklerinin hepsinin protein çökme değerleri belirlenmesine rağmen pH ile protein destabilizasyonu arasında kesin bir ilişki bulunmamıştır.

Katsiari ve ark (2002) koyun sütünü -25°C'de dondurup -20°C'de 6 ay süre ile depolamışlar ve sütün fizikokimyasal birçok özelliğini incelemişlerdir. Asitlik ve pH değerlerinin de incelendiği bu çalışmada 6 aylık depolama boyunca asitlik ve pH değerlerinde önemli bir değişiklik belirlenmemiştir.

2.2.3. Viskozite değerlerinde meydana gelen değişimler

Viskozite, bir sıvının iç sürtünmesinin veya akışkanlığa karşı gösterdiği direncin bir ifadesidir. Süt açısından bakıldığında sütün fiziksel stabilitesinin bir göstergesidir. Emülsiyon halindeki süt yağı ile kolloidal haldeki protein nedeniyle sütün viskozitesi suyun yaklaşık iki katı kadardır. Çiğ keçi sütünün viskozite değeri ortalama 2.12 cP civarındadır (Park ve ark., 2007).

Viskozite oldukça kompleks bir özelliktir ve sütün bileşiminde yer alan emülsiyon ile kolloidal haldeki maddelerin sütün viskozitesi üzerine etkisi çok büyüktür. Sütteki yağ miktarı ve globüllerin büyüklüğü, kazein miktarı ve misellerin büyüklüğü, serum proteinlerinin durumu, ısıtma, mekanik sarsıntı, sütün bekleme süresi gibi faktörler sütün viskozitesini etkilemektedir. Örneğin, yağ miktarı arttıkça viskozite artarken, sıcaklık artışı viskoziteyi azaltmaktadır. Homojenizasyon işlemi yağın yüzey alanını arttırdığından viskoziteyi arttırmakta ve yine toplam kurumaddedeki artış veya pıhtılaşma sütün viskozitesini arttırmaktadır (Metin 2005). Bu parametreler dışında sütün dondurulmasının viskoziteye etkisi de çeşitli çalışmalarla belirlenmiştir.

Dondurma işleminin krema ve sütün viskozite gelişimine etkisine bakıldığı bir çalışmada, konsantre edilerek farklı toplam kurumadde değerlerine getirilen sütler -17°C' de dondurulduktan sonra -17 ve -8°C' lerde 3-4 ay süre depolanmışlardır. Su banyosunda 40°C' de çözündürüldükten sonra 30°C' de relatif viskozite değerleri ölçülmüştür. Sonuçta kurumadde oranı yüksek olan sütlerde viskozitedeki değişimin daha fazla olduğu görülmüştür. Aynı kurumaddeye sahip örneklerden -17°C' de depolananlarda viskozite değişimi daha az iken -8°C' de depolanan sütlerde viskozitede değişimin çok daha fazla olduğu belirlenmiştir. Tüm kurumaddedeki süt örneklerinde dondurma işleminden sonra 4. güne kadar viskozite değerlerinde hızlı bir artış, 10. güne doğru azalma ve sonra daha yavaş bir artış gözlenmiştir. Bu

şekilde kurumadde oranı % 41.42 olan ve -8°C’de depolanan konsantre sütün viskozitesi yaklaşık 10mPa.s’ den 15mPa.s’ ye yükselmiştir. Kurumaddesi % 17.59 olan konsantre sütün ise viskozitesi ise -17°C de depolama ile 2.5 mPa.s’ den 2.8 mPa.s’ ye yükselmiştir (Webb ve Hall 1935).

Bell (1938) yaptığı bir çalışmada pastörizasyon normlarının ve homojenizasyonda uygulanan basıncın dondurulmuş konsantre sütün viskozitesine etkisini incelemiştir. Pastörize (68°C 30 dak) ve homojenize (2600 kg/cm², 55°C) edilmiş yağlı sütün 0, -7 ve -17°C’ de dondurma işleminde, dondurma sıcaklığı yükseldikçe viskozite değerinin yüksek olduğu, depolama sıcaklığı düştükçe viskozite değerlerinin düştüğü gözlenmiştir. Ayrıca aynı sıcaklıklarda 5 haftalık depolama ile yüksek sıcaklıkta depolanan sütlerin viskozitelerinde daha fazla bir artış belirlenmiştir. Pastörize (61°C 30 dak) ve homojenize (2300 kg/cm², 54°C) edilen konsantre sütlerde ise aynı değişimler gözlenmiştir.

Aynı sütlere homojenizasyon (1000 kg/cm², 61°C) uygulandıktan sonra farklı pastörizasyon normları uygulanıp (61°C 35 da; 71°C 15 da; 74°C 15 da) -7°C de dondurulup depolanmıştır. Düşük pastörizasyon sıcaklığı uygulanan sütlerin viskoziteleri daha düşük bulunurken 5 haftalık depolama sonucunda yüksek pastörizasyon sıcaklığı uygulanan sütlerde değişimin daha fazla olduğu gözlenmiştir. Farklı pastörizasyon normları (76.5°C 15 da; 79,5°C 15 da; 82°C 15 da) uygulanan ve -7°C de dondurulup depolan konsantre sütlerde de aynı değişimler gözlenmiştir.

İnek sütünde yapılan bu çalışmalardan sonra Guy (1980) laktozu % 36 oranında hidrolize edilmiş 3:1 oranında konsantre edilmiş ve %52 hidrolize edilmiş 4:1 oranında konsantre edilmiş keçi sütlerini -14°C’ de dondurmuştur. Aynı sıcaklıkta 10 ay depolanan bu sütlerden, konsantre işlemi sonrası ısıt işlem geçirmeyen sütlerin viskozitelerinde aşırı bir artış ve koagülasyon gözlenmiştir.

Konsantre işlemleri sonrası pastörizasyon sıcaklığı arttıkça viskozitede hafif bir artış gözlenmiştir, buna karşın en az değişim pastörizasyon sıcaklığının yüksek olduğu sütlerde görülmüştür.

Başka bir çalışmada ise kurumaddesi % 17.80 olan koyun sütünün -25°C' de dondurulup -20°C' de 6 ay süre ile depolanması sonucunda viskozitenin 2.93cp' dan 3.28cp' a yükseldiği belirtilmiştir (Katsiari ve ark., 2002).

2.2.4. Sedimentasyon değerlerinde meydana gelen değişimler

Beslenme fizyolojisi açısından sütün önemli olmasının nedeni; bünyesinde kolaylıkla sindirilebilen, biyolojik değeri yüksek ve üstün kaliteli süt proteinlerini bulundurmasıdır. Süt proteinleri bu fizyolojik niteliklerinin yanı sıra teknolojik yönden de oldukça öneme sahiptirler. Süt proteinleri çok karmaşık yapıda ve 30'dan fazla fraksiyondan oluşmaktadır. Sütte bulunan proteinler, kazein ve serum proteinleri olmak üzere iki ana grupta toplanmaktadır. Kazein sütte kolloidal formda, serum proteinleri ise çözelti formunda bulunmaktadır. Kolloidal parçacıkların destabilizasyonu; yüzeydeki elektrik yükünün azalmasını, buna bağlı olarak çarpışma potansiyelinin düşmesini ve hidrat zarının gevşemesini takip eden bir değişiktir. Çarpışma enerjisinin azalması sonucu egemen duruma geçen çekme güçleri, birbirini ile çarpışan kolloidal parçacıklarını bir araya toplayarak büyümelerini ve kısa sürede çökmelerini sağlamaktadır. Kazeinin destabilizasyonu bazen istenen bazen de istenmeyen bir durum oluşturmaktadır.. İçme sütü teknolojisinde kazeindeki çökmeler istenmezken peynir ve yoğurt gibi fermente süt ürünleri üretiminde ise istenen bir durumdur (Metin 2005).

Sütün asitliğinin arttığı durumlarda uygulanan ısı işlem protein destabilizasyonuna neden olurken, sütün dondurulması ile su moleküllerinin kristalize olması çözünür kalsiyum miktarını azaltmakta ve böylece protein destabilizasyonu meydana gelmektedir (Tumerman ve ark., 1954).

Sütün dondurulması ile oluşan protein stabilizasyonu ilk defa İkinci Dünya Savaşı döneminde ortaya çıkmıştır. Protein destabilizasyonu ile oluşan tortu incelendiğinde tortunun kazein yapısında olduğu ve kazeinin dondurma işleminden etkilendiği görülmüştür.

İnek sütüne dondurma işleminin fiziksel etkilerinin incelendiği bir çalışmada, konsantre edilerek farklı toplam kurumadde değerlerine (% 9 ve % 18) getirilen sütler -18°C ' de dondurulduktan sonra -17°C ve -8°C ' lerde 3-4 ay süre depolanmışlardır. Sonuçta yavaş dondurma işlemi kazein sisteminin dereceli olarak çökmesine ve yağ emülsiyonunda birden bir yıkılmaya neden olmuştur (Webb ve Hall 1935).

Farklı dondurma sıcaklıklarının sütün stabilitesine etkisi Bell ve Mucha (1946) tarafından da incelenmiştir. Taze süt 65°C 'de 30 dakika pastörize edildikten sonra farklı kurumadde seviyelerine (%25.4, %38 ve %50) konsantre edilmiş, -22.22 ve -27.22°C ' lerde dondurularak -23.33 ve -37.22°C 'lerde depolanmıştır. Kurumadde miktarı arttıkça dondurma işlemi sonucunda yapıdaki bozulmalar artmaktadır. Dondurma işlemi sonucu olumsuz etkileri azaltmak için depolama sıcaklığının $-23,33^{\circ}\text{C}$ ' den düşük olması gerektiği ancak -37.22°C ' yi geçmemesi gerektiği ifade edilmiştir.

Sütün dondurulması ile dondurma işleminin kazein sistemine yaptığı etkilerin incelendiği başka bir çalışmada, süt termizasyon, konsantrasyon, soğutma ve standardizasyon işlemlerinden geçirilerek konsantre edilmiştir. Bu sütler -23.3°C ' de

durgun havada dondurulmuş, -15, -23.3 ve -26.1°C' lerde depolanmıştır. Sonuçta çalışmada belirtildiği üzere dondurma işlemi ile ölçülebilir protein tortusu oluşmamıştır. Ancak zamana bağlı olarak depolamanın ilerleyen dönemlerinde bu tortulaşma miktarı artmıştır. Ayrıca süt dondurulduğunda oluşan tortunun ısıtma veya karıştırma işlemleri ile geri kazanımı mümkünken, depolamanın ilerleyen dönemlerinde oluşan tortu geri dönüşüm özelliğini tamamen kaybetmektedir.

Konsantre sütün kurumadde miktarı arttıkça kazein tortulaşması da artmaktadır. Aynı şekilde depolama sıcaklığının yüksek tutulması ve depolama süresinin uzatılması tortulaşmayı teşvik etmektedir. Ön ısıtma işleminde uygulanan 76.6°C' lik sıcaklık bu işlemi hızlandırmaktadır. M/150 oranındaki Ca-asetat ve disodyum fosfat ilavesi topaklanma oranını etkilememektedir. Sodyum sitrat hafif etkilemekle beraber kalsiyumsuz polifosfatlar bunu ertelemiştir ancak buruk bir tat oluşturmuştur (Doan ve Warren 1947).

Babcock ve ark (1948a) homojenize sütlere çeşitli stabilizörler ekleyerek protein tortulaşmasını geciktirmeye çalışmışlardır. Homojenize süte belli oranlarda askorbik asit, pektin, kalsiyum klorit, üre, karboksimetil selüloz, sodyum sitrat, disodyum fosfat katılmış ve etkileri incelenmiştir. % 2 oranında sodyum sitratın stabilizör olarak eklenmesi 65 gün olan raf ömrünü 145 güne uzatmıştır ancak aroma bozuklukları 105. günde kendini göstermiştir. Litreye 0.1g askorbik asit ilavesi raf ömrünü arttırmamış aromadaki bozukluk geciktirilmiştir. Litreye 1 ml H₂O₂ ve litreye 3 g üre ilavesi tortulaşmayı geciktirmiş ancak aroma değişikliğini engelleyememiştir. Pektin, disodyum fosfat, kalsiyum klorit ve karboksimetil selülozun ilave edilmesinin tortu ve aromaya etkisi olmamıştır.

Babcock ve ark (1948b)'nın yaptığı başka bir çalışmada % 3.8 yağ içeren homojenize sütler pastörizasyon sonrası -17.5°C' de dondurulup aynı sıcaklıkta 86

gün depolanmışlardır. Bir kısım süt ise 1.67°C’ de 20 saat bekletildikten sonra dondurulmuştur. Sütün dondurulmasından sonra ilk 5 gün tortu miktarı düşük ve sabitken 38. güne doğru sedimentasyon miktarında artışlar belirlenmiştir. Ancak sedimentasyonda anlamlı artışlar 47. günde başlamış ve anormal gelişme ise 89. günde kendini göstermiştir. Bunun yanında iyi kalite bir süt için dondurma işlemi öncesi 1.67°C’ de 20 saat bekletmenin daha iyi sonuçlar verdiği rapor edilmiştir.

Wildasin ve Doan (1950)’ın yaptığı bir çalışmada homojenizasyon işlemi, süktroz miktarı, kalsiyum iyonunun uzaklaştırılması, azot dağılımı, dondurma öncesi bekletmenin proteinler üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada yağ oranının ve homojenizasyon için uygulanan ön ısıtma işlem sıcaklığının yüksek olması protein tortulaşmasını arttırmaktadır. Donmuş ürünün sertliğini etkilemek için konsantre süte süktroz ilave edilebilmektedir, ayrıca süktroz ilavesi depolama süresini uzatmaktadır.

Donmuş sütte kazeinin topaklaşması için çözünür kalsiyum varlığı bir ön koşuldur. Donma esnasında toplam kalsiyumda azalma miktarı % 10’dan fazla olmalı ki katyon değişimi işlemi ile kalsiyumun uzaklaştırılması ile kazein topaklanması geciktirilsin.

Çalışmanın tüm aşamalarında azot içeriği ve dağılımı belirlenmiş ve bu şekilde dondurma işlemi sonucunda çöken proteinin kazein olduğu belirlenmiştir. Lökosit sayılarının belirlenerek klarifikasyon işleminin etkisinin incelendiği bu çalışmada protein tortulaşmasının gecikmesine klarifikasyonun etkisi belirlenememiştir.

Laktoz kristalizasyonunun protein stabilitesine etkisinin incelendiği bir çalışmada sütün kurumaddesi % 35 oranına ayarlandıktan sonra -28°C’ de dondurulmuş ve -9°C’de depolanmıştır. Çalışmada donmuş konsantre sütün depolanması sırasında kazein koagülasyonunun laktoz kristalizasyonunun bir sonucu

olduğu belirtilmiştir. Kısmi donmuş sütün metakriyotik sıvısındaki cözünür laktoz, kalsiyum tuzlarını ayırmakta ve böylece kolloidal kazein üzerine destabilizasyon etkisini yönetmektedir. Laktoz kristalizasyonu arttıkça protein destabilitesi buna bağlı olarak artmaktadır (Tumerman ve ark., 1954).

Laktoz kristalizasyonunu engelleyerek protein stabilizasyonunu sağlamaya calışan Wells ve Leeder (1963) bu amaçla cęřitli şekerler kullanmışlardır. Karbonhidratların proteinler üzerine koruyucu etkisinden dolayı glikoz, fruktoz, sükroz, sorbitol gibi şekerler laktoz kristalizasyonu konsantre yağsız sütte eklemişler, laktoz kristalizasyonunun geciktirerek kazeini tortulaşmaya karşı korumuşlardır. Ancak tadından istenmeyen değişikliklerin meydana gelmesine engel olamamışlardır.

Antifantakis ve ark., (1980) koyun sütünü -20 ve -30 °C’ de dondurup aynı sıcaklıklarda 11 ay depolamış ve bu süre boyunca sütünlerdeki fizikokimyasal ve mikrobiyolojik değişime bakmıştır. Kazein destabilizasyonunun da incelendiği bu calışmada dondurarak depolama boyunca sediment değerlerinde anlamlı artış belirlenememiştir.

Katsiari ve ark., (2002) ise yine koyun sütünü -25°C’ de dondurulup -20°C’ de 6 ay süre ile depolamışlar ve dondurarak depolama sonucunda fiziksel stabilitede değişim gözlenmiştir. Koyun sütünlerinin dondurarak depolanması boyunca sedimentasyon değerlerinde artış gözlenirken bu değerler aynı zamanda taze sütün yüksek bulunmuştur.

2.2.5. Oksidasyonda değerlerinde meydana gelen değişimler

Oksidasyon bilindiği gibi doymamış yağ asitlerinin potasyum permanganat, ozon ve potasyum dikromat gibi oksitleyici madde ile tepkimeye girmesi sonucu doymuş hale dönüşmeleridir. Oksitleyici kimyasal bileşiklerden başka atmosferdeki katalitik oksijenle doymamış yağ asitleri tepkimeye girerek peroksit ve hidroperoksitleri oluşturmakta ve böylece otooksidasyon meydana gelmektedir.

Otooksidasyon ile oluşan ürünler süt yağının tat, koku ve yapısının bozulmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda yağda acı lezzet algılanır. Otooksidasyon sadece aromanın bozulması değil, aynı zamanda A, D ve E vitaminleri, karoten ve bazı yağ asitlerinin yapısında da parçalanmalara neden olabilmektedir, askorbik asit ilavesi ise oksidasyonu artırıcı etki göstermektedir.

Sıcaklığın artmasına paralel olarak, özellikle kısa dalga boyundaki ışık, nem, bakır ve demir gibi ağır metal iyonları otooksidasyonu katalize ederek hızlandırmaktadır. Sütün homojenizasyonu, ısıtılması, çalkalanması ve uzun süre saklanması gibi bazı teknolojik işlemler de otooksidasyonu teşvik etmektedir. Sütün soğukta muhafazası, oksijenin uzaklaştırılması, karanlık ortamda tutulması, metal iyonlarından ve yüksek sıcaklıklardan kaçınılması oksidasyonu azaltmaya yardımcı önlemlerdir. Sütlerde oksidasyonun varlığı, ortamda oluşan peroksitlerin miktarının belirlenmesi ile tespit edilebilmektedir (Metin 2005).

Sütün dondurulması ile duyuşal özelliklerinde değişimler olduğu, ayrıca uzun süre dondurarak depolanması okside tadın gelişimine yol açtığı çeşitli çalışmalarla belirlenmiştir (Babcock ve ark., 1947, Babcock ve ark., 1948, Guy 1982).

Koyun sütünün -20 ve -30 °C' de dondurup aynı sıcaklıklarda 11 ay depolanması ve bu süre boyunca sütlerdeki fizikokimyasal ve mikrobiyolojik değişime bakıldığı çalışmada sütteki oksidasyon gelişimi de incelenmiştir. Çalışmaya göre koyun sütlerinin orijinal peroksit sayıları 0.05 iken, depolama süresi ve sıcaklık

arttıkça peroksit sayıları artmaktadır. Askorbik asitin katıldığı örneklerde ise peroksit sayısı başlangıç değerinin 35-40 katına yükselmektedir. Dondurma işleminde kullanılan ambalajın büyük olması durumunda oksidasyon daha fazla olmaktadır. Bununla beraber büyük ambalajlardaki örneklerde ilk beş ayın sonunda peroksit sayılarında hızlı bir artış, 8. ayda azalma ve sonra hafif bir artış gözlenmiştir. Küçük ambalajlarda ise yavaş yavaş artış şeklinde oksidasyon gelişmektedir (Antifantakis ve ark., 1980).

Katsiari ve ark., (2002) ise yine koyun sütünü -25°C’ de dondurulup -20°C’ de 6 ay süre ile depolamışlar ve sütteki yağ oksidasyon gelişimini takip etmişlerdir. Koyun sütlerinin peroksit değerlerinde depolama boyunca hafif bir artış belirlenmesine rağmen peroksit değerlerinde anlamlı bir artış belirlenmemiştir.

2.2.6. Asitlik derecelerinde (ADV) meydana gelen değişimler

Lipoliz; süt yağının enzimatik olarak hidrolizasyonudur. Trigliseridlerin hidrolizasyonu sonucunda serbest hale geçen küçük moleküllü yağ asitlerinin miktarına bağlı olarak süt ürünlerinde acılaşma olarak nitelendirilen aroma bozuklukları görülmektedir. Aroma bozukluklarında birçok tepkime bir arada olduğu için (mikrobiyolojik, enzimatik, kimyasal) bozulma nedenini saptamak son derece güçtür. Lipolizin miktarı asitlik derecesinin belirlenmesiyle tespit edilebilmektedir (Atamer ve ark., 1985).

Asitlik derecesi değeri (ADV) yağların parçalanması sonucu üründe meydana gelen toplam serbest yağ asitlerinin bir ölçüsüdür. Çiğ inek (0.48meq KOH/100 g yağ) ve keçi (0.47meq KOH/100 g yağ) sütlerinin ADV değerleri birbirlerine yakinken koyun sütünün (0.22-0.25meq KOH/100 g yağ) ADV değeri daha düşüktür

(Park ve ark., 2007). Sütün işlenmesi, ısı işlem görmesi mekanik etkilerle ADV değerinde artışlar meydana gelmektedir (Atamer ve ark., 1985).

Antifantakis ve ark., (1980) koyun sütünü -20 ve -30 °C’ de dondurup aynı sıcaklıklarda 11 ay depolamış ve bu süre boyunca sütlerdeki fizikokimyasal ve mikrobiyolojik değişime bakmıştır. Süt lipazlarının hidrolitik aktivitesine bakıldığı çalışmada lipolitik aktivitenin engellenemediği ve 11 ayın sonunda ADV değerlerinin başlangıçtaki değerlerin yaklaşık iki katına ulaştığı belirlenmiştir.

Çiğ koyun sütünde yapılan başka bir çalışmada sütler -15°C ve -27°C’ lerde dondurulup 12 ay aynı sıcaklıklarda depolanmış bu süre boyunca sütlerin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. Yüksek sıcaklıkta depolanan sütlerde toplam bakteri sayılarında daha hızlı azalmalar belirlenirken asit derecelerinde yüksek sıcaklıkta depolanan sütlerin daha yüksek ADV değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir (Wendorf ve Rauschenberger, 2001).

Kurumaddesi 17,80 olan koyun sütünün -25°C’ de dondurulup -20°C’ de 6 ay süre ile depolanması sonucunda ise ADV değerlerinin depolama boyunca arttığı belirlenmiştir. Başlangıçta 0,40 meq KOH/100 g yağ olan ADV değeri 6 ayın sonunda 0,54 meq KOH/100 g yağ değerine yükselmiştir (Katsiari ve ark., 2002).

2.2.7. E vitamini miktarlarında meydana gelen değişimler

Yaşam için gerekli olan vitaminlerin hemen hemen hepsi sütte mevcuttur. Ancak bazı vitaminler vücut gereksinimini karşılayacak miktarda değildirler. Yağda çözünen vitaminler yoğun olarak krema, tereyağı ve süt yağı fazla olan diğer süt ürünlerinde bulunurken, suda çözünen vitaminler daha ziyade yoğun olarak yağı alınmış taze sütte bulunmaktadır. Yağda çözünen vitaminler grubunda bulunan E

vitamini, sütün yağında bulunurken sütteki miktarı yağ oranına bağılı olarak değışmektedir (Metin 2005).

Sütün çeşitli ürünlere işlenmesi sırasında vitamin kayıpları meydana gelmektedir. Isıl işlemin vitamin kaybı üzerindeki etkisi uygulanan sıcaklık derecesine ve süresine bağılı olarak değışir. Bu etki ortamda oksijenin mevcut olması durumunda daha kuvvetli olur. Ortamda ağır metallerin bulunması A ve C vitaminleri kayıplarının artmasına neden olur. Işığın etkisiyle A, B₂, B₆, C, E, K vitaminlerinde, folik asit miktarında azalmalar görölür. Depolama süresince meydana gelen oksidasyon A, E, K, C ve B₁ vitaminlerinde azalmaya neden olmaktadır (Haddad ve Loewestein 1983, Metin 2005). Çiğ keçi sütünün E vitamini miktarı 0,14 mg/100 ml kadardır (Whiting ve Loosli 1948).

Yapılan bir araştırmada süte uygulanan farklı ısıl işlemlerin ve dondurma işleminin vitamin kayıpları üzerine etkisinin olup olmadığı incelenmiştir. Çiğ inek sütüne 72°C' de 16 s, 80°C' de 16s, 110°C' de 3.5s ve 140°C' de 3.5 s ısıl işlem uygulanmış ve tüm sütler -40°C' de 2 hafta depolanmıştır. Başlangıçta çiğ inek sütünün tiyamin oranı 0.202 mg/l bulunmuş ve süte uygulanan tüm pastörizasyon ve sterilizasyon normlarında tiyamin miktarında ortalama %10 azalma gözlenirken sütün dondurulması ile en az % 8 artış belirlenmiştir. Süte ısıl işlem uygulaması veya dondurulması ile riboflavin miktarında çok fazla değışim gözlenmemiştir. Askorbik asit miktarlarına bakıldığında ısıl işlem ile % 16-30 oranında C vitamini miktarında azalma belirlenmiştir. Dondurma işlemi uygulanan sütlerde ise yine %7-8,5 oranında askorbik asit miktarlarında azalmalar gözlenmiştir (Haddad ve Loewestein, 1983).

Sıcaklık ve depolama süresinin UHT sütlerdeki α -tokoferol stabilitesine etkisinin incelendiğı bir çalışma Vidal-Valverde ve ark., (1993) tarafından yapılmıştır. Çalışmada elde edilen UHT sütler 30°C, 40°C ve 50°C' lerde 2 ay

depolanmıştır. Sonuçta en çok α -tokoferol kaybı, 30°C’ de 1 ay depolanan sütlerde gözlenmiş ve depolama süresi arttıkça E vitamini değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Depolama sıcaklığı 30°C’ den 40°C’ ye yükseldiğinde E vitamini miktarındaki azalma oranının daha fazla olduğu rapor edilmiştir. İki aydan daha kısa süreli depolamalarda E vitamini miktarlarında değişme gözlenmezken, 4-8 aylık depolamalarda önemli azalmalar tespit edilmiştir.

2.2.8. Mikrobiyal özelliklerde meydana gelen değişimler

Gıdaların dondurarak muhafazasındaki amaç gıdadaki mikroorganizma sayısının azaltılması yerine mikroorganizmaları inaktif hale getirerek faaliyetlerini durdurma işlemidir. Ancak dondurma işlemi sırasında ve depolama boyunca mikroorganizma sayılarında azalmalar görülmektedir. Donma işlemi ile mikrobiyal hücrelerde fiziksel hasar meydana gelmekte, ayrıca ortam su aktivitesi azaldığından aktivitesi yavaşlamakta veya durmaktadır. Donma olayı mikroorganizmalar üzerinde termal şok yaratır. Termofilik ve mezofilik mikroorganizmalar termal şoka karşı daha duyarlıdır (Ünlütürk ve Turantaş 1999).

Dondurma işleminin hızı, depolama sıcaklığı ve süresi de mikroorganizma sayılarını etkilemektedir. Hızlı dondurma işlemi ile oluşan buz kristallerinin küçük olması mikroorganizmalar üzerinde daha az öldürücü etki yaparken, yavaş dondurma ile daha büyük buz kristalleri oluşmakta ve böylece letal etki artmaktadır. Bununla beraber dondurma sıcaklığının yüksek olduğu durumda yavaş donma gerçekleşmekte, düşük sıcaklıklarda ise hızlı donma olayı meydana gelmektedir. Ayrıca dondurma işlemi sonrası depolama boyunca mikrobiyal yük takip edildiğinde

ölen mikroorganizma sayısı başlangıçta yüksek olduğu zaman ilerledikçe azaldığı ve hatta sabit hale geldiği görülmektedir (Ünlütürk ve Turantaş 1999).

Sütün dondurulması ile yapılan çalışmalarda toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarında ve koliform bakteri sayılarında azalmalar dikkati çekmiştir. Babcock ve ark (1947a) -10°C , -32.8°C ve -40°C 'de dondurulup 3 aydan fazla süre depolanan homojenize sütlerde toplam bakteri sayılarında azalmalar olduğunu rapor etmişlerdir (Babcock ve ark., 1946).

Read ve ark (1970) çiğ sütü -20°C , -78°C ve -196°C sıcaklıklarda farklı hızlarda dondurup 3, 7, 14 ve 28 gün boyunca -20°C ' de depolayarak toplam bakteri sayılarındaki değişimleri incelemişlerdir. Dondurma sıcaklığı ve hızına bağlı olarak mikroorganizma sayılarında farklılıklar görülmüş ve toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarındaki değişimin % 49 seviyelerine kadar çıkabildiğini belirtmişlerdir.

Koyun sütüyle yapılan bir çalışmada koyun sütünün -20 ve -30°C ' lerde dondurulması ve aynı sıcaklıklarda 11 ay depolanması ile toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarında değişim belirlenmemiştir (Antifantakis, 1980). Koyun sütünün dondurulması üzerine yapılan başka bir çalışmada ise sütler -25°C 'de dondurulup -20°C 'de 6 ay süre ile depolanmıştır. Depolamanın 2 ay süre sonunda koliform ve toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarında önemli azalmalar belirlenmiş daha sonraki dönemde bu düşüş miktarı azalmıştır (Katsiari ve ark., 2002).

Babcock ve ark (1948b) % 3.8 yağ içeren homojenize sütleri yarım litrelik ambalajlara aktararak -27.5°C 'de dondurup aynı sıcaklıkta 150 gün depolama sonucunda toplam mikrobiyolojik açıdan taze süt ile dondurulmuş süt arasında önemli bir fark bulamamışlardır.

2.2.9. Renkte meydana gelen değişimler

Süt, kalsiyum kazeinat gibi ışığı geçirmeyen ve süt yağı gibi ışığı yansıtan maddelerin etkisiyle porselen beyazı renginde algılanmaktadır. Bunlardan başka, yeşilimsi sarı pigment maddeleri içeren karoten ve riboflavin de renk üzerinde etkili olmaktadır. Fazla yeşil yemle beslenildiği dönemlerde süt yağının rengi değişmektedir. Yemdeki karoteni fazla oranda süte geçiren ineklerin sütü daha sarı, karoteni belirli değişikliklere uğrattı A vitamini haline dönüştüren manda ve keçi sütlerinin rengi daha beyaz olmaktadır. Yağı alınmış ve kurumaddesi az olan sütlerin rengi daha mavimsi görülmektedir (Metin 2005).

Sütün bileşiminin dışında süte uygulanan işlemler sütün renginin değişmesine neden olmaktadır. Örneğin süte uygulanan ısıtma işlemi süt karbonhidratlarının karemelizasyonuna böylece sütün sarılık renginin artmasına neden olmaktadır. Sütün dondurulması ile ise yağ emülsiyonun dağılması ile sütün açıklık değerinde azalmalar görülmektedir(Güler ve Park 2009, Katsiari 2007).

Yapılan bir çalışmada tam yağlı ve yarı yağlı inek sütleri UHT sistemi uygulanarak sterilize edildikten sonra 90 gün boyunca oda sıcaklığında bekletilerek renkte meydana gelen değişimler incelenmiştir. Tam yağlı inek sütünün UHT işlemi sonucu renk değerleri ($L=89,88$; $a=-3,26$; $b=9,27$) ile 90 gün sonraki renk değerleri ($L=77,15$; $a=3,12$; $b=7,06$) arasında önemli bir renk değişimi gözlenmiştir. Bu değişimin ise ısıtma işleminden dolayı vitamin A, beta karoten ve riboflavinin degradasyonundan kaynaklandığı belirtilmiştir (Popov-Raljić ve ark., 2008).

Tuzlu keçi yoğurdunun yapıldığı bir çalışmada keçi sütünün renk değerlerinin $L=85,2$; $a=-3,38$; $b=7,76$ olduğu belirlenmiştir. Keçi sütünden üretilen yoğurdun renk değerlerinin ise $L=90,19$, $a=-3,37$, $b=7,32$ olarak değiştiği saptanmıştır. Tuzlanıp pişirilen tuzlu yoğurtta ise renk ($L=92,07$; $a=-2,19$; $b=14,72$) daha parlak olurken

kırmızılığın azalıp yeşile doğru kaydığı, aynı şekilde ortamdaki sarı rengin azalıp maviliğin arttığı görülmüştür (Güler ve Park 2009).

2.2.10. Duyusal özelliklerde meydana gelen değişimler

Süt, bileşiminde çok sayıda farklı besin ögesini yeterli ve dengeli olarak bulunduran bir gıda maddesidir. Sütün tüketilebilir sağlıklı hale gelmesi için patojen mikroorganizmalardan arındırılması gereklidir ve bu nedenle süte ısıt işlem uygulanmaktadır. Isıt işlemin sıcaklık ve parametrelerine bağlı olarak sütün kimyasal, fiziksel ve duyusal özelliklerinde değişimlere neden olduğu bilinmektedir. Sütün pastörizasyonu sütün duyusal özelliklerini etkilemezken UHT işlemi ile sterilize edilen sütün tat, renk ve koku değerlerinde bozulmalar görülmektedir (Metin 2005, Arslan ve ark 2006). Dondurma işlemi sütün fiziksel yapısında değişim meydana getirdiğinden sütün duyusal özelliklerini etkilemektedir.

İkinci Dünya Savaşı esnasında hastane gemilerine gönderilen dondurulmuş sütün kazein sisteminde ayrışma olması ve okside tadın gelişmesi üzerine, Babcock ve ark., (1946) dondurma ve depolama sıcaklığının sütün yapısında meydana getirdiği değişimleri inceleme gereği duymuşlardır. Bu amaçla % 4 yağ içeren inek sütünü homojenize ettikten sonra -10°C, -32.8°C ve -40°C' lerde dondurmuşlar, dondurma sıcaklığıyla aynı, dondurma sıcaklığından düşük ve yüksek sıcaklıklarda uzun süre depolayarak duyusal özellikteki değişimlere bakmışlardır.

Dondurma ve depolama sıcaklığı aynı tutulduğunda depolama süresine bağlı olarak homojenize sütün normal olduğu belirtilmiştir. Homojenize süt -10°C' de dondurulup depolandığında 21 gün sonra yavan tat oluşumu gözlenmiş, 89 gün sonra ise yavan tada ilave olarak yağın ayrılması meydana gelmiştir. Süt -32.8°C' de

dondurulup depolandığında 115 gün normal kaldığı, depolama süresi daha uzun tutulsaydı stabilitesini korumaya devam edebileceğini rapor etmişlerdir. Yine -40°C’ de dondurulup aynı sıcaklıkta uzun süre depolanan sütlerin de normal olduğu belirtilmiştir. Homojenize sütün dondurulduğu sıcaklıktan daha düşük sıcaklıkta depolanması sonucunda herhangi bir anormallik olmamasına karşın dondurma sıcaklığından daha yüksek sıcaklıkta depolanması ile görünüm ve tatta bozulmalarla karşılaşmıştır. Örneğin -40°C’ de dondurulup -40°C’ de depolanan sütler 89 gün normal kalırken, -10°C’ de depolanan sütlerse 59 gün sonra görünüm bozulmakta ve okside tat gelişmektedir.

Homojenize edilmiş ve % 3.8 yağ içeren sütlerin -27.5°C’ de dondurulup aynı sıcaklıkta 150 gün depolama sonucu olumsuz herhangi bir durum tespit edilmemiş sütün çözündürüldüğünde taze sütle aynı özellikte olduğu belirtilmiştir (Babcock ve ark., 1948a).

Dondurulmuş süte süktroz ve askorbik asitin eklendiği başka bir çalışmada 100 ml süte 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 oranlarında süktroz eklenerek -23.3°C’de dondurulup depolanması ayrışmayı 185 gün geciktirmiştir. Bu sütlerden 0.5, 1.0, 1.5 oranında süktroz içerenler 91 gün sonra okside olmuşlar, %2 oranında süktroz içeren süt 100 gün sonra okside olmuştur. Kontrol örneklerinde okside tat 75 gün sonra gerçekleşmiştir. Aynı örnekler -23.3°C’de dondurulup -17.8°C’de depolandığında ayrışma 129 güne çıkmış ve okside tadın oluşumu 112 gün sonra gerçekleşmiştir (Babcock ve ark., 1950).

BÖLÜM III

3.MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Hammadde keçi sütü

Hammadde olarak kullanılan süt tam yağlı Saanen cinsi keçi sütü olup Bolu Kalite Yem Sanayi A.Ş. firmasından temin edilmiştir. Keçi sütünün pastörizasyon, soğutma ve ambalajlama işlemleri Bolu Kalite Yem Sanayi A.Ş. firmasının Bolana keçi sütü işleme tesisinde yapılmıştır. Keçi sütlerinin dondurulma ve depolama işlemleri ise yine aynı firmanın Bolca Hindi Kesimhane tesisinde ve Abant İzzet Baysal Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Süt Teknolojisi laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.1.2. Keçi sütünün ambalajlanmasında kullanılan materyal

Denemede kullanılan ambalajlar, yüksek yoğunluklu polietilenden üretilmiş 500 ve 1000 mL'lik plastik şişeler olup Plaş Plastik firmasından temin edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Deneme düzeni

Deneme 2 farklı hacimde (0,5L ve 1L), 2 dondurma sıcaklığı (-15°C ve -35°C), 2 depolama sıcaklığı (-18°C ve -28°C), 4 depolama süresi (0, 30, 60, 90. gün) ve 2 tekerrürlü olmak üzere faktöriyel deneme deseni dikkate alınarak planlanmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen veriler SPSS for Windows Release ver 15.0.1 (2007) paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir.

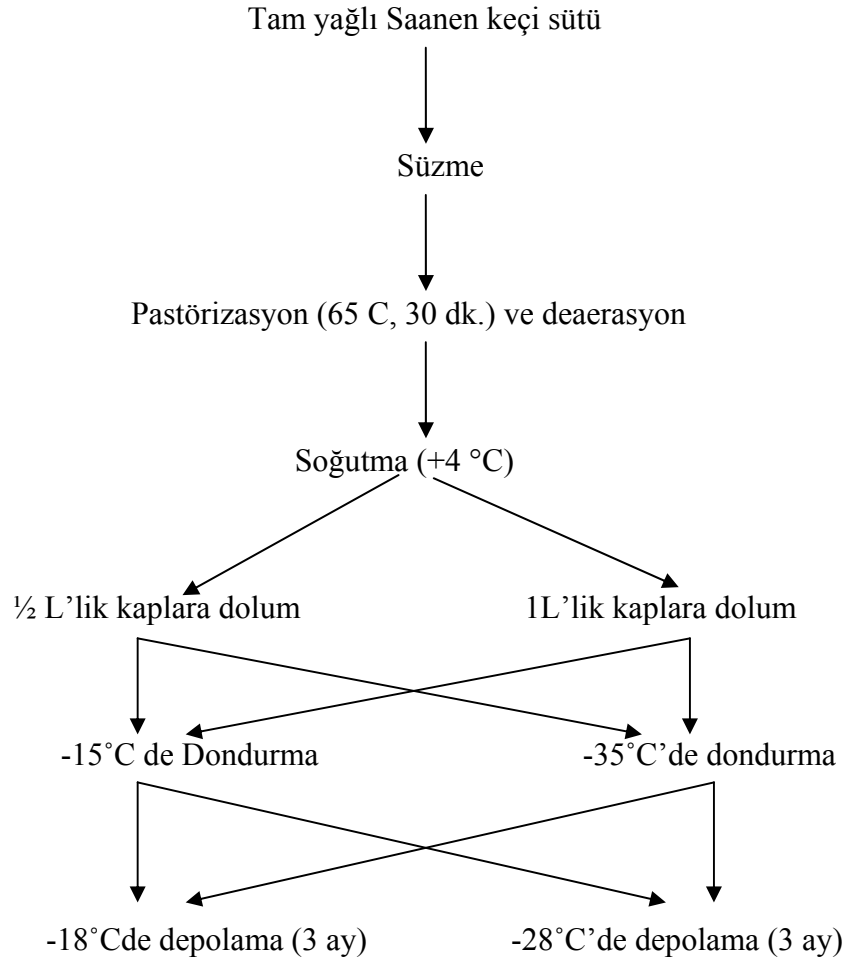
3.2.2. Deneme kuruluşu

Keçi çiftliklerinden toplanan sabah sütü, firmanın Bolana tesisine getirtilmiştir. İşletmede keçi sütünde önce süzme işlemi gerçekleştirilerek pastörizatör tankına alınmıştır. Çiğ sütün özelliklerini belirlemek amacıyla tanktaki keçi sütünden 1 L'lik ambalaja örnek alınmış ve daha sonra analizlerin yapılması için +4 °C'deki soğuk depoya koyulmuştur. Pastörizasyon tankına alınan keçi sütü 65 °C'de 30 dakika pastörize edilmiş ve +4 °C'ye soğutulmuştur. Soğutulan pastörize keçi sütünden 1 L'lik ambalaja örnek alınmış ve daha sonra analiz edilmesi için +4 °C'deki soğuk depoya koyulmuştur.

Soğutulan keçi sütünün yarısı ½ L'lik plastik ambalajlara, diğer yarısı ise 1 L'lik plastik ambalajlara doldurulmuştur. Ardından her iki grup süt tekrar kendi arasında ikiye ayrılarak bir grup -15°C'de derin dondurucuda durgun ortamda, diğer grup sütler -35°C'de sirkülasyonlu hava ile şok dondurmaya tabi tutulmuştur. -15°C ve -35°C'lerde dondurulan sütlerden 1L ve ½ L ambalajlardan planlanan analizlerin yapılması için örnekler alınmıştır. Daha sonra dondurulan sütler tekrar kendi içerisinde ikiye ayrılarak, iki ayrı sıcaklıkta (-18 ve -28°C) depolanmıştır. Bu şekilde sütler 8 gruba ayrılmıştır.

1. Grup (Y1518): -15°C’de dondurulup -18°C de depolanan 1/2 L ambalajlı sütler
2. Grup (Y1528) : -15°C’de dondurulup -28°C de depolanan 1/2 L ambalajlı sütler
3. Grup (T1518): -15°C’de dondurulup -18°C de depolanan 1 L ambalajlı sütler
4. Grup (T1528): -15°C’de dondurulup -28°C de depolanan 1 L ambalajlı sütler
5. Grup (Y3518): -35°C’de dondurulup -18°C de depolanan 1/2 L ambalajlı sütler
6. Grup (Y3528): -35°C’de dondurulup -28°C de depolanan 1/2 L ambalajlı sütler
7. Grup (T1518): -35°C’de dondurulup -18°C de depolanan 1 L ambalajlı sütler
8. Grup (T1528): -35°C’de dondurulup -28°C de depolanan 1 L ambalajlı sütler

Ambalajlanıp dondurulan keçi sütleri -18 ve -28°C sıcaklıklarda 3 ay süre ile depolanmış; depolamanın 0., 30., 60. ve 90. günlerinde bazı mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal ve duyuşsal analizler yapılmıştır. rnek sayısı deneme desenine uygun olarak ve duyuşsal analizlerde kullanılacak sayı da dikkate alınarak hesaplanmıştır (ambalaj sayısı her depolama peryodu için ayrı ayrı hesaplanmıştır). Pastörize keçi sütlerinin dondurulması ile ilgili üretim şeması şekil 3.1’de; dondurulan keçi sütlerinin resimleri şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Keçi sütünün dondurulması amacıyla kullanılan sütlere uygulanan işlemler



Şekil 3.2. Dondurulmuş ambalajlı keçi sütleri

3.2.3. Çiğ keçi sütünde yapılan analizler

3.2.3.1. Mikrobiyolojik Analizler

Tanktan alınan çiğ süt örneğinin ambalajının ağız kısmı alkol ile silindikten sonra kapakları alev altında açılmıştır. Steril şartlarda 10 ml süt örneği, steril 90 ml ringer çözeltisi (1/4 kuvvetinde) üzerine ilave edilmiş ve vortekste karıştırılarak homojenize edilmiştir. Böylece 10^{-1} dilüsyon hazırlanmıştır. Diğer dilüsyonların hazırlanmasında steril pipet uçları kullanılarak ilk dilüsyondan 1 ml alınmış ve içerisinde 9 ml steril dilüsyon sıvısı bulunan tüplere aktarılmıştır. Bu şekilde 10^{-3} dilüsyona ulaşıncaya kadar devam edilmiş ve mikrobiyolojik ekimlere geçilmiştir.

3.2.3.1.1. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı

Toplam aerobik bakteri sayımı Plate Count Agar (PCA) kullanılarak belirlenmiştir. Otoklavda sterilize edilmiş ve 45°C'ye soğutulmuş PCA besiyerinden yaklaşık 12 ml petrilere dökülüp kurumaları sağlanmış ve keçi sütü örneklerinden hazırlanan uygun dilüsyonlardan 1 ml alınarak yayma kültür yöntemiyle petri kutularına ekim yapılmıştır. Ekimi yapılan petri kutuları 35 °C'de 48±3 saat inkübe edilmiş ve bu süre sonunda agar üzerinde oluşan tüm koloniler sayılmıştır (Messer ve ark., 1985)

3.2.3.1.2. Koliform bakteri sayımı

Koliform bakteri sayımı Violet Red Bile Agar (VRBA) besiyeri kullanılarak belirlenmiştir. Mikrodalgada sterilize edilip 45°C'ye soğutulan VRBA besiyerinden

yaklaşık 1 ml petrilere dökölüp kurumaları sağlanmış ve keçi sütü örneklerinden hazırlanan uygun dilüsyonlardan 1 ml alınarak yayma kültür yöntemiyle ekim yapılmıştır. Ekimi yapılmış petri kutuları 35 °C’de 24±3 saat inkübe edilmiş ve bu süre sonunda agar üzerinde oluşan koyu kırmızı renkteki koloniler sayılmıştır (Messer ve ark., 1985).

3.2.3.2. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

3.2.3.2.1. Kurumadde tayini

Daha önceden temizlenmiş, etüvde kurutulmuş ve desikatörde soğutulmuş olan kurumadde kaplarının darası alınmıştır. İyice karıştırılmış ve sıcaklığı 15-20 °C’ ye getirilmiş süt örneklerinden yaklaşık olarak 5 ml kadar süt örneği kurumadde kaplarına aktarılıp tartılarak 105 °C’deki etüve konulmuştur. Örnekler sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutma işlemine devam edilmiş ve sabit ağırlığa gelen örneklerin son tartımı yapılarak % kurumadde miktarı hesaplanarak bulunmuştur (Kurt ve ark., 1993).

3.2.3.2.2. Kül tayini

Daha önceden temizlenmiş, etüvde kurutulmuş ve desikatörde soğutulmuş olan porselen krezellerin darası alınmıştır. İyice karıştırılmış ve sıcaklığı 15-20°C’ ye getirilmiş süt örneklerinden yaklaşık olarak 10 ml kadar süt örneği tartılarak 105 °C’ deki etüve konulmuştur. Süt örnekleri etüvde 105°C ‘de iyice kurutulmuş ve 550° C kül fırınında 6 saat yakılmıştır. Yakma işlemi sonunda porselen kaplar desikatöre

alınarak soğutulmuş ve tartımları yapılmıştır. Elde edilen değerlerden % kül miktarı hesaplanarak bulunmuştur (Kurt ve ark., 1993).

3.2.3.2.3. Yağ tayini

Keçi sütü örneklerinde yağ miktarı Gerber metodu ile belirlenmiştir. Süt bütirometrelerine önce 1.82 özgül ağırlıklı sülfürik asitten 10 ml koyulmuş ve üzerine 11 ml keçi sütü örneği yavaş yavaş ilave edilmiştir. Daha sonra üzerine 1 ml amil alkol ilave edilerek iyice karıştırılmış ve bütirometreler Gerber santrifüjde (Gerber Instruments, Micro II, İsviçre) 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra bütirometreler 65-70 °C'deki su banyosunda 5 dakika tutulmuş ve ölçülü kısımdan % olarak yağ miktarı okunmuştur (Kurt ve ark., 1993).

3.2.3.2.4. Laktoz tayini

Laktoz miktarı Miller (1959) a göre dinitro salisilik asit (DNS) yöntemi ile belirlenmiştir. Spektrofotometre (Shimadzu, UV-1700 PharmaSpec, Japonya) cihazı kullanılan bu yöntemde önce dinitro salisilik asit ve %40 lık sodyum potasyum tartarat çözeltileri hazırlanmıştır. Standart eğrinin elde edilmesi için % 1, 2, 3, 4 ve 5 oranlarında α -laktoz içeren çözeltilerinden yararlanılmıştır. Keçi sütü örneklerinden ve laktoz çözeltilerinden 1'er ml alınarak 50 ml'lik plastik tüplere aktarılmıştır. Tüplerdeki örnekler üzerine 3 ml DNS çözeltisi eklenip karıştırılmış ve kaynar su banyosunda renk değişimi gerçekleşene kadar yaklaşık 15-20 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda tüpler şebeke suyu altında hızlı soğutulmuş ve örnekler saf su ile 50 kat seyreltilmiştir. Spektrofotometrede 540 nm de absorbans değerleri okunmuş ve α -

laktoz çözeltilerinden elde edilen eğriye göre keçi sütü örneklerinin laktoz miktarı belirlenmiştir.

3.2.3.2.5. Protein tayini

Keçi sütünün protein miktarı Kjeldahl metodu ile Kurt ve ark., (1996)'na göre belirlenmiştir. Kjeldahl tüplerine 1 ml keçi sütü örneği ve 2 adet Keltek tableti ($\text{CuSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Se}$ 'den oluşmuş) koyulduktan sonra üzerlerine 25 ml sülfirik asit (% 98'lik) ilave edilmiştir. Başlangıçta köpürme işlemi azalıncaya kadar 250°C 'de 1/2 saat, daha sonra 400°C 'de 1,5 saat süre ile berrak yeşil renk oluşuncaya kadar yaş yakma işlemi gerçekleştirilmiş ve soğumaya bırakılmıştır. Soğutulan tüplere 100 ml su ilave edilip destilasyon düzeneğine bağlanmıştır. Destilasyon ünitesinden otomatik olarak % 33'lük sodyum hidroksit çözeltisinden yaklaşık 75 ml Kjeldahl tüpüne ilave edilmiş, bu esnada destilasyon ünitesinin diğer ucuna 3 damla Brom kresol yeşili indikatörü damlatılmış 25 ml % 4'lük borik asit yerleştirilmiştir. Destilasyon başlatılmış ve yaklaşık 100-150 ml distilat toplanıncaya kadar destilasyona devam edilmiştir. Yeterli distilat elde edildiğinde düzenek kapatılmış ve elde edilen distilat 0.1 N ayarlı HCl ile titre edilerek harcanan asit miktarı belirlenmiştir. Harcanan asit miktarı formülde yerine konularak % N (azot) miktarı bulunmuş ve azot oranının 6,38 faktörü ile çarpılması sonucunda % ham protein miktarı hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Toplam Azot} = \frac{V \times N \times 0,014}{M} \times 100$$

V: Titrasyonda harcanan HCl miktarı

N: HCl'nin normalitesi

M: Numune ağırlığı (gr)

$$\% \text{ Ham Protein} = \% \text{ Toplam Azot} \times 6.38$$

3.2.3.2.6. Asitlik tayini

Keçi sütü örneklerinden 17.6 ml süt pipetle alınarak erlene aktarılmış, 2-3 damla fenolftaleyn (%95'lik nötr alkolde %1'lik) indikatörü ilave edilmiş ve 0.1 N'lik ayarlı sodyum hidroksit çözeltisi ile değişmeyen hafif pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan sodyum hidroksit miktarı formülde yerine konularak laktik asit cinsinden % asitlik hesaplanmıştır (Kurt ve ark., 1993).

$$\text{Titration asitliği (\% laktik asit)} = \frac{V \times 0.009 \times 100}{M}$$

V: Titrasyonda harcanan 0.1 N sodyum hidroksit çözeltisi (ml)

M: Titrasyonda kullanılan süt miktarı (17.6 ml)

3.2.3.2.7. pH tayini

Keçi sütü örneklerinden yaklaşık 50 ml küçük beherlere aktarıldıktan sonra dijital pH-metre (Inolab, pH 720, Almanya) kullanılarak pH'sı belirlenmiştir. pH-metre, pH değeri 4 ve 7 olan standart tampon çözeltiler kullanılarak kalibre edilmiştir. Daha sonra pH-metrenin elektrotunun keçi sütü örneklerine daldırılıp

iyice teması sağlanarak örneklerin pH değerleri direkt ölçülerek belirlenmiştir (Kurt ve ark., 1993).

3.2.4. Pastörize ve dondurulmuş keçi sütü örneklerinde yapılan analizler

3.2.4.1. Örneklerin analize hazırlanması

Dondurulmuş keçi sütü örnekleri +40°C su banyosunda çözündürme işlemi uygulandıktan sonra analize alınmışlardır. Öncelikle mikrobiyolojik analizler uygulanmış, ardından fiziksel ve kimyasal analizlerle devam edilmiştir. Analizler esnasında tüm keçi sütü örnekleri buzdolabında (+4°C) muhafaza edilmiştir. Duyusal analizler için alınan örnekler çözündürülüp, sıcaklığının 30°C'ye ulaşması sağlandıktan sonra panel testine tabi tutulmuştur.

3.2.4.2. Mikrobiyolojik Analizler

Analize hazırlanan çözündürülmüş ve pastörize keçi sütü örneklerinde, çiğ keçi sütünde yapıldığı gibi uygun dilüsyonlar hazırlandıktan sonra mikrobiyolojik ekimlere geçilmiştir. Çözündürülmüş ve pastörize keçi sütlerinde de toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı (PCA besiyeri ile) ve koliform bakteri sayımı (VRBA besiyeri ile) yapılmıştır. Mikrobiyolojik işlem basamakları, kullanılan besiyeri ve ekimlerin uygulanışı çiğ keçi sütünde yapıldığı gibi Messer ve ark., (1985)'na göre yapılmıştır.

3.2.4.3. Fiziksel, Kimyasal ve Biyokimyasal Analizler

3.2.4.3.1. pH tayini

Keçi sütünde olduğu gibi yaklaşık 50 ml küçük beherlere aktarıldıktan sonra dijital pH-metre (İnolab, pH 720, Almanya) kullanılarak pH'sı belirlenmiştir. pH-metre, pH değeri 4 ve 7 olan standart tampon çözeltiler kullanılarak kalibre edilmiş, daha sonra pH-metrenin elektrotunun keçi sütü örneklerine daldırılıp iyice teması sağlanarak örneklerin pH değerleri direkt ölçülerek belirlenmiştir (Kurt ve ark., 1993).

3.2.4.3.2. Asitlik tayini

Keçi sütü örneklerinden 17.6 ml süt pipetle alınarak erlene aktarılmış, 2-3 damla fenolftaleyn (%95'lik nötr alkolde %1'lik) indikatörü ilave edilmiş ve 0.1 N'lik ayarlı sodyum hidroksit çözeltisi ile değişmeyen hafif pembe pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan sodyum hidroksit miktarı formülde yerine konularak laktik asit cinsinden % asitlik hesaplanmıştır (Kurt ve ark., 1993).

$$\text{Titrasyon asitliği (\% laktik asit)} = \frac{V \times 0.009 \times 100 \times F}{M}$$

V: Titrasyonda harcanan 0.1 N sodyum hidroksit çözeltisi (ml)

M: Titrasyonda kullanılan süt miktarı (17.6 ml)

3.2.4.3.3. Viskozite tayini

Keçi sütü örneklerinden yaklaşık 100 ml süt behere aktarılmış ve oda sıcaklığına ulaşana kadar bekletilmiştir. Keçi sütlerinin viskozite değerleri vizkometre cihazı (AND vibro viscometer SV-10, Japonya) kullanılarak 20°C’de direk ölçüm yapılmış ve sonuçlar mPa.s cinsinden ifade edilmiştir. Viskozite okumaları aynı örnek için 3 tekkerrürlü olarak yapılmış, değerlerin ortalaması alınmıştır

3.2.4.3.4. Sedimentasyon testi

Sediment miktarı, Katsiari ve ark., (2002) göre santrifüj yöntemi ile yapılmıştır. Temizlenmiş ve etüvde 105°C de sabit ağırlığa getirilmiş santrifüj tüplerine, çözündürülmüş pastörize keçi sütü örneklerinden 40 ml koyularak 1540xg’de 10 dakika santrifüje (Sigma 2-16K, Almanya) edilmiştir. Süpernatant faz boşaltılmış ve üst kısımda kalan yağ kalıntıları sıcak su yardımı ile temizlenmiştir. Tüplerde kalan sediment kütlesi 105 °C’de 3 saat kurutulmuş, tüpler desikatöre alınarak soğutulmuş ve tartılmıştır. Sedimentasyon miktarı tartımlar arası farktan hesaplanmış ve g/40 ml örnek şeklinde ifade edilmiştir.

3.2.4.3.5. Renk Tayini

Keçi sütü örneklerinin her birinden 50 ml cihazın cam kabına konulmuş ve Hunter Lab kromametre cihazı (Hunter, LabColorFlex A60, ABD) kullanılarak L, a, ve b değerleri okunmuştur. L değeri parlaklık/açıklığı göstermektedir ve 0 ile 100

arasında değişmektedir. Pozitif ve negatif değerler alabilen a değeri ise kırmızıdan yeşile doğru renk yoğunluğunu göstermektedir. Diğer parametre b değeri sarıdan (+) maviye (-) renk yoğunluğunu göstermektedir. Renk okumaları aynı örnek için 2 tekerrürlü olarak yapılmış, değerlerin ortalaması alınmıştır

3.2.4.3.6. Oksidasyon tayini

Oksidasyonun gelişimini gösteren peroksit sayısının belirlenmesinde International Dairy Federation Standard (IDF) (1991) yöntemi kullanılmış ve keçi sütü yağındaki peroksit sayısı, meq oksijen/ kg yağ cinsinden ifade edilmiştir. Yönteme göre önce süttten yağın ekstraksiyonu sağlanmış ve Fe iyonunun indirgenmesi ile oluşan renk değişim reaksiyonları spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1700 PharmaSpec, Japonya) ölçülmüş, böylece Fe iyonunun miktarı belirlenmiştir. Elde edilen veriler formülde yerine koyularak peroksit sayısı hesaplanmıştır.

Süt yağının ekstraksiyonu için 25 ml keçi sütü özel hazırlanmış bütirometreye aktarılmış ve bütirometrenin boyun kısmının dörtte birine kadar BDI reaktifi eklenmiş ve iyice karışması sağlanmıştır. Daha sonra bütirometre yavaşça kaynar su banyosuna daldırılarak 4 dakika beklemesi sağlanmıştır. Kaynamanın etkisiyle oluşan hacim kaybı BDI reaktifi ile tamamlanmış ve tekrar 3 dakika su banyosunda bekletilmiştir. Gerber santrifüjünde 1 dakika süre santrifüjlenmiş ve katılaştan yağın erimesi için tekrar su banyosuna koyulmuştur. Eriyen yağ bir enjektör ile alınarak 0.3 g olacak şekilde tüplere aktarılmış ve IDF 74a (1991)'e göre süt yağında peroksit sayısı belirlenmiştir.

3.2.4.3.7. E vitamini tayini

Dondurulmuş süt örnekleri çözündürüldükten sonra süt yağının ekstraksiyon işlemi Chen (1998) metoduna göre yapılmıştır. Keçi sütü örneğinden 0,5 g alınarak üzerine 5 ml metanol ilave edilmiş ve ekstrakte işlemini hızlandırmak için 25°C de 20 dak ultrasonik banyoda tutulmuştur. Metanol uçurulmuş ve hekzan ile ekstrakte işlemine devam edilmiştir. Toplanan organik fazdan 20 µl HPLC' ye otomatik enjektör kullanarak enjekte edilmiş ve floresan dedektör ile ölçüm yapılmıştır. Ayırma işleminde S2-SS silisli kolon ile korunan Lichrosorb Si 60-5 kullanılmıştır. Taşıyıcı sıvı faz olarak n-hekzan: isopropanol (99.3:0.7 v/v) karışımı, 1 ml.dak⁻¹ akıntı hızında olacak şekilde ayarlanmış ve elde edilen verilerin analizinde Borwin (versiyon: 1.21) kromatografikprogram kullanılmıştır. Alfa-tokoferol standardı kullanılarak, hekzanda 3 farklı konsantrasyonda çözelti hazırlanmış ve bu çözeltilerden standart eğri oluşturulmuştur. Eğriden yararlanılarak E vitamini miktarı hesaplanmıştır.

3.2.2.8. Lipoliz tayini

Lipoliz oranı asitlik derecesi değeri (Acid Degree Value, ADV) cinsinden Case ve ark., (1985)'na göre yapılmıştır. 35 ml keçi sütü pipet yardımıyla özel hazırlanmış bütirometreye yerleştirilmiş ve süt üzerine 10 ml BDI (30g triton-x-100 ve 70g sodyum tetra fosfat'ın distile sudaki solusyonu) ilave edilip karıştırılmıştır. Bütirometreler kaynayan suyun içerisine koyulmuş ara ara karıştırılarak 15-20 dakika bekletilmiştir. Sonra bütirometreler Gerber santrifüjünde 1 dakika santrifüj edilmiş ve yağın ölçülü kısma gelmesini sağlamak amacıyla sulu metanol (metanol eşit

miktarlarda su ile karıştırılmıştır. Tekrar 1 dak santrifüj edilmiş ve bütirometrenin üst kısmında yer alan yağ bir şırınga yardımıyla alınarak 50 ml’lik bir erlene alınmıştır. Erlen içindeki yağın tartımı yapıldıktan sonra donmaması için üzerine 5 ml yağ solventi (35°C’de 4 kısım petrolyum eter, 1 kısım n-propanol) ilave edilmiş ve 5 damla fenolftalein (metanolde hazırlanmış %1’lik çözeltisi) indikatörü eşliğinde 0.02 N alkolik ayarlı KOH ile sabit donuk renk elde edilinceye kadar titre edilmiştir. Kontrol amaçlı boş yağ solventi fenolftalein indikatörlüğünde potasyum hidroksit ile titre edilmiş ve asitlik derecesi değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$ADV = \frac{(A-B) \times N \times 100}{\text{örnek ağırlığı (g)}}$$

A: Örnek için harcanan KOH miktarı (ml)

B: Kontrol için harcanan KOH miktarı (ml)

N: Kullanılan KOH’in normalitesi

3.2.4.4. Duyusal analizler

Süt örneklerinin duyusal yönden değerlendirilmesinde Metin (1977) tarafından verilen kriterler dikkate alınmıştır. Keçi sütü örneklerinin depolama süresi boyunca duyusal özelliklerinin değerlendirilmesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim elemanlarından oluşan 8 kişi ve Bolu Kalite Yem Sanayi A.Ş. firmasından katılan 4 kişi ile toplam 12 kişilik panelist grubu oluşturulmuştur.

Değerlendirmeye katılan panelistler keçi sütleri hakkındaki beğenilerini 1 (en düşük) ve 4 (en yüksek) puan üzerinden değerlendirmişlerdir. Duyusal analizlerde kullanılan değerlendirme Tablosu Şekil 3.3’de verilmiştir.

Panelistin adı:/.../.....				
Size sunulan örnekleri aşağıda belirtilen özelliğin yoğunluğuna göre bir sıraya diziniz. Özellikte tespit ettiğiniz yoğunluğa göre 1-4 arası puan veriniz. Örneğin 1 puanını en açık renkte, en az tat, en kötü koku ve en kötü yapıdaki örneğe; 4 puanını ise en iyilere, 2 ve 3 puanlarını da arada kalanlara veriniz.				
Örnek no	Tat	koku	Renk ve görünüş	Yapı
Belirtmek istediğiniz diğer husus				

Şekil 3.3. Keçi sütlerinin duyusal analizinde kullanılan panel formu

3.2.4.5. İstatistiksel analizler

Araştırma 2 farklı hacimde, 2 farklı dondurma sıcaklığı, 2 farklı depolama sıcaklığı, 4 depolama süresi ve 2 tekerrür olmak üzere faktöriyel deneme deseni dikkate alınarak kurulmuş ve yürütülmüştür. Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS for Windows Release ver.15.0.1. (Inc, 2007) paket programı kullanılarak varyans analizi uygulanmıştır. Ortalamalar arası fark, verilerin homojenlik durumuna göre Shaffe veya Tamhane's T2 testleri kullanılarak yapılmış,

parametrik olmayan durumlarda gruplar arası farklar için Kruskal–Wallis varyans analizi testi kullanılmıştır (Devore ve Peck, 1993).

BÖLÜM IV

4.BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Çiğ keçi sütlerinin bileşimi

İşletmeye getirilen çiğ keçi sütlerinden alınan örneklerin bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Çiğ keçi sütü örneklerinin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri

Özellikler	Ortalama $\pm$ SD (n=2)
Kurumadde (%)	13.46 $\pm$ 0.152
Protein (%)	3.77 $\pm$ 0.223
Yağ (%)	4.78 $\pm$ 0.106
Laktoz (%)	4.86 $\pm$ 0.002
Kül (%)	0.81 $\pm$ 0.039
pH	6.57 $\pm$ 0.035
Asitlik (% laktik asit)	0.19 $\pm$ 0.013
Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı (log kob/ml)	7.62 $\pm$ 0.576
Koliform bakteri sayısı (log kob/ml)	6.29 $\pm$ 0.390

n: analiz edilen tekerrür sayısı, SD: standart sapma

İki tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada çiğ keçi sütlerinde ortalama kurumadde oranı %13.46, protein oranı % 3.77, yağ oranı % 4.78, laktoz oranı % 4.86 ve pH 6.57 şeklinde bulunmuştur. Guo (2001) bir yıl boyunca beş farklı keçi ırkı sütlerinin bileşimini incelediği çalışmasında keçi sütünün kurumadde oranının

%11.17-13.44, protein oranının % 3.19-3.86, yağ oranının % 3.00-4.40 ve laktoz oranının % 4.13-4.73 aralıklarında değiştiğini bildirmiştir. Jennes (1979) tarafından yapılan bir çalışmada ise, Saanen ırkı keçi sütünün kurumadde miktarının % 12.24-13.47, yağ miktarının % 4.01-4.61, protein miktarının % 3.10-3.39 ve laktoz miktarının % 4.85-4.93 arasında olduğu belirtilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, Jennes (1979) ve Guo (2001) tarafından verilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

İncelenen çiğ keçi sütlerinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı 7.62 log kob/ml ve koliform bakteri sayısı 6.40 log kob/ml şeklinde bulunmuştur.

4.2. Pastörize edilen keçi sütlerinin bazı özellikleri

Çiğ keçi sütlerinin 65°C’de 30 dakika süreyle pastörizasyonu ve +4°C’ye soğutulmasından sonra tanktan alınan örneklerin fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal analiz sonuçları Tablo 4.2’de verilmiştir.

Keçi sütünün pastörizasyonu ile asitlik ve pH değerlerinde hafif değişimler meydana gelmiştir. Bu değişim keçi sütünün ısıtılması ile karbondioksitin uzaklaşması ve tuzların çözünürlüğünün azalmasından dolayı kaynaklanmış olabilir (Metin, 2005).

Pastörize keçi sütünün L (açıklık-koyuluk) değeri CIELAB ölçüm sistemine göre Hunter Lab ile 94,40 olarak ölçülmüştür. Güler ve Park (2009) keçi sütünün renk değerlerini L=85,2; a=-3,38; b=7,76 olarak belirlemiştir. Çalışmamızdan elde edilen L değeri literatürde sunulan değerden yüksek çıkmıştır. Süte uygulanan ısıl işlemin sütün rengini etkilediği bilinmektedir. Güler ve Park (2009) yoğurt yapımı amacıyla kullandıkları keçi sütünü 85°C’de 30 dakika pastörize etmişlerdir. Yapmış

olduğumuz çalışmada ise uygulanan sıcaklık 65°C’de 30 dakikadır. Sütün aşırı ısıtılması sonucu süt karbonhidratlarının karemelizasyonu veya esmerleşme reaksiyonları artmakta ve renk daha da koyulaşabilmektedir. Ayrıca yüksek sıcaklıktaki ısı işlem beta karotende riboflavine göre daha fazla denatürasyona neden olmaktadır (Güler ve Park 2009). Çalışmada elde edilen b değerinin yüksek çıkması, dikkate alınan pastörizasyon sıcaklığının (65°C) keçi sütünde daha az vitamin degradasyonuna neden olmasıyla açıklanabilir.

Tablo 4.2. Pastörize keçi sütlerinin bazı kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri

Özellik	Ortalama $\pm$ SD (n=2)
pH	6.64 $\pm$ 0.028
Asitlik (% laktik asit)	0.15 $\pm$ 0.014
Viskozite (mPa s)	2.77 $\pm$ 0.537
Sedimentasyon (g kuru ağırlık/40 ml)	0.04 $\pm$ 0.002
Asitlik derecesi değeri (meq KOH/100 g yağ)	0.45 $\pm$ 0.224
Peroksit değeri meqO ₂ /kg yağ)	0.04 $\pm$ 0.002
Renk L	94.40 $\pm$ 0.381
Renk a	-3.13 $\pm$ 0.049
Renk b	11.20 $\pm$ 0.434
E vitamini (mg/100g)	-*

n: analiz edilen tekerrür sayısı *; veri kaybı

L = Siyah(0) - beyaz (100+); a = yeşil (-) - kırmızı (+); b = mavi (-) - sarı (+).

Keçi sütlerinin pastörizasyonu ile toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı ve koliform bakteri sayısında yaklaşık 3 logaritmik birim azalma gözlenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 4.3’de bir araya getirilmiştir.

Tablo 4.3. Pastörize keçi sütlerinin mikrobiyolojik özellikleri

Özellik	Ortalama $\pm$ SD Log kob/ml (n=2)
Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı	4.76 $\pm$ 0.729
Koliform bakteri sayısı	3.69 $\pm$ 0.599

n: Analiz edilen süt örneği (tekerrür) sayısı

4.3. Pastörize keçi sütünün farklı ambalajlarda dondurularak depolanması ile sütte meydana gelen değişimler

4.3.1. pH ve asitlikte (%) meydana gelen değişimler

Pastörize edilerek farklı ambalajlarda dondurulan ve depolanan keçi sütlerinin pH değerlerindeki değişimler Tablo 4.4’de ve % laktik asit değerlerindeki değişimler ise Tablo 4.5’te sunulmuştur. Tablolardan da izlenebileceği üzere, sütlerin pH ve % laktik asitlik değerlerinde depolama boyunca hafif değişimler meydana gelmiştir.

Ambalaj hacmi, dondurma sıcaklığı ve depolama sıcaklığının etkisi dikkate alındığında pastörize keçi sütlerinin asitlik değerlerinde meydana getirdiği değişim, istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur (Tablo 4.6). Benzer sonuçlar Babcock ve ark., (1948b) ile Katsiari ve ark (2002) tarafından rapor edilmiştir.

Tablo 4.4. Farklı ambalaj hacimlerinde dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin pH değerleri

Ambalaj Hacmi (L)	Dondurma Sıcaklığı (°C)	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama zamanı (Gün) (n=2) Ortalama ± SD			
			0	30	60	90
1/2	-15	-18	6.65±0.021	6.58±0.078	6.61±0.120	6.53±0.071
		-28	6.65±0.021	6.56±0.042	6.61±0.028	6.47±0.035
	-35	-18	6.63±0.028	6.53±0.028	6.53±0.071	6.52±0.092
		-28	6.63±0.028	6.54±0.007	6.51±0.057	6.47±0.021
1	-15	-18	6.64±0.028	6.51±0.007	6.56±0.028	6.50±0.071
		-28	6.64±0.028	6.55±0.021	6.61±0.049	6.48±0.071
	-35	-18	6.63±0.035	6.50±0.014	6.50±0.014	6.41±0.028
		-28	6.63±0.035	6.53±0.014	6.47±0.042	6.45±0.028

n: analiz edilen tekerrür sayısı, SD: Standart sapma

Tablo 4.5. Farklı ambalaj hacimlerinde dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin titrasyon asitliği (% laktik asit) değerleri

Ambalaj Hacmi (L)	Dondurma Sıcaklığı (°C)	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama zamanı (Gün) (n=2) Ortalama ± SD			
			0	30	60	90
1/2	-15	-18	0.14±0.002	0.16±0.014	0.16±0.035	0.15±0.028
		-28	0.14±0.002	0.17±0.021	0.16±0.021	0.16±0.021
	-35	-18	0.15±0.021	0.17±0.021	0.15±0.014	0.15±0.014
		-28	0.15±0.021	0.16±0.021	0.16±0.021	0.16±0.021
1	-15 °C	-18	0.15±0.021	0.15±0.014	0.17±0.021	0.16±0.028
		-28	0.15±0.021	0.16±0.021	0.17±0.035	0.14±0.028
	-35 °C	-18	0.15±0.014	0.16±0.021	0.16±0.021	0.15±0.028
		-28	0.15±0.014	0.16±0.028	0.15±0.021	0.15±0.021

n: analiz edilen tekerrür sayısı, SD: Standart sapma

Keçi sütü örneklerinin pH değerlerinde ambalaj hacminin etkisi ile depolama sıcaklığının etkisi önemsiz bulunurken, farklı derecelerde dondurma işlemi ile depolama süresinin etkisi önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.

Tablo 4.6. Pastörize edilerek dondurulan ve depolanan keçi sütlerinin pH ve asitlik değerlerine uygulanan istatistiksel analiz sonuçları

Özellikler	Test edilen parametreler			
	Ambalaj (t)	Dondurma sıcaklığı (t)	Depolama sıcaklığı (t)	Depolama süresi (F)
pH	1.466	2.461*	0.16	16.988*
Asitlik (% LA)	0.226	0.376	0.238	1.223

*: $p<0.05$ seviyesinde önemli,
(t): bağımsız t testi varyans analizi t değerleri,
(F): anova varyans analizi F değerleri,
LA: laktik asit

İnek sütü üzerinde yapılan bir çalışmada, yavaş dondurma işleminin sütlerde pH değerini 5.8'e kadar düşürmüş, buna karşın hızlı dondurmada pH değerlerinde değişimin daha az olduğu bildirilmiştir. Ayrıca dondurma işlemi sonrası tüm depolama sıcaklıklarında depolamanın ilk 2-3 haftalarında sütlerin pH'sı minimum değerine kadar düştüğü ve üçüncü haftadan sonra dereceli artışlar olduğu görülmüştür. Sütün dondurulması ve depolanması esnasında pH değerlerindeki bu değişimin büyük oranda kalsiyum fosfat ve daha az miktarlarda disodyum fosfat ve muhtemelen sodyum karbonatın çökmesinden kaynaklanabileceği tahmin edilmektedir. Suyun donması esnasında çözünür tuzların çökmesi ile pH düşerken, aynı tuzlar daha ileriki dönemde pH'nın yükselmesine katkıda bulunmaktadır (Van Den Berg 1960).

4.3.2. Viskozite değerlerinde meydana gelen değişimler

Pastörize edildikten sonra farklı ambalajlara doldurulan ve yine farklı sıcaklıklarda dondurularak depolanan keçi sütlerinin viskozite değerlerinde meydana gelen değişimler Tablo 4.7’de gösterilmiştir.

Tablo 4.7. Farklı ambalaj hacimlerinde dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin viskozite değerleri (mPa.s)

Ambalaj Hacmi (L)	Dondurma Sıcaklığı (°C)	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama zamanı (Gün) (n=2) Ortalama $\pm$ SD			
			0	30	60	90
1/2	-15	-18	3.17 $\pm$ 0.057	2.81 $\pm$ 0.035	2.94 $\pm$ 0.198	3.00 $\pm$ 0.262
		-28	3.17 $\pm$ 0.057	2.51 $\pm$ 0.092	3.16 $\pm$ 0.679	3.01 $\pm$ 0.205
	-35	-18	2.87 $\pm$ 0.304	2.32 $\pm$ 0.141	2.46 $\pm$ 0.085	3.23 $\pm$ 0.580
		-28	2.87 $\pm$ 0.304	2.16 $\pm$ 0.304	2.38 $\pm$ 0.141	3.16 $\pm$ 0.424
1	-15	-18	3.19 $\pm$ 0.156	2.33 $\pm$ 0.156	2.79 $\pm$ 0.658	3.27 $\pm$ 0.629
		-28	3.19 $\pm$ 0.156	2.71 $\pm$ 0.134	3.09 $\pm$ 1.018	3.11 $\pm$ 0.361
	-35	-18	3.10 $\pm$ 0.424	2.02 $\pm$ 0.262	2.41 $\pm$ 0.354	2.77 $\pm$ 0.092
		-28	3.10 $\pm$ 0.424	2.10 $\pm$ 0.240	2.32 $\pm$ 0.290	2.58 $\pm$ 0.184

n: analiz edilen tekerrür sayısı, SD: Standart sapma

İncelenen keçi sütü örneklerinde viskozite değerleri depolamanın 30. gününde azalırken, takip eden aylarda artmıştır. Dondurma işlemi esnasında su buz kristallerine dönüşerek ortamdan ayrılmaktadır. Su miktarı azaldıkça laktoz kristalleri artmaktadır. Süt dondurulduğunda sıvı faz uzaklaşırken oluşan laktoz kristalleri viskoziteyi artırmaktadır. Zamanla denge noktasına gelmekte ve bu süreçte viskozite değerlerinde hafif azalma gözlenmektedir. Depolama sıcaklığına bağlı olarak oluşan buz ve laktoz kristalleri büyüdükçe viskozite artmaktadır.

Viskozite değerleri -15 °C’de dondurulmuş sütlerde daha yüksek, -35°C’de dondurulmuş sütlerde daha düşük bulunmuştur. Yapılan istatistiksel değerlendirmede

keçi sütlerinin viskozite değerleri üzerine dondurma sıcaklığının ve depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Pastörize edilerek dondurulan ve depolanan keçi sütlerinin viskozite değerlerine uygulanan istatistiksel analiz sonuçları

Özellik	Test edilen parametreler			
	Ambalaj (t)	Dondurma sıcaklığı (t)	Depolama sıcaklığı (t)	Depolama süresi (F)
Viskozite (mPa s)	0.793	3.204*	0.036	9.896*

*: $p < 0.05$ seviyesinde önemli,

(t): bağımsız t testi varyans analizi t değerleri,

(F): anova varyans analizi F değerleri,

Benzer sonuçlar konsantre dondurulmuş inek sütünde tespit edilmiştir (Webb ve Hall, 1935). Çalışmada aynı kurumadde değerlerine sahip inek sütleri aynı sıcaklıkta dondurulup (-17°C) farklı sıcaklıklarda depolandığında yüksek sıcaklıkta (-8°C) depolanan örneklerin viskozitelerinin, düşük sıcaklıkta (-17°C) depolananlara göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

4.3.3. Sedimentasyon değerlerinde meydana gelen değişimler

Pastörize edildikten sonra farklı sıcaklıklarda dondurulan ve yine farklı sıcaklıklarda 90 gün depolanan keçi sütü örneklerine ait sedimentasyon değerleri Tablo 4.9’da bir araya getirilmiştir. Normal şartlar altında sütlerde sedimentasyon değerinin “1 g kuru ağırlık /40 ml süt” değerini geçmemesi gerektiği ifade edilmektedir (Antifantakis ve ark.,1980, Katsiari ve ark., 2002).

Tablo 4.9. Farklı ambalaj hacimlerinde dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin sedimentasyon miktarları (g kuru ağırlık/40 ml)

Ambalaj Hacmi (L)	Dondurma Sıcaklığı (°C)	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama zamanı (Gün) (n=2) Ortalama ± SD			
			0	30	60	90
1/2	-15°C	-18	0.04±0.019	0.05±0.012	0.05±0.014	0.05±0.014
		-28	0.04±0.019	0.05±0.024	0.06±0.021	0.06±0.021
	-35°C	-18	0.06±0.007	0.07±0.013	0.08±0.007	0.08±0.014
		-28	0.06±0.007	0.07±0.017	0.07±0.014	0.08±0.014
1	-15°C	-18	0.05±0.013	0.06±0.001	0.07±0.007	0.07±0.003
		-28	0.05±0.013	0.05±0.004	0.06±0.007	0.06±0.002
	-35°C	-18	0.05±0.018	0.08±0.017	0.08±0.014	0.09±0.014
		-28	0.05±0.018	0.07±0.018	0.07±0.014	0.08±0.014

n: analiz edilen tekrerrür sayısı, SD: Standart sapma

Yaptığımız çalışmada keçi sütü örneklerinde sedimentasyon değeri ortalama 0.05g kuru ağırlık/ 40 ml süt olarak belirlenmiştir. Keçi sütlerinin sedimentasyon değerlerine literatürde rastlanmazken, çalışmadan elde edilen değerler dondurulmuş koyun sütü için rapor edilen değerlere benzerlik göstermektedir (Antifantakis ve ark., 1980, Katsiari ve ark., 2002).

Depolama boyunca keçi sütlerinde sediment değerlerinde artış önemli ($P<0.05$) görülse de, bu değerler tortulaşma oluşturacak kadar yüksek değildir. Çalışmada ele alınan depolama süresi boyunca tortulaşma bakımından elde edilen değerler ürünün fiziksel niteliğini bozacak düzeyin çok altındadır. Çalışmamızda elde edilen bulgular, koyun sütünün dondurulması ile bulunan sonuçlarla (Antifantakis ve ark., 1980, Katsiari ve ark., 2002) benzerlik göstermektedir.

Sedimentasyon değerleri yarım litrelik ambalajlara göre, bir litrelik ambalajlarda daha fazla bulunmuştur ($P>0.05$) (Tablo 4.10.). Bu farklılık büyük ambalajda gerçekleşen donma olayının daha yavaş olmasından dolayı laktozun daha

fazla kristallenmesi ve proteinleri etkileyerek kazein stabilitesini bozması şeklinde açıklanabilir (Webb ve Hall 1935, Tumerman ve ark., 1954).

Tablo 4.10. Pastörize edilerek dondurulan ve depolanan keçi sütlerinin sedimentasyon değerlerine uygulanan istatistiksel analiz sonuçları

Özellik	Test edilen parametreler			
	Ambalaj (t)	Dondurma sıcaklığı (t)	Depolama sıcaklığı (t)	Depolama süresi (F)
Sedimentasyon (g kuru ağırlık/40 ml)	-1.371	-5.160*	1.041	3.394*

*: $p < 0.05$ seviyesinde önemli,

(t): bağımsız t testi varyans analizi t değerleri,

(F): anova varyans analizi F değerleri,

Keçi sütü örneklerinde dondurma sıcaklığının depolama boyunca sedimentasyon miktarının değişimi üzerine etkisi önemli ($P < 0.05$) bulunmuş (Tablo 4.10) ve düşük sıcaklıkta dondurulan keçi sütü örneklerinin sedimentasyon değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

4.3.4. Peroksit sayılarında meydana gelen değişimler

Bilindiği üzere değişik etkiler altında doymamış yağ asitleri peroksit ve hidroperoksitleri oluşturmakta ve böylece otooksidasyon meydana gelmektedir. Otooksidasyon ile süt yağında ve dolayısıyla sütte tat ve kokuda bozulmalar meydana gelmektedir. Pastörize edilerek dondurulan ve düşük sıcaklıklarda depolanan keçi sütlerinin 90 günlük depolama süresi boyunca peroksit sayılarında meydana gelen değişimler Tablo 4.11’de sunulmuştur.

Tablo 4.11. Farklı ambalaj hacimlerinde dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin peroksit sayıları (peroksit s.meqO₂/kg yağ)

Ambalaj Hacmi (L)	Dondurma Sıcaklığı (°C)	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama zamanı (Gün) (n=2) Ortalama ± SD			
			0	30	60	90
1/2	-15	-18	0.04±0.038	0.04±0.003	0.05±0.002	0.06±0.001
		-28	0.04±0.038	0.04±0.003	0.05±0.006	0.06±0.002
	-35	-18	0.05±0.004	0.05±0.004	0.07±0.007	0.08±0.007
		-28	0.05±0.004	0.05±0.004	0.07±0.007	0.08±0.007
1	-15	-18	0.03±0.007	0.03±0.004	0.05±0.007	0.06±0.007
		-28	0.03±0.007	0.03±0.004	0.05±0.007	0.06±0.007
	-35	-18	0.07±0.004	0.07±0.004	0.08±0.007	0.09±0.007
		-28	0.07±0.004	0.07±0.004	0.08±0.007	0.09±0.007

n: analiz edilen tekrerrür sayısı, SD: Standart sapma

Tablo 11'in incelenmesinden anlaşılaçağı üzere, peroksit değeri keçi sütlerinde depolama boyunca artış göstermiştir. Artış tüm sütler dikkate alındığında minimum 0.03 ve maksimum 0.09 peroksit s.meqO₂/kg yağ şeklinde gerçekleşmiştir. Yapılan duyuusal testlerde sütlerde otooksidasyon tadı ve kokusu hissedilmemiştir.

Öte yandan peroksit değeri -15 °C'de dondurulan sütlerde, -35 °C'de dondurulanlara göre daha düşük çıkmıştır. Ayrıca 1 L içerisinde dondurulan sütlerde peroksit değeri daha yüksektir.

Nitekim yapılan istatistiksel değeriendirmede keçi sütlerinin peroksit değeri üzerine dondurma sıcaklığı ve depolama süresinin etkisi önemli (p>0.05) bulunurken (Tablo 4.12), ambalaj Hacmi ve depolama sıcaklığının etkisi önemsiz çıkmıştır.

Tablo 4.12. Dondurulmuş keçi sütü örneklerinin peroksit sayılarının istatistiksel analiz sonuçları

Özellik	Test edilen parametreler			
	Ambalaj (t)	Dondurma sıcaklığı (t)	Depolama sıcaklığı (t)	Depolama süresi (F)
Oksidasyon (peroksit s.meqO ₂ /kg yağ)	-0.535	-8.003*	0.009	7.960*

*: p<0.05 seviyesinde önemli,

(t): bağımsız t testi varyans analizi t değerleri,

(F): anova varyans analizi F değerleri,

Çalışmadan elde edilen benzer bulgular, Antifantakis ve ark (1980) tarafından koyun sütlerinde tespit edilmiş ve bunun dondurma hızından kaynaklanabileceği vurgulanmıştır.

4.3.5. Asitlik derecelerinde meydana gelen değişimler

Süt yağının enzim etkisiyle parçalanması sonucu sütlerde serbest yağ asitleri miktarı artmaktadır. Aşırı miktarda artan serbest yağ asitleri, sütlerde tat ve aroma kusurlarına neden olmaktadır. Çalışmadan elde edilen ve süt yağında meydana gelen serbest yağ asidi değişimini gösteren “asitlik derecesi değerleri” (ADV) Tablo 4.13’de sunulmuştur. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre, dondurulmuş keçi sütlerinin maksimum asitlik derecesi değeri (ADV) 90. günde 0.95 meq KOH/100 g yağ’dır.

Tablo 4.13. Farklı ambalajlarda dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin asitlik derecesi değerleri (ADV) (meq KOH/100g yağ)

Ambalaj Hacmi (L)	Dondurma Sıcaklığı (°C)	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama zamanı (Gün) (n=2) Ortalama ± SD			
			0	30	60	90
1/2	-15	-18	0.43±0.192	0.51±0.147	0.78±0.042	0.84±0.064
		-28	0.43±0.192	0.49±0.051	0.75±0.297	0.71±0.071
	-35	-18	0.46±0.165	0.56±0.153	0.81±0.085	0.95±0.057
		-28	0.46±0.165	0.47±0.132	0.68±0.262	0.90±0.106
1	-15	-18	0.35±0.037	0.34±0.028	0.65±0.191	0.86±0.085
		-28	0.35±0.037	0.30±0.007	0.82±0.064	0.85±0.184
	-35	-18	0.49±0.082	0.36±0.044	0.81±0.198	0.92±0.042
		-28	0.49±0.082	0.40±0.103	0.89±0.071	0.83±0.021

n: analiz edilen tekerrür sayısı, SD: Standart sapma

Tablo 4.13'ten izlenebileceği üzere, dondurulmuş pastörize keçi sütlerinde ADV değerleri depolama boyunca artış göstermiştir. Ayrıca genel olarak incelendiğinde, ADV değerlerinde meydana gelen artış -35°C'de dondurulan sütlerde daha yüksek çıkmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, ADV üzerine depolama süresi $P<0.05$ düzeyinde etkili olurken; ambalaj Hacmi, dondurma sıcaklığı ve depolama sıcaklığının etkisi önemsiz bulunmuştur (Tablo 4.14).

Tablo 4.14. Dondurulmuş keçi sütü örneklerinin asitlik dereceleri varyans analiz sonuçları

Özellik	Test edilen parametreler			
	Ambalaj (t)	Dondurma sıcaklığı (t)	Depolama sıcaklığı (t)	Depolama süresi (F)
Asitlik derecesi değeri (meq KOH/100 g yağ)	0.571	-0.991	0.395	46.370*

*: $p<0.05$ seviyesinde önemli,

(t): bağımsız t testi varyans analizi t değerleri,

(F): anova varyans analizi F değerleri,

Çalışmada dikkati çeken diğer bir husus da -18°C’de depolanan örneklerin daha yüksek oranda ADV değerlerine sahip olduğudur. Benzer sonuçlar diğer araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (Wendorf ve Rauschenberger, 2001).

Genel olarak ADV değerlerinde meydana gelen değişim değerlendirildiğinde, lipaz enzimi aktivitesinin düşük derecelerde de aktif olduğudur. Bu durum Antifantakis ve ark., (1980), Wendorf ve Rauschenberger (2001) ve Katsiari ve ark (2002) tarafından da vurgulanmıştır. Sütün doğal lipazı pastörizasyon esnasında denatüre olsa bile, lipoprotein lipaz ancak HTST şartlarında inaktif olmaktadır (Metin 2005).

Depolama süresince ADV değerlerinde artış olmasına rağmen, 3 aylık dönemde keçi sütü örneklerinde ransit tat hissedilmemiştir.

4.3.6. E vitamini değerlerinde meydana gelen değişimler

Pastörize edilerek dondurulan ve farklı depolama sıcaklıklarında 90 gün saklanan keçi sütlerinde vitaminlerde meydana gelen değişikliklerin incelenmesinde; oksidasyon, ısı ve ışığa karşı hassas olmasından dolayı sadece E vitamini dikkate alınmıştır. E vitamini antioksidan bir maddedir. Dolayısıyla çevre şartlarına bağlı olarak oksitlenmekte ve vitamin değerinde azalmalar meydana gelmektedir. Yapılan bir çalışmada, çiğ keçi sütünün E vitamini miktarı 0,14 mg/100 ml olarak verilmiştir (Whiting ve Loosli, 1948). Dondurularak depolanmış pastörize keçi sütlerinin E vitamin değerlerinde meydana gelen değişimler Tablo 4.15’te bir araya getirilmiştir. Elde edilen değerler literatürde verilen değerlerle uyum içindedir.

Tablo 4.15. Farklı ambalaj hacimlerinde dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin E vitamini miktarları (mg/100 ml)

Ambalaj Hacmi (L)	Dondurma Sıcaklığı (°C)	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama zamanı (Gün) (n=2) Ortalama ± SD			
			0	30	60	90
1/2	-15 °C	-18	.*	0.14±0.001	0.16±0.007	0.15±0.002
		-28	-	0.14±0.001	0.14±0.000	0.14±0.008
	-35 °C	-18	-	0.13±0.023	0.14±0.007	0.14±0.019
		-28	-	0.13±0.002	0.14±0.000	0.14±0.007
1	-15 °C	-18	-	0.14±0.008	0.15±0.007	0.15±0.006
		-28	-	0.14±0.026	0.15±0.021	0.15±0.027
	-35 °C	-18	-	0.14±0.008	0.15±0.014	0.14±0.001
		-28	-	0.14±0.004	0.14±0.000	0.14±0.005

n: analiz edilen tekrerrür sayısı, SD: Standart sapma, *: Hizmet alımı şeklinde yaptırılan analiz sonuçları anlamlı bulunmadığından kayıp değer olarak dikkate alınmıştır.

Analiz edilen periyotlarda dondurularak saklanan pastörize keçi sütünün Vitamin E değerlerinde, ambalaj farkı, dondurma sıcaklığı, depolama sıcaklığı ve süresi etkili ($P>0.05$) bulunmamıştır (Tablo 4.16). Genel olarak bakıldığında keçi sütlerinin E vitamini değerlerinde bir değişim gözlenmemiştir.

Tablo 4.16. Dondurulmuş keçi sütü örneklerinin E vitamini (mg/100 ml) varyans analiz sonuçları

Özellik	Test edilen parametreler			
	Ambalaj (t)	Dondurma sıcaklığı (t)	Depolama sıcaklığı (t)	Depolama süresi (F)
E vitamini (mg/100g)	-0.888	1.988	0.855	2.708

*: $p<0.05$ seviyesinde önemli,

(t): bağımsız t testi varyans analizi t değerleri,

(F): anova varyans analizi F değerleri,

4.3.7. Mikrobiyal özelliklerde meydana gelen değişimler

Pastörize edildikten sonra dondurulan ve düşük sıcaklıklarda depolanan keçi sütlerinin mikrobiyel içeriğinde meydana gelen değişimleri incelemek amacıyla yapılan toplam mezofilik aerobik bakteri sayımları Tablo 4.17’de toplu olarak gösterilmiştir.

Tablo 4.17. Farklı ambalaj hacimlerinde dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları (Log kob/ml)

Ambalaj Hacmi (L)	Dondurma Sıcaklığı (°C)	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama zamanı (Gün) (n=2) Ortalama $\pm$ SD			
			0	30	60	90
1/2	-15	-18	5.22 $\pm$ 0.481	4.98 $\pm$ 0.355	4.81 $\pm$ 0.292	4.73 $\pm$ 0.171
		-28	5.22 $\pm$ 0.481	5.00 $\pm$ 0.493	4.86 $\pm$ 0.492	4.62 $\pm$ 0.184
	-35	-18	5.36 $\pm$ 0.490	5.08 $\pm$ 0.371	5.03 $\pm$ 0.395	4.60 $\pm$ 0.099
		-28	5.36 $\pm$ 0.490	4.92 $\pm$ 0.435	4.89 $\pm$ 0.441	4.83 $\pm$ 0.431
1	-15	-18	5.55 $\pm$ 0.082	4.86 $\pm$ 0.566	4.78 $\pm$ 0.604	4.60 $\pm$ 0.425
		-28	5.55 $\pm$ 0.082	4.96 $\pm$ 0.313	4.91 $\pm$ 0.334	4.81 $\pm$ 0.372
	-35	-18	4.62 $\pm$ 0.214	4.82 $\pm$ 0.788	4.77 $\pm$ 0.804	4.75 $\pm$ 0.768
		-28	4.62 $\pm$ 0.214	4.90 $\pm$ 0.682	4.88 $\pm$ 0.683	4.82 $\pm$ 0.658

n: analiz edilen tekrerrür sayısı, SD: Standart sapma

Tablodan da izleneceği üzere, incelenen tüm keçi sütü örneklerinde toplam mezofilik aerobik mikroorganizma sayıları depolama süresince azalma eğilimi göstermiştir. Benzer sonuçlar Wendorf ve Rauschenberger (2001) tarafından da rapor edilmiştir. Ambalaj hacminin, dondurma sıcaklığının, depolama sıcaklık ve süresinin etkisi istatistiksel bakımdan önemsiz ($P>0.05$) bulunsa da, incelenen bakteri grubu sayısındaki azalma olumlu bir sonuç olarak değerlendirilmiştir (Tablo 4.18).

Tablo 4.18. Dondurulmuş keçi sütü örneklerinin Toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları istatistiksel analiz sonuçları

Özellik	Test edilen parametreler			
	Ambalaj (t)	Dondurma sıcaklığı (t)	Depolama sıcaklığı (t)	Depolama süresi (F)
Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı	0.593	0.282	-0.429	2.696

(t): bağımsız t testi varyans analizi t değerleri,

(F): anova varyans analizi F değerleri,

Pastörize ve dondurulmuş keçi sütü örneklerinin koliform bakteri sayıları

Tablo 4.19’da bir araya getirilmiştir.

Tablo 4.19. Farklı ambalaj hacimlerinde dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin koliform bakteri sayıları (Log kob/ml)

Ambalaj Hacmi (L)	Dondurma Sıcaklığı (°C)	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama zamanı (Gün) (n=2) Ortalama ± SD			
			0	30	60	90
1/2	-15	-18	3.72±0.435	3.02±0.248	2.82±0.000	2.80±0.015
		-28	3.72±0.435	3.17±0.021	3.01±0.067	2.99±0.045
	-35	-18	2.87±0.549	2.88±0.155	2.68±0.019	2.67±0.007
		-28	2.87±0.549	3.19±0.074	2.94±0.009	2.85±0.058
1	-15	-18	3.19±0.827	2.74±0.834	2.48±0.491	2.79±0.016
		-28	3.19±0.827	2.92±0.078	2.90±0.067	2.81±0.065
	-35	-18	3.24±0.231	2.73±0.363	2.61±0.297	2.58±0.284
		-28	3.24±0.231	2.67±0.398	2.67±0.457	2.58±0.339

n: analiz edilen tekerrür sayısı, SD: Standart sapma

Tablo 4.19’den izleneceği üzere incelenen tüm keçi sütlerinde depolama boyunca koliform bakteri sayılarında düşüş yaşanmıştır. Bu düşüş istatistiksel bakımdan önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Keçi sütlerinin koliform bakteri sayılarını

ambalaj farkı, depolama sıcaklığı ve süresi istatistiksel bakımdan etkilemiştir (Tablo 4.20).

Tablo 4.20 Dondurulmuş keçi sütü örneklerinin toplam koliform bakteri sayılarının (log kob/ml) varyans analiz sonuçları

Özellik	Test edilen parametreler			
	Ambalaj (t)	Dondurma sıcaklığı (t)	Depolama sıcaklığı (t)	Depolama süresi (F)
Koliform bakteri sayısı	2.118*	1.704	-2.118*	5.396*

*: $p < 0.05$ seviyesinde önemli,

(t): bağımsız t testi varyans analizi t değerleri,

(F): anova varyans analizi F değerleri,

Bir litrelik ambalajlarda koliform bakteri sayısı daha fazla iken yarım litrelik ambalajlarda daha düşük çıkmıştır ($P < 0.05$). Bir litrelik ambalajlarda meydana gelen yavaş donma, daha büyük buz kristallerinin oluşmasına ve bu da bakteri hücrelerinin parçalanmasına neden olarak gösterilebilir. Benzer sonuçlar Antifantakis ve ark (1980) ile Katsiari ve ark (2002) tarafından da rapor edilmiştir.

4.3.8. Renk değerlerinde meydana gelen değişimler

Keçi sütlerinin dondurularak depolanmaları sonucunda meydana gelen renk değişimleri Tablo 4.21’de gösterilmiştir.

Keçi sütünün rengi içerdiği A vitamininden dolayı daha beyazdır ve L değerleri ortalama 94 civarında bulunmuştur. L değeri incelenen keçi sütü örneklerinde depolamanın sonuna doğru düşüş eğilimi göstermiştir. Bu azalma depolama süresinin etkisi ile yağ emülsiyonundaki dağılmalar ve protein yapısında meydana gelen değişimlerden kaynaklanabilir (Doan ve Baldwin 1936, Winder

1962). L değerlerinde meydana gelen azalma düşük sıcaklıkta dondurulan örneklerde daha yüksektir. Buna ilaveten düşük sıcaklıkta depolanan örneklerde yine L değerleri daha düşük, yüksek sıcaklıkta depolanan örneklerde daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 4.21. Farklı ambalaj hacimlerinde dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin renk (sırasıyla L, a, b) değerleri

Ambalaj Hacmi (L)	Dondurma Sıcaklığı (°C)	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama zamanı (Gün) (n=2) Ortalama ± SD			
			0	30	60	90
1/2	-15	-18	93.75±0.279	93.83±0.014	93.61±0.226	93.62±0.006
			-3.21±0.011	-3.23±0.025	-3.23±0.007	-3.15±0.113
			11.09±0.502	11.51±0.311	11.81±0.403	11.07±0.608
		-28	93.75±0.279	93.79±0.191	94.71±0.587	93.53±0.006
			-3.21±0.011	-3.20±0.138	-3.40±0.354	-3.29±0.042
			11.09±0.502	11.38±0.134	11.62±0.361	11.15±0.509
	-35	-18	94.06±0.078	94.04±0.166	93.42±0.311	93.75±0.035
			-3.16±0.081	-3.13±0.046	-3.25±0.212	-3.05±0.049
			11.20±0.095	11.32±0.360	11.15±0.078	11.08±0.707
		-28	94.06±0.078	94.00±0.011	93.53±0.269	93.63±0.311
			-3.16±0.081	-3.15±0.078	-3.20±0.177	-3.06±0.078
			11.20±0.095	11.26±0.424	11.27±0.021	10.88±0.870
1	-15	-18	93.85±0.414	93.79±0.216	93.52±0.346	93.15±0.636
			-3.22±0.025	-3.21±0.053	-3.34±0.375	-3.24±0.071
			11.46±0.021	11.40±0.325	11.57±0.276	10.81±0.530
		-28	93.85±0.414	93.66±0.230	93.90±0.332	93.55±0.141
			-3.22±0.025	-3.21±0.081	-3.23±0.247	-3.06±0.127
			11.46±0.021	11.33±0.523	11.32±0.707	10.53±0.884
	-35	-18	94.04±0.134	93.97±0.237	93.79±0.127	93.48±0.346
			-3.14±0.039	-3.12±0.060	-3.23±0.212	-3.07±0.021
			11.40±0.216	11.32±0.442	11.50±0.057	11.14±0.509
		-28	94.04±0.134	93.95±0.375	93.80±0.198	93.68±0.007
			-3.14±0.039	-3.10±0.060	-3.26±0.226	-3.10±0.134
			11.40±0.216	11.28±0.421	11.40±0.389	11.21±0.424

n: analiz edilen tekerrür sayısı, SD: Standart sapma

L = Siyah(0) - beyaz (100+); a = yeşil (-) - kırmızı (+); b = mavi (-) - sarı (+).

İncelenen “L”, “a” ve “b” renk değerlerine tüm süt örneklerinde depolama süresi istatistiksel anlamda etkili ($P<0.05$) bulunurken; ambalaj farklılığı, dondurma

sıcaklığı ve depolama sıcaklığı aynı etkiyi ($P>0.05$) göstermemiştir (Tablo 4.22).

Ancak “a” değerine dondurma sıcaklığı etkili ($P<0.05$) olmuştur.

Tablo 4.22. Dondurulmuş keçi sütü örneklerinin renk (L, a, b) değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları

Özellik	Test edilen parametreler			
	Ambalaj (t)	Dondurma sıcaklığı (t)	Depolama sıcaklığı (t)	Depolama süresi (F)
Renk L	-0.060	-1.917	-0.588	7.134*
Renk a	-0.100	-2.675*	0.043	4.054*
Renk b	0.067	0.402	0.692	4.480*

(*) $p<0.05$ seviyesinde önemli

(t) bağımsız t testi varyans analizi t değerleri

(F) anova varyans analizi F değerleri

4.3.9. Duyusal özelliklerde meydana gelen değişimler

Keçi sütü örnekleri depolamanın 0., 30., 60. ve 90. günlerinde duyusal olarak analiz edilmiş ve elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur.

4.3.9.1. Tat

Yapılan duyusal değerlendirme neticesinde keçi sütü örneklerine ait tat analiz sonuçları Tablo 4.25’de bir araya getirilmiştir. Tablodan izleneceği üzere, tüm süt örnekleri birbirine yakın puanlar almış ve bu puanlar 3’ün üzerinde (en iyiye yakın değerler olarak) gerçekleşmiştir.

Tablo 4.25. Farklı ambalaj hacimlerinde dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin tat puanları

Ambalaj Hacmi (L)	Dondurma Sıcaklığı (°C)	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama zamanı (Gün) (n=2) Ortalama $\pm$ SD			
			0	30	60	90
1/2	-15	-18	3.07 $\pm$ 0.829	3.38 $\pm$ 0.650	3.38 $\pm$ 0.870	3.00 $\pm$ 1.054
		-28	3.07 $\pm$ 0.829	2.92 $\pm$ 0.862	3.15 $\pm$ 0.899	3.30 $\pm$ 1.160
	-35	-18	3.57 $\pm$ 0.756	3.31 $\pm$ 0.751	3.23 $\pm$ 0.725	3.60 $\pm$ 0.516
		-28	3.57 $\pm$ 0.756	3.46 $\pm$ 0.660	3.23 $\pm$ 0.599	3.60 $\pm$ 0.699
1	-15	-18	3.14 $\pm$ 0.663	3.31 $\pm$ 0.751	3.38 $\pm$ 0.650	3.30 $\pm$ 0.823
		-28	3.14 $\pm$ 0.663	3.46 $\pm$ 0.660	3.46 $\pm$ 0.776	3.40 $\pm$ 0.966
	-35	-18	3.21 $\pm$ 0.975	3.31 $\pm$ 0.856	3.54 $\pm$ 0.519	3.40 $\pm$ 0.699
		-28	3.21 $\pm$ 0.975	3.54 $\pm$ 0.660	3.39 $\pm$ 0.768	3.50 $\pm$ 0.527

n: analiz edilen tekerrür sayısı, SD: Standart sapma

Yapılan istatistiksel analizler neticesinde pastörize edilerek dondurulmuş ve dondurularak depolanmış sütlerde tat puanları ambalaj farklılığından, dondurma sıcaklığından, depolama sıcaklık ve süresinden etkilenmemiştir ($P>0.05$) (Tablo 26). Netice olarak dondurma ve dondurarak depolama işleminin pastörize keçi sütleri üzerinde dikkate alınan depolama periyodunda olumsuz bir etkisi olmadığı ortaya çıkmıştır.

Tablo 4.26. Dondurulmuş keçi sütü örneklerinin tat puanları varyans analiz sonuçları

Özellik	Test edilen parametreler			
	Ambalaj (t)	Dondurma sıcaklığı (t)	Depolama sıcaklığı (t)	Depolama süresi (F)
Tat	-0,977	-1,820	0,154	0,345

(*) $p<0.05$ seviyesinde önemli

(t) bağımsız t testi varyans analizi t değerleri

(F) anova varyans analizi F değerleri

4.3.9.2. Koku

İncelenen depolama sürelerinde alınan ve koku yönünden duyuusal analizlere tabi tutulan keçi sütü örneklerine ait koku puan değerleri Tablo 4.27’de bir araya getirilmiştir.

Tablo 4.25. Farklı ambalaj hacimlerinde ve farklı sıcaklıklarda dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin koku değerleri

Ambalaj Hacmi (L)	Dondurma Sıcaklığı (°C)	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama zamanı (Gün) (n=2), Ortalama $\pm$ SD			
			0	30	60	90
1/2	-15	-18	3.29 $\pm$ 0.994	3.38 $\pm$ 0.870	3.69 $\pm$ 0.480	3.60 $\pm$ 0.699
		-28	3.29 $\pm$ 0.994	3.08 $\pm$ 0.954	3.54 $\pm$ 0.660	3.00 $\pm$ 1.054
	-35	-18	3.57 $\pm$ 0.756	3.38 $\pm$ 0.870	3.23 $\pm$ 0.832	3.30 $\pm$ 0.949
		-28	3.57 $\pm$ 0.756	3.46 $\pm$ 0.660	3.46 $\pm$ 0.660	3.50 $\pm$ 0.707
1	-15	-18	3.14 $\pm$ 0.949	3.38 $\pm$ 0.870	3.46 $\pm$ 0.776	3.20 $\pm$ 0.919
		-28	3.14 $\pm$ 0.949	3.46 $\pm$ 0.660	3.46 $\pm$ 0.776	3.40 $\pm$ 0.966
	-35	-18	3.71 $\pm$ 0.469	3.23 $\pm$ 0.927	3.38 $\pm$ 0.506	3.60 $\pm$ 0.516
		-28	3.71 $\pm$ 0.469	3.54 $\pm$ 0.660	3.38 $\pm$ 0.870	3.50 $\pm$ 0.527

n: analiz edilen tekerrür sayısı, SD: Standart sapma

Keçi sütlerinin tat özelliğinde olduğu gibi, koku özelliklerinde de tüm keçi sütü örneklerin aldığı puanlar birbirine yakın bulunmuş ve puanlar 3’ün üzerinde gerçekleşmiştir. En iyi değerin 4 olduğu dikkate alınırsa, tatta olduğu gibi, koku değerlerinde de dondurarak saklamanın olumsuz bir etkisine rastlanmamıştır. Nitekim elde edilen puanlara uygulanan istatistiksel analizler de aynı sonucu göstermektedir (Tablo 4.26).

Tablo 4.26. Dondurulmuş keçi sütü örneklerinin koku puanları varyans analiz sonuçları

Özellik	Test edilen parametreler			
	Ambalaj (t)	Dondurma sıcaklığı (t)	Depolama sıcaklığı (t)	Depolama süresi (F)
Koku	-0,617	-0,617	0,378	0,553

(*) p<0.05 seviyesinde önemli

(t) bağımsız t testi varyans analizi t değerleri

(F) anova varyans analizi F değerleri

4.3.9.3. Renk ve görünüş

Çalışmada dikkate alınan keçi sütü örneklerine ait renk ve görünüş puanları

Tablo 4.27’de gösterilmiştir.

Tablo 4.27. Farklı ambalaj hacimlerinde dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin renk ve görünüş puanları

Ambalaj Hacmi (L)	Dondurma Sıcaklığı (°C)	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama zamanı (Gün) (n=2) Ortalama ± SD			
			0	30	60	90
1/2	-15	-18	3.43±0.756	3.00±0.913	3.38±0.961	3.60±0.516
		-28	3.43±0.756	2.69±0.947	3.15±0.987	3.00±1.054
	-35	-18	3.71±0.469	2.92±0.760	3.31±0.855	3.70±0.483
		-28	3.71±0.469	2.46±1.127	3.15±0.801	3.60±0.699
1	-15	-18	3.14±0.770	3.46±0.660	3.62±0.506	3.40±0.843
		-28	3.14±0.770	3.85±0.555	3.85±0.376	2.70±1.059
	-35	-18	3.71±0.469	3.46±0.660	3.62±0.506	3.80±0.422
		-28	3.71±0.469	3.38±0.768	3.77±0.439	3.90±0.316

n: analiz edilen tekerrür sayısı, SD: Standart sapma

Dondurularak saklanmış pastörize keçi sütü örneklerine ait renk ve görünüş puanları ambalaj hacmi ve depolama süresinden etkilenmiştir (P<0.05) (Tablo 4.28).

Ancak genelde duyusal olarak analiz edilen örneklerin renk ve görünüş puanları, birkaç örnek hariç, 3 ve 3'ün üzerinde ve en iyiye yakındır.

Tablo 4.28. Dondurulmuş keçi sütü örneklerinin renk ve görünüş puanları varyans analiz sonuçları

Özellik	Test edilen parametreler			
	Ambalaj (t)	Dondurma sıcaklığı (t)	Depolama sıcaklığı (t)	Depolama süresi (F)
Renk ve görünüş	-4,050*	-1,548	1,356	4,103*

(*) p<0.05 seviyesinde önemli

(t) bağımsız t testi varyans analizi t değerleri

(F) anova varyans analizi F değerleri

4.3.9.4. Yapı

Keçi sütü örneklerinin duyusal değerlendirilmesi neticesinde elde edilen yapı puanları Tablo 4.29'da verilmiştir.

Tablo 4.29. Farklı ambalaj hacimlerinde dondurularak depolanan pastörize keçi sütlerinin yapı değerleri

Ambalaj Hacmi (L)	Dondurma Sıcaklığı (°C)	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama zamanı (Gün) (n=2) Ortalama ± SD			
			0	30	60	90
1/2	-15	-18	3.00±1.038	3.08±0.862	3.15±0.899	3.40±0.616
		-28	3.00±1.038	2.69±0.947	3.08±0.954	3.10±1.101
	-35	-18	3.57±0.646	3.15±0.987	3.23±0.832	3.60±0.699
		-28	3.57±0.646	2.54±1.330	3.15±0.689	3.60±0.699
1	-15	-18	2.86±1.099	3.46±0.519	3.46±0.660	3.10±0.738
		-28	2.86±1.099	3.85±0.376	3.69±0.480	2.80±1.229
	-35	-18	3.35±0.633	3.54±0.519	3.54±0.660	3.60±0.516
		-28	3.35±0.633	3.62±0.650	3.62±0.506	3.60±0.699

n: Analiz edilen tekerrür sayısı, SD: Standart sapma

Duyusal değerlendirmeler neticesinde elde edilen yapı puanlarına bakıldığında; -15 °C dondurulan sütler, -35 °C’de dondurulanlara kıyasla daha düşük değerler almıştır (P<0.05). Dondurma sıcaklığı ile ambalaj hacmindeki farklılığın dondurma hızını etkilediğı ve meydana gelen buz kristallerinin büyük olmasının sütün yapısına olumsuz katkıda bulunduğu düşünölebilir. Yarım litrelik ambalajlarda dondurularak saklanan sütler yapı bakımından daha yüksek (P<0.05) puanlar almıştır (Tablo 4.30).

Tablo 4.30. Dondurulmuş keçi sütü örneklerinin yapı puanları varyans analiz sonuçları

Özellik	Test edilen parametreler			
	Ambalaj (t)	Dondurma sıcaklığı (t)	Depolama sıcaklığı (t)	Depolama süresi (F)
Yapı	-3,256*	-2,196*	0,783	0,760

(*) p<0.05 seviyesinde önemli

(t) bağımsız t testi varyans analizi t değerleri

(F) anova varyans analizi F değerleri

Sütün dondurulması ve çözöndürölmesi ile yağ emölşiyonunun dağılmasından dolayı görsel olarak homojen yapısı bozulabilmektedir. Uygulanan dondurma ve depolama sıcaklıklarındaki farklılıklar ile buz kristallerinin büyüklüğüne bağılı olarak yapı etkilenebilmektedir (Babcock ve ark., 1947, Babcock ve ark., 1948, Guy 1980).

SONUÇLAR

Keçi sütü üretiminin kış mevsiminde azalması ve dolayısıyla bu mevsimde keçi sütüne duyulan ihtiyacın giderilmesi bu çalışmanın hazırlanmasında en önemli neden olmuştur. Ayrıca raf ömrü kısa olan pastörize keçi sütünün dondurarak saklanmasıyla raf ömrünün uzatılması ve böylece tüketici taleplerine daha rahat cevap verilebilmesi projenin diğer ana gerekçesini oluşturmuştur. Bu amaçla keçi sütü pastörize edildikten sonra iki farklı hacimdeki ambalaja (1L ve ½ L) aktarılıp, iki farklı dondurma (-15 ve -35°C) sıcaklığı uygulanmış ve farklı sıcaklıklarda (-18 ve -28°C) depolamanın belirli günlerinde (0, 30, 60 ve 90) mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal ve duyusal analizler yapılmıştır.

1.İki tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada çiğ keçi sütlerinde ortalama kurumadde oranı %13.46, protein oranı % 3.77, yağ oranı % 4.78, laktoz oranı % 4.86 ve pH 6.57 şeklinde bulunmuştur. Elde edilen verilere göre çiğ keçi sütlerinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı 7.62 log kob/ml ve koliform bakteri sayısı 6.40 log kob/ml'dir.

2.Çiğ keçi sütlerinin 65°C' de 30 dakika pastörizasyonu ve +4°C' ye soğutulması işlemlerinden sonra tanktan alınan pastörize süt örneklerinin titrasyon asitliği 0.15 (% laktik asit), viskozitesi 2.77 mPa.s, asitlik derecesi 0.45 meq KOH/100 g yağ ve pH değeri 6.64 şeklinde ölçülmüştür. Ayrıca pastörize keçi sütünün sedimentasyon değeri 0.04 g kuru ağırlık/40 ml süt ve peroksit değeri 0.04 meqO₂/kg yağ olarak belirlenmiştir.

3. Pastörize edilerek farklı ambalaj hacimlerinde dondurulan ve depolanan keçi sütlerinin pH ve asitlik (%) değerlerinde depolama boyunca hafif değişimler meydana gelmiş, ancak bu değişimler sütün tadını etkilememiştir.

4. İncelenen keçi sütü örneklerinde viskozite değerleri depolamanın 30. gününde azalırken, takip eden aylarda artmıştır. Viskozite değerleri -15 °C’de dondurulmuş sütlerde daha yüksek, -35°C’de dondurulmuş sütlerde daha düşük bulunmuştur. Yapılan istatistiksel değerlendirmede keçi sütlerinin viskozite değerleri üzerine dondurma sıcaklığının ve depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

5. Depolama boyunca keçi sütü örneklerinde sediment değerlerinde artış önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Ancak bu artış sütte tortulaşma oluşturacak düzeyin çok altındadır. Sedimentasyon değerleri yarım litrelik ambalajlara göre, bir litrelik ambalajlarda daha fazla bulunmuştur ($P>0.05$). Düşük sıcaklıkta dondurulan keçi sütü örneklerinin sedimentasyon değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

6. Peroksit değerleri keçi sütlerinde depolama boyunca artış göstermiştir. Öte yandan peroksit değeri -15 °C’de dondurulan sütlerde, -35 °C’de dondurulanlara göre daha düşük çıkmıştır. Ayrıca 1 L içerisinde dondurulan sütlerde peroksit değeri daha yüksektir. Ancak, yapılan duyuşal testlerde sütlerde otooksidasyon tadı ve kokusu hissedilmemiştir.

7. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre, dondurulmuş pastörize keçi sütlerinde ADV değerleri depolama boyunca artış göstermiştir. Ayrıca genel olarak incelendiğinde, ADV değerlerinde meydana gelen artış -35°C’de dondurulan sütlerde daha yüksek çıkmıştır. Depolama süresince ADV değerlerinde artış olmasına rağmen, 3 aylık dönemde keçi sütü örneklerinde ransit tat hissedilmemiştir.

8. Genel olarak bakıldığında keçi sütlerinin E vitamini değerlerinde bir değişim gözlenmemiştir.

9. İncelenen tüm keçi sütü örneklerinde toplam mezofilik aerobik mikroorganizma sayıları ve koliform grubu bakteri sayılarında depolama boyunca azalma meydana gelmiştir. Bu azalma olumlu bir sonuç olarak değerlendirilmiştir.

10. Yapılan renk ölçümlerinden elde edilen L değeri, incelenen keçi sütü örneklerinde depolamanın sonuna doğru düşüş eğilimi göstermiştir. L değerlerinde meydana gelen azalma düşük sıcaklıkta dondurulan örneklerde daha yüksektir. Buna ilaveten düşük sıcaklıkta depolanan örneklerde yine L değerleri daha düşük, yüksek sıcaklıkta depolanan örneklerde daha yüksek bulunmuştur. İncelenen “L”, “a” ve “b” renk değerlerine tüm süt örneklerinde depolama süresi istatistiksel anlamda etkili ($P<0.05$) bulunurken; ambalaj hacminin farklılığı, dondurma sıcaklığı ve depolama sıcaklığı aynı etkiyi ($P>0.05$) göstermemiştir.

11. Keçi sütlerinin tadı dondurma ve dondurarak depolama işleminden etkilenmemiştir. Koku değerlerinde de dondurarak saklamanın olumsuz bir etkisine rastlanmamıştır. Benzer şekilde renk ve görünüş puanları olumlu bulunmuştur. Duyusal değerlendirmeler neticesinde elde edilen yapı puanlarına bakıldığında; -15 °C dondurulan sütler, -35 °C’de dondurulanlara kıyasla daha düşük değerler almıştır ($P<0.05$). Yarım litrelik ambalajlarda dondurularak saklanan sütler yapı bakımından daha yüksek ($P<0.05$) puanlar almıştır.

Sonuç olarak, keçi sütünün pastörize edildikten sonra dondurulması ve donmuş halde saklanması keçi sütünde, incelenen periyotta, önemli değişimler meydana getirmemiştir. Yapılan analizler keçi sütünün pastörize edildikten sonra rahatlıkla dondurulabileceğini ve donmuş halde saklanabileceğini ortaya koymuştur. Pastörize keçi sütünün dondurulması ve dondurarak saklanması ile sütün

mikrobiyolojik yükünde azalmalara yol açması gıda güvenliği bakımından önemli bir sonuç olarak algılanmıştır. Elde edilen sonuçlar, keçi sütünün pastörize edilerek dondurulmasını ve donmuş halde saklanarak piyasaya sunulmasını mümkün kılmaktadır. Proje çıktıları, pastörize keçi sütünü dondurarak saklamak suretiyle, kalitesinde hissedilir bir değişim olmadan raf ömrünün uzatılabileceğini de göstermiştir.

KAYNAKLAR

- Adam, RC, 1972, Keçi Sütü, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayinlari* No:179, 86s, İZMİR
- Antifantakis, E, Kehagias, C, Kotouza I, Kalatzopoulos G, 1980, Frozen stability of sheeps milk under various conditions, *Milchwissenschaft* 35: 80-82,
- Anonim, 2003, <http://meyenberg.com/funfacts.htm>
- Atamer M, Çavuş A, Şen H, 1985, Süt ve Ürünlerinde Lipoliz, *Gıda Dergi*, 10(3): 177-182
- Babcock, CJ, Roerig, RN, Stabile JN, Dunlap WA, 1946, Frozen Homogenized Milk, I, Effect of Freezing and Storage Temperature on the Physical Characteristics of Homogenized Milk, *J Dairy Sci*, 29(10):699-706
- Babcock, CJ, Roerig, RN, Stabile JN, Dunlap, WA, Randall, R, 1947a, Frozen Homogenized Milk, II, Effect of Freezing and Storage Temperatures on the Chemical and Bacteriological Properties of Homogenized Milk, *J Dairy Sci*, 30(1):49-54
- Babcock CJ, Stabile JN, Randall, R, Windham, ES, 1947b, Frozen Homogenized Milk, III, Stability of Milk Solids Distribution in Frozen Homogenized Milk *J Dairy Sci* Vol, 30 (9): 733-736
- Babcock, CJ, Stabile, JN, Windham, E, Evans LB, Randall, R, 1948a, Frozen Homogenized Milk, IV, Keeping Quality of Frozen Homogenized Milk after Thawing, *J Dairy Sci*, 31: 805-810,
- Babcock, CJ, Stabile, JN, Windham, E, Evans, LB, Randall, R, 1948b, Frozen Homogenized Milk, V, Effect of Age Before Freezing on the Keeping Quality of Frozen Homogenized Milk, *J Dairy Sci*, 31(9): 811-815

- Babcock, CJ, Windham, E, Randall, R, 1950, Homogenized Milk VII, Effect of Agitation during Freezing on the Keeping Quality of Frozen Homogenized Milk, *J Dairy Sci*, Vol, 32 (9): 812-816
- Babcock, CJ, Strobel, DR, Yager, RH, Windham, ES, 1955, Frozen Homogenized Milk, IX, Freezing Characteristics of Homogenized and Unhomogenized Milk, *J Dairy Sci*, 37: 1416-1419,
- Bell RW, 1939, Effects of the Cold Storage Temperature, Heat Treatment, and Homogenization Pressure on the Properties of Frozen Condensed Milk, *Journal of Dairy Science* 22(2): 89-100
- Bell, RW, Mucha, TJ, 1951, Means of preventing an oxidized flavor in milk, *J Dairy Sci*, 34: 432-437,
- Businco, L, Bellantij, C, 1993, Food Allergy in Childhood, Hypersensitivity to Cow's Milk Allergens, *Clin, Exp, Allergy*, 23 (1993), pp, 481-483
- Case, RA, Bradley, RL, Williams, RR, 1985, Chemical and Physical Methods, Standard Methods for the Examination of Dairy Products, *In: G,H, Richardson(Editor) APHA*, Washington, D.C. 327-329,
- Clark, S, Sherbon JW, 2000, Alpha_{s1}-casein, milk composition and coagulation properties of goat milk, *Small Ruminant Research*, 38(2): 123-134
- Clark, J.T. 2004. Processing of frozen milk – Current procedures and difficulties encountered. *In: Proceedings of the 10th Great Lakes Dairy Sheep Symposium*. University of Wisconsin-Madison, Dept. of Anim. Sci. (In Press). Available: <http://www.uwex.edu/ces/animalscience/sheep/>.
- Devore, J, Peck, R, 1993, Statistics-the exploration and analysis of data, *Duxbury Press, an Imprint of Wadsworth Publishing Company*, Belmont, California,
- Doan, FJ, Baldwin, F, B, 1936, Observations on the Freezing of Milk and Cream, II, The Destruction of the Fat Emulsion in Frozen Cream, *J Dairy Sci*, 19: 225,
- Doan FJ, Warren FG, 1947, Observations on the Instability of the Protein Phase of Frozen Concentrated Milk, *J Dairy Sci*, 30 (11):837-848

- Guo, MR, Dixon, PH, Park YW, Gilmore, JA, Kindstedt, PS, 2001, Seasonal Changes in the Chemical Composition of Commingled Goat Milk, *J Dairy Sci*, 84(E, Suppl) E79-E83
- Guy, EJ, 1980, Effect of lactose hydrolysis on the stability of frozen goat milk concentrates, *Food microbiology and toxicology*, 63(1) p, 63
- Güler Z, Park YW, 2009, Evaluation Of Chemical And Color Index Characteristics Of Goat Milk, Its Yoghurt And Salted Yoghurt, *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 11 (2009): 37 - 39 37
- Haenlein, GWF, 2004, Goat milk in human nutrition, *Small Ruminant Research* 51 (2004) 155–163
- Haddad GS, Loewestein M, 1983, Effect of Several Heat Treatment and Frozen Storage on Thiamine, Riboflavin and ascorbic Acid Content of Milk, *J Dairy Sci*, 66:1601-1606
- Jennes, R, 1980, Composition and Characteristics of Goat Milk: Review 1968-1979, *J Dairy Sci* 63: 1605-1630
- Kaiser, C, 1990, Untersuchungen zur Reindarstellung von Kuhmilchproteinen fuer die immunologische Differentialdiagnose nutritiver Allergien, *Dissertation, Inst, Physiol, Und Biochem, Nutr, Bundesanstalt fuer Milchforschung, Universitaet Kiel, Kiel, Germany*, p,153
- Katsiari, MS, Voutsinas LP, Kondyli, E, 2002, Manufacture of yoghurt from stored frozen sheep's milk, *Food Chemistry*, 77(4):413-420
- Kurt, A, Çakmakçı, S, Çağlar, A, 1996, Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi, *A.Ü. Ziraat Fak. Yay. No:18*, Erzurum,238s
- Messer, JW, Behney, HM, Leudecke, LO, 1985, Microbiological count methods, Standart Methods For The Examination of Dairy Products, (*Editor:G,H, Richardson*), 15th ed, *American Public Health Association*, Washington D.C. p, 133-141,
- Metin, M, 1977, Süt ve Mamüllerinde Kalite Kontrolü, *Ankara Ticaret Borsası Yayınları* no:1, Ankara,

Metin, M, 2005, Süt Teknolojisi, Sütün Bileşimi Ve İşlenmesi, S: 3-4, 5, Baskı, Ege

Miller, GL, 1959 Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar, *Anal, Chem*, 1959, 31 (3), 426-428

Morgan, F, Massouras, T, Barbosa, M, Roseiro, L, Kandarakis, İ, Bonnin, V, Fistakoris M, Anifantakis, E, Jaubart G, Raynal-Ljutovak K, 2003, Characteristics of Goat Milk Collected from Small and Medium Enterprises in Greece, Portugal and France, *Small Ruminant Research*, 47(1): 39-49

Park, YW, 1994, Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk, *Small Ruminant Research*, 14:151-159

Park, YW, Juarez, M, Ramos, M, Haenlein, GFW, 2007, Physico-Chemical Characteristics Of Goat And Sheep Milk, *Small Ruminant Research* 68; 88-113

Popov-Raljić JV, Lakić NS, Lalić-Petronijević JG, Barać MB, Sikimić VM, Color Changes of UHT Milk During Storage, *Sensors* 2008, 8, 5961-5974

Read, RB, Bradshaw, JG, Francis, DW, 1970, Effects of Freezing Raw Milk on Standart Plate Count, *J Dairy Sci* 52(11): 1720-1723

SPSS Inc, 2007, *SPSS for Windows, Version 16,0*, Chicago : SPSS Inc,

Tumerman L, Fram H, Cornely K, W, 1954, The Effect of Lactose Crystallization on Protein Stability in Frozen Concentrated Milk, *J Dairy Sci*, 37 (7) 830-839

Ünlütürk, A, Turantaş F, 1999, Gıda Mikrobiyolojisi, *Mengi Tan Basımevi*, İZMİR s:598

Vidal-Valverde C, Ruiz R, Medrano A, 1993, Effects of Frozen and Other Storage Conditions on α -Tocopherol Content of Cow Milk, *J Dairy Sci*, Vol, 76 No, 6 1520-1525

Van Den Berg, L, 1961, Changes in pH of Milk During Freezing and Frozen Storage, *J Dairy Sci*, 44 (1):26-31

- Webb, BH, Hall, SA, 1935, Some Physical Effects of Freezing upon Milk and Cream, *J Dairy Sci*, 18: 275,
- Wendorff WL, Rauschenberger SL, 2001, Effect of Freezing on Milk Quality, *Proceedings of the 7th great lakes Dairy sheep symposium* November 1-3, 2001 EAU CLAIRE, WISCONSIN
- Weese, SJ, Butcher, DF, Thomas, RO, 1969, Effect of Freezing and Length of Storage on Milk Properties, *J Dairy Sci* , 52(11):1724-1726
- Weese, SJ, Thayne, WY, Butcher DF, 1973, Effect of Freezing Rate and Thawing Rate on Milk Properties, *J Dairy Sci*, 56 (2):168-170
- Wells PR, and Leeder JG, 1963, Changes Related to Casein Precipitation in Frozen Concentrated Milk, *J Dairy Sci*, 46(8):789-798
- Whiting, F, Loosli, JK, 1948, The Placental and Mammary Transfer of Tocopherols (Vitamin E) in Sheep, Goats and Swine, *J Nutr*, 36: 721-726
- Wildasin, HL, Doan FJ, 1951, Some Additional Influences Affecting the Stability of Concentrated Milk in Frozen Storage, *J Dairy Sci*, 34 (5):438-445
- Winder, WC, 1962, Physical-Chemical Stability of Frozen Whole and Concentrated Milks, *J Dairy Sci*, 45 (8): 1024-1027