

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE ÇİĞ
SÜTLERİN KALİTELERİNE GÖRE KATEGORİZE
EDİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SEDA GÖKÇE AKÇOK

DENİZLİ, OCAK - 2020

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE ÇİĞ
SÜTLERİN KALİTELERİNE GÖRE KATEGORİZE
EDİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SEDA GÖKÇE AKÇOK

DENİZLİ, OCAK - 2020

KABUL VE ONAY SAYFASI

SEDA GÖKÇE AKÇOK tarafından hazırlanan “ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE ÇİĞ SÜTLERİN KALİTELERİNE GÖRE KATEGORİZE EDİLMESİ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 17.01.2020 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

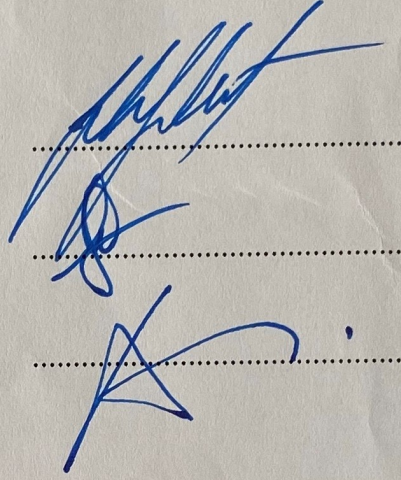
Jüri Üyeleri

İmza

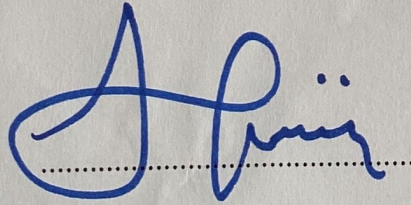
Danışman
Doç. Dr. Olcay POLAT

Üye
Doç. Dr. Seher ARSLAN

Üye
Doç. Dr. Mehmet Ali ILGIN



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
29/01/2020 tarih ve 05/16... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

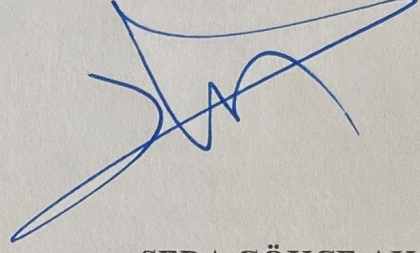


Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tez çalışması TÜBİTAK tarafından 217M578 ve PAÜ BAP tarafından 2019FEBE023 nolu proje ile desteklenmiştir.

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.



SEDA GÖKÇE AKOK

ÖZET

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE ÇİĞ SÜTLERİN KALİTELERİNE GÖRE KATEGORİZE EDİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SEDA GÖKÇE AKÇOK

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: DOC. DR. OLCAY POLAT)

DENİZLİ, OCAK - 2020

İnsan beslenmesinde çok önemli bir yere sahip olan süt, temel gıda maddeleri arasında yer alır. Ülke ekonomisine büyük katkı sağlayan süt, hijyenik koşullarda üretilmediği, depolanmadığı, toplanmadığı ve işlenmediği durumlarda zararlı etkiler barındırmaktadır. Aynı zamanda, sütün üretimden son tüketime kadarki süreçlerin uygun koşullarda yerine getirilememesi, süt kalitesini de olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle, süt kalitesinin sağlanabilmesi, işleme teknolojisinin kalitesini tamamen etkilemektedir. Buradan yola çıkıldığında, farklı tiplerdeki sütün kalite kriterlerinin belirlenmesi ve buna göre kategorize edilmesi; sütün değerlendirilebilmesi, işleme teknolojisinde mal kabulünün sağlanması, taşıma sistemlerinin en doğru şekilde yapılabilmesi gibi pek çok açıdan büyük önem taşımaktadır.

Sütün kalitesinin en doğru kriterler ve bu kriterlerin en doğru kombinasyonu ile birleştirilmesi sonucunda, sütün belli kalitelere ayırmak oldukça önemlidir. Süt kalitesine etki eden kriterler üzerine çalışmalar yoğun şekilde yapılmış olmasına karşın, bu kriterlerin bazılarının bir araya getirilerek sütün belli kategori başlıkları altında sınıflandırılmamıştır.

Bu tez çalışmasında, sütün kalite kriterlerine göre kategorize edilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, sütün kalite kriterleri detaylı şekilde incelenmiş, süt kalitesine doğrudan etki eden 10 ayrı kalite kriteri belirlenmiştir. Sektör çalışanlarından, anketten, akademisyenlerden gelen veriler sayesinde, kalite kriterlerinin limit değerleri belirlenmiştir. Bu kriterler temel alınarak, farklı tür ve farklı yerlerdeki sütünlerden alınan numunelerle saha analizleri yapılmış ve çıkan sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çıkan sonuçlara göre, sütün kalite sınıflandırması için gerekli olan kriterler, çok kriterli karar verme yöntemleri ile kategorize edilmiştir. Bunun için öncelikle AHP kullanılmış, ardından VIKOR yönteminin geliştirilmesi sonucu elde edilmiş olan VIKORSORT yöntemi ile süt sınıflandırması yapılmıştır.

Yapılan çalışmalar sonucunda, ulaşılan sonuçlarla birlikte, sütün kalite sıralamasında en iyi kaliteden daha düşük kaliteye doğru olacak şekilde “A, B, C ve D” şeklinde sınıflandırılmıştır. Yapılan sınıflandırmada görülmüştür ki, her kategori başlığı altındaki süt sınıfı, son ürüne işlenebilecek sütün seçimi açısından önem taşımaktadır.

ANAHTAR KELİMELER: Süt Tipleri, Sütün Kalite Kriterleri, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

ABSTRACT

RAW MILK CATEGORIZATION ACCORDING TO QUALITY BY MULTIPLE CRITERIA DECISION METHODS

MSC THESIS

SEDA GÖKÇE AKÇOK

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
INDUSTRIAL ENGINEERING
(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. OLCAY POLAT)

DENİZLİ, JANUARY 2020

Milk, which has a very important place in human nutrition, is among the basic foodstuffs. Milk, which contributes greatly to the national economy, has harmful effects when it is not produced, stored, collected and processed under hygienic conditions. At the same time, if all the processes that milk goes through from production to final consumption cannot be carried out under favorable conditions, milk quality also affects negatively. Therefore, the milk quality provided completely affects the quality of the processing technology. From this point of view, determining and categorizing the quality criteria of different types of milk, is of great importance both in terms of the evaluation of milk, in terms of acceptance of goods in processing technology and milk collection system performance.

Determining the criteria that are effective in the determination of milk quality and determining the weights of these criteria are very important for separating milk into certain qualities. Although the studies on the criteria affecting the milk quality have been done extensively in the literature, the study of combining these criteria according to their importance levels and classifying the milk under certain category titles has not been conducted yet.

In this thesis work, up to quality criterias, classifying of milk is aimed. In this context, milk quality criterias were analyzed detaily and 10 different quality criterias, which affect to milk quality directly, were determined. Quality criterias' limit values were determined through datas which comes from akademics, survey and sector workers. Base on these criterias, field analyses were done on samples which are different types and taken from different places; then, results were compared. Up to these results, criterias (for quality classifying of milk) were categorized by using multi – criteria decision making methods. For this target, firstly AHP was used, then milk classifying was done by using VIKORSORT method which was gained after improving VIKOR method.

Result of all these works, milk types are classified as “A, B, C and D”, from the best quality to less quality. In this classifying, it was seen that milk classes, which were under each category headlines, have importance to select milk that applying to the last product.

KEYWORDS: Milk Types, Military Quality Criteria, Multi Criteria Decision Making Methods

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. ÇİĞ SÜT ÜRETİM TEKNOLOJİSİ.....	3
2.1 Sütün Önemi.....	3
2.2 Sütün Bileşimi	4
2.2.1 Süt Yağı	5
2.2.2 Süt Proteini	6
2.2.3 Süt Şekeri (Laktoz)	7
2.2.4 Sütün Vitamin ve Mineral Maddeleri	7
2.3 Çiğ Süt Tipleri	8
2.3.1 İnek Sütü	9
2.4 Sütün Kalite Kriterleri	11
2.4.1 Sütün Duyusal Özelliklerine Etki Eden Kalite Kriterleri	12
2.4.1.1 Renk ve Görünüm, Doku ve Tekstür	13
2.4.1.2 Tat ve Koku.....	13
2.4.2 Sütün Miktar ve Bileşimi Üzerine Etki Eden Kalite Kriterleri....	16
2.4.2.1 Hayvanın Irkı	16
2.4.2.2 Yem Kalitesi ve Miktarı.....	17
2.4.2.3 Hayvanın Yaşı.....	18
2.4.2.4 Çevre ve Çevresel Faktörler.....	18
2.4.2.5 Sağım Süresi ve Sayısı.....	19
2.4.2.6 Laktasyon	19
2.4.2.7 Ekipman	20
2.4.2.8 İş Gücü	21
2.4.3 Sütün Bazı Fiziko-Kimyasal Kalite Kriterleri	21
2.4.3.1 Asitlik (pH)	22
2.4.3.2 Donma ve Kaynama Noktası	24
2.4.3.3 Yoğunluk.....	25
2.4.3.4 Antibiyotik	25
2.4.4 Sütün Mikrobiyolojik Kalite Kriterleri	26
2.4.4.1 Toplam Canlı Sayısı.....	27
2.4.4.2 Somatik Hücre Sayısı ve Mastitis Hastalığı.....	30
2.5 Süt Üretiminin Aşamaları.....	31
2.5.1 Pastörize Süt	33
2.5.2 Uzun Ömürlü Süt (UHT Süt).....	36
2.5.3 Evde Geleneksel Yöntemle Kaynatılan Süt.....	38
2.6 Dünyadaki Süt Üretim Durumu	38
2.7 Türkiye'deki Süt Üretimi	41
3. LİTERATÜR ÇALIŞMASI.....	46

3.1	Sütün Kalite Sınıflandırmaları ile İlgili Kabul Görmüş Uluslararası Uygulamalar	46
3.2	Sektör Araştırmaları	48
4.	ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ.....	61
4.1	Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yöntemi.....	62
4.2	VIKORSORT Yöntemi	65
5.	SAHA ANALİZLERİ.....	70
5.1	Veri Toplama.....	72
5.1.1	Numune Toplama Çalışmaları	72
6.	ANKET ÇALIŞMASI	78
7.	ÇİĞ SÜTÜN SINIFLANDIRILMASINDA AHP & VIKORSORT YÖNTEMİNİN UYGULANMASI	81
7.1	AHP.....	81
7.2	VIKORSORT	83
8.	Duyarlılık Analizleri.....	91
8.1	Duyarlılık Analizi – 1	91
8.2	Duyarlılık Analizi – 2.....	94
9.	SONUÇ VE ÖNERİLER	97
10.	KAYNAKÇA	99
11.	EKLER.....	108
	EK A. Süt Toplama Merkezi Şeması.....	108
	EK B. Kalite Bazlı Çiğ Süt Sınıflandırma Anketi.....	110
12.	ÖZGEÇMİŞ.....	126

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: İnek sütünün ortalama bileşimi (Yöney 1974; Spreer 1988; Metin 1998).....	10
Şekil 2.2: Süt kalitesinin farklı yönleri (Panayotova ve Adler 1999).	12
Şekil 2.3: Pastörize Süt İşlem Basamakları.	35
Şekil 2.4: UHT Süt İşlem Basamakları.	37
Şekil 2.5: Yıllara göre toplam süt üretim miktarı 2010,2014-2017.	40
Şekil 2.6: 2010–2018 yılları arası tüm türlerden üretilen çiğ süt miktarları (TÜİK, 2019).....	43
Şekil 2.7: 2010–2018 yılları arası üretilen çiğ inek sütü miktarları (TÜİK 2019).....	44
Şekil 2.8: 2010–2018 yılları arası sanayiye aktarılan çiğ süt miktarları (TÜİK 2019).....	44
Şekil 3.1: Süt üretim zincirinin ana aşamaları.	53
Şekil 5.1: 2010-2018 yılları arası aylık süt üretim tablosu (TÜİK 2019).	70
Şekil 6.1: Anket katılımcılarının cinsiyet dağılımı.	79
Şekil 6.2: Anket katılımcılarının eğitim düzeyi dağılımı.	79
Şekil 6.3: Anket katılımcılarının mesleki dağılımları.	79
Şekil 6.4: Anket katılımcılarının mesleki tecrübe dağılımları.	80
Şekil 8.1: Limit profil değerlerine göre duyarlılık analizi (Senaryo 1.1).....	92
Şekil 8.2: Limit profil değerlerine göre duyarlılık analizi (Senaryo 1.2).....	93
Şekil 8.3: Limit profil değerlerine göre duyarlılık analizi (Senaryo 1.3).....	94
Şekil 8.4: "v" değerine göre duyarlılık analizi (Senaryo 2.1).	95
Şekil 8.5: "v" değerine göre duyarlılık analizi (Senaryo 2.2).	96
Şekil 8.6: "v" değerine göre duyarlılık analizi (Senaryo 2.3).	96

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Çeşitli türlerin ortalama bileşimleri (Kielwein, 1976; Robinson, 1986; Spreer, 1988).....	5
Tablo 2.2: Sütte istenmeyen tat ve kokular (Schiano ve diğ. 2017).	16
Tablo 2.3: Somatik hücre sayısına dayalı süt üretim miktarları.	31
Tablo 2.4: Sanayiye Aktarılan İnek ve Manda Sütü.	40
Tablo 2.5: Yıllara ve türlerine göre çiğ süt üretimi.....	43
Tablo 3.1: Süt Kalitesinin Göstergeleri (Tolusic ve diğ. 2009).	48
Tablo 3.2: A sınıfı süt B sınıfı süt kıyaslaması.	50
Tablo 3.3: Sınıflarına göre üretilebilecek süt ürünleri.	51
Tablo 3.4: Süt kalitesinin göstergeleri (TSE 1018:2002).....	58
Tablo 3.5: Süt kalitesinin göstergeleri (Türk Gıda Kodeksi 2019/12).....	59
Tablo 4.1: Kriter önceliklendirme tablosu.	63
Tablo 4.2: Rastgele değer indeksi.	65
Tablo 5.1: Saha analiz bölgeleri.....	71
Tablo 5.2: Çiğ sütün kalitesini etkileyen kriterler.....	73
Tablo 5.3: Fiziksel analizlerde kullanılan cihaza ilişkin ölçüm aralık ve hassasiyetleri.	75
Tablo 5.4: Müstahsilere ilişkin süt numunelerine ait analiz sonuçları.....	76
Tablo 7.1: Kriter önceliklendirme matrisi.....	81
Tablo 7.2: İndirgenmiş normalize matrisi.	82
Tablo 7.3: Tutarlılık oranı.	83
Tablo 7.4: Çiğ süt kalite kriterleri ve AHP sonucu kriter ağırlıkları.	84
Tablo 7.5: Kalite kriterlerine ait limit profil değerleri.	84
Tablo 7.6: °SH ve pH seviyesine bağlı çiğ sütün özelliği.....	85
Tablo 7.7: pH kriteri ek skala.....	85
Tablo 7.8: °SH kriteri ek skala.....	85
Tablo 7.9: İlave edilen maddelerin sütün donma noktasına etkisi.	86
Tablo 7.10: Donma noktası kriteri ek skala.	86
Tablo 7.11: Kriterlere ait en iyi ve en kötü değerler.....	87
Tablo 7.12: Süt numunelerinin ve limit profili değerlerinin S, R ve Q değerlerine göre sıralanması.....	87
Tablo 7.13: VIKORSORT final ataması sonucu gruplara atanan müstahsiller.....	89
Tablo 7.14: VIKORSORT final ataması sonucu 3 farklı senaryo için gruplara atanan müstahsiller.....	90

SEMBOL LİSTESİ

AHP	:Analitik Hiyerarşi Prosesi
ASÜD	:Ambalajlı Süt ve Süt Ürünleri Sanayicileri Derneği
BAKA	:Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı
BTM	:Dökme Tank Sütü (Bulk Tank Milk)
BTSCC	:Tank Sütü Somatik Hücre Sayısı
CI	:Tutarlılık İndeksi
CR	:Tutarlılık Oranı
FAO	:Gıda ve Tarım Örgütü
FMMO	:Süt Pazarlama Siparişi
FMO	:Federal Pazarlama Emirleri
IDF	:Uluslararası Süt Federasyonu
IFCN	:Uluslararası Çiftlik Karşılaştırma Ağı
PPBMQ	:Süt Kalitesine Dayalı Ödeme Programları
PUFA	:Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (Polyunsaturated Fatty Acids)
RI	:Rastgele Değer İndeksi
SEK	:Süt Endüstrisi Kurumu
SGB	:T.C. Tarım Ve Orman Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı
SNF	:Yağsız Kuru Madde
SSC	:Somatik Hücre Sayısı
TAGEM	:Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü
TÜİK	:Türkiye İstatistik Kurumu
UHT	:Uzun Ömürlü Süt (Ultra High Temperature)
USK	:Ulusal Süt Konseyi

ÖNSÖZ

Yüksek lisansa başladığım ilk günden itibaren ve bu çalışmanın her aşamasında kıymetli fikirleriyle bana yol gösteren, gıda mühendisliği ile endüstri mühendisliği uygulamalarını harmanlayarak daha önce üzerinde çalışmamış bir konuda çalışmama öncülük eden ve bu tezi oluşturabilmem için imkan tanıyan, bana olan güveni sayesinde çalışmalarımı ilerletebildiğim değerli danışman hocam sayın Doç. Dr. Olcay POLAT'a

Lisans eğitimim esnasında bilgi ve tecrübelerini bizlerle paylaşan ve bu bilgilerle yüksek lisans çalışmalarımın temelini oluşturmasını sağlayan Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü hocalarıma,

Yüksek lisans sürecinde lisansımın farklı bir akademik alana yöneldiğim yüksek lisans sürecimde, farklı bilim dallarının harmanlanması hususundaki adaptasyonda desteklerini esirgemeyen Pamukkale Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölüm hocalarıma,

Bu tez çalışmasının gerçekleşmesinde 217M578 numaralı proje ile deste sağlayan Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na ve 2019FEBE023 numaralı proje ile destek sağlayan Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne,

TÜBİTAK projesinde birlikte çalışma şansı bulduğum, projenin saha çalışmalarını birlikte yürüttüğümüz değerli proje arkadaşlarıma; tez çalışmasında çok kriterli karar verme yöntemlerinin oluşturulmasında büyük katkıları olan sayın Mehmet Anıl AKBAY'a; yüksek lisans ve akabindeki tez yazım sürecinde her daim çok büyük emek vererek yanımda olan, çok değerli arkadaşım ve meslektaşım sayın Duygu TOPALOĞLU'na,

Bana okuma şevkini aşıl原因an, daha çok bilgiye ulaşmam ve bildiklerimi harmanlayarak yazabilmem için gazeteci kimliğiyle bana yol gösterici ve her daim iyi bir baba olan, 2015 yılında aramızdan ayrılan sevgili babam Naci CÖMERT'e; çocuğunu yetiştirirken etik değerlere saygılı, kaliteli, öğrenmeye istekli bir insan olabilmesi için her türlü imkanı yaratan, hayattaki güçlü duruşuyla ve anneliğiyle kendime örnek aldığım sevgili annem Ayfer YEŞİLOVA SOYTÜRK'e, bilimsel çalışmalara yönelmemde ve özellikle yüksek lisans yapmam hususunda her zaman teşvik edici olan, her durumda her daim yanımda olarak en büyük destekçim, en yakın dostum ve hayat arkadaşım olan sevgilim eşim Baran AKÇOK'a, yüksek lisans sürecimde her daim bana inanan aileme sonsuz teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Seda Gökçe AKÇOK

1. GİRİŞ

Süt, insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan ve tüketilmesi gereken temel bir besin maddesidir. Bununla birlikte, üretimi sürekli olan, ekonomik açıdan ülke ve dünya ekonomisine ciddi düzeyde katma değer sağlayan (BAKA 2011) süt, hijyenik koşullarda üretilmediği, depolanmadığı, toplanmadığı ve işlenmediği durumlarda insan sağlığına zararlı etkileri olabilmektedir (ASÜD 2010). Bu süreçlerin uygun koşulda yerine getirilememesi, süt kalitesini olumsuz şekilde etkilemektedir. Halbuki sütün besleyici özelliklerinden yararlanmak için öncelikle iyi kalitede olması gerekir (Suriyasathaporn ve diğ. 2010). Bu nedenle çiğ süt en yüksek kalitede üretilmelidir. Süt ve süt ürünleri tüketiminde küresel çapta çok hızlı bir artış görüldüğünden, gıda kalitesi ve özellikle de süt ve süt ürünlerindeki kalite hususunda tüketicilerin de endişeleri buna paralel olarak artış göstermiştir. Tüketicilerdeki gıda kalitesi noktasında bilincin gelişmesi sonucunda, yüksek kalitede süt tanımı daha önemli hale gelmiştir. Bu bilinç ile tüketici beklentileri artmış, bu beklentiler de süt üretiminin temel taşlarından olan hayvan yönetimi uygulamalarını etkilemeye başlamıştır (Ruegg 2001). Dolayısıyla, süt kalitesinin sağlanabilmesi, işleme teknolojisinin kalitesini de tamamen etkilemektedir. Buradan yola çıkıldığında, farklı tiplerdeki sütlerin kalite kriterlerinin belirlenmesi ve buna göre kategorize edilmesi, hem sütün değerlendirilebilmesi açısından, hem işleme teknolojisinde hammadde kabul açısından, hem de taşıma sistemlerinin en doğru şekilde yapılabilmesi gibi pek çok açıdan büyük önem taşımaktadır.

Sütün kalitesinin en doğru kriterler ve bu kriterlerin en doğru kombinasyonu ile birleştirilmesi sonucunda, sütleri belli kalitelere ayırmak oldukça önemlidir. Bu tez çalışmasında, sütün kalitesine etki eden kriterlerin detaylı şekilde incelenmesi sonucu gerekli olan kriterlerin belirlenmesi ve sütün kategorize edilmesi amaçlanmıştır. Yapılan literatür araştırmaları ve sektör tecrübelerine göre, öncelikle sütün kalitesine etki eden ve tamamen özgün çalışmalar sonucunda belirlenmiş 10 adet kalite kriteri (yağ oranı, somatik hücre sayısı, sıcaklık, yağsız kuru madde oranı (snf), yoğunluk, protein oranı, donma noktası, asitlik, titrasyon asitliği, iletkenlik) bir araya getirilerek sütler belli kategori başlıkları altında sınıflandırılmamıştır.

Akabinde saha analizleri yapılmış, farklı türdeki ve farklı yerlerdeki sütlerden alınan numunelere bu kriterler ışığında analizler tamamlanmış ve çıkan sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çıkan sonuçlara göre, sütün kalite sınıflandırması için gerekli olan ana parametreler, çok kriterli karar verme yöntemleri ile kategorize edilmiştir. Bunun için öncelikle AHP kullanılmış, ardından VIKOR yönteminin geliştirilmesi sonucu elde edilmiş VIKORSORT yöntemi ile süt sınıflandırması yapılmıştır.

Yapılan çalışmalar sonucunda, ulaşılan sonuçlarla birlikte, sütler, kalite sıralamasında en iyi kaliteden daha düşük kaliteliye doğru olacak şekilde “A, B, C ve D” şeklinde sınıflandırılmıştır. Yapılan sınıflandırmada görülmüştür ki, her kategori başlığı altındaki süt sınıfı, son ürüne işlenebilecek sütlerin seçimi açısından önem taşımaktadır.

2. ÇİĞ SÜT ÜRETİM TEKNOLOJİSİ

2.1 Sütün Önemi

Canlıların ihtiyaçları sınırsızdır. Her ihtiyaç giderildiğinde, sistemsel olarak başka ihtiyaçlar doğmaktadır. Bir ihtiyacın giderilme süreci, Abraham Maslow tarafından oluşturulan, kişilerin gereksinimleri kuramı ile en iyi şekilde açıklanabilmektedir. İhtiyaçlar hiyerarşisi ile anlatılabilecek bu kuram, en alt düzeydeki ihtiyacın karşılanmadan üst düzeydeki ihtiyacın karşılanmasının anlamsız olması ilkesi üzerine kuruludur. Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisinde de belirttiği üzere, canlılar öncelikle, yaşamsal faaliyetlerini devam ettirebilmek amacıyla fizyolojik ihtiyaçlarını gidermelidir. Bu fizyolojik ihtiyaçlar içerisindeki en önemli parametrelerden biri olan beslenme ise, canlıların hayatta kalabilmeleri, bireylerin sağlığının korunması ve geliştirilmesi açısından elzemdir.

Beslenme, en genel anlamda, gıdaların hayatın devamlılığını sağlayabilmek amacıyla ağız yolu ile vücuda alınmalarıdır. Ancak, beslenme sadece açlığı gidermek amacıyla değil, aynı zamanda yeterli ve dengeli şekilde gıdaların vücuda alınabilmesi için önemlidir. Bu noktada, karşımıza çıkan yeterli ve dengeli beslenme terimi, ulusal süt konseyi (2018) tarafından yayınlanan raporda da belirtildiği üzere, vücudun ihtiyacı olan enerji ve besin öğelerinin her gün ihtiyaç duyulan miktarlarda alınmasıdır. Yeterli ve sağlıklı beslenme sayesinde, bireyler kendilerini daha dinç hissetmektedir. Bununla birlikte hem fizyolojik olarak hastalıklara yakalanma olasılığı düşer, hem de kişinin psikolojik ve ruhsal durumu daha dengeli olmaktadır. Vücudu besleyen, ihtiyaç duyulan enerji ve besin öğeleri, tüketilen gıdalar aracılığı ile vücudumuza alınmaktadır. Vücudun ihtiyacı olan günlük enerji gereksinimlerini karşılamak amacıyla, yeterli ve dengeli beslenme için gerekli olan gıdalar 4 ana gruba ayrılmıştır. Bu besin grupları; süt ve süt ürünleri, et ve et ürünleri, sebze ve meyveler, ekmek ve tahıllardır.

Bu 4 ana grup içerisinde yer alan; içme sütü, yoğurt, peynir, tereyağı, krema ve süt tozu gibi gıdaları bünyesinde barındıran süt ve süt ürünleri, insan sağlığı

bakımından stratejik bir öneme sahiptir (USK 2019). Süt ve süt ürünleri önemli bir protein, esansiyel mineraller ve birkaç vitamin kaynağıdır. Canlılar için hayvansal protein ihtiyacının önemli bir kısmı süt ve süt ürünleri ile karşılanabilmektedir. Süt, C vitamini ve demir dışında tüm besin maddeleri için iyi bir kaynak olarak öne çıkmaktadır. Özellikle çocukluk, gebelik, emzirme ve yaşlılık dönemlerinde kemik sağlığı açısından son derece önemli olan süt ve süt ürünlerinde, kalsiyum ve fosfor başta olmak üzere magnezyum, sodyum ve iyot gibi bazı önemli mineraller, protein ve A, D, E, K ve B1, B3, B6, B12 vitaminleri yer almaktadır. Batı diyetinde, süt ürünleri önerilen günlük kalsiyum alımının % 40 - 70'ini sağlar. (Burke ve diğ. 2018) Süt proteinleri, büyüme ve gelişmeye katkı sağlarken, bunun yanı sıra doku gelişimi ve onarımı açısından oldukça önemlidir. Kalsiyum mineralinin vücutta tutulabilmesi süt proteinleri sayesinde olabilmekte, ayrıca sütün düzenli şekilde tüketilmesiyle bağışıklık sistemi güçlendirilmektedir. Diş çürüklerine karşı koruyucu bir kalkan görevi gören süt ve süt ürünleri, yüksek tansiyon ve kanser gibi önemli hastalıklara karşı riskleri azaltmaktadır (USK 2019).

2.2 Sütün Bileşimi

Sütün bileşimi memeliden memeliye farklılık gösterir. İnek sütü keçi sütüne, koyun sütü manda sütüne, eşek sütü insan sütüne benzemez. İçeriğindeki sütün bileşenleri nedeniyle, sütler temin edildiği canlının adı ile ifade edilirler. Ancak, temel süt kaynağı, dünya üzerinde üretiminin ve tüketiminin daha çok olduğu inek sütüdür ve önünde herhangi bir canlının ismi belirtilmeden, sadece süt olarak ifade ediliyorsa, bu durumda inek sütü anlaşılır (Üçüncü 2005). Toplam süt bileşimi ile oldukça büyük farklılıklar olsa da, yine de farklı canlıların sütlerinin yağ, laktoz, protein ve kül içeriği bakımından benzerlikleri de bulunmaktadır (Gantner ve diğ. 2015).

Süt, polidispers bir yapı sergiler. Sütün bileşimindeki protein kolloidal dispersiyon olarak, süt yağı emülsiyon olarak, laktoz ve mineral maddeler gerçek çözelti olarak yapılanmıştır.

Sütlerin türlere göre ortalama bileşenleri Tablo 2.1'de verilmiştir:

Tablo 2.1: Çeşitli türlerin ortalama bileşimleri (Kielwein, 1976; Robinson, 1986; Spreer, 1988).

SÜT TÜRÜ	Kurumadde (%)	Yağ (%)	Toplam Protein (%)	Kazein (%)	Serum Proteinleri (Albumin +Globulin) (%)	Laktoz (%)	Mineral Maddeleri (%)
İnek	12.6	3.7	3.4	2.8	0.6	4.7	0.7
Keçi	13.2	4.5	3.6	3.0	0.6	4.3	0.8
Koyun	18.8	7.5	5.6	4.6	1.0	4.6	1.0
Manda	17.5	7.5	4.3	3.6	0.7	4.8	0.8
Deve	13.4	4.5	3.6	2.7	0.9	4.5	0.8
Eşek	10.8	1.5	2.0	1.0	1.0	6.7	0.5
Kısrak	11.2	1.9	2.5	1.3	1.2	6.2	0.5
İnsan	12.4	3.8	1.0	0.4	0.6	7.0	0.2

2.2.1 Süt Yağı

Sütün fiziko-kimyasal yapısını oluşturan en önemli bileşenlerden biri süt yağıdır. Sütün yağ içeriği, yararlanılan canlının türüne, beslenmesine, yaşına, laktasyon döneminde olup olmamasına, sağım şekli ve hastalık durumuna göre değişiklik göstermektedir (Üçüncü 2005).

Süt yağının sütün duyuşsal algısında kritik bir rolü bulunmaktadır. Tüm tüketiciler tarafından önem verilen bir parametre olan süt yağı, çeşitli seviyelerde tercih edilir (Richardson-Harman ve diğ. 2000; McCarthy ve diğ. 2017).

Çiğ süt, içeriğinde yağ oranı açısından tam yağlı süt, yarı yağlı süt ve yağsız süt olarak farklı şekillerde adlandırılmaktadır. Ancak, sütlerde standardizasyon oluşturabilmek ve daha düşük yağ oranına sahip sütler elde edebilmek için düzenlemeler yapılmaktadır. Süt sektöründe tam yağlı süt denildiğinde, % 3.5 yağ oranında; yarı yağlı süt ise % 1.5 yağ oranında standartlaştırılmıştır (Burke ve diğ. 2018).

Süt yağında ortalama 400'den fazla çeşitli yağ asidi bulunmaktadır. Bu kadar fazla sayıda yağ asidi bulunmasına karşın, süt yapısının fiziksel özelliklerini etkileyen 10 tane yağ asidi bulunmaktadır. Bu yağ asitleri C₄, C₆, C₈ ve C₁₂ kısa zincirli yağ asitleri ile C₁₄, C₁₆, C₁₈, C_{18:1 (cis)} ve C_{18:1 (trans)} uzun zincirli yağ asitleridir.

Sözü edilen uzun zincirli yağ asitleri, yapısal olarak hem doymuş hem de doymamış formda bulunurlar (Üçüncü 2005).

2.2.2 Süt Proteini

Sütün en önemli besin öğelerinden birisi süt proteinleridir. Süt proteinlerinin yapısında, doğadan alınması gereken ve vücutta sentezlenmeyen, dışardan gıda yoluyla alınması gereken gibi temel aminoasitler bulunmaktadır (Üçüncü 2005). Bu temel aminoasitler valin, metiyonin, fenilalanin, izolösin, lösin, lizin, treonin, triptofan, kısmi olarak histidin ve arginin olarak adlandırılır (Miller 2000; Jain 1998).

Süt proteinleri serum proteinleri (peynir altı suyu) ve kazeinlerden meydana gelmektedir. Kazeinler süt proteinleri içerisinde oldukça önemli bir yere sahiptir ve yaklaşık %80'ini oluştururlar. Kendi içlerinde α_{S1} , α_{S2} , β -kazein, ve κ -kazein olarak ayrılırlar. Bu kazein türlerinin yapıları birbirine benzerdir (Burke ve diğ. 2018). Kazeinler, sütte misel adı verilen parçacıklar şeklinde yer alır. Kazein misellerinin %93'ü kazein, geri kalanı sodyum, potasyum, magnezyum, fosfat, kalsiyum gibi bileşenlerdir. Kazein, süt proteini içerisinde, bu inorganik bileşenler ile kompleks bir yapıda yer almaktadır. Bu maddeler içerisinde en fazla yer alan fosfat ve kalsiyumdur ve genellikle kalsiyum kazeinat fosfat veya kalsiyum fosfokazeinat şeklinde yapılanmıştır. Bu durumdan kaynaklı olarak, kazein fosfoprotein olarak kabul edilmiştir.

Sütteki kazein uzaklaştırıldıktan sonra geriye kalan kısım süt serumudur ve bu serum içinde süt yağının kazeinden sonra kalan %20'lik kısmını oluşturduğu proteinler bulunmaktadır. Bu proteinler serum proteinleri veyahut peynir üretiminde peynirin suyunda kaldığı için bilinen adıyla peynir altı suyu proteinleri olarak adlandırılır. Serum proteinleri de kazeinler gibi kendi içlerinde ayrılırlar. Bunlar albümin, globulin ve proteaz-peptonlardır (Üçüncü 2005).

2.2.3 Süt Şekeri (Laktoz)

Laktoz, süt şekeri olarak bilinmektedir ve sütün yegane karbonhidratıdır. Karbonhidratlar genellikle bitkiler tarafından sentezlenirler. Ancak bunun dışında kalan sadece laktoz ve glikojendir (Gürsoy 2019). Bir disakkarit şekere olan laktoz, glikoz ve galaktozdan oluşur. Sütte moleküler çözelti şeklinde bulunan ve α ile β olarak iki farklı formda bulunan laktozun 20°C’de yoğunluğu 1.54 – 1.59 ‘dur (Üçüncü, 2005).

Glukoz ve galaktoz monosakkaritlerdir ve laktoz, laktaz enzimi ile hidrolize olduğunda oluşmaktadır. Laktozsuz süt seçeneği sunabilmek ve üretebilmek için, laktaz enzimi kullanılarak laktoz hidrolize edilir. Böylelikle laktozu azaltılmış ya da laktozsuz sütler ortaya çıkmaktadır (Miller 2000; Gehardt 2006).

Laktoz tatlılık oranı az olan bir şekerdir. Laktozun disakkarit yapısındaki galaktoz nedeniyle, süt önemli bir besin kaynağıdır. Galaktoz, beyin gelişimi için tüketilen şekerdir ve beyin dokusu ile glikolipidlerin kaynağıdır (Gürsoy 2019).

Laktoz, sütün donma ve kaynama noktası, yoğunluğu, ozmotik basıncı gibi süt parametrelerini etkilemektedir (Gürsoy 2019).

2.2.4 Sütün Vitamin ve Mineral Maddeleri

Vitamin açısından son derece zengin olan sütler, insan için alması gerekli olan tüm vitaminleri bünyesinde barındırmaktadır. Yağda çözünen A, D, E ve K vitaminleri süt yağı ile ilişkili olup, sütün bileşiminde süt yağı azaldıkça azalmaktadır (Miller 2000; Baysal 2004). Yağda çözünen vitaminler ile birlikte suda eriyen vitaminleri de içeren süt, B₂ vitamini (riboflavin) açısından da iyi bir kaynaktır. Vitamin açısından zengin olsa da süte uygulanan uygun olmayan şartlardaki ısı işlemleri nedeniyle, sütteki vitamin içeriği azalabilmektedir (Miller 2000).

Vitamin açısından zengin olduğu kadar, mineral maddeler açısından da iyi bir kaynak olan süt, özellikle kalsiyum, potasyum, fosfor, magnezyum, çinko gibi

mineraller açısından zengindir (McCance ve Widdowson 1988). Buna keza, demir içeriği yönünden eksik olan sütün demir biyoyararlılığı düşüktür. Sütün mineral içeriği değişkenlik göstermektedir. Bu içeriği etkileyen başlıca etmenler ise öncelikle hayvanın fizyolojik durumu, laktasyonda olup olmadığı, çevresel ve genetik faktörlerin etkisi ve süte uygulanan işlemlerdir (Miller 2000; Baysal 2004).

2.3 Çiğ Süt Tipleri

Süt üretiminin tahmini başlangıcı yaklaşık 6.000 yıl öncesine dayanmaktadır. Günümüzde süt üretiminde faydalanılan canlılar, binlerce yıllık bu geçmişte pek çok ağır ortam şartlarına maruz kalmış olan, farklı coğrafi şartlarda yaşayan evcil olmayan hayvanlardır. Bu canlılar ve insanlar zamanla bir arada yaşayabilir durumu gelmişler ve canlılar zaman içinde evcilleşmişlerdir. Bunun gerekçesi, insanların yaşam tarzı ile beklentilerinin, aynı zamanda üretim teknolojilerinin gelişmesi, yaşanan ağır çevre şartları sonucunda insanların bu canlılarla birlikte yaşamayı ve onlardan faydalanabilmeyi öğrenebilmesidir. (Bylund 1995).

Zaman içerisinde, yeryüzündeki her noktada, insanlar evcil hayvan yetiştirmeye başlamıştır. İnsanlar, yetiştirecekleri evcil hayvanları seçerken bazı sosyal kurallar koymuşlardır. Öncelikli olarak, otçul ve çok amaçlı hayvanların yetiştirilmesi üzerinde durulmuştur. Bunun en önemli sebebi ise, bu canlılardan et, süt, giyim ihtiyaçlarının rahatlıkla karşılanabilmesidir. Bunun yanı sıra, otçul hayvanlar etçillere göre çok daha az tehlikeli ve ehlileştirilmesi daha basit canlılardır. Her şeyden önemlisi ise, otçul hayvanlar insanların tüketemediği bitkileri tüketebildiğinden, bu canlılar insanlarla rekabet halinde değil, onlara destekçi konumunda olduğundan dolayı seçilmişlerdir. (Bylund 1995).

Geçmişten günümüze kadar, hala bu canlılardan süt elde edebilmek amacıyla faydalanılmaktadır. Günümüzde süt üretimi için yetiştirilen canlılar inek, keçi, koyun, manda, deve, eşek, kısrak olarak ifade edilebilir. Ancak, insanların tüketim alışkanlıkları, süt üretimi için tercih edilen canlı türlerinin oransal ağırlığının farklı oluşu ve bunun akabinde dünyadaki hayvan türleri sayılarının farklılığı gibi sebeplerle bu canlılardan elde edilen süt miktarları değişiklik göstermektedir. Ağırlıklı olarak inek sütü olmak üzere, keçi, koyun ve manda sütü daha çok

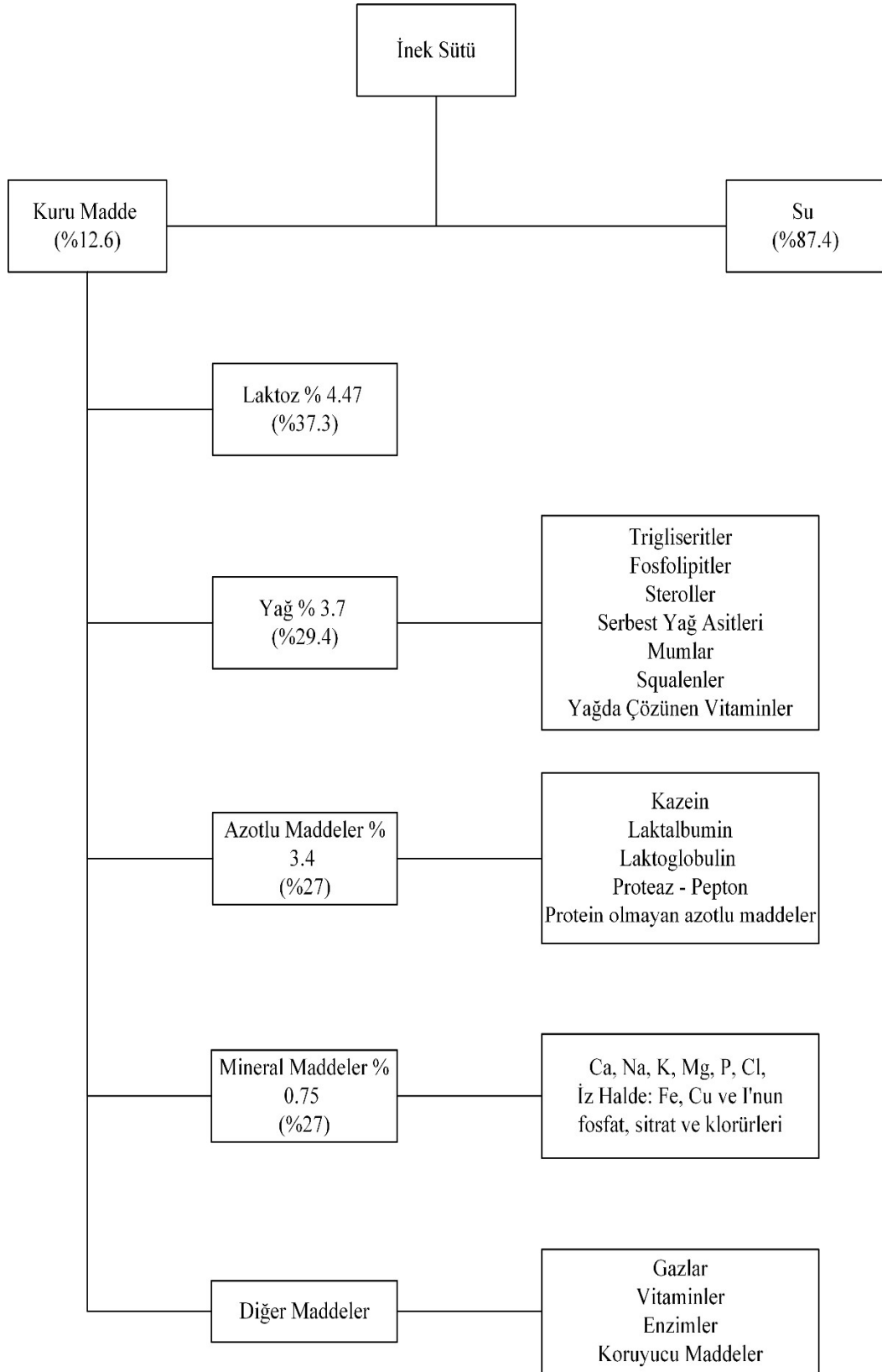
üretilmektedir (Bylund 1995). Bu türlerin haricinde, üretim miktarı inek, keçi, koyun ve manda sütüne nazaran daha az miktarda üretilmek ile birlikte; deve sütü, eşek sütü, kısrak sütü üretimi de yapılmaktadır. Ayrıca, süt tipleri incelendiğinde, teknolojik olarak kullanılmamakla birlikte, insan sütü, insan ırkının yeni doğan yavrusunu beslemek adına kullandığı süt çeşididir.

2.3.1 İnek Sütü

Dünyadaki tüm kıta ve neredeyse tüm ülkelerde en çok tercih edilen, en yaygın sağım hayvanı ineklerdir. İnsanlar zaman içerisinde ineği seçici ıslah ile daha çok yetiştirmeye başladığından, inek sütünün verimi ve kullanımı konusunda ilkel dönemlere nazaran çok büyük değişiklikler meydana gelmiştir. Bu seçici ıslah ile birlikte, ilkel ineklerin neredeyse 6 katı oranında, ortalama 6.000 litreden fazla süt veren süt inekleri ortaya konulmuştur. Üstelik, günümüzde bazı inek türleri 14.000 litre süt verebilir duruma gelmiştir (Bylund 1995).

İnek sütünün kimyasal bileşimi oransal açıdan açıklanacak olursa, kuru madde %10.5 – 14.5, yağ % 2.5 – 6.0, protein % 2.9 – 5.0, laktoz % 3.6 – 5.5, mineral madde % 0.6 – 0.9 ortalama değerleri ile açıklanabilir. Aynı zamanda, sütün bileşimindeki farklılıklar bağlı olarak, titrasyon asitliği 6.2°SH ile 8.9°SH arasında değişim gösterirken, yoğunluğu 1.028 g/ml ile 1.039 g/ml arasında değişmektedir.

Şekil 2.1’de, inek sütünün bileşimi ve kuru madde içeriğinin ortalama oranları belirtilmiştir. İnek sütünde, ortalama olarak %12.6 oranında kuru madde bulunurken, % 87.4 oranında su bulunmaktadır. Kuru madde oranı incelendiğinde de görüleceği üzere, kuru madde içeriğinin ortalama % 27’sini azotlu maddeler, % 29’unu süt yağı, % 37’sini laktoz, % 5.95 mineral maddeler oluşturur (Üçüncü 2005).



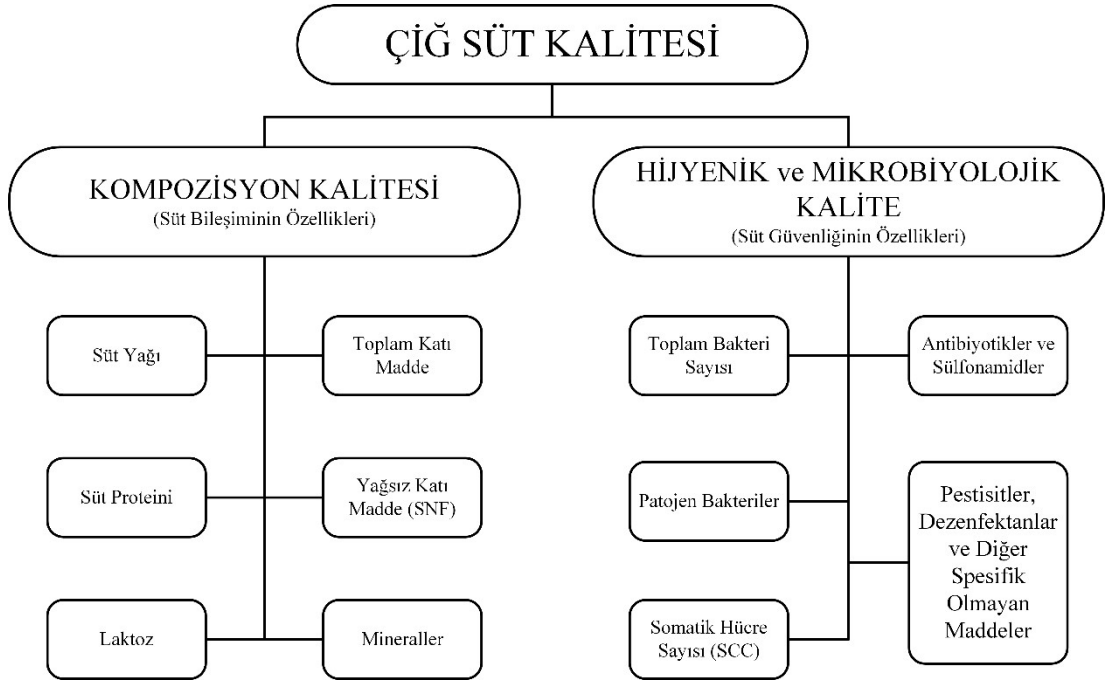
Şekil 2.1: İnek sütünün ortalama bileşimi (Yöney 1974; Spreer 1988; Metin 1998).

2.4 Sütün Kalite Kriterleri

Sütün kalitesini etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Sütün kaliteli olması ise öncelikli olarak insan sağlığı, ardından da sütün işlenmesi ve üretim karlılığı üzerinde oldukça etkilidir. Sağlık yönünden insan beslenmesinde önemli bir diyet olan süt ürünlerini hijyenik şekilde üretmek gerekir. Bunu sağlayabilmek için ise üretim sürecinde ellerin, hayvanın süt bezlerinin, sağım alanının ve diğer sağım ekipmanlarının temizliğine dikkat etmek çok önemlidir. Sütün hijyenik şartlarda üretilmesini sağlayabilmek ve bu tutumu kalıcı hale getirebilmek için ise süt üreticilerini kalıcı olarak eğitmek büyük önem taşımaktadır (Tolusic ve diğ. 2009). Bununla birlikte, süt işleme endüstrisi tüketici taleplerine cevap verebilmek adına, ek kalite parametrelerine ihtiyaç duymaktadır. Bu parametreler içerisinde çevresel faktörler, hayvan refahı, gıda güvenliği ve izlenebilirliği bulunmaktadır. Gelişen sektörde, tüketicilerin taleplerine cevap verebilen bu kalite kriterlerine ihtiyaç artmaktadır (Andersen 2007).

Sütün kalitesinin belirlenmesinde önemli bir kriter olan kompozisyon kalitesini etkileyen pek çok değişken mevcuttur. Bunlar sütün doğal bileşiminde bulunan yağ, protein, laktoz, mineraller gibi maddelerdir. Besin değeri, verimi ve süt ürünlerinin kalitesi açısından incelenecek olursa, bu kaliteyi sağlamak, farklı süt bileşenlerinin miktarı ve bu bileşenlerin aralarındaki oransal ilişkiler ile mümkündür.

Sütü işleme maliyetleri ve kazançları, süt bileşenlerinin içeriğine göre değişkenlik göstermektedir. Bu noktada, süt işleme maliyetleri ve kazançları, süt verimi ve süt bileşenlerinin konsantrasyonlarının etkisiyle oldukça alakalıdır. Nihai ürüne ulaşabilmek için çiğ süt kalitesinin yüksek olması çok önemlidir. Nihai ürünlerin kalitesi ve akabindeki mali değeri, çiğ sütün bileşim kalitesi ile mümkündür. Bunun yanı sıra, nihai ürünün maliyetindeki en büyük maliyet, %70 oranı ile çiğ süt maliyetidir (Panayotova ve Adler 1999).



Şekil 2.2: Süt kalitesinin farklı yönleri (Panayotova ve Adler 1999).

Çiftlik düzeyinde kaliteli bir süt üretebilmek için Şekil 2.2’de görüldüğü gibi bir zincir kurulmalıdır. Çiğ süt kalitesi, birbirine bağlı bu zincirin her aşamasında çok önemlidir. Oluşturulan bu zincir, nihai ürünün kalitesini belirleyici bir önemdedir. Bu düzeni sağlamak ve süt kalitesini ortaya koyabilmek için, süt üreticilerinin sütün kalitesini iyileştirmek için gerekli olan parametrelerin farkında olmaları gereklidir. Bu parametreleri farkında olmakla birlikte, bu zincirin nasıl takip edileceği de süt üreticileri tarafından doğru şekilde anlaşılmalıdır (Panayotova ve Adler 1999).

2.4.1 Sütün Duyusal Özelliklerine Etki Eden Kalite Kriterleri

Sütün kalite kriterleri arasında, tüketicilerin en çok dikkat ettiği hususların başında, tüketiciler tarafından fark edilmesi daha kolay olan sütün duyuşal özellikleridir. Tipik süt lezzeti, görünümü, dokusu ve kokusu, içeriğindeki bileşenlerin hassas dengesi sonucu oluşmaktadır (Göncü ve Anitaş 2018).

2.4.1.1 Renk ve Görünüm, Doku ve Tekstür

Süt, normal şartlarda, doğal rengi olan beyaz ve krem renklindedir. Sütün rengini belirleyen en temel etken ise, süt veren canlının türü ve o canlının ne ile beslendiğidir. Süt, ışığı geçirmeyen kalsiyum kazeinat gibi kolloidal maddeler ile süt yağı gibi ışığı yansıtan bileşenler nedeniyle porselen beyazı görünümündedir. Ancak, kazein sütün bileşenlerinden ayrıldığında geriye kalan, gıda sektöründe son derece önemli ve pek çok alanda kullanılan süt ürünü peynir altı suyu, yeşilimsi sarı renktedir. Eğer sütün yağı alınmışsa, süt rengi hafif mavimsi bir beyazlıkta görülmektedir (Kırdar 2001; Oysun 1991).

Sütün kıvamı, normal şartlarda hafif yoğun ve homojen akıcılıktadır. Sütün görünüşü, sütte değişimlere neden olabilecek bazı durumlar nedeniyle değişebilir. Sütün alışıldık kıvamın dışında, bozulma etkenleri nedeniyle sünen ve yapışkan, bulaşan bir yapı gözlenebilmektedir (Kırdar 2001; Metin 2001).

2.4.1.2 Tat ve Koku

Süt, normal şartlarda laktoz, yağ ve minerallerin sağladığı bütünleşik bir aromadan kaynaklanan hafif tatlımsı, hoş bir lezzeti vardır. Bununla birlikte, sütün, elde edildiği canlının kokusuna göre değişen, hafif ve özel bir kokusu bulunur. Sütte tat ve koku oldukça önemli bir etkidir ve sütün kuru maddesi ne denli yüksekse, o derece güçlü bir tat ve kokusu vardır (Göncü ve Anitaş 2018).

Sütün kendine has, hafif tatlımsı tadının ve lezzetinin meydana gelmesinde süt şekerinin (laktoz), süt yağının ve mineral maddeler arasındaki dengenin mükemmel birleşimiyle mümkündür (Lasztity 2014). Süte lezzet kazandıran bileşenler ise, sütün bünyesinde doğal olarak bulunan aseton, asetaldehit, metil, keton, laktoz, bütirik asit (tereyağı asidi), alkol, aldehit, dikarbonil, kısa zincirli yağ asitleri, fenolik bileşikler, sülfür bileşikleridir (Akpınar ve diğ. 2006).

Sütte, çeşitli etmenler ile koku ve tatta değişiklikler meydana gelebilmektedir. Sütte meydana gelen, istenmeyen bu tat ve koku değişimleri, sütün bozulmaya başladığının veya yabancı madde bulaştığının bir belirtisidir. Bununla birlikte, sütün

tat ve kokusunda meydana gelen değişikliklerin bir başka sebebi de bazı teknolojik işlemlerdir. Bu işlemler, süte bazı durumlarda istenen lezzet değişiklikleri sağlarken, bazı durumlarda da olumsuz etkiler yaratmaktadır. Homojenizasyon işlem basamağı uygulandığında, süt daha lezzetli hale dönüşürken, yüksek ısıl işlem gören sütlerde ise pişmiş bir tat meydana gelebilmektedir.

Sütün kendine has lezzeti, bazı durumlarda tuzlu bir hal alabilir. Bu durum, sütün bileşimindeki dengelerin bozulduğunun ve laktoz ile klorür miktarlarında değişimler olduğunun göstergesidir. Laktasyon sonlarında ve mastitis adı verilen meme enfeksiyonunda klorür miktarı artış göstermekte ve sütün daha tuzlu bir tat almasına neden olmaktadır. Sütte ekşimsi tadın oluşmasının nedeni, laktozun fermantasyonuyla ortaya çıkan süt asididir. Buna keza, acımsı tat meydana gelmesinin sebebi, proteinlerin proteolitik mikroorganizmaların etkinliğiyle peptitlere parçalanmasıdır. Süt yağının lipolitik mikroorganizmaların etkinliği ile serbest yağ asitlerine parçalanması da acımsı (ransit) bir tat vermektedir (Göncü ve Anitaş 2018).

Çevresel faktörler olan ışık, oksijen ve ağır metaller de sütte katalitik, yani bozulmayı hızlandırıcı etkiler yaratmaktadır. Sütte meydana gelen oksidatif tadın sebebi, doymamış yağ asitlerinin oksidasyonudur. Bu durumdaki önemli katalitik etki ise, gün ışığı olmaktadır (Atamer ve diğ. 1984). Çevresel faktörler ile sütün tat ve kokusunda bozulmaların olmaması için, süt ışık almayan yerlerde toplanmalı ve yine ışık almayan yerlerde bekletilmelidir.

Süt, mikroorganizmaların gelişmesi için çok iyi bir gıda kaynağı durumundadır. Sütün bu özellikleri, olumsuz etki yaratan mikroorganizmaların çoğalmasına sebep olabilmektedir. Bu durumda, sütte ekşime ve pıhtılaşma gibi bozulmalar görülebilmektedir. Mikroorganizmaların faaliyeti sonucunda sütte asidik, acı, maltlı, meyvemsi, fermente, kokuşmuş ve acılaşmış tat oluşabilmektedir (Göncü ve Anitaş 2018). Sütteki bakteriyel çoğalmalar sağım işleminin hijyenik koşullarda yapılmadığı, ekipmanların kirli olduğu, sütün soğutulmasının uygun koşullarda yapılmayıp stabil bir soğutucu ile muhafaza edilmediği gibi durumlarda gözlenmektedir (Evans 1957).

Sütteki tat ve kokudaki önemli değişikliklere sebep olan bir etmen de, canlıların tükettiği yemler ile yabancı otlardır. Bu durumda, sütte doğal tat ve kokusunun dışında acı ya da tatlı, lezzetli, aromatik tatlar meydana gelebilir. Lahana, soğan, rezene, tere, şalgam gibi otlar, yemler farklı tat ve kokulara neden olurken; bozulmuş silajlar ya da ağır kokulu silajlar tat ve kokunun bozulmasına neden olabilmektedir.

Olası kötü tat ve kokuları önlemek için, süt sağım ekipmanlarının temizliğine özen gösterilmeli ve uygun şekilde temizlenmelidir. Temizleme işlemi yapılırken kullanılan temizlik malzemelerinin kaliteli ve temizleme işlemine uygun olmasına dikkat edilmelidir. Süte yabancı maddelerin bulaşmasının önüne geçilmesine özen gösterilmelidir. Süt 4°C'nin altında muhafaza edilmeli, 10°C'nin üzerine çıkmasına müsaade edilmemelidir. Sütün taşınması optimum sürede yapılmalı ve bu süreçte soğuk zincir kırılmamalıdır (Göncü ve Anitaş 2018).

Çiğ sütlerin çiftliklerde sağılmasından pazarlanmasına kadar tüm süreçlerde meydana gelebilecek koşullar nedeniyle, sütün tat ve kokusunda oluşabilecek değişiklikler Tablo 2.2'te gösterilmiştir.

Tablo 2.2: Sütte istenmeyen tat ve kokular (Schiano ve diğ. 2017).

Kusur	Açıklaması
Ahır, hayvan kokusu	Temiz olmayan, iyi havalandırılmamış bir inek ahır kokusu
Acılık	İlerlemiş laktasyondaki ineklerden elde edilen sütlerle ilişkiden kaynaklı
Karton kokusu	Nemlendirilmiş kartona benzer koku
Pişmiş kokusu	Kaynamış sütlerde, yanlış pastörizasyondan kaynaklanan sonuçlardan kaynaklı
Dezenfektan kokusu	Yanlış veya aşırı dezenfektan kullanımından kaynaklı koku
Yem, silaj kokusu	Ahır ve hayvan kokusundan kaynaklı koku
Düz, sulu	Süte su katılması ile oluşan kıvamdan kaynaklı
Sarımsak, pırasa, soğan kokusu	Yoğunluğu ve tiksinti verici özelliği ile karakterize edilir
Yavanlık	Yetersiz lezzet ve pürüzsüz yapıdan uzak, tatlılık belirtisi gösteren ve tereyağı alınmış süt tadı ile karakterize edilir
Malt, ceviz veya akçaağaç kokusu	Mikroorganizmaların etkisine bağlı olabilecek malt, ceviz veya akçaağaç aroması ile kokusu
Metalik, madeni tat	Ağız içinde bir metal parçası döndürüldüğünde elde edilen burukluk hissi ile karakterize edilir
Küflü, bayat, bozuk tat	Nemli, küflü, iyi havalandırılmamış depolama alanından kaynaklı
Güçlü acı tat	İstenmeyen ve genellikle ekşi, sabunlu veya acımsı tat
Tuzlu tat	Laktasyon döneminde çok uzun kalan inekler ya da mastitisli ineklerden kaynaklı
Ekşi tat	Fermantasyon nedeniyle oluşan ekşi tat, tadı almadan daha kısa sürede kokusu ile tespit edilebilir

2.4.2 Sütün Miktar ve Bileşimi Üzerine Etki Eden Kalite Kriterleri

Bir mandıra çiftliğinde kalite algısını oluşturarak çalışmak, süt teknolojisinin başlangıç süreci olan çiğ süt üretiminin kalite parametreleri gözetilerek üretime yönelmek oldukça önemlidir. Bunu yapabilmek için ise, üretim sürecindeki çiğ sütün kalitesi üzerinde son derece önemli etkiye sahip olan hayvan, çevre, ekipman ve işgücü faktörlerinin detaylı şekilde analiz edilmesi ve izlenmesi ile başlanmalıdır (Panayotova ve Adler 1999).

2.4.2.1 Hayvanın Irkı

Sütün miktar ve bileşimine etki eden başlıca faktörlerden biri, süt hayvanının ırkıdır. Bununla birlikte, hayvanın fiziksel kapasitesi de sütün kalite kriterlerini belirlemektedir. Örnek verilecek olursa, yağ ve protein değerleri yüksek olan hayvan

ırkları tercih edilebilmektedir. Bu sayede sütte istenen kaliteyi tutturmak ve geliştirmek mümkündür. Yine benzer şekilde, çiğ sütteki meme ucu hastalığı mastitis ile birlikte, sütteki hijyenik kalite düşebilir. Bu nedenle, mastitis direnci yüksek hayvan ırkları yetiştirmek, çiğ süt kalitesini arttıran bir sebeptir.

Çiğ süt kalitesi, sağımdaki hijyenik koşulları sağlayabilmek adına derinin, meme ve meme başlarının, ineğin kendisinin hijyen koşullarına göre genel sağlık durumuyla ilgilidir. Meme sağlığı ve meme hijyeni, çiğ süt üretimindeki hijyenik kalitenin sağlanması için çiğ sütteki toplam bakteri sayısında belirleyicidir. Eğer ki süt hayvanının memesi kirliyse, temiz durumdaki meme ile kirli meme kıyaslandığında, kirli memedeki bakteri sayısı temiz olana göre %50 ile %70 daha fazla olabilir.

Yine aynı şekilde, süt hayvanının genel sağlık durumu, süütün hijyenini etkilediği gibi süt verimi ile genel süt kalitesini de etkilemektedir (Panayotova ve Adler 1999).

2.4.2.2 Yem Kalitesi ve Miktarı

Süt üretimindeki önemli parametrelerden bir tanesi, süt hayvanının beslenmesinde kullanılan yemlerdir. Kullanılan yem miktarı ve kalitesi, süütün miktar ve bileşimiyle, yani kalitesi ile doğrudan ilişkilidir. Yem miktarı, hayvan ırkının yapısı ve süt hayvanının bireysel özelliklerine göre doğru şekilde saptanmalıdır.

Süt hayvanına verilen yemler süütün verimine, tadına, kokusuna etkilemektedir. Bazı yemler hayvanlara olumlu yönde etki ederken, bazıları aksi yönde etki etmektedir. Süt verimi arttıran yemlerin başında yeşil yemler, şeker pancarı artıkları, baklagil otları, ayçiçeği küspeleri gibi yemlerdir. Süütün yağ oranını arttıran buğday ve avdar kepeği, şerbetçiotu yan ürünleri, keten tohumu küspesi gibi yemlerdir. Ancak, mısır ve susam küspesi, donmuş ya da çok soğuk yemler, çiğ patates gibi yemler süt yağının azalmasına neden olmaktadır.

Ani yem değişiklikleri süt verimini ve bileşimi olumsuz etkiler. Aynı zamanda, küflü ya da bozuk ürünler, yaprak kalıntıları, iyi fermente edilmemiş silo

yemi gibi yemler de süt verimi ve bileşimini, hayvan sağlığını olumsuz etkilediği için kullanımı önerilmemektedir (nc 2005).

2.4.2.3 Hayvanın Yaşı

Hayvan yaşı, sütün bileşimi ve kalitesi üzerinde oldukça etkilidir. Süt verimi, uygun yemleme ve hayvan yetiştiriciliği koşulunun düzgün olmasıyla birlikte, birkaç laktasyon süresi sonunda en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Ancak, hayvan yaşı ilerledikçe süt veriminde düşmeler yaşanmaktadır. İneklerdeki ortalama 7 laktasyon dönemine kadar süt verimi artma eğilimindeyken, daha sonralarında düşmeler gözlenmektedir. Yağ ve kuru madde oranı da bariz bir düşme göstermese de, yaş ilerledikçe düşme eğilimine girmektedir (nc 2005).

2.4.2.4 evre ve evresel Faktörler

evre ve çevresel faktörler, çiğ süt kalitesinde oldukça etkili parametrelerdir. Süt hayvanlarının yaşadıkları ortamın kirlilik unsurları, sütün hijyenik koşullarını etkilemektedir. Özellikle süt hayvanlarının günlük hayatını geçirdiği ve yattığı yerlerin hijyeni ile hayvanların kendi hijyenleri, sütün hijyenik yani mikrobiyolojik kalitesini etkilemektedir.

Süt hayvanlarının yaşam koşullarını etkileyen hava, sıcaklık, nem gibi çevresel faktörler de hayvan refahını etkileyen çok önemli kriterlerdir. Bu kriterler, süt hayvanının fiziksel kapasitesini etkilediği gibi, sütün kalite bileşenlerinde de değişimlere neden olmaktadır (Panayotova ve Adler 1999).

Çevresel faktörler içerisinde yer alan sıcaklık arttıkça, sütün bileşimindeki yağ ve protein miktarı azalmaktadır. Hava sıcaklığının ve bağıl nemin yüksek oluşu ile birlikte, sütün bileşimindeki kısa zincirli yağ asitleri ile oleik asit azalış gösterirken, palmitik ve stearik asit artmaktadır. Laktoz da bağıl nem ve evre sıcaklığından az da olsa etkilenmektedir. Bununla birlikte, gün ışığı da sütün bileşimini etkilemektedir. Akşam ve sabah sütlerinin bileşimleri birbirine göre farklılık gösterir. Gün ışığı azaldıktan sonra elde edilen akşam sütlerinin yağ ve

protein içeriği gündüz sütün nazaran daha zengindir. Mevsimsel değişimlerin sütün kalitesi üzerinde net bir etkisi bulunmamaktadır. Ancak, genel olarak sütün yağlarının sıcaklıkla ters olarak değiştirdinden, yaz sütlerine nazaran kış sütlerinin daha yağlı olduğu söylenebilmektedir (Üçüncü 2005).

2.4.2.5 Sağım Süresi ve Sayısı

Sağım işleminin iyi yapılması, doğru şekilde sağımın yerine getirilmesi, sütün miktar ve bileşiminde önemli rol oynamaktadır. Uygun koşullardaki sağım işlemi ile birlikte sütün hayvanının memesi tamamen boşalabilmekte ve sütün verimi artmaktadır.

Gün içerisinde gerçekleştirilen uygun koşul ve periyotlarda yapılan sağımın sayısı arttıkça, sütün veriminde artış gözlenmektedir. Bununla birlikte, sağımın ilk periyotlarında elde edilen sütteki yağın oranı % 1-2 arasında değişirken, son periyotlarda yağ oranı % 6-7'lerde seyretmektedir. Sağım aralıklarının süresi uzadıkça sütün verimi artıp, sütün yağında düşüşler yaşanırken; sağım anının süresi arttıkça sütün verimi düşüp, sütün yağında artışlar yaşanmaktadır (Üçüncü 2005).

2.4.2.6 Laktasyon

Kuru dönem, iki laktasyon arasındaki süre olarak tanımlanmaktadır. Sütün canlısı, doğumdan kuru döneme kadarki sütün verme dönemi yani laktasyondayken, sütün miktar ve bileşiminde değişimler meydana gelmektedir. Doğumdan hemen sonra salgılanan ve ağız sütün ya da kolostrum olarak adlandırılan sütün, bileşimindeki özellikleri bakımından normal sütün farklıdır.

Kolostrum renk olarak normal sütün nazaran daha sarımtırak ya da kahverengimsi bir renge sahiptir. Aynı zamanda, yine normal sütün nazaran daha kokulu, tuzlu bir tadı vardır. Normal sütün nazaran daha yüksek bir yoğunluğu sahiptir ve yoğunluğu 1.079 g/cm³ 'tür. Ağız sütün normal sütün nazaran vitamin, kazein, mineral madde, albümin ve globulin açısından daha zengindir ama yağ ve sütün şekeri (laktoz) açısından normal sütün daha düşük seviyeye sahiptir. Ağız sütünün proteince zengin olması, bağışıklık kazandırma özelliğinin fazla olduğunu gösterir.

Bu sayede, yeni doğan yavrunun bağışıklığı güçlendirilmiş olur. Doğum olduktan ortalama 6 gün sonra, hayvan normal süt vermeye başlamaktadır. Normal süt gelmeye başlamasıyla birlikte, sütün kolostrumdaki özellikleri değişmektedir.

Laktasyondan sonraki ilk haftalarda süt verimi artarken, laktasyonun ortalarına geldikçe süt verimi yavalamakta ve sonlarda doğru azalmaktadır. Kuru madde miktarı laktasyonun başlarında azken, laktasyonun ilerleyen safhalarında artmaktadır. Laktasyonun başında kuru madde eğilimindeki gibi, süt ve proteinler ile mineral maddelerin oranları azken, laktasyon sonlarında oldukça yükselmektedir (Üçüncü 2005).

2.4.2.7 Ekipman

Ekipmanlar, süt üretim merkezlerinde çiğ sütle doğrudan temas eden önemli bir kalite bileşenidir. Sağım işlemi ile sütle temasa başlayan ekipmanlar, ardından depolama ve son olarak da soğutma işlemlerinde sürekli çiğ sütle temas halindedir. Bu nedenle, ekipmanlar, önemli bir potansiyel kirlilik kaynağı olabilmektedir.

Sütle temasının devamlı olmasından kaynaklı olarak sağım, depolama ve soğutma işlemlerindeki hijyenik koşullar, çiğ süt kalitesi ve sütün hijyenik kalitesinin yanı sıra miktar ve bileşimine etki eden önemli parametrelerdir. Bunun yanı sıra, sağım makinelerindeki gelişen teknolojiler ile eklenen parametreler, memeye baskı uygulaması ve mastitis ya da benzeri hayvan hastalıklarına neden olması, hayvan refahını olumsuz yönde etkilemesi gibi durumlar meydana gelebilmektedir. Bu durum da, çiğ sütün hijyen kalitesini azaltabilmektedir. Çiğ sütte sağıldıktan sonra depolama süresi ile sütün memeden çıktıktan sonra soğutma sıcaklığına alınması aşamalarında ters giden bir durum olursa bakteri üremesi meydana gelmektedir. Dolayısıyla, sütü soğutmada kullanılan ekipmanlar ile depolama tanklarının durumu sütün mikrobiyolojik kalitesinde etkili olmaktadır (Panayotova ve Adler 1999).

2.4.2.8 İş Gücü

İş gücü, çiğ süt kalitesini oldukça etkileyen önemli bir kriterdir. İş gücü, çiğ süt üretim sürecinde görevli çalışanları ifade eder. Uygun olmayan ve yeterli bilinçlendirme yapılmamış iş gücü parametresi, çiğ sütün hem hijyenik koşullar açısından kirlenmesine neden olabilmekte hem de sütün miktar ve bileşimine olumsuz etki edecek sorunları ortaya çıkarabilmektedir.

Çiğ süt üretim sürecinde görevli çalışanların, kirlilik unsurları bulunan ve dezenfekte edilmemiş eller ile kıyafetlerle süte temas etmeleri halinde süte kontaminasyonlara neden olabilmektedirler. Bu durum, sütün kalite değerlerini düşürerek ve mikroorganizmaların bulaşmasına neden olacak sütün bileşiminde olumsuzluklara; bunun yanı sıra, hastalıkların hayvanlara ya da doğrudan süte bulaşmasına neden olarak, çiğ süte patojen mikroorganizmaların bulaşmasına neden olabilmektedir. Bu mikroorganizmaların ortaya çıkardığı hastalıklar, tüketicilere de bulaşarak hastalık yapabilirler.

İşgücünün, kalite ve standartlarla ilgili gereklilikleri hakkında yeterli bilgi ve becerilerinin gelişmesi, sütün kalitesini koruyabilmek ve arttırabilmek adına, işgücü motivasyonunu artırıcı etki yaratır. Bununla birlikte, hayvan refahını da arttırmaktadır (Panayotova ve Adler 1999).

2.4.3 Sütün Bazı Fiziko-Kimyasal Kalite Kriterleri

Sütün fiziko-kimyasal özellikleri açısından bu bölümde asitlik, donma ve kaynama noktası, yoğunluk ve antibiyotik açıklanmaktadır. Bunun yanı sıra, sütün bu özellikler haricinde sütün redoks potansiyeli, vizkozitesi, yüzey gerilimi, elektrik iletimi, ışık kırılım indisi ve özgül ısı kapasitesi olmak üzere, fiziko-kimyasal kalite kriterleri bulunmaktadır. Ancak bu özellikler, bu bölümde açıklanmayacaktır.

Bu tez çalışması, farklı kalite kriterlerinin bir araya getirilerek sınıflandırma yapıldığı ve daha önce literatürde benzeri yapılmamış bir çalışmadır. Sınıflandırma işleminde kullanılan kriterlerin bir araya getirilebilmesi oldukça karmaşık bir süreç olduğundan, belirlenen kriterlerin haricinde eklenecek yeni kriterler karmaşık olan

sınıflandırma çalışmalarını daha da karmaşık hale getirmektedir. Bu nedenle, sınıflandırma sürecini daha çok zorlaştıracığı ve gerek literatür çalışmaları, gerek ilgili parametrelerin test edilebilirliğindeki kolaylık, gerekse sektördeki ehil kişilerden anket yoluyla alınan geri dönüşlerle birlikte belirlemiş olduğumuz mevcut kalite kriterlerinin en önemli kriterler olarak atfedilmesi nedeniyle, redoks potansiyeli, vizkozitesi, yüzey gerilimi, elektrik iletimi, ışık kırılım indisi ve özgül ısı kapasitesi parametreleri tez çalışmasına dahil edilmemiştir.

2.4.3.1 Asitlik (pH)

Süt yeni sağıldığında, herhangi bir etki ile karşılaşmadan öncesinde asidik eğilim gösterir. Sütün bu asitliğine ilk asitlik ya da doğal asitlik denir. Bu asitlik, sütün bileşimindeki pek çok bileşenden kaynaklanır. Bu bileşenlerden en fazla asitliği etkileyenler ise kazein fosfat ve sitratlar, daha az etkileyenler ise albümin ve karbondioksittir.

Sütün asitliğini etkileyen diğer etkenler ise hayvanın türü, ırkı, yaşı, laktasyon döneminde olup olmadığı, hastalıkları ve sütün bileşimidir (TGK 2009; Saldamlı 2005). Farklı bileşimdeki sütlere örnek verilecek olursa, zengin protein içeriğine sahip koyun sütleri ile ağız sütleri (kolostrum), inek sütüne nazaran daha asidiklerdir. Laktasyonun başlarında asitlik yüksek iken, ilerleyen dönemlerde asitlik azalmaktadır (Üçüncü 2005).

Süt doğal yani ilk asitliğini uzun süre koruyamaz. Bunun sebebi, sağım koşullarında süte bulaşan farklı mikroorganizmaların varlığıdır. Süt, laktozu fermente eden bakteriler, patojen bakteriler için uygun bir besi yeridir. Örneğin; laktozu parçalayan laktik asit bakterileri nedeniyle laktik asit yükselir ve akabinde de asitlik artar. Bu asitliğe de gelişen asitlik denir (Metin 2001). Böyle bir durumda titrasyon asitliği ile belirlenen asitlik derecesi, baştaki asitlik ile gelişen asitliğin toplamıdır (Üçüncü 2005).

Süt sağıldıktan sonra işleme anına kadar geçirdiği süreçler hakkında sütün asitliği fikir vermektedir. Bu sayede sütün bu süreçler içerisinde iyi koşullarda tutulup tutulmadığı anlaşılabilirken, aynı zamanda sütün uygulanacak olan işlemlere

dayanıp dayanmayacağını göstermektedir. Ayrıca, süte su ya da sütün asitliğini nötralize edebilecek bir bileşen katılıp katılmadığını, sütün mastisitli olup olmadığını anlamayı sağlamaktadır (Kırdar 2001).

Bu yöntemlerden en çok öne çıkan titre edilebilir asit testi sayesinde sütün asitliğini belirlemek mümkündür. Sütün asitliği hakkında fikir veren iki parametre vardır. Bunlardan ilk titre edilebilir asitlik değeri ise pH'tır. Titre edilebilir asitlik değerleri sütteki asitlik değişimlerine daha duyarlı olması nedeniyle, pH'a göre daha etkin bir göstergedir (Burke ve diğ. 2018). Titrasyon asitliği Soxhlet – Henkel derecesi, yani (°SH) ile belirtilmektedir. °SH, 100 ml sütün asitliğini nötralize etmek için kullanılan N/4'lük NaOH'ın mL cinsinden ifadesidir.

Sağlıklı bir hayvandan sağılan sütün titrasyon asitliği 6.4 ile 7.0°SH aralığındadır. Laktik asit cinsinden ifade edilecek olursa, % 0.4 ile 0.16 arasındadır. Eğer ki °SH derecesi 5'in altındaysa, böyle bir durumda mevcut sütte meme hastalıklarının olduğunun, mikrobiyal etkinliğin artmış olduğunun ya da süte nötralize edecek bir madde eklendiğinin göstergesidir ve kabul edilemez bir değerdir. °SH derecesi 9'un üzerine çıkarsa da belirgin bir asidik tat algılanır.

Sütteki serbest hidrojen iyonları mikrobiyolojik göstergeler açısından önem taşır. Sütteki serbest hidrojen iyonları pH ile ölçülür. Sağlıklı bir hayvandan sağılan sütün pH değeri 6.4 ile 6.7 arasında olup, en fazla görülen değer 6.6'dır. Eğer ki yeni sağılan sütün pH değeri 6.7'nin üzerinde bir değerdeyse, yine böyle bir durumda da mevcut sütte meme hastalıklarının olduğunun, mikrobiyal etkinliğin artmış olduğunun ya da süte nötralize edecek bir madde eklendiğinin göstergesidir. Eğer ki değer 6.4'ten küçükse, sütte belirgin bir asitlik artış olduğunu belirtir. Sütte asitlik gelişmesi istenmeyen bir durumdur. Asitliğin artması sütün tadında bozulmalara neden olurken, aynı zamanda sütün işlenmesini de güçleştirir.

pH ile °SH arasında matematiksel bir bağlantı yoktur ve her ikisi de sütün asitlik durumu ile ilgili bilgi vermesi açısından oldukça önemli parametrelerdir. Ancak ikisi arasındaki değerler ile ilgili belirtilebilecek olan husus, °SH değeri artarken ona paralel gelişen pH değeri azalmasıdır (Üçüncü 2005).

2.4.3.2 Donma ve Kaynama Noktası

Sütün donma noktasına etki eden bileşenler, sütün içerisinde bulunan gerçek çözümlü halindeki laktoz ve mineral maddelerdir. Bununla birlikte, sütteki bu bileşenleri etkileyen etmenler, dolayısıyla sütün donma noktasında da etki etmektedir. Sütün bu bileşenleri laktasyona, hayvanın beslenme durumuna, çevresel ve genetik faktörlere bağlı olduğundan, sütün donma noktası da bununla birlikte değişmektedir (Zamberlin ve diğ. 2012). Ancak, donma noktasına süt yağının ya da süt proteininin etkisi bulunmamaktadır.

İçeriğindeki bileşenler nedeniyle, sütün donma noktası suya nazaran daha düşüktür. Değişen hayvan ırklarına göre, sütün donma noktası -0.530°C ile -0.550°C arasındadır.

Osmotik basınç gibi sabit değerler, sütün içerisine eklenen suyun varlığını, yapılan hileleri göstermesi açısından önemlidir. Eklenen su ile birlikte, sütün normal donma noktasında değişimler meydana gelmektedir (Üçüncü, 2005). Dolayısıyla, sütte meydana gelen değişimler ve hileler için kontrol parametresi olarak oldukça hassas bir yöntem olan donma noktası değerleri, kriyoskopi kullanarak tespit edilebilmektedir. Sütün suyla karıştırılması sonucunda, suya göre daha düşük donma noktası değerine sahip sütün donma noktasını değerini belirgin şekilde yükselterek suya yaklaştırır. Su katmanının yanı sıra, sütteki donma noktasını düşürmenin bir başka yolu ise, sütün asitleştirilmesidir. Ancak bu da sütte protein denatürasyonuna neden olmaktadır (Burke ve diğ. 2018). Süt eğer ki yüksek ısı derecelerinde işlem görürse, fosfatların bir kısmının çökmesiyle sütte çözünen kuru madde miktarı azalacağından, sütün donma noktası düşer. Süt su katılmasının dışında, süte soda ve benzeri maddelerin karıştırılması da sütün donma noktasını etkilemektedir. Sütün donma noktası -0.620°C 'den büyük olursa, böyle bir durum, sütün nötrleştirilebilecek bir madde eklendiğini ya da süte temizlik madde kalıntısı bulaştığının göstergesidir.

Sütün kaynama noktası, saf suyun kaynama noktasından daha yüksektir. Su 100°C 'de kaynarken, süt 102°C 'de kaynamaktadır. Süte katılan soda gibi maddeler kaynama noktasını yükseltmektedir. Kaynama noktası yüksek olan sütler için, süte başka bir madde karıştırıldığının göstergesi olabilmektedir. Eğer ki süte su katılırsa

veya süt yüksek ısı derecelerinde işlem görürse, kaynama noktasının düşük olması ile anlaşılabilmektedir (nc 2005).

2.4.3.3 Yoğunluk

Süt yoğunluğu, sütün içeriğinde bileşenlerin miktar ve çeşitlerine göre değişmektedir. Hayvan türlerine, beslenmesine, hayvanın mevcut durumuna, evre şartların göre de farklılık gösteren süt yoğunluğu, 1.027 g/cm³ ile 1.035 g/m³ arasında değişmektedir.

Sütlerin kuru maddelerinin yüksek olması, sütün yoğunluğunu arttırır. Koyun ve manda sütü gibi, inek sütüne nazaran kuru maddesi yüksek değerde olan süt türlerinin yoğunluğu daha fazladır. Sütün kimyasal bileşenlerinden protein, mineral madde ve laktoz, yoğunlukları süte göre daha fazla olduğundan sütün yoğunluğunu arttırmaktadır. Ancak yoğunluğu süte göre daha az yağ miktarı artarsa, sütün yoğunluğu düşmektedir. Kuru madde oranı yüksek sütlerde, yağlar yoğunluğu dşerecek kadar etki edememektedir. Sütün yoğunluğu sıcaklık artarken ise azalmaktadır.

Süt yoğunluğunu ölçmek adına hızlı ölçüm yapabilecek bir yöntem olan laktodansimetre aracılığı ile sütün yoğunluğunu ölçerek, meydana gelebilecek hilelerin önüne geçmek mümkündür (nc 2005).

2.4.3.4 Antibiyotik

Antibiyotik kullanımı ve sütte antibiyotik kalıntılarına rastlanması, sütün kalite kriterleri hakkında bilgi vermektedir. Antibiyotik kullanımı ve sütte antibiyotik kalıntılarının bulunması, insan sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır.

Hayvanlarda antibiyotik kullanımı pek çok farklı nedenle ortaya çıkabilmektedir. Bunun başında gelen sebep ise, süt hayvanının hasta olması ve enfeksiyon hastalıklarında tedavi amaçlı antibiyotik kullanılmasıdır. Bunun yanı sıra, enfeksiyon geçirmiyor olsa dahi, süt hayvanının enfeksiyon açısından tehlikede

olduğu dönemde, antibiyotik önlem amaçlı verilebilmektedir. Laktasyon bitiminde ihtiyaç olması durumunda kullanılabilir. Yemlerin yararını arttırmak amacıyla, hayvanın büyüme hızı ile süt verimini arttırmak amacıyla da çok düşük dozlarda kullanılabilir. Süt hayvanlarında en sık rastlanan hastalıklardan biri olan meme mastitis yani meme iltihabında, penisilin gibi pek çok antibiyotik kullanılmaktadır.

Eğer ki, bir sebep ile süt hayvanına antibiyotik veriliyorsa, antibiyotiğin verilmesinin akabindeki 4 gün içerisinde hayvandan elde edilen sütler kullanılmamalıdır. Antibiyotiğin sütte mevcudiyetini sürdürmesi hastalığın durumuna, antibiyotiğin dozuna, antibiyotiğin hayvana verilif şekline, mevsime, sayım sayısına göre değişmektedir.

Antibiyotiğin sütte kalması ve bu sütün yanlışlıkla kullanılması bazı olumsuz durumlara neden olmaktadır. Bunun başında gelen durum ise, insan sağlığına verdiği zararlı etkilerdir. Alerjik olarak daha hassas bünyeye sahip insanların antibiyotikli sütün yanlışlıkla tüketmesiyle birlikte, insanlarda alerjik reaksiyonlarda artma gözlenmektedir. Bu antibiyotikli sütün sürekli şekilde tüketilirse, insanlarda bulunan mikroorganizmalar antibiyotiğe karşı direnç kazanmamaktadır. Sütün kalite kontrolünde ve sütün işlendiği peynir, yoğurt gibi farklı son ürünlerin üretiminde sorunlar ortaya çıkarmaktadır.

Sütün kalitesi ve sütün işlenmesinde sorun yaşamamak adına, antibiyotikli sütün tespiti yapılmışsa, işletmeye alınmamalıdır. İşletmede kabul edilmiş antibiyotikli sütün tespiti yapılmışsa, sütün soğuk ortamda bir süre bekletmek antibiyotik varlığını azaltmaktadır. 4°C’de bir hafta boyunca bekletilen antibiyotikli sütün bileşiminde rastlanan antibiyotiklerde ortalama % 35–40 azalma gözlenebilmektedir (Gürsoy 2019).

2.4.4 Sütün Mikrobiyolojik Kalite Kriterleri

Sütün kalite parametreleri içerisinde son derece önemli olan hijyenik kalite, sütün ve sütün ürünlerinin güvenliği ile doğrudan ilişkilidir. Güvenli gıda tüketiminin en önemli etkenlerinden biri olan hijyenik kalitedeki ana faktörler; patojen

mikroorganizmalar, zararlı madde kalıntılarını içeren toplam bakteri sayısı, somatik hücre sayısıdır (Panayotova ve Adler 1999).

2.4.4.1 Toplam Canlı Sayısı

Sütün mikrobiyal kalitesi, sütün kalite kriterleri içerisinde en önemli parametrelerin başında gelmektedir. Mikrobiyal kalite sütün üretim sürecin bir bütündür ve sütün iyi bir hijyen kalitesinin olabilmesi çiftlik düzeyinde başlamaktadır. Sütün, henüz dışarıya ile teması geçmeden memedeki sürecindeki sekresyonda steril bir gıdadır. Ancak, sağım işlemi ile birlikte sütün memeden ayrılırken, bakteriler nedeniyle kontaminasyona uğrar ve bulaşmalar meydana gelebilmektedir (Evans 2016).

Sütün, memeden çıkarken ortalama 35°C sıcaklığa sahiptir. Ancak, sütün memeden çıktıktan sonra bu sıcaklıkta kalması hem mikrobiyolojik hem de fiziko-kimyasal özellikleri adına sütte zarar verir. Bu nedenle, mikrobiyal gelişmenin önüne geçmek adına hızlıca 4°C'ye kadar soğutup, ardından bu sıcaklıkta depolamak gerekir. Bu noktada, sütün üretiminde görevli iş gücüne büyük görev düşmektedir. Sütün çiftliğinde çalışanlar, sütün kalite kriterlerini koruyabilmesi adına iyi bir sağım ve depolama rutini oluşturmalı, sağımhanenin temiz ve hijyenik bir şekilde yönetilmesini sağlamalıdır (Burke ve diğ. 2018).

Sütün, mikroorganizmaların gelişebilmesi için çok uygun yapıda bir gıdadır. Özellikle de, sütün sektörü için sorun yaratan spor oluşturan bakteriler (Pereira ve Sant'Ana 2018) ile suşuz *Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes* ve *Shiga*, toksin üreten *Escherichia coli* gibi pek çok patojen mikroorganizmalar sütte rahatlıkla yaşayabilir ve büyüyebilirler. Hatta sütün tozu gibi sütün ürünlerinin yapısında dahi gelişebilecek fırsatçı bir mikroorganizma olan *Cronobacter sakazakii* dahi, sütün tozu üreten tesislerde görülebilmektedir (Jacobs ve diğ. 2011). Sütteki en yaygın görülen bakteriler, özellikle sütün pH'ında büyük sorunlar yaratan ve sütün asidik hale getiren, böylelikle proteinlerin pıhtılaşmasına neden olan laktik asit bakterileridir (Burke ve diğ. 2018).

Psikrotrof mikroorganizmalar, % 80'e kadar taze sütlerde bulunmaktadir. Psikrotrof bakteriler, düşük sıcaklıklarda dahi gelişebilen mikroorganizmalar oldupundan dolayı, 7°C'nin altında hızla byebilmektedirler. Bu psikrotrof bakterilerden bazıları, gram-negatif bakteriler de dahil olmak üzere, gıdada bozulmaya neden olan ısıya dayanıklı enzimler içermektedir. Sütte bulunabilecek psikrotrof bakteriler *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas fragi*, *Pseudomonas putida*, *Serratia*, *Enterobacter*, *Alcaligenes*, *Chromobacterium*, *Achromobacter*, *Aeromonas*, *Flavobacterium* olarak örnek verilebilir (Srhaug ve Stepaniak 1997)

Psikrotrof bakteriler olduğu gibi, sütte termodurik bakteriler de yaşamlarını kolaylıkla sürdürebilirler. Termofilik bakteriler kadar yüksek sıcaklıklarda yaayamayacak olsalar da, pastörizasyon sıcaklığında yaayabildiklerinden dolayı, termodurik bakteriler pastörizasyondan sonra aktif kalabilmektedir. Pastorizasyon sıcaklığında aktif olmaları, bu bakterilerin oluşturdukları ve nihai ürüne kadar koruyabildikleri sporlar sayesinde. Pastörizasyon sıcaklığında yaayabiliyor olmaları, pastörize sütün raf ömrünün kısalması gibi kalite sorunlarına yol açmaktadır. 1 mililitredeki toplam canlı sayısının 1000 cfu/ml'den yüksek olması, süt hayvanının hijyen olmadığını ve sağım ekipmanlarının kirlilik unsurları ile kontamine olduğunun göstergesidir. Termodurik bakterilerin bulaşma kaynağı olarak gösterilebilecek en önemli etkenler arasında silajlar yani yemler, yüzeyler, hayvanların yaşamlarını srdrdğu ve yattığı alanlar ve topraktır. Termodurik bakteriler, *Bacillus* ve *Clostridium spp.* gibi gram pozitif bakteriler ile *Micrococcus*, *Streptococcus* ve *Corynebacterium* gibi spor oluturmeyen bakteriler olarak örnek verilebilir (Khanal ve diğ. 2014)

Termodurik bakterilerin yaşayabileceği sıcaklıklardan daha yüksek sıcaklıklarda dahi hayatta kalabilecek özellikteki termofilik bakteriler de sütte yaşamlarını sürdürebilmektedir. Bu bakteriler, pastörizasyon sıcaklıkları dahil, daha yüksek sıcaklıklarda da gelişebilen bakterilerdir. Dolayısıyla, *Bacillus spp.* dahil olmak üzere, 55 ° C veya daha yüksek sıcaklıklarda tutulan sütün içinde kolaylıkla oğalrlar (Burgess ve diğ. 2014). *Geobacillus stearothermophilus* ve *Anoxybacillus flavithermus* gibi mikroorganizmalar zorunlu termofillerdir ve süt tozu üretim tesislerinde dahi hızla büyüme eğilimi gösterirler (Scott ve diğ. 2007). *Geobacillus*

stearothermophilus sporları UHT sıcakları ve üstündeki sıcaklarda dahi hayatta kalabilirler (Hill ve Smythe 2012).

Sütün mikrobiyolojik durumunu anlatabilmek için, sütte gelişen mikroorganizmaların sayısını belirtmek gerekmektedir. Bunu sağlayabilmek ise toplam canlı sayımı (TVC) ya da toplam bakteri sayısı (TBC) ile mümkün olabilmektedir. *E. coli* ve herhangi bir fekal kontaminasyonu belirtmek için coliformlar kullanılırken, herhangi bir fekal olmayan kontaminasyonu belirtmek için *Pseudomonas spp.* öne çıkmaktadır.

Süt gibi hayvansal kökenli gıdalar için, AB mevzuatı katı hijyen kuralları ile süt kalitesini belirtecek kriterleri ortaya koymuştur. Bu mevzuatta belirtilen değerlere göre, çiğ sütte 1 mililitredeki toplam canlı sayısı 100.000 CFU/mL'den az olmalıdır. Genel olarak istenen değer ise, 1 mililitredeki toplam canlı sayısı 15.000 CFU/mL'den az olmasıdır.

Sütün ön işleme yapılırken ve depolandığı esnada, diğer basamaklara nazaran daha fazla kirlenme meydana gelmektedir. Bu noktada, olması istenen ve hedeflenen standart ise, sütün memeden ayrıldığı esnada 1 mililitredeki toplam canlı sayısının 1000 CFU/mL'den az olması, süt sağım makinesinden ayrıldığı esnada 3000 CFU/mL'den az olması, dökme tanktayken 5000 CFU/mL'den az olmasıdır (Burke ve diğ. 2018).

Süt üretiminde hayvan sağlığı ve üretim sürecinin hijyeni gözetilmeden üretilen sütlerin tüketiciler tarafından tüketilmesi, pek çok hastalığa neden olmaktadır. Bunlar içerisinde, insan sağlığını tehdit eden en zararlı hastalıkların başında tüberküloz, bruselloz, salmonelloz, Q ateşi koli gibi çok ciddi ve tehlikeli hastalıklar bulunmaktadır. Bu hastalıklara neden olabilecek patojen mikroorganizmalar, sütte ciddi bozulmalara neden olarak ölümcül sonuçlar dahi oluşturabilmektedir (Panayotova ve Adler 1999).

2.4.4.2 Somatik Hücre Sayısı ve Mastitis Hastalığı

Somatik hücre sayısı (SSC), meme bezinin sağlık durumunu ve süt bileşimindeki fizyolojik olmayan değişiklik riskini yansıtan, çiğ sütün hijyenik kalitesini ve mikrobiyolojik durumunu gösteren en önemli göstergesidir (Hamann, 2005). Bu kriter, aynı zamanda süt kalitesi için ulusal ve uluslararası düzenlemenin kilit bileşenidir (Van Schaik ve diğ. 2002).

Somatik hücreler sütün ortak bir bileşenidir. Bu nedenle, sütteki varlıkları sorun teşkil etmemektedir. Sütteki varlıklarının sorun teşkil etmesi, sütteki mevcut sayılarının artmasıyla ortaya çıkmaktadır. Sütte somatik hücre sayısının artması, sütün kalitesini olumsuz yönde etkileyerek sütün işlenişini zorlaştırmakta ve üretim karlılığını da olumsuz yönde etkilemektedir (Mijić ve diğ. 2004). Sütün işlenmiş son ürünlerinden biri olan peynirin üretiminde, yüksek somatik hücre sayısı süt kullanımının pek çok olumsuz etkisi bulunmaktadır. Sütte lor sıklığının azalmasına neden olmakla birlikte, peynir verimi azaltmaktadır. Aynı zamanda, somatik hücre sayısı artmış sütlerden üretilen peynirlerde peynir altı suyuna yağ ve kazein geçişi meydana gelmektedir (Ma ve diğ. 2000).

Toplam canlı sayısının yanı sıra, çiğ sütün hijyenik kalitesi ve mikrobiyolojik durumunu gösteren somatik hücre sayısı, genellikle bulaşıcı mikroorganizmalardan kaynaklanan, süt hayvanlarında en çok görülen mastitis hastalığının (meme bezlerinin iltihaplanması) en önemli göstergesidir. Somatik hücre sayısının artmış olması, sağlıksız yaşam koşullarından kaynaklanmaktadır (Panayotova ve Adler 1999; Hamann 2005).

Bir sütteki somatik hücre sayısının değeri 1 mililitre başına 100,000 somatik hücreden küçükse ve mastitis hastalığı bulunmuyorsa, o sütün üretildiği meme bölgesi sağlıklı kabul edilmektedir (Dohoo ve Meek 1982). Ancak, bu değer üzerindeyse mastitis yapısı gözlenebilmektedir. Mastitisli sütler, sütün kimyasal yapısını değiştirdiği gibi, patojen mikroorganizmalar da içermektedir. Mastitisli sütlerde protein, kazein, yağ ve laktoz oranı sağlıklı ve normal inek sütüne nazaran daha düşük seviyelerdedir. Bunun yanı sıra, tat ve lezzet kusurlarını olumsuz yönde etkileyebilecek hasarları verebilen enzimlere sahiptir. Mastitisli sütler, hem süt verimini hem de bu sütlerden işlenen son ürünlerin kalitelerini verimlerini

düşüren bir hastalıktır. Sütün bileşimini ve yapısını olumsuz yönde değiştiren mastitisin zararlı etkilerinden dolayı bu sütü tüketmemek adına, mastitisli sütleri normal sütlerden ayırabilmek adına somatik hücre sayısının kontrolü sağlanmalıdır. Bu sayede, çiğ sütün ve meme sağlığının sütün hijyenik kalitesini belirlemek mümkün olacaktır (Panayotova ve Adler 1999).

Juozaite ve diğ. (2006) tarafından yapılan araştırma, somatik hücre sayısının artışı ile süt verimliliğini ve süt kalitesi arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır. Somatik hücre sayısının artışı ile süt kalitesinde ki değişimin ilişkisi Tablo 2.3'te verilmiştir. Yapılan çalışmada, sütler sağıldıktan sonra analiz edilmiş, veriler altı sınıfa bölünmüş ve sütün kalite değerleri ile süt verimi arasındaki değişimler incelenmiştir. Çıkan sonuçlar göstermektedir ki, 1 mL'de 200.000'den fazla somatik hücre sayısı artmasıyla süt verimi düşüş yaşamakta, ancak somatik hücre sayısının 1 mL'de 800.000'in üzerine çıkmasıyla sütün verimliliği kritik oranda azalmaktadır.

Tablo 2.3: Somatik hücre sayısına dayalı süt üretim miktarları.

Grup	Somatik Hücre Sayısı (adet/ml)	Süt Üretimi (Kg)	Yağ Miktarı (kg)	Protein Miktarı (kg)
a	100 <	4212***± 19.7ab	194.3±6.73	140.6±5.65
b	101-200	4580***± 21.7bc	196,9±7.70	146.2±6.42
c	201-400	4472***± 20.2cd	182.3±6.47	143.0±6.66
d	401-500	4347***±26.6de	180.3±6.52	136.3±5.73
e	501-800	4220***±18.9ef	173.6±5.16	134.0±4.41
f	800>	3922***±19.7af	168.0±6.29	132.9±7.01

P:***<0.001, **<0.01, *<0.05

Somatik hücre sayısının fazlalığının insan sağlığına doğrudan zarar verdiğine dair kanıt olmasa da (Smith ve diğ. 2001), bu durum, çiftlik hijyeninin eksikliğini, sütün içerisindeki patojenik organizmaları, antibiyotik ve toksinlerin varlığı ile dolaylı bir ilişki içerisindedir. Bu ilişkinin bir göstergesi olarak, süt hayvanlarındaki kontaminasyona uğramış sütlerdeki *Staphylococcus aureus* tarafından üretilen enterotoksinler gıda zehirlenmelerine neden olmuştur (Hogan 2005).

2.5 Süt Üretiminin Aşamaları

Süt işleme zinciri birbirini etkileyen basamaklardan meydana gelmektedir. Bu süreçte, tarladan tabağa uzanan her işlem basamağında, tüm ürünlerin doğru şekilde

ortaya konulması ve kaliteli ürünler talep edilir. Bunu sağlayabilmek için süt üretiminin temelini oluşturan süt sürülerinin refahını sağlayarak iyileştirme çalışmaları yapılmalı, ödeme parametreleri oluşturulmalı ve çiğ sütün kalite kontrolü sağlanmalıdır. En önemlisi de, bu çalışmalar çiftlik düzeyinde hammaddenin kontrolü ile başlamalıdır. Sütün işlenmesinde, süt işleme zincirindeki optimizasyon önemlidir. Son ürün güvenli ve yasal gerekliliklere uygun olmalı, kaliteli bir süt ürünü ortaya çıkmalıdır. Gıda sektörü ve gıdaların güvenliğini sağlamadan, güvenli gıda tüketiminin olması mümkün değildir (Burke ve diğ. 2018).

Çiğ süte, uluslararası kabul değerleri baz alınarak pastörizasyon ve UHT teknikleri ile ısıtma işlemleri uygulanmaktadır. Bu uygulamanın amacı, sütte bulunabilecek olası patojenik, hastalık yapıcı mikroorganizmaları ortadan kaldırmak ve sütün besleyiciliğini korumak adına besin değerini koruyabilmektedir.

Uluslararası kabul görmüş olan uygulamaların yanı sıra, sütün küçük çapta üretildiği küçük çiftçiler ya da aracılar tarafından, herhangi bir ısıtma işlemi yapılmaksızın, üretilmiş olan sütler son tüketiciye direkt olarak sunulabilmektedir. Ancak, buradaki önemli olan husus, sütlerin ev koşullarında, uluslararası geçerliliği olan herhangi bir standartın olmadığı, ancak mikrobiyolojik olarak güvenli hale getirebilmek amacıyla kaynatma işlemi de yapılmaktadır. Bu işlem, diğer sistematik işlemlerde olduğu gibi maalesef ki besin öğelerini koruyamamakta, kayıplara neden olmaktadır. Evde kaynatma usulü ile süte ısıtma işlemleri oldukça yaygındır.

Bilindiği üzere, besleyici özelliği çok yüksek olan sütün bileşiminde, hayati fonksiyonlarda önemli işlevleri bulunan besin öğeleri bulunmaktadır. Bunların başında vitaminler gelmektedir. Ancak vitaminler, oldukça hassas yapıda olup, ısı ve ışık gibi birçok faktöre karşı oldukça duyarlıdır. Uygun olmaya koşullarda ısı ve ışığa maruz kalan sütlerde besin değerlerinde büyük kayıplar yaşanmakta ve bu durum sağlık açısından kesinlikle istenmemektedir (Ünal ve Besler 2008).

2.5.1 Pastörize Süt

Süte ısıtıl işlem çeşitlerinden biri olan pastörizasyon işlemi uygulanarak, kaliteli çiğ sütün doğal özelliklerine fazla zarar vermeden patojen mikroorganizmalar yok edilip, diğer mikroorganizmaların da büyük çoğunluğunun ortadan kaldırıldığı süt çeşidi, pastörize süt olarak adlandırılır (Üçüncü 2005). Pastörize sütler, pastörizasyon işlemi uygulanarak üretilen ve üretiminden hemen sonra 6 °C'yi geçmeyecek sıcaklığa soğutulan içme sütüdür (Kodeksi, 2019) ve üretildiği andan itibaren tüketileceği zamana kadar soğuk zincir kırılmadan +4° C'de muhafaza edilmesi gerekir.

Çiğ süt kalitesi ile pastörize edilmiş sütün kalitesi arasında büyük bir ilişki bulunur. Pastörize süt üretiminde kullanılacak çiğ sütün duysal özellikleri iyi, kimyasal bileşimi normal, mikrobiyolojik kalitesi yüksek, asitliği artmamış, yabancı madde içermiyor olmalıdır. Hileye başvurulmuş ve akabinde bileşimi değiştirilmiş, yapısı bozulmuş, besin değeri azalmış bir çiğ süttten, yüksek kalitede pastörize süt elde etmek mümkün değildir (Üçüncü 2005).

Pastörize süt için en temel nokta üreticiden çiğ sütün alımıdır. Çiğ süt üreticiden alındıktan sonra, sırası ile işlem basamakları takip edilir. Süt, 5 ile 8°C'lik silo tanklarına alınır. Ardından, sütün başlangıç kalitesini kontrol edebilmek amacıyla laboratuvar analizleri (antibiyotik testi, yağ analizi, kuru madde tayini, alkol testi, yoğunluk ölçümü, pH ölçümü, duysal analizler) uygulanır (Alpas 2008).

Süt, sağımdan sonra sütün üretildiği birimde süzölmüş olsa da, fabrikada tekrar temizlenmesi gerekir. Bu işleme kaba temizleme denir. Kaba temizlemede kıl, saman, ot, gübre gibi maddeler ayrıştırılır. Bu temizleme işlemi filtreler yardımıyla yapılır.

Bu basamaktan sonra, asıl temizleme işlemi olan klarifikasyon işlemi uygulanır. Bu temizleme işleminde, kaba temizlemede uzaklaştırılmamış olan somatik hücreler, lökositler, bazı mikroorganizmalar, kan pıhtıları, kirlilik etmenleri ayrılır.

Klarifikasyon işleminin akabinde, süt yağının ayrılması işlemi, yani seperasyon işlemi uygulanır. Seperasyon için ideal süt sıcaklığı 50-60°C'dir. Bu sıcaklık ile birlikte, sütün viskozitesi azaldığından süt daha akışkan bir hale gelir. Yağ globüllerinin boyutlarında artış olur ve böylelikle daha kolay ayrışma yaşanır. Seperasyon, süt yağının kısmen ya da tamamen ayrılmasıdır. Süt yağının ayrılma işlemi, endüstride çeşitli sebepler ile gerçekleştirilir. Son üründe az yağlı ya da yağsız bir süt elde edilmek isteniyorsa, süt yağı ayrıştırılır. Bununla birlikte, sütün yağ oranını standardize etmek (yağ oranı 3 ya da 3,5 olmalı gibi gerekçeler) amacıyla süt yağı separe edilir. Krema kazanımı, yani tereyağı ya da yağca zengin ürünler için gerekli olan süt yağını elde edebilmek için süt yağı seperasyon işlemine tabi tutulur.

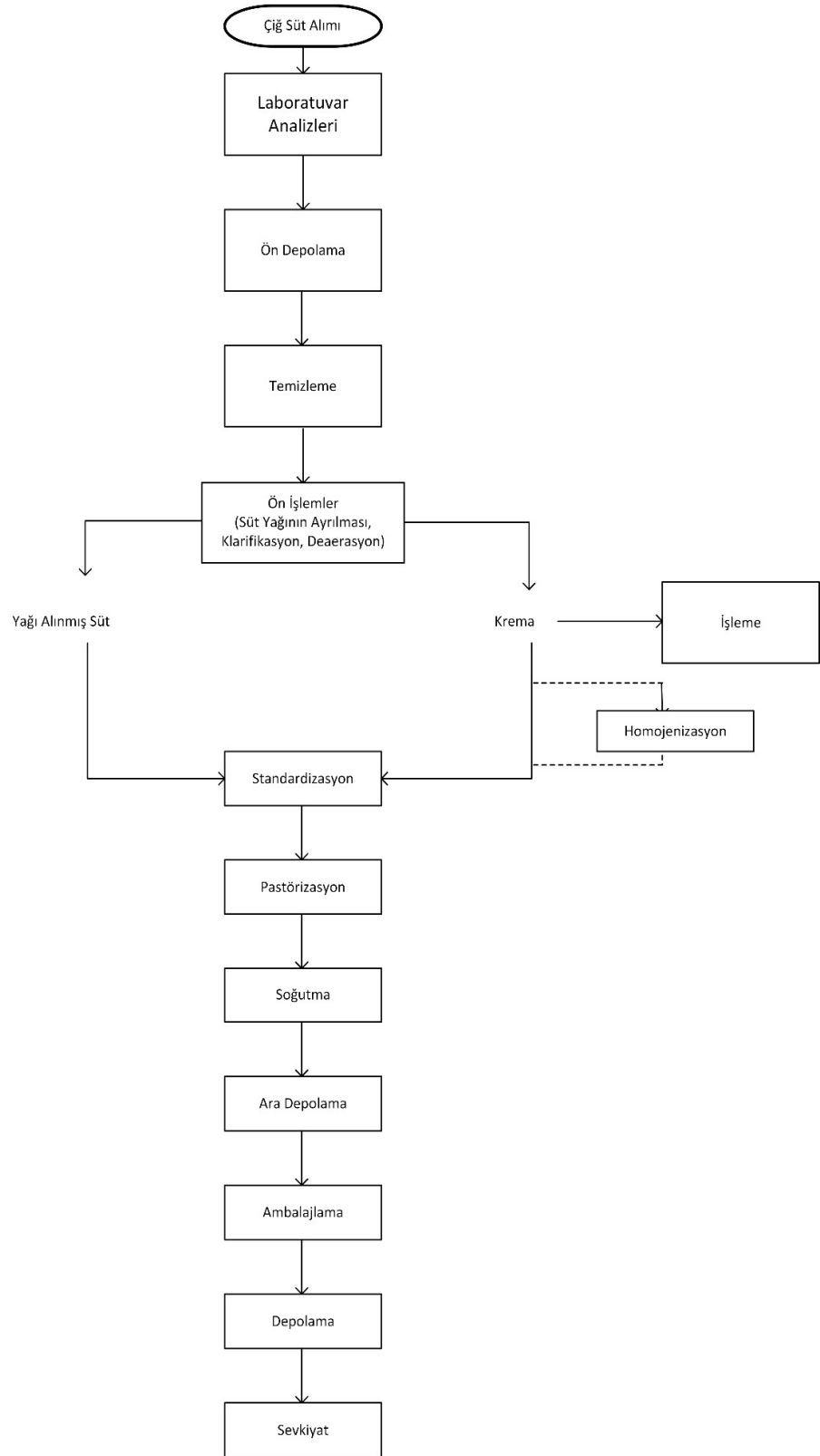
Krema ayrıldıktan sonra, homojenizasyon işlem basamağı uygulanmalıdır. Bunun sebebi, büyük yağ taneciklerini parçalamaktır. Yağ taneciklerinin akışkanlığı az ve yüzeyde toplanma eğilimi gösterdiğinden, bu yağ taneciklerinin hareketlerini durdurmak ya da çok yavaşlatmak için homojenizasyon yapılmaktadır. Homojenizasyon sayesinde ışığın yansıtılma oranı arttığından, sütün rengi daha beyaz görülür. Yağın yüzeyi arttığından, süt daha lezzetli hale gelir ve süt yağı daha rahat sindirilir.

Süt belirli miktarda hava içerir. Süt memedeyken mevcut olan bu hava, sağım sırasında artış gösterir. Sağımdan sonraki tüm işlemlerde de artmaya devam eder. Sütte hava bulunması pek çok olumsuzluk meydana getireceğinden dolayı, havanın uzaklaştırılması gerekir. Deaerasyon adı verilen hava uzaklaştırılması işlem gerçekleştirildikten sonra, sütün standardizasyonu gerçekleştirilir.

Bu işlem basamağından sonra, ısıl işlem uygulamasına geçilir. Isıl işlem uygulaması olarak pastörizasyon gerçekleştirilir. Pastörizasyon, mikroorganizmaları yok edebilmek amacıyla 100°C 'nin altındaki sıcaklıklarda ısıl işlem uygulanmasıdır. Patörizasyon işlemi, 62°C-65°C'de ortalama 30 dakika ya da 72°C-75°C'de ortalama 15-30 saniye olarak uygulanır. Bu işlem ile birlikte, vejetatif hücreler ölür. Ancak bakteri sporları ve ısıya dayanıklı termofilik bakteriler canlılıklarını korur.

Pastörizasyon işlemi yapıldıktan sonra süt soğutulur ve ara depolama için tanka alınır. Ardından uygun ambalajlar ile paketlenir ve sevkiyat için depoya alınır (Üçüncü 2005). Pastörizasyon işlem basamakları, Mustafa Üçüncü'nün "Süt ve

Mamüleri Teknolojisi” kitabındaki verilerden uyarlanarak yapılmış olup, Şekil 2.3’te gösterilmiştir.



Şekil 2.3: Pastörize Süt İşlem Basamakları.

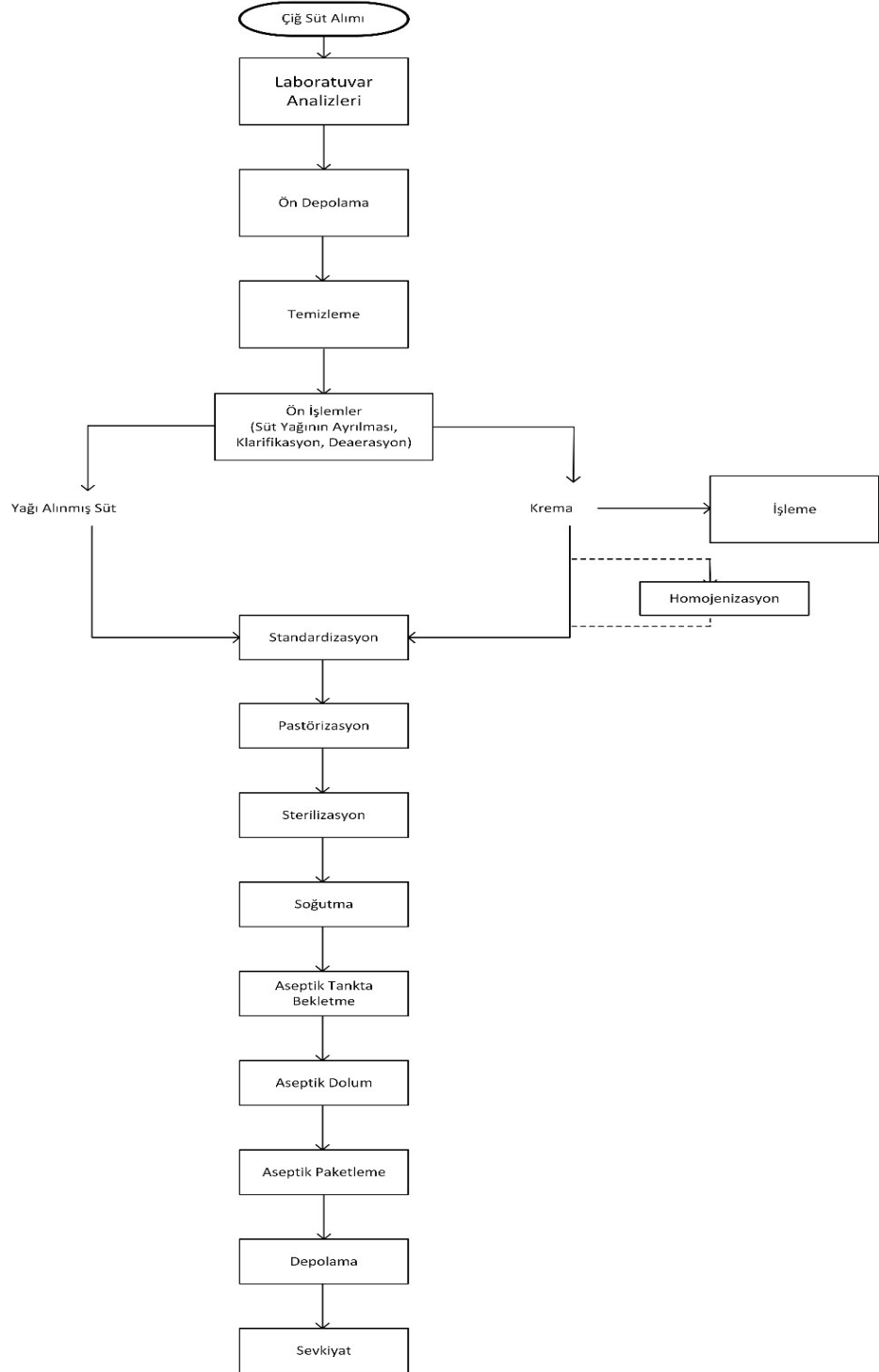
2.5.2 Uzun Ömürlü Süt (UHT Süt)

Süte ısıt işlem çeşitlerinden biri olan UHT (Ultra High Temperature) işlemi uygulanarak, kaliteli çiğ sütün fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerinde en az değişlikle tüm mikroorganizmaların ve sporlarının yok edildiği süt çeşidi, UHT süt yani uzun ömürlü süt olarak adlandırılır (Üçüncü, 2005). UHT işlemi uygulandıktan sonra aseptik koşullarda ambalajlara dolun yapılarak üretilen içme sütü (Kodeksi, 2019), soğuk koşullarda depolanabildiği gibi oda sıcaklığında da uzun süre depolanabilmektedir. UHT sütler, ticari steril bir süttür. UHT sütler ortalama 5-6 aya kadar raf ömrüne sahiptir. Uzun raf ömrüne sahip olmasının sebebi, katkı maddeleri değil, yüksek ısıt işlem uygulamasıdır (Üçüncü, 2005).

UHT süt üretiminde kullanılacak çiğ sütün başlangıç kalitesi de, pastörize sütte olduğu gibi çok önemlidir. Çiğ süt kalitesi başlangıçta yüksek olan sütlerden, yine yüksek kalitede UHT süt elde edilebilir. UHT süt için kullanılacak sütlerde, pastörize sütlerde aranan tüm özellikler gereklidir. UHT süt üretiminde yüksek sıcaklıklara çıkılarak sterilizasyon işlemi yapıldığından, UHT süt için kullanılacak çiğ sütün içeriğindeki proteinin ısıt stabilitesi yüksek, pH değeri 6,65 'in üzerinde olmalıdır. Çok fazla serum proteini içeren, pH değeri düşük yani asitlik oranı yüksek, süt tuzları dengesi bozuk olan sütler UHT süt üretiminde kullanılamazlar (Üçüncü, 2005).

UHT süt için de, yine pastörize süt üretim sürecindeki gibi, en temel nokta üreticiden çiğ sütün alımıdır. Çiğ süt üreticiden alındıktan sonra, pastörize sütteki gibi aynı işlem basamakları takip edilir. Süt, 5 ile 8°C'lik silo tanklarına alınır. Ardından, sütün başlangıç kalitesini kontrol edebilmek amacıyla, yukarıda bahsedilmiş olan laboratuvar analizleri uygulanır. Laboratuvar analizlerinin akabinde kaba temizleme işlemi yapılır. Kaba temizlemenin ardından, çiğ süt, klarifikasyon işlemine tabi tutulur. Klarifikasyon işlemiyle birlikte, süt yağının ayrılması işlemi, yani seperasyon uygulanır. Ardından homojenizasyon işlem basamağına geçilir. Homejenizasyondan sonra deaerasyon işlem basamağı uygulanır. Bu sürece kadar geçen işlemlerden sonra, UHT süt elde edebilmek için de pastörizasyon işlemi uygulanır. Ardından UHT sütün gereği olan işlem basamağı, sterilizasyon gerçekleştirilir. Sterilizasyon sıcaklığı 135°C -150°C'de, ortalama olarak 141°C'de 2-

6 saniye sterilize edilir. Ardından yaklaşık oda sıcaklığına kadar soğutulur. Aseptik tankta alınır. Ardından aseptik dolum ve aseptik paketleme yapılarak sevkiyat için hazırlanır (David ve diğ., 2012). UHT süt işlem basamakları Mustafa Üçüncü'nün "Süt ve Mamülleri Teknolojisi" kitabındaki verilerden uyarlanarak yapılmış olup, Şekil 2.4'te verilmiştir.



Şekil 2.4: UHT Süt İşlem Basamakları.

2.5.3 Evde Geleneksel Yöntemle Kaynatılan Süt

Süte uygulanan uluslararası geçerlilikte yöntemlerin haricinde, evlerde geleneksel yöntem ile açıkta satılan çiğ sütlerin kaynatma işlemi de bir ısı işlem uygulamasıdır. Sütün kaynatılmasındaki amaç, sütte bulunan mikroorganizmaları ve zararlı bileşenler yok etmektir. Bunun için 15-20 dakikalık bir işlem süresi gereklidir. Ancak, bu yöntemde uygulanan kaynatma süresi ve kaynatma ısısının yüksek olması, bunun yanı sıra sütün herhangi bir dış ortam korunması olmadan sürekli hava ile temasının bulunması nedeniyle, sütün besin değerlerinde çok ciddi bir azalış gözlenmektedir. Besin değerleri açısından, bu işlemin ardından, özellikle B vitaminlerinde (B1, B6, B12), askorbik asitte (C vitamini), folik asitte ortalama % 60'ın üzerinde kayıplar meydana gelmektedir. Bununla birlikte, sütün yapısındaki doğal bileşenler olan karbonhidrata, yağ ve proteinde, aynı zamanda sütün kokusu, tadı ve görüntüsünde de değişimlere neden olabilmektedir. Besin değerlerindeki azalışın yanı sıra, bu yöntemle uygulanan ısı işlemlerin sonucunda, sütteki mikroorganizmaların tamamen yok edilebilmesi de her daim mümkün olmamaktadır (Altun ve diğ. 2002).

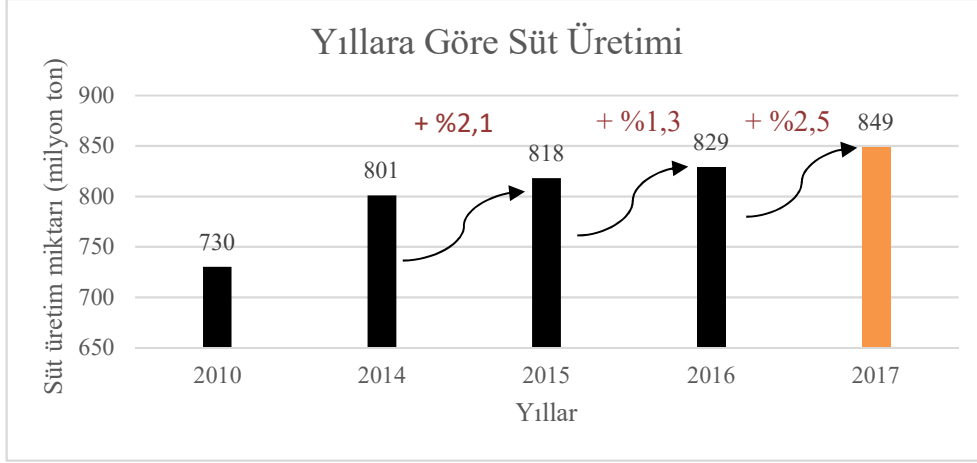
2.6 Dünyadaki Süt Üretim Durumu

Süt üretimi, günlük olarak ve sürekli gerçekleşen bir işlemdir. Süt ürünlerinin dışında, tarla bitkileri diğer pek çok gıdada olduğu gibi belirgin bir ekim ve hasat mevsimi yoktur. Süt üretimi sürekli gerçekleşen bir durum olmakla birlikte, süt üretimi ve talebi, mevsimsel değişikliklere maruz kalmaktadır. Örneğin; ilkbahar ve yaz ayları, meraların gür ve havanın ılık olduğu dönemlerdir. Bu zamanlarda süt üretimi artış göstermektedir. Aksi durumda, sonbahar ve kış aylarında süt üretimi düşme eğilimindedir. Sütün üretiminin azalma eğiliminde olduğu sonbahar ve kış ayları okul dönemi içerisinde yer aldığından, talep yoğunudur. Ancak ilkbahar ve yaz aylarında süte talep azalmaktadır (CRS 2017).

Ulusal Süt Konseyi'nin en son yayınlamış olduğu 2018 yılı süt raporunda belirtildiği üzere, IDF (International Dairy Federation) verilerine göre, 2017 yılında dünyada üretilen süt miktarı %2,5 oranındaki bir artışla yaklaşık 849 milyon tona ulaşmıştır ve Şekil 2.5'te gösterilmiştir. Yine aynı raporda görüldüğü üzere, IFCN

(International Farm Comparison Network) tarafından yayınlanmış olan ve 2017 yılı verilerinde görülen bilgilere göre, bütün türlerden (inek, koyun, keçi, manda, deve) elde edilen 849 milyon ton sütün %96'sını (833 milyon ton) inek ve manda sütü oluşturmaktadır. Bu veriler ışığında, dünyada üretilen süt üretimi miktarında başı çeken ülke Hindistan olurken; onu sırasıyla ABD, Pakistan, Çin ve Brezilya takip etmektedir (USK 2018).

Üretilen süt miktarı kadar, sütün sanayiye aktarılma oranı da oldukça önemlidir. Sütün sanayiye aktarımını sağlayan süt taşıma sistemlerinin gelişimini de etkileyecek olan bu oran, üretilen sütün ne kadarının sanayide değerlendirildiğinin göstergesidir. Yine, Ulusal Süt Konseyi'nin en son yayınlamış olduğu 2018 yılı süt raporundaki IFCN verilerine göre, dünyada sanayiye aktarılan inek ve manda sütü miktarı 507 milyon ton ile bir önceki yıla göre %2,2 oranında artmıştır. Tablo 2.4'te gösterilmiştir. Görüldüğü üzere, dünya genelinde sanayiye aktarılan süt miktarı artmaktadır. Ancak, üretilen toplam süt miktarı ile sanayiye aktarılan süt miktarı arasında karşılaştırma yapıldığında azalmalar gözlenmektedir. Bunun en önemli nedeni; toplam süt üretiminde ortaya çıkan artışın sanayiye aktarılan süt miktarına göre fazlalığıdır. Üretilen sütün sanayiye aktarılmasındaki oransal değişiklikler, süttten üretilen tereyağı, peynir ve vb. ürünlerin üretimindeki artışlar ile paralellik göstermektedir. Örnek olarak verilecek olursa, alınan IFCN verilerine göre; 2017 yılında tereyağı üretimi %1,6 oranında artarak 131 milyon tona, peynir üretimi %1,2 oranında artarak 164 milyon tona ulaşmıştır. Peynir üretimi %2,6 oranında artış göstermekle birlikte, süt ve süt ürünleri içerisinde üretim miktarının fazlalığı açısından en fazla paya sahip ürün olmuştur (USK 2018).



Şekil 2.5: Yıllara göre toplam süt üretim miktarı 2010,2014-2017.

Tablo 2.4: Sanayiye Aktarılan İnek ve Manda Sütü.

Sıra No	Ülke	Sanayiye Aktarılan İnek ve Manda Sütü (Milyon Ton) (ECM) (Ülke Resmi Rakamı)
1	ABD	94,1 (97,3)
2	Almanya	31,9 (31,3)
3	Hindistan	30,6 (27,3)
4	Çin	27,2 (30,5)
5	Brezilya	24,6 (25,1)
6	Fransa	24,5 (24,6)
7	Yeni Zeland	24,4 (21,5)
8	Rusya Federasyonu	16,9 (18,1)
9	Birleşik Krallık	15,3 (15,2)
10	Hollanda	15,2 (14,3)
11	İtalya	11,6 (11,9)
12	Polonya	11,2 (11,3)
13	Avustralya	9,7 (9,5)
14	Kanada	9,2 (9,3)
15	Arjantin	8,8 (9,3)
16	Meksika	8,5 (8,5)
17	Türkiye	8,4 (9,1)
18	İrlanda	7,7 (7,5)
19	İran	7,5 (7,6)
20	Japonya	7,2 (7,2)
	AB-28	157 (155,4)
	Dünya	507,3 (510,4)

Süt ve süt ürünlerindeki miktarların artışları ile birlikte, tüketim miktarı da artış miktarı ile değişkenlik göstermektedir. İçme sütündeki artış miktarı 2017 verilerine göre stabil bir durum sergilemişken, dünya genelinde tüketicilerin tercihleri daha ziyade fermente ürünlere doğru yoğunlaşmaktadır.

Artan üretim miktarlarının yanı sıra, 2017 verilerine göre dünya ortalama çiğ süt fiyatları bir önceki yıla göre %30 oranında artış göstermiştir. Bu artışın nedenleri ise, çiğ sütteki arz ve talepte meydana gelen artışlardır. Bununla birlikte, sütün satışında fiyat yüksekliğini sağlayabilecek niteliklerde olan başta süt yağı olmak üzere, sütün değer kazandıran diğer parametrelerine sahip ürünlerin fiyatlarındaki artış oluşturmuştur (USK 2018). Sütün talebi ve arzındaki artışlar göz önüne alındığında, tüketici refahı, özellikle de gelişmekte olan ülkelerde, süt ürünlerine karşı olan küresel talep artışının yılda yaklaşık %3'ünü oluşturmaktadır. Süt ürünlerine olan talep ise süt ticaretini etkilemektedir. Ancak günlük ticarete, süt üretiminin sadece % 6.2'lik kısmını sunmaktadır. Bu orana göre şu anki talep, tedarikten daha fazla tutmaktadır (More, 2009). Küresel rekabet gücü ve süt ürünlerindeki pazar payı, aynı zamanda süt bazlı ürünler için yeni kullanımları, peynir çeşitliliği için artan talebi, niş ürün pazarlarındaki artışı ve ürün raf ömrünü arttırmaktadır (Blayney ve Gehlhar 2006).

2.7 Türkiye'deki Süt Üretimi

Günümüzde, tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de daha sağlıklı beslenme konusunda bilinç gelişmektedir. Hayvansal protein kaynaklarının beslenme düzeninde çok önemli olduğu konusunda farkındalığın artması, bunun yanı sıra hayvancılık faaliyetlerinin gelişmesi ülkemizde de hayvancılığı ve hayvansal kaynaklı gıda ürünlerinin tüketimini önemli bir noktaya getirmiştir (USK 2018).

Türkiye, süt sektöründeki faaliyetleri, 20. yüzyılın başlarında küçük süthane ve mandıralar şeklinde yürütmekteydi. Bu kapsamda ilk modern süt fabrikası, 1957 yılında, Atatürk Orman Çiftliği bünyesinde kurulmuş ve başlanmıştır. Kurulan bu ilk fabrikanın yanı sıra, 1963 yılında çıkarılan Türkiye Süt Endüstrisi Kurumu (SEK)'nin faaliyete geçmesini sağlayan yasa ile ülkenin pek çok noktasında hemen hemen 40'a fabrika kurulmuş ve bu yasa Türkiye'de sütçülük faaliyetlerinin

gelişmesini sağlamıştır. Ancak, Süt Endüstrisi Kurumu (SEK) daha sonradan özelleştirilmiştir.

1970'li yıllarda, süt endüstrisi sadece devletin desteklediği bir sektör olmaktan çıkmış, özel sektörün de ilgisini çeken bir endüstri haline gelmiştir. Özel sektörde modern süt ve süt ürünleri fabrikaları kurulmuş ve üretimlere başlanmıştır.

1980'li yıllarda, mevcudiyette çalışmalarını sürdüren bazı mandıra ve fabrikalar, çalışmalarını daha ileriye taşımak amacıyla, süt ve süt ürünleri üretiminde modernizasyona gitmiştir.

1990'lı yıllarda, süt ve süt ürünleri sektörü oldukça ilerleme kaydetmiş, hatta bazı modern süt işletmeleri yabancı firmalarla ortaklıklar kurmaya başlamıştır.

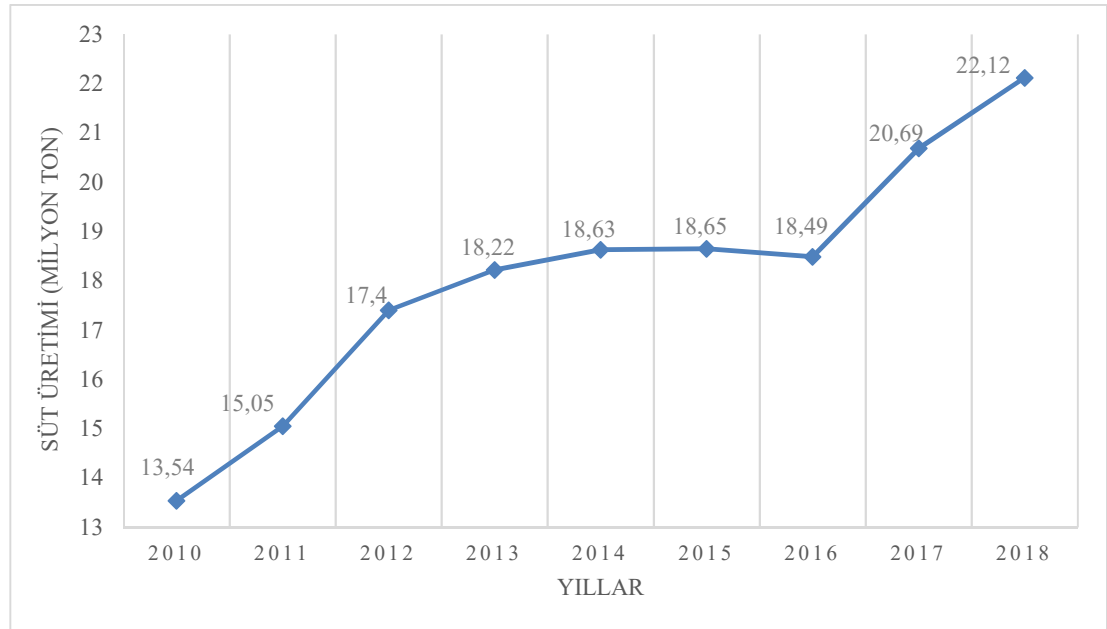
2000'li yılların başlarından itibaren günümüze kadar ise, Türkiye süt sektörü hem üretim hem de işleme sanayi bakımından oldukça önemli ilerlemeler kaydetmiştir. Bu gelişmeler ile birlikte, 2010 yılında, hayvansal ürünlerin üretim mali değeri 38,13 milyar TL olarak gerçekleşmiştir. Hayvansal ürün üretim değerinin %34'ünü 12,8 milyar TL ile süt üretimi sağlarken, bu değer içerisinde en büyük paya sahip inek sütünün değeri %72 oran ile 9,2 milyar TL olarak gerçekleşmiştir. 2016 yılında Türkiye'nin hayvansal ürünlerden kazancı oldukça yüksek meblağlara ulaşmış, hayvansal üretim mali değeri 152 milyar TL olarak gerçekleşmiştir. Hayvansal üretim değerinin %85'ini canlı hayvan değeri oluştururken, %15'ini hayvansal ürün üretim değeri oluşturmuştur. 2016 yılında, Türkiye'nin canlı hayvandan elde ettiği değer 90 Milyar TL olarak, hayvansal ürün üretimden elde ettiği değer 62 Milyar TL olarak açıklanmıştır. Hayvansal ürün üretimden elde edilen değer %39 gibi çok büyük bir çoğunluğunu, 24,3 Milyar TL ile süt üretimi sağlamıştır. Süt üretimi içerisinde hem işlenme oranı olarak hem de elde edilen kazanç değeri olarak en büyük paya sahip inek sütünün payı ise %85 oranında ve 20,6 milyar TL olarak gerçekleşmiştir (TAGEM 2018).

Yıllara göre, türlerden elde edilen çiğ sütler incelendiğinde, 2018 yılında, 22.120.716 ton toplam üretimin 20.036.716 tonunu (%90,6) inek sütü, 75.742 tonunu (%0,3) manda sütü, 1.446.271 tonunu (%6,5) koyun sütü, 561.826 tonunu (%2,5) keçi sütü oluşturmaktadır (USK 2018). 2010 – 2018 yılları arasında, türlerine göre

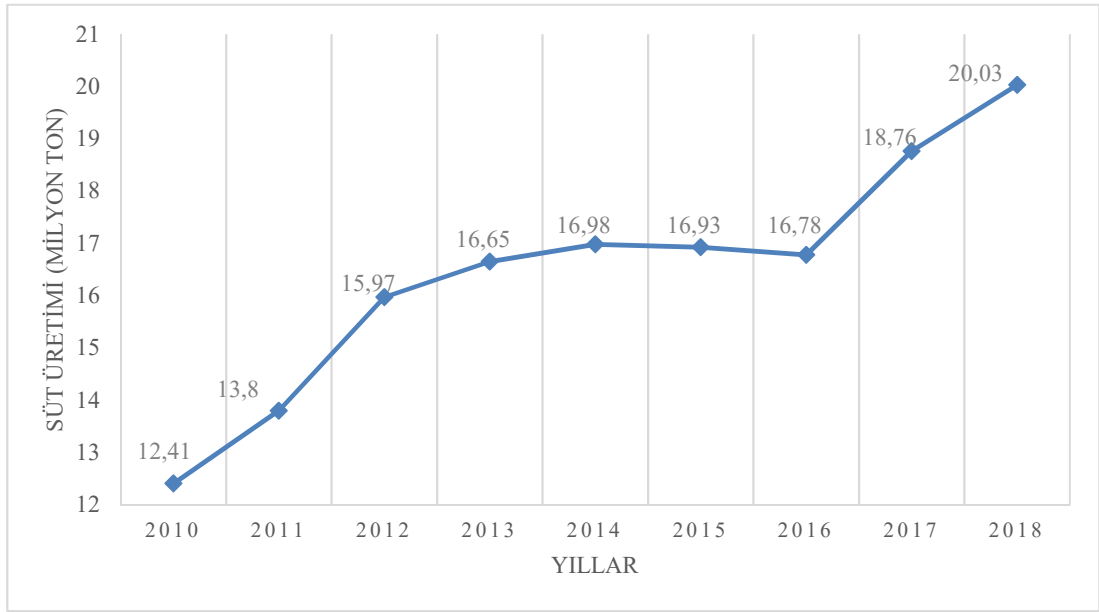
çiğ süt üretimi Tablo 2.5 ve Şekil 2.6’te, üretilen çiğ inek sütü miktarları Şekil 2.7’de belirtilmiştir.

Tablo 2.5: Yıllara ve türlerine göre çiğ süt üretimi.

YIL	SIĞIR		MANDA		KOYUN		KEÇİ		TOPLAM
	Ton	Pay (%)	Ton	Pay (%)	Ton	Pay (%)	Ton	Pay (%)	
2010	12.418.544	91,69	35.487	0,26	816.832	6,03	272. 811	2,01	13.543.674
2011	13.802.428	91,7	40.372	0,3	892.822	5,9	320.588	2,1	15.056.211
2012	15.977.838	91,8	46.989	0,3	1.007.007	5,8	369.429	2,1	17.401.262
2013	16.655.009	91,4	51.947	0,3	1.101.013	6,0	415.743	2,3	18.223.712
2014	16.998.850	91,2	54.803	0,3	1.113.937	6,0	463.270	2,5	18.630.859
2015	16.933.520	90,8	62.761	0,3	1.177.228	6,3	481.174	2,6	18.654.682
2016	16.786.263	90,8	63.085	0,3	1.160.413	6,3	479.401	2,6	18.498.161
2017	18.762.319	90,6	69.401	0,3	1.344.779	6,5	523.395	2,5	20.699.894
2018	20.036.716	90,6	75.742	0,3	1.446.271	6,5	561.826	2,5	22.120.716

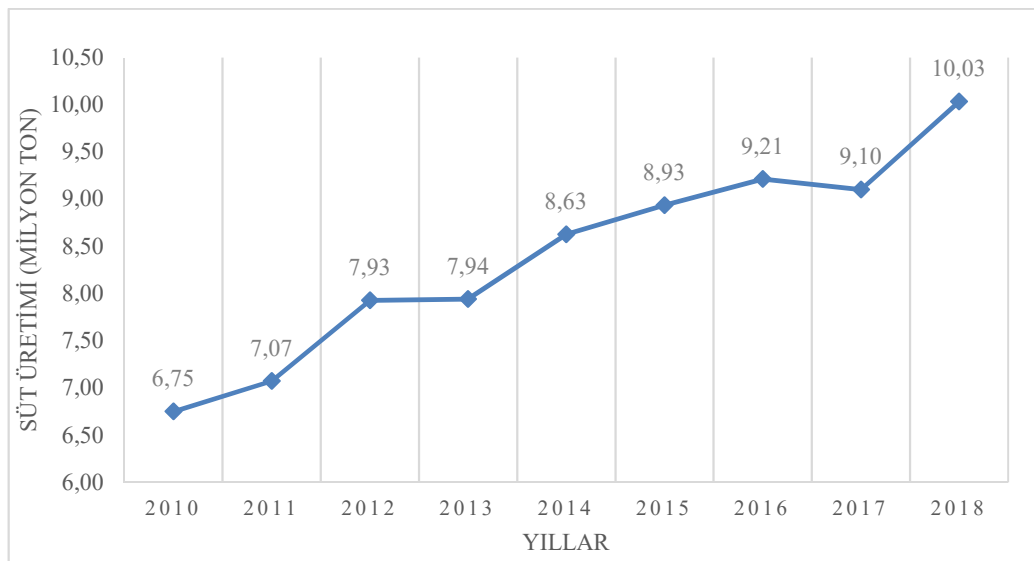


Şekil 2.6: 2010–2018 yılları arası tüm türlerden üretilen çiğ süt miktarları (TÜİK, 2019).



Şekil 2.7: 2010–2018 yılları arası üretilen çiğ inek sütü miktarları (TÜİK 2019).

Üretilen 20.036.716 ton inek sütü çiğ inek sütünün sanayiye aktarılan miktarı bir önceki yıla göre %10 oranında artarak 10.034.219 ton olarak hesaplanmıştır. Ancak, üretilen süt miktarı ile sanayiye aktarılan süt miktarı arasındaki fark gözlemlendiğinde, bu oran, Türkiye’de süt üretimindeki büyük sorunlardan biri olan kayıt dışı süt üretimi olduğunun göstergesidir. 2010–2018 yılları arası sanayiye aktarılan çiğ süt miktarları Şekil 2.8’de gösterilmiştir.



Şekil 2.8: 2010–2018 yılları arası sanayiye aktarılan çiğ süt miktarları (TÜİK 2019).

Ülkemizde de hayvancılık faaliyetleri hız kazanmış, bunu sağlayan en önemli etkenler olarak da kırsal kalkınmayı destekleme programları ile hayvancılığa verilen desteklerin artması olmuştur. (USK 2018)

Türkiye'deki hayvancılık faaliyetlerini arttıran pek çok etmen ile birlikte, 2018 yılı itibariyle toplam büyükbaş hayvan sayısı 17,2 milyon baş olarak belirlenmiştir. Bu hayvanlardan yaklaşık %37,2'si sağılmakta ve süt üretimi yapılmaktadır. Büyükbaş hayvan sayısı, Türkiye'de son 5 yılda % 6,9 oranında artış göstermiştir. Bu artışla birlikte, sağılan büyükbaş hayvan sayısı % 6,2 artarken, bununla birlikte süt üretimi de % 7,9 artmıştır. Büyükbaş hayvanlardan elde edilen sütler, Türkiye'de en çok 1.200 bin ton ile 1. sırada Konya'dan, 1.085 bin ton ile 2. sırada İzmir'den, 860 bin ton ile 3. sırada Erzurum'dan elde edilmektedir.

2018 yılı itibariyle, Türkiye'deki toplam küçükbaş hayvan sayısı 46,1 milyon baş olarak belirlenmiştir. Küçükbaş hayvan sayısı, Türkiye'de son 5 yılda % 11,2 oranında artış göstermiştir. Bu artışla birlikte, sağılan küçükbaş hayvan sayısı % 27,6 artarken, bununla birlikte süt üretimi % 27 artmıştır.

Küçükbaş hayvanlardan elde edilen sütler, Türkiye'de en çok 15 bin ton ile 1. sırada Van'dan, 94 bin ton ile 2. sırada Şanlıurfa'dan, 90 bin ton ile 3. sırada Diyarbakır'dan elde edilmektedir. (SGB 2019)

3. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Sütün kalite sınıflandırmaları ile ilgili kabul görmüş uluslararası uygulamalar Bölüm 3.1’de, konu ile ilgili dünyada çalışılmış sektörel araştırmalar Bölüm 3.2’de sunulacaktır.

3.1 Sütün Kalite Sınıflandırmaları ile İlgili Kabul Görmüş Uluslararası Uygulamalar

Süt kalitesindeki iyileştirmelerin önündeki engellerin varlığı konu ile ilgili bilgi eksikliğinden ziyade, bu bilginin pratiğe dökülememesi ve uygulamalardaki eksikliklerdir (More 2009). Süt sektörünün gelişimi ile ilgili uzun vadeli düşünüldüğünde, ileriye doğru atılması gereken önemli ve ilk adım, süt üretim standartlarının globalleştirilmesidir. Ortaya konulan standartlar kesinlikle yerel düzeyde kalmamalıdır. Bunun için gerçekleştirilmesi beklenen en iyi çözüm, süt ve süt ürünleri ile ilgili standartlarda, Avrupa pazarında da rekabetçiliğe katkıda bulunacak bir süt kalitesi standardizasyonunun oluşturulması ve buna ilişkin yönetmeliklerin kabul edilmesidir (Tolusic ve diğ. 2009).

Süt sektöründeki kalite standardizasyonu ile ilgili uluslararası geçerliliğini sürdüren, ancak belirli kriterleri baz alan standartlar mevcuttur. Bu çerçevede, ülkeleri, sütün kalite standartlarına göre sınıflandırılmasını ve fiyatlandırılmasını sağlayan kurallar bulunmaktadır ve aynı zamanda, süt alanında AB süt kalite standardı kabul edilmiştir. AB süt kalite standardı gereğince, sütteki somatik hücre sayısının 1 mL’de 400.000 somatik hücreyi aşmayan değeri uluslararası ihracat standardı olarak kabul edilmektedir. Ülkeleri hukuki yönden sınırlandıran ve yönlendiren temel uygulama olarak kabul edilebilecek husus, Avrupa Birliği standardını kabul eden ülkelerin yapmış olduğu çalışmalardır.

AB standardının vermiş olduğu sınır değere nazaran, çoğu AB ülkesinde, kalite parametrelerine göre sınıflandırılmış ve birinci sınıf süt niteliği kazanmış sütlerde, genellikle 1 mL’de 200.000 somatik hücre değerinde bir sınır eşiği kabul

etmektedir. AB standardı 1 mL’de 400.000 somatik hücre değerini temel alsa da, AB ülkeleri arasında kabul gören sütlerin somatik hücre sayısının daha düşük bir seviyede olması beklenmektedir.

Avrupa Birliği içinde çiğ süt satışı yapılacaksa, sütün üretimi 89/362/EEC (1) sayılı Komisyon Direktifinin gereklerine uygun olarak üretilmelidir. Aynı zamanda da 92/46/EEC sayılı Konsey Direktifinde açıklanan kalite standartlarını karşılamalıdır. Bu direktif çiğ süt, ısıl işlem görmüş süt ve süt bazlı ürünlerin pazarlanması ve üretilmesi için sağlık kuralları ve standartlarını ortaya koymaktadır. Bu standarda göre, çiğ süt, üç aylık bir süre boyunca mikrobiyolojik olarak kontrol edilmektedir. Kontrol yöntemi olarak, çiğ süttten alınan aylık örneklerdeki somatik hücre sayısının üç aylık geometrik ortalamasının bulunması kabul edilmiştir. Bulunan ortalama değerinde 1 mL’de 400.000 somatik hücre sayısını aşmayan sütün uygun koşulları sağladığını göstermektedir. Avrupa pazarında satılan yerel ya da ithal tüm süt ürünleri bu standartları karşılamalıdır.

Bu sınırlandırmalar 1998’den itibaren uygulanmaktadır ve Avrupa Birliği’ne üye tüm ülkelerin bu uygulamaları yerine getirmesi bir zorunluluktur (Hillerton ve Berry 2004).

Buradan hareketle, Avrupa Birliği üye ülkelerinde (AB), sütün fiyatını belirlemek için sütün hijyenik durumunu değerlendirmek gerektiği anlaşılmaktadır. Ülkeler, sütün kalite kriterlerine göre sınıflandırılmasını sağlayan analizleri tamamladığında, süt her biri belirli bir fiyata sahip kalite sınıflarına ayrılmaktadır. Çiğ süt fiyatını arttıran ya da azaltan parametreler belirlenmiştir. Artan somatik hücre sayısı (1 mL’de 400.000 somatik hücreden yüksek) ve mikroorganizma (1 mL’de 100.000 toplam canlı sayısından yüksek) değeri, çiğ süt fiyatını doğrudan düşürmektedir. Ancak buna keza, daha yüksek yağ ve protein içeriği ise sütün fiyatı arttırmaktadır. Somatik hücre sayısının artması, ineğin memelerinin sağlık durumunun iyi olmadığını göstermektedir. Meme sağlığının kötü oluşu, hayvanın memesinde hastalık bulunması gibi durumlar, laktasyon başına 1.300 kg'a kadar süt veriminde kayba neden olabilmektedir. Süt veriminde yaşanan kayıplar üretim karını doğrudan düşürmektedir. Süt üretim karlılığını etkileyen pek çok parametre olduğundan, süt üreticilerinin yerli ve yabancı süt pazarındaki rekabet gücünü arttırmanın en temel yolu sistematik bir yaklaşım göstermek olduğu bilinmelidir

(Tolusic ve diğ. 2009). (Tolusic ve diğ. 2009) tarafından özetlenen AB süt kalite göstergeleri Tablo 3.1'de yer almaktadır.

Tablo 3.1: Süt Kalitesinin Göstergeleri (Tolusic ve diğ. 2009).

Kimyasal Ve Fiziksel Karakteristikler			
	Çiğ İnek Sütü	Çiğ Koyun Sütü	Çiğ Keçi Sütü
Yağ (%)	3,2	4,0	2,8
Protein (%)	3,0	3,8	2,5
Yağsız Kuru Madde (%)	8,5	9,5	7,5
Yoğunluk (gr/cm ³)	1.028 – 1.034	1.034 – 1.042	1.024 – 1.040
Asitlik Derecesi (°SH)	6,6 – 8,9	8,0 - 12,0	6,5 - 8,0
pH Değeri	6,5 - 6,7	6,5 - 6,8	6,4 - 6,7
Donma Noktası (°C)	< -0.517	< -0.56	< -0.54
Alkol Testi (%72 Etil Alkole)	Olumsuz	Olumsuz	Olumsuz
Mikrobiyolojik Karakteristikler			
	Çiğ İnek Sütü	Çiğ Koyun Sütü	Çiğ Keçi Sütü
Toplam Canlı Bakteri Sayısı	≤ 100,000	≤ 1,500,000	≤ 1,500,000
Somatik Hücre Sayısı	≤ 400,000	-	-

Görüldüğü üzere, 92/46/EEC sayılı Konsey Direktifi, çiğ süt ve süt bazlı ürünlerin pazarlanması ve üretilmesi adına pek çok parametreyi bir araya getirmiştir. Bunlar içerisinde öne çıkan ana unsurlar ise; süt kalitesi ve hijyenik üretim araçları, hayvan sağlığı, kaliteye bağlı süt bileşimi (özellikle antibiyotikler), hücre sayımı ve bakteri içeriği hakkında rehberlik ve şartlardır (Hillerton ve Berry 2004). Bu rehberlik ve şartları temel alarak çalışmalar yürüten, hem mevcudiyette var olan hem de yeni geliştirilen uluslararası tedarikçiler arasında ile süt kalitesi yönünde devam eden gelişmeler olmuştur. Süt kalitesiyle ilgili endişeleri gidermek amacıyla pek çok ülke, sektör lideri başarılı modeller geliştirmiştir (More 2009).

3.2 Sektör Araştırmaları

Dünya üzerindeki pek çok ülke sütün kalite kriterlerine göre sınıflandırılması hususunda ehemmiyet göstermektedir. Sütün kalitesi üzerinde etkili tüm parametreler bir araya gelemiyor olsa da, belirlenen belli başlı kalite kriterlerine göre sütün

sınıflandırma çalışmaları pek çok ülke tarafından yapılmaktadır. Bu noktada, ülkelerin, temiz ve sağlıklı süt üretebilmek amacıyla oluşturduğu sistemler mevcuttur. Süt sektörü adına bilindiği üzere, dünyada süt ürünlerinin üretimi ve süt kalitesinin sağlanması müdahale kapsamı altındadır. Bu uygulamayı özellikle Avrupa Birliği ülkeleri ve Amerika Birleşik Devletleri yerine getirmektedir. Bu kapsamda, 1930'larda düşük süt fiyatlarına maruz kalan çiftçilere yardımcı olmak amacıyla, Süt Pazarlama Siparişi Sistemi (FMMO) kurulmuştur (CRS 2017). Süt Pazarlama Siparişi (FMMO) Sistemi uyarınca, Federal Süt Pazarlama Emirleri (FMO) yayımlanmıştır. Bu emirler, sütün yılın her günü üretilmesinin mümkün olduğundan, ancak mevcut talebin o günün şartlarına göre az ya da çok olsa da bu üretimin mevsimlerden etkilenmesinden, ayrıca sütün yüksek oranda bozulabilir özelliklerinden dolayı nedeniyle oluşturulmuştur.

Federal Pazarlama Emirleri, "A" Sınıfı sütün kendi alanında kullanımıyla ilgili bazı gereklilikleri belirleyen bir düzenlemedir. FMO'lar, "A" dereceli sütün düzenlenmiş işleyicilerinin sütün nasıl kullanıldığına bağlı olarak belirlenen asgari fiyattan daha az olmamasını gerektirir. Ayrıca, süt ödemeleri, "A" sınıfı süt ve / veya bileşenleri için tek tip veya ortalama fiyat temelinde bireysel süt çiftçilerine veya süt çiftçilerinin kooperatif birliklerine birleştirilir ve ödenir (VanBaale 2004). Buradan anlaşılacağı üzere, "A" sınıfı olarak nitelendirilen kalite değerleri yüksek sütün fiyatlandırılması daha yüksek olmakta ve süt işleyicileri arasında adaletli bir yaklaşım sergilenmektedir. Dünyada sütün kalite kriterlerine göre sınıflandırılıp fiyatlandırma çalışmalarının yapılması ise, uygulanan ve pek çok örneğine rastlanan yöntemler olarak öne çıkmaktadır.

A.B.D'de süt kalitesini sağlayabilmek için A.B.D. Gıda ve İlaç Bakanlığı çiğ sütü temel olarak iki sınıfa ayırmıştır (Chite 1991; FDA 2019). Bu sınıflar;

-A sınıfı; Besleyici süt olarak kabul edilen içilebilir süt sınıfı.

-B sınıfı; Peynir, yağ üretiminde kullanılan imalat süt sınıfıdır.

Belirlenen iki sınıfın temel olarak birbirinden ayrıldığı noktalar bulunmaktadır. A sınıfı süt, federal süt satış emirleri doğrultusunda düzenlenmektedir. Üretilen sütlerin %90'dan fazlası A sınıfında yer almaktadır.

Ancak, B sınıfı süt içilebilir sıvı süt için belirlenen sınıf standartlarını karşılamayan süttür ve B sınıfı süt peynir, tereyağı üretiminde kullanılmaktadır. Verilen sınıfların içeriklerine ve farklılıklarına dair bilgi Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2: A sınıfı süt B sınıfı süt kıyaslaması.

Gösterge	A Sınıfı	B Sınıfı
Toplam Bakteri Sayısı (adet/ml)	Toplam bakteri sayısı <100.000	Toplam bakteri sayısı <1.000.000
Somatik Hücre Sayısı (adet/ml)	Somatik hücre sayısı <750.000	Somatik hücre sayısı <1.000.000
Sıcaklık (°C)	A sınıfı 2 saat içerisinde 7 dereceye düşürülmelidir.	B sınıfı süt 4.4 dereceye düşürülmelidir.
Üretici Gereklilikleri	A sınıfı süt üreticileri belirlenen şartlara uymak zorundadır.	Yıllık su testi dışında özel bir şart bulunmamaktadır.

Amerika yasal süt sipariş sisteminde tanımlanan A ve B sınıf sütleri, federal emirlere göre dört alt sınıfa ayırmıştır. Bunu yapmasının nedeni ise, üreticilere yapılacak ödemelerin ve üretilebilecek ürünler mekanizmasının belirlenmesi içindir. Süt kalitesi üzerine Ed Jesse ve Bob Cropp’un Wisconsin’de, Matthew J. VanBaale’in (2004) Arizona’da yaptığı çalışmalarda da bu uygulamanın örneklerini görmek mümkündür. Çalışmalar sonucunda ortaya çıkan akademik makalelerde belirtildiği üzere, sütün kalitesi ve bu sütün işleneceği ürün farklılığına göre fiyatlandırma usulünce sınıflandırma, yukarıda belirtildiği gibi Federal Pazarlama Emirleri tarafından yayınlanmıştır. Federal emirlere göre, sütler sınıf I, II, III veya IV olarak sınıflandırılır.

Süt sınıflandırması aşağıda belirtildiği üzere, en yüksek değerlerden en düşük değere doğru (çoğu durumda) tanımlamaktadır:

- Sınıf I: Tam yağlı, az yağlı ve yağsız süt; çikolata ve diğer aromalı sütler; sıvı tereyağı süt; eggnog gibi içecek ürünlerinde kullanılan süttür.

- Sınıf II: Dondurma ve diğer dondurulmuş süt tatlıları, süzme peynir ve kremalar (ekşi krema, aerosol çırpılmış krema ve çırpılmış krema ve kahve kreması), yoğurt gibi yumuşak üretilmiş ürünler için kullanılan süttür.

- Sınıf III : Krem peynir ve sert peynir üretimi için kullanılan süttür.

• Sınıf IV : Tereyağı ve kuru süt ürünlerini (süt tozu) yapmak için kullanılan süttür.

Tanımlanan bu sınıflarla üretilebilecek olan ürünlerle ilgili veriler Tablo 3.3'te yer almaktadır.

Tablo 3.3: Sınıflarına göre üretilebilecek süt ürünleri.

1. Sınıf	2. Sınıf	3. Sınıf	4. Sınıf
İçme Sütü	Krema	Olgunlaştırılmış Peynir	Tereyağı
Süt yumruğu	Yoğurt	Sürülebilir Peynir	Süt tozu
	Karma Süt	Krem Peynir	Koyulaştırılmış Süt
	Köy ve Ricotta peyniri	Saf Tereyağı	Şekersiz Süt
	Puding vb.		
	Şeker, Çorba, Fırın ürünleri		

Belirtilen sınıflandırma şeklinin yanı sıra, sütün sınıflandırılması ile ilgili bir başka örnek ise, Milena Panayotova ve Jens Adler'in Bulgaristan'da yaptığı çalışmadır. Bu çalışmaya göre, Panayotova ve Adler, süt ve süt ürünlerinin üretim sürecini çok sayıda ara aşamaya sahip olarak belirtmiştir. Bu ara aşamaları meydana getiren ana aşamalar öncelikli olarak çiftlik seviyesinde çiğ süt üretimidir. Ayrıca, toplama istasyonunda veya çiftlikte toplama ve soğutma işlemleri, süt işletmelerinde sütün işlenmesi, sütün dağıtım işlemleri ve çeşitli aşamalar arasında sütün taşınma işlemleridir. Müşteri veya tüketiciler, sütün kalite kriterleri açısından oluşturulan aşamalarda en sonda yer alır. Ancak, zincirin sonunda olmasına karşın, müşteri ya da tüketicilerin çiğ sütün kalitesine, hayvan sağlığına, hayvanların barınma koşullarına ve çevre şartlarına ilişkin beklentileri de üretim zincirinin başlangıcını etkileyebilmektedir. Süt üretimi birbirine bağlı koşullar nedeniyle bir zincir gibidir. Süt üretim zincirinin kaliteli olması ya da sütün kalite kriterleri açısından sınıflandırılabilmesi için, nihani ürünün kalitesinin sağlanması her aşamada başarılı olmalıdır. Görüldüğü üzere, süt üretim zincirinin her bir aşamasındaki kalite, zincirdeki bir önceki aşamadaki kaliteye bağlıdır. Bu nedenle, süt kalitesinin yüksek olması konusunda belirleyici etken, çiftlik seviyesinde yüksek kalitede çiğ süt üretimidir. Bu nedenle, süt kalitesinin belirlenebilmesi için ilk adım, çiğ süt üretim sürecini çiftlik düzeyinde analiz etmekten geçecektir. Yine aynı çalışmada, çiftlik

seviyesindeki çiğ sütün kalitesini etkileyen ana faktörler kategorize edilmiştir. Bu ana başlıklar içerisinde;

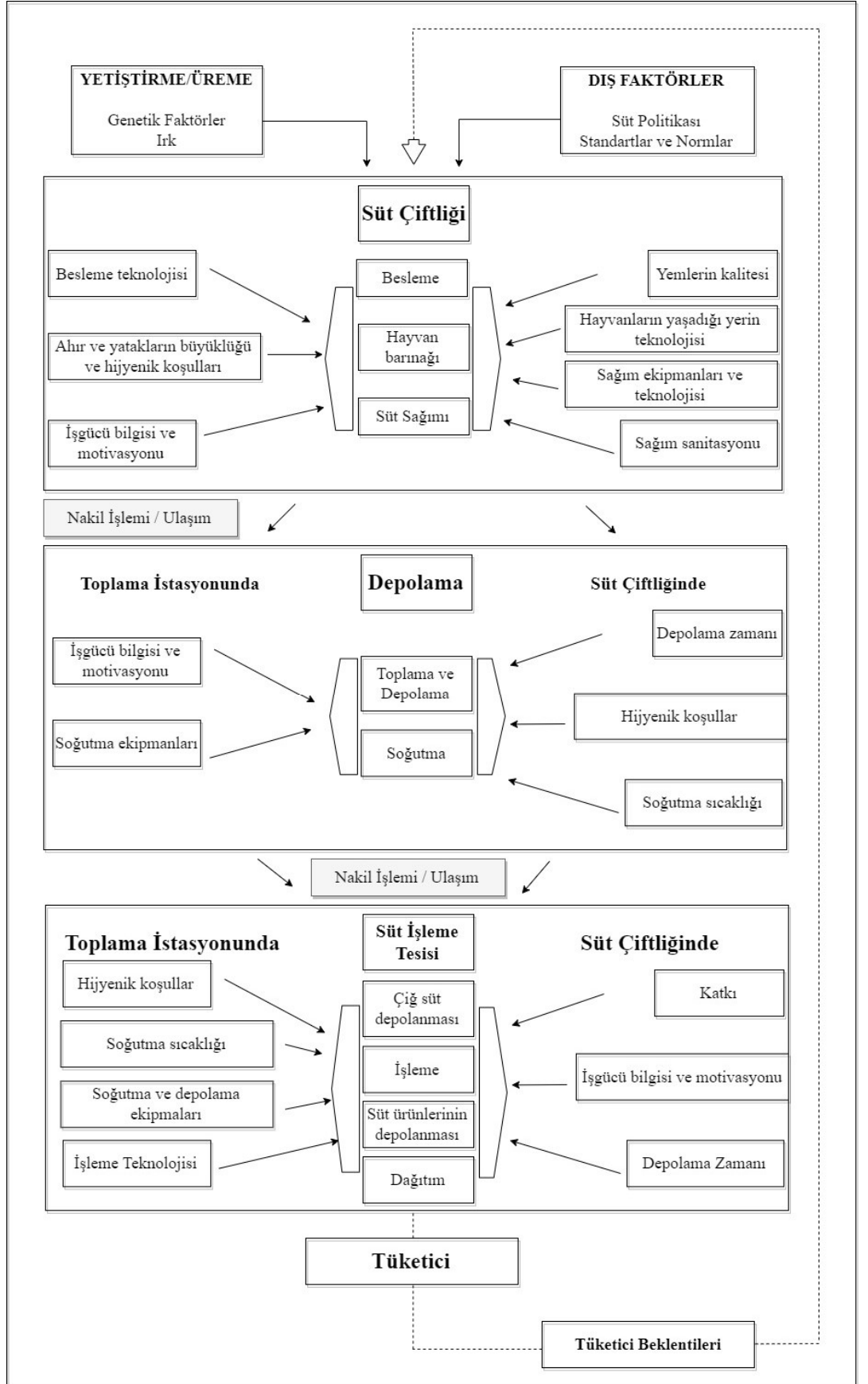
1) Hayvanların beslenmesi: Yemleme teknolojisi ve yemlerin miktarı ve kalitesi, yemin özellikle yağ ve protein bakımından içeriği, bileşimi çiğ sütün kalitesini etkiler.

2) Hayvan barınağı: Ahırların ve hayvanların yattıkları alanların hijyen koşulları ve barındırma teknolojisi hayvan refahını etkiler. Hayvan refahını etkileyen bu parametreler dolayısıyla sütün kalitesini ve hayvanların sütün verimliliğini etkiler.

3) Sağım: Hayvanların sağılması için oluşturulan sağım teknolojisi ya da sağım süreci, sağımın yapılması sırasında kullanılan ekipmanlar ve sanitasyon işlemi, sağım sırasındaki hijyen koşullarını ve hayvan refahını etkiler. Bu denli önemli olan parametreler de çiğ sütün kalitesini etkiler.

4) İşgücü: Çiftliğin işgücününün, yani çalışanlarının bilgi ve motivasyonu hayvan refahını etkiler. Bu durum da, dolayısıyla çiğ sütün kalitesini etkiler.

Milena Panayotova ve Jens Adler'in yapmış olduğu çalışmada ortaya koydukları sütün üretim zinciri Şekil 3.1'de verilmiştir: (Panayotova ve Adler 1999)



Şekil 3.1: Süt üretim zincirinin ana aşamaları.

Bulgaristan'da yapılan bu çalışmada, aynı zamanda Bulgaristan ve Almanya'daki çiğ inek sütleri kıyaslanmıştır. İki karşılaştırmayı daha detaylı ve açık şekilde aktarabilmek için, çalışmada farklı kalite kontrol parametreleri gruplandırılmıştır. Bu gruplar; tutarlılık, renk, tat ve kokuyu temel almış olan organoleptik özellikleri; yağ içeriği, protein içeriği, yağsız kuru maddeyi temel almış kompozisyon özellikleri; yoğunluk, donma noktası, asitlik, soğutma sıcaklığı, temizliği temel almış fiziksel ve kimyasal özellikleri ve somatik hücre sayısı (SCC), toplam canlı (bakteri) sayısı, patojen mikroplarının sayısı, antibiyotikler ve inhibe edici maddeleri temel alan hijyenik ve güvenlik özellikleri kapsamaktadır (Panayotova ve Adler 1999).

Yukarıda belirtilen kontrol parametreleri grupları incelendiğinde, Bulgaristan çiğ süt kalite standardı ile Almanya çiğ süt kalitesi standardı arasında önemli farklılıklar olduğu görülmüştür.

Organoleptik özellikler incelendiğinde, bu özelliklerin sadece Bulgar standardında mevcut olduğu gözlenmiştir. Bulgar standardına göre, süt toplama istasyonlarına veya tesislere verilen her bir çiğ süt grubu koku, tat, renk ve tutarlılık açısından denetlenmelidir. Süt kalitesinin düşük olması, elverişsiz üretim koşullarının yanı sıra, Bulgar süt üretim işletmelerinde özellikle öne çıkan sağım, depolama ve soğutma için açık sistemlerin kullanılması nedeniyle bu analizleri yapmak oldukça gereklidir. Ancak Almanya'da, sağımdaki yüksek düzeydeki mekanizasyon ve çiğ sütün kapalı tanklarda depolanması nedeniyle bu özelliklere bakılması gerekli görülmemiş ve yönetmeliklere dahil edilmemiştir.

Kompozisyon özellikleri incelendiğinde, Bulgar standardının Almanlardan farklı olarak, asgari düzeyde yağ ve protein içeriği beklediği gözlenmiştir.

Fiziksel ve kimyasal özellikler incelendiğinde, kalite parametresi yönünden en fazla sayıda alt kritere sahip olan özellik grubu olduğu görülmektedir. Alman ve Bulgar standartlarında ortak olarak yer alan kriterler olduğu gibi, sadece Almanya'da ya da sadece Bulgaristan'da olan kriterler bulunmaktadır.

Hem Almanya'da hem de Bulgaristan'da kullanılan kalite parametresine örnek olarak asitlik verilebilir. Her iki ülkede de asitlik bir kalite kriteri olarak kabul

edilse de, bu parametrenin her iki ülkedeki uygulama tarzı ve kabul değerleri, asitliği ölçme yöntemleri açısından farklılıklar bulunmaktadır. Alman standardına göre meme sağlığı ile ilgili olan aktif asitlik yani (pH) ölçülürken, Bulgar standardı çiğ sütün titre edilebilir asiditesinin izlenmesini şart koşmaktadır. Alman standardında pH'ın 6.8'i aştığı değerler sütte mastitis olduğunu göstermektedir. Bulgar standardında ise titre edilebilir asitin ölçülmesinin istenmesinin nedeni, mikrobiyolojik kaliteyi kontrol etmek için basit, hızlı ve düşük maliyetli bir yöntem olmasıdır. Titre edilebilir asitlik ölçülürken, bakteri etkisinin bir yan ürünü olan laktik asit miktarı ölçülür ve bulunan değerler sütteki mikroorganizma sayısına, süt depolama süresinin uygun ya da uygunsuzluğuna ve sıcaklığına doğrudan bağlanır.

Bir diğer kriter olan yoğunluk ve temizlik parametreleri sadece Bulgar standardında mevcuttur. Bu parametre, yağ ve yağsız kuru madde içerikleri ile yakından ilgilidir. Temizlik parametresi ise, çiğ sütün mikrobiyolojik kalitesi hakkında bilgi edinmek için basit ve ucuz bir yöntemdir. Temizliğin ölçülmesi Bulgar sistemi için çok önemlidir. Çünkü Bulgar çiğ sütlerinin kalitesi genellikle düşüktür. Ancak Alman standardında çiğ sütün mikrobiyolojik kalitesini ölçmek için, doğrulanabilirliği daha uygun olan toplam canlı sayısı ve somatik hücre sayısı gibi kontrol parametreleri kullanılmaktadır. Bu nedenle, temizlik kriteri dikkate alınmamaktadır.

Hijyenik ve güvenlik özellikleri incelendiğinde, bu gruptaki tüm kalite kriterlerinin hem Bulgar hem Alman standartlarına dahil edildiği görülmektedir. Hiçbir standart patojen mikropların, antibiyotik kalıntılarının ve çiğ sütün içindeki diğer inhibe edici ve zararlı maddelerin varlığına izin vermemektedir. İki standart için ortak olan bu kriterlerde, toplam canlı sayısı ile somatik hücre sayımı açısından beklenen değerler açısından farklılık göstermektedir. Bulgar standardı, Alman standardına göre çok daha fazla sayıda toplam canlı sayısına (1 mL'de 1.500.000 toplam bakteriye) ve somatik hücreye (1 mL'de 1.000.000 somatik hücreye kadar) izin vermektedir. Ancak Alman standardı çok daha az sayıda toplam canlı sayısına (1 mL'de 100.000 bakteriye) ve somatik hücrelere (1 mL'de 400.000 somatik hücreye kadar) izin vermektedir. Bu kriterler kıyaslandığında, Bulgar süt kalitesinin genel olarak daha düşük kalitede olduğunun bir yansımasıdır (Panayotova ve Adler 1999).

Görüldüğü üzere, iki ülke kıyaslaması yapıldığında dahi, kalite kriterlerinde bir bütünlük gözlenememektedir.

Bir diğer çalışma Brezilya'da gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, süt kalitesine dayalı ödeme programları (PPBMQ) kullanılarak sütü sınıflandırma yoluna gidilmiştir. Busanello ve arkadaşları (2017) tarafından Brezilya'da yapılan çalışmada, süt kalitesine dayalı ödeme programları ile süt kalitesinin artışının sağlanıp sağlanmadığı incelenmiştir. Bu yöntem, dünyanın çeşitli ülkelerinde süt kalitesini iyileştirmek için bir teşvik olarak kullanılmaktadır. Bu tür programlarda kullanılan başlıca süt parametrelerinden biri, (BTSCC) tank sütü somatik hücre sayısı ya da başka bir ifade ile toplam tank somatik hücre sayısıdır. Busanello ve arkadaşları (2017), çalışmalarını yürütürken Brezilya'da ayda ortalama 37.000 çiftliğin verilerini kullanmış, tank sütü somatik hücre sayısı verilerine göre süt kalitesi belirlenmiş ve bu kalite sınıflarına göre farklı ödeme sınıfları oluşturulmuştur. Bu çalışmada, alınan veriler öncelikli olarak tanımlanmış ve ardından grafiksel analizler yapılmıştır. Sütler, bünyesinde barındırdığı somatik hücre sayısına göre 1,2,3,4 ve 5. sınıf süt olarak ayrılmıştır. 1. sınıf sütler (1 mL'de 1000–200.000 somatik hücre), 2. sınıf sütler (1 mL'de 201.000–400.000 somatik hücre), 3. sınıf sütler (1 mL'de 401.000–500.000 somatik), 4. sınıf sütler (1 mL'de 501.000 800.000 somatik hücre) ve 5. sınıf sütler (1 mL'de 800.000'den fazla somatik hücre) olarak kategorize edilmiştir. Bu sınıflandırmaya göre, 1. Sınıf süttten 5. sınıfta yer alan sütlere doğru fiyatlandırma aralıkları belirlenmiş ve en iyi fiyat 1. sınıfta yer alan sütlere, en kötü fiyat 5. sınıfta yer alan sütlere verilmiştir. Aynı zamanda, süt kalitesinin sürekliliğini sağlayabilmek amacıyla, bir üreticiden alınan süt numuneleri tek seferliğe mahsus alınmayıp, bu analizler sürekli hale getirilmiştir. Sütlerin, daha kötü bir ödeme sınıfında yer alabilme ihtimallerine dayalı değişim olasılığı hesaplanmış, gelecekteki tank sütü somatik hücre sayısı değerleri, zaman serisi modelleri kullanılarak tahmin edilmiştir. Böylelikle, iyi sınıfta yer alan çiftlikler ya da üreticilerin, mevcut sınıflarında kalıp kalamayacaklarını kontrol edilmiştir. Akabinde, süt kalitesine dayalı ödemelerde azami ikramiyenin sağlanamaması nedeniyle oluşan mali zararlar simüle edilmiştir. Bununla birlikte, süt kalitesine dayalı ödemeler nedeniyle maddi zararın gerçekleşebileceği belirtilmiştir (Busanello ve diğ. 2017).

Hırvatistan'da da sütün kalite kriterlerine göre sınıflandırılması adına akademik çalışmalar bulunmaktadır. Z. Tolusic, P. Mijic ve M. Tolusic'in (2009) yaptığı çalışmada, Hırvat hükümetinin 1 Ocak 2003 tarihinde yürürlüğe soktuğu, sütün kalite kriterlerine göre sınıflandırılması ve fiyatlandırılması uygulamasını temel alan çalışmada, ülkenin süt kalitesini standartlaştırma adına yaptığı uygulamalar belirtilmiştir. Hırvat hükümetinin yayınlanmış olduğu resmi gazetede, sütün kalite sınıflandırması sütün içindeki yağ ve protein içeriği ile sütün hijyenik durumunun değerlendirilmesinde temel yöntem olan sütte somatik hücre sayısı (SCC) ve mikroorganizma sayıları (MO) ile sağlanmaktadır (Tolusic ve diğ. 2009). En temel şekliyle özetlenecek olursa, yağ ve protein içeriği ile mikroorganizma ve somatik hücre sayısı bakımından, inek sütünde bulunması beklenen değerler % 3.7 yağ, % 3.2 protein, 1ml'de 400.000 somatik hücre ve 100.000 mikroorganizma; koyun sütünde bulunması beklenen değerler % 6.0 yağ ve % 4.0 protein ile 1ml'de 1.500.000 mikroorganizma; keçi sütünde bulunması beklenen değerler % 3.5 yağ ve % 2.6 protein ve 1 ml'de 1.500.000 mikroorganizmadır. Temel süt fiyatı, sütün belirlenen kalite kriterlerine göre özel bir hesaplama yöntemi ile hesaplanmakta ve ödenmektedir. Görüldüğü üzere, taze çiğ süt kalitesinin standartlaştırılması, sınıflandırmaya ve süt fiyat oluşumuna yenilik getirmiştir.

Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde 2018 yılında İsfendiyar Darbaz, Ayhan Baştan Ve Seçkin Salar'ın yapmış olduğu çalışmaya kadar, Kuzey Kıbrıs'taki süt kalitesi, kaliteyi etkileyen değişimleri değerlendiren özel bir çalışma yapılmamıştır. Darbaz ve arkadaşlarının (2018) yapmış olduğu bu çalışma, ülke adına, süt çiftliklerinde dökme tank sütünün (Jayarao ve diğ. 2004) kalitesi hakkında önemli veriler sağlayan ulusal çaptaki ilk rapordur, ancak kaliteyi etkileyen faktörler araştırılmasına karşın sınıflandırma çalışması yapılmamıştır. Bu çalışmada toplam bakteri sayıları, koliform sayıları, laktoz, toplam protein, kazein, yağ, yağsız kuru madde, kuru madde, donma noktası, asitlik-SH, yoğunluk, serbest yağ asitleri gibi süt bileşenlerindeki değişimler, antibiyotik kalıntıları incelenmektedir. Bu çalışmanın sonucunda, Kuzey Kıbrıs'taki süt çiftliklerinde süt kalitesi açısından önemli sorunlar olduğu ortaya çıkmıştır. Sütteki yağ, kazein, toplam protein, laktoz, yağsız kuru madde, serbest yağ asitlerinde mevsimsel değişiklikler olduğu sonucuna varılmıştır (Darbaz ve diğ. 2018).

Sütün kalite kriterlerine göre sınıflandırılmasının yanı sıra, Avustralya'da Countdown Downunder adlı bir endüstri öncülüğü programı da dahil olmak üzere, süt kalitesi sorunlarını ele almak için bir dizi ulusal program geliştirilmiştir. Bu program, basit bir şekilde, değişimi yönetmek için bireylerin, kuruluşların ve toplulukların yeteneklerini ve kaynaklarını artırmakla ilgili olan kapasite geliştirme kavramı üzerine inşa edilmiştir. Geri sayım programı olarak adlandırılan çalışma, 6 aşamadan oluşmaktadır. Bunlar; ihtiyaçları belirleme, hedef belirleme, eylem planlama, eyleme geçme, ilerlemeyi gözden geçirme ve öğrenme ve yeniden planlamayı içeren eylem planlama döngüsüdür. Bu programı destekleyebilmek amacıyla, sektörde değişim yaratabilecek ana unsurlar belirlenmiş ve bu unsurlara göre yukarıda sayılan adımları desteklemek için geniş bir kaynak yelpazesi geliştirilmiştir. Destekleme programı kapsamında çiftçi kursları, çiftlik rehberleri, mastitis aksiyon planları, mastitis odak raporları ve süt kalitesi ödülleri ortaya konulmuştur (More 2009).

Ülkemizde çiğ sütlerin sınıflandırılmasına yönelik bir yönerge bulunmaz iken, Türk Standartları Enstitüsü tarafından yayınlanan TS 1018:2002 numaralı Çiğ İnek Sütü standardındaki (TSE 2002) çiğ süt özellikleri ve Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayınlanan Türk Gıda Kodeksi 2019/12 tebliğ numaralı İçme Sütleri Tebliği'ndeki (TGK 2019) çiğ süt özellikleri sırası ile Tablo 3.4 ve Tablo 3.5'te verilmiştir.

Tablo 3.4: Süt kalitesinin göstergeleri (TSE 1018:2002).

İnek Sütünün Kimyasal Özellikleri	
Özellik	Değerler
Protein, % (m/v), en az	2,8
Asitlik (süt asidi),% (m/v), en az	0,135
Asitlik (süt asidi),% (m/v), en çok	0,200
Yağ,% (m/v) en az 3,5	3,5
Yağsız kuru madde, % (m/v) en az	8,5
İnhibitör Madde	Bulunmamalı
Okside edici maddeler	Bulunmamalı
Karbonat ve formaldehit	Bulunmamalı
İnek Sütünün Mikrobiyolojik Özellikleri	
Özellik	Değerler
Toplam canlı bakteri sayısı 30°C'da kob/mL, en çok (1)	100,000 (a)
Somatik hücre sayısı adet/mL, en çok (1)	500,000 (b)
<i>Staphylococcus aureus</i> , kob/mL	n c M M 5 2 100 500
<i>Salmonella</i>	5 0 25mL'de bulunmamalı (2)

1) Süt üretim işletmelerinden toplanan ve/veya ısı işlem görmüş içme sütü, süt ürünleri ve süt esaslı ürünlerin üretiminde kullanılacak inek sütünde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğinde o yıl için müsaade edilen değeri aşmamalıdır.

a) Ayda en az iki numune ile iki aylık bir periyodun geometrik ortalaması.

b) Ayda en az bir numune ile üç aylık bir periyodun geometrik ortalaması.

2) 25mL (veya 25 g) numune, aynı ürünün farklı kısımlarından alınan 5 mL'lik 5 numuneden oluşur.

n: Numune sayısı (adet),

m: Bakteri sayısı için kabul edilebilir eşik değeri, (kob/mL; g) eğer tüm numunelerdeki bakteri sayısı "m"i geçmemişse sonuç yeterli sayılır.

M: Bakteri sayısı için en fazla sınır değer (bir veya daha fazla numunede "c" bakteri sayısı "m" den daha fazla ise sonuç olumsuz sayılır.

c: Numune grubu içinde izin verilen maksimum sınırın "M" altında olması istenen numune sayısı (diğer numunelerdeki bakteri sayısı "m" veya daha az ise numune olumlu sayılır)

Tablo 3.5: Süt kalitesinin göstergeleri (Türk Gıda Kodeksi 2019/12).

Süt Çeşitleri	% Protein (m/m) (en az)	Asitlik (%süt asidi) (m/v)	Yoğunluk (m/v) (en az)	Yağsız kuru Madde (m/m) (en az)
İnek Sütü	2,9	0,1385-0,20	1,028	8,0
Çeşnili / Aromalı İnek Sütü	2,7			
Koyun sütü	4,0	0,16-0,35	1,030	10,0
Çeşnili / Aromalı Koyun Sütü	3,8			
Keçi sütü	3,0	0,15-0,28	1,026	8,5
Çeşnili / Aromalı Keçi Sütü	2,9			
Manda sütü	5,5	0,14-0,22	1,028	8,5
Çeşnili / Aromalı Manda Sütü	5,3			

İlgili literatürde görüldüğü üzere, sütün kalite sınıflandırması hakkında hem farklı ülkelerin çalışmaları olması hem de belirlenen standartlar olmasına karşın ülkelerin sütün kalite kriterlerini uygulayışlarında bir uyumun yakalanamaması nedeniyle, bu çalışmayı yapmak önemli bir adım olmuştur. Bu noktada, incelenen akademik veriler ile sektör deneyimleri harmanlandığında, süt sektörü açısından kalite sınıflandırmaları ve bununla birlikte uygun koşullarda sütün tedarik edilmesi, süt kabul alanına kadar taşınmasının sorun arz ettiği gözlenmiştir. Bu nedenle, saha çalışmaları ile de desteklenen uygulamalar ile sütün farklı parametreler doğrultusunda kalite sınıflandırması tez kapsamında hedeflenmiştir. Bu kapsamda süt toplama merkezlerinde yer alan sütün çok kriterli karar verme teknikleri ile gruplandırılması sağlanmıştır. Yapılan kapsamlı literatür taraması doğrultusunda literatürde çiğ sütlerin farklı parametreler kullanılarak sınıflandırmasının yapıldığı

bir çalışma yer almamaktadır. Ülkemizde taze çiğ süt kalitesinin standartlaştırılması, sınıflandırmaya ve süt fiyat oluşumuna bir yenilik sağlayacak ve üreticilerin kaliteli ürün üretimini teşvik edecektir. Bu sayede, üreticiler süt üretiminin teknik aşamalarına, beslenme rejimine ve hayvan sağlığının korunmasına daha fazla dikkat etmek zorunda kalacaklardır. Bu sayede proje yaygın etkisinde bahsedilen faktörlere bir adım daha yaklaşmıştır.

Bu kapsamda ilk olarak kriterlerin önceliklendirmesinde kullanılan AHP ve bu kriterler doğrultusunda çiğ sütlerin sınıflandırılmasında kullanılan VIKORSORT algoritmaları bir sonraki bölümde açıklanmıştır.

4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Çok kriterli karar verme belirli bir alternatifler kümesi içerisinde, karar vericiler tarafından belirlenmiş birden fazla kriteri eş zamanlı olarak dikkate alarak en iyi alternatifin seçilmesini sağlayan sistematik bir yöntemdir. Çok kriterli karar verme yöntemleri aracılığıyla en iyi alternatifin seçilmesinin yanı sıra, sıralama ve sıralı sınıflandırma işlemleri de yapılabilmektedir. Seçme problemlerinde karar vericiler için amaç en iyi alternatifi seçmek iken, sıralama probleminde en iyiden en kötüye doğru alternatifleri sıralamak, sıralı sınıflandırma problemlerinde ise karar vericinin amacı alternatifleri önceden belirli gruplara sıralı bir şekilde sınıflandırma yapmaktır. Bu doğrultuda çok kriterli karar verme teknikleri 3 ana seçim, sınıflandırma ve sıralama olmak üzere başlık altında değerlendirilebilmektedir (Vassilev ve diğ. 2005).

Seçim Problemleri: Seçim problemlerinde amaç, en iyi alternatifin belirlenmesi ya da birçok alternatifin bulunduğu birbirleri ile kıyaslanması zor veya eşit ağırlıklara sahip bir küme içerisinde en iyi bir seçimin yapılmasıdır. Buradaki amaç ortadaki problem için, doğru alternatifin, alternatif kümesi içerisinde seçilmesinden ibarettir.

Sınıflandırma Problemleri: Bu tür problemlerde alternatif, belirli kriter ya da tercihlere göre sınıflanır. Buradaki ana amaç, benzer özellikleri ve davranışları gösteren alternatiflerin tekrar bir araya getirilmesidir.

Sıralama Problemleri: Sıralama problemlerinde, alternatifler iyiden kötüye doğru ölçülebilir ya da tanımlanabilir bir şekilde sınıflanırlar. Bu tasnif işlemi çeşitli şekillerle çok parçalı olabilir.

Bu tez kapsamında, belirli kriterler dikkate alınarak, çiğ inek sütünün kalitesine göre sınıflandırılması amaçlanmıştır. Sınıflandırmada baz alınacak kriterler yapılan saha analizleri, bilimsel çalışmalar ve alanında uzman kişilerden alınan görüşler çerçevesinde belirlenmiştir. Çiğ inek sütünün sınıflandırılabilmesi için çok kriterli karar verme tekniklerinden AHP VIKORSORT yönteminden yararlanılmıştır. Kalite kriterlerinin birbirleri üzerindeki önem düzeylerinin (kriter ağırlıklarının)

hesaplanması için AHP, alternatiflerin önceden belirlenen kalite gruplarına atanabilmesi için de VIKORSORT yönteminden yararlanılmıştır.

4.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yöntemi

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen çok amaçlı karar verme yöntemlerinden birisidir. Karmaşık karar verme problemlerinin çözümü için geliştirilen ve karar vericilerin kriterler üzerindeki önceliklerini dikkate alarak nitel ve nicel değişkenleri bir arada değerlendiren matematiksel bir yöntemdir (Saaty 1990).

Mevcut çok kriterli karar verme teknikleri arasında, AHP yöntemi karar verme problemlerine en çok uygulanan yöntemlerden birisidir. AHP'nin bu denli yaygın kullanılmasının sebebi ve yöntemi diğer yöntemlerden üstün kılan şeyler, objektif ve sübjektif yargıları aynı anda bünyesinde barındırması ve karmaşık problemlere dahi kolaylıkla ve etkin olarak uygulanabilmesidir (Timor 2011).

AHP yönteminde karar verici tarafından öncelikle problemin temel amacının belirlenmesi gerekmektedir. Sonrasında, bu amaç çerçevesinde kriterlerin seçiminde doğrudan ve dolaylı olarak etkili olan kriterlerin belirlenmesi ve ardından tüm kriterlerin hiyerarşik yapısının ortaya koyulması gerekmektedir. Kriterlerin belirlenmesi ve hiyerarşik yapının oluşturulması aşamasında genel olarak anket çalışmalarından ya da konusunda uzman kişilerden görüş alınmaktadır (Saaty 1990).

Karar problemine ait hiyerarşik yapının oluşturulmasına müteakip, alternatiflerin değerlendirilmesinde temel alınacak kriterlerin kendi aralarında ikili karşılaştırılmaları yapılır ve birbirleri üzerindeki önem dereceleri belirlenir. Kriter önem derecelerinin belirlenmesi işlemi genel olarak sübjektif temellere dayandığından, hata payını en aza indirmek amacıyla genellikle grup kararına ya da anket çalışmasına başvurulmaktadır. Sonuç olarak, her kriteri birbirleri arasındaki üstünlükleri ifade eden ikili karşılaştırma karar matrisleri elde edilmiş olur. Bu matrislerin oluşturulmasında Saaty (1990) tarafından önerilen Tablo 4.1'de yer alan 1-9 önem skalası kullanılır.

Tablo 4.1: Kriter önceliklendirme tablosu.

Değer	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki seçenekte eşit derecede öneme sahip
3	Biraz önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı biraz üstün kılmakta
5	Fazla önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı oldukça üstün kılmakta
7	Çok fazla önemli	Bir kriter diğerine göre üstün sayılmıştır
9	Aşırı derecede önemli	Bir kriterin diğerinden üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenilirliğe sahiptir
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerler

Saaty (1990) tarafından önerilen önem dereceleri skalasında en düşük değer olarak 1/9, kriterlerin birbirleri üzerindeki eşit önem derecesi için 1 değeri ve en yüksek değer olarak ise 9 değerini kullanılmaktadır.

AHP yönteminin uygulanmasında izlenecek adımlar aşağıda özetlenmiştir: (Timor 2011; Anderson ve diğ. 2012)

- 1) Probleminin tanımlanması ve amacın belirlenmesi,
- 2) Alternatiflerin seçiminde dikkate alınacak kriterlerin belirlenmesi,
- 3) Alternatiflerin belirlenmesi,
- 4) Amaç, kriterler ve alternatiflerden oluşan karar probleminin hiyerarşik yapısının oluşturulması,
- 5) Hiyerarşinin her seviyesi için kriterlerin ikili olarak karşılaştırılması ve ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması,
- 6) İkili karşılaştırma matrisleri kullanılarak normalize karar matrisinin oluşturulması,
- 7) Öz değer ve öz vektörlerin hesaplanması,
- 8) Öz değer ve öz vektörler aracılığıyla kriter ağırlıklarının/önem derecelerinin belirlenmesi,
- 9) Kriterlere göre alternatiflerin ikili karşılaştırılması ve önceliklerinin hesaplanması,

10) Tutarlılık indeksinin hesaplanması ve yapılan karşılaştırmaların tutarlılıklarının test edilmesi

11) Göreceli öncelik değerlerine göre alternatiflerin sıralanması ve en yüksek öncelik değerine sahip alternatifin seçilmesi,

12) Duyarlılık analizinin gerçekleştirilmesi

AHP yönteminde her ne kadar kriterlerin iki karşılaştırmalarına bağlı önem düzeyleri belirlenirken grup kararı, uzman görüşleri ve anket gibi yöntemler kullanılsa da karşılaştırmalar büyük ölçüde öznel temellere dayanmaktadır. Dolayısıyla hesaplanan sonuçlarda tutarsızlıklar ya da yanlışlıklar ortaya çıkabilmektedir. Bu sebeple, AHP yöntemi kullanılarak elde edilen sonucun tutarlılığın test edilebilmesi için tutarlılık indeksi ve tutarlılık oranı hesaplanmaktadır. Bu oranların hesaplanabilmesi için öncelikle kriterlere ait ikili karşılaştırma matrislerinin öz değer ve öz vektörleri hesaplanır. Öz değer ve öz vektör yardımıyla da ikili karşılaştırmalar için önce tutarlılık indeksi (CI) sonrasında ise tutarlılık oranı belirlenir (CR). Hesaplamalar sonucu tutarlılık oranının 0,1'den küçük olduğu durumlarda elde edilen kriter ağırlıkları tutarlı olarak kabul edilir.

Tutarlılık oranının hesaplanmasında izlenecek yöntem aşağıda özetlenmiştir:

1) Karşılaştırma matrisinin her bir satırı için, sütunlarda yer alan elemanların ağırlıkları toplamı hesaplanır.

2) Karşılaştırma matrisinin her bir sütunundaki eleman, elde edilen toplam sütun ağırlığına bölünerek normalize edilmiş matris bulunur.

3) Normalize edilmiş matrisin her bir satırının ortalaması alınarak “Öncelikler Vektörü” hesaplanır.

4) Öncelikler vektörü hesaplandıktan sonra, elde edilen vektör başlangıçta verilen karşılaştırma matrisi ile çarpılarak, karşılaştırma matrisini dikkate alan, “Ağırlıklı toplam vektörü” oluşturulur.

5) CI: Tutarlılık İndeksi, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$CI = (\lambda_{max} - n)/(n - 1)$$

6) Tutarlılık Oranının (CR) hesaplanabilmesi için aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

$$CR = (CI)/(RI)$$

Bir kare matrisin öz değerleri arasındaki en büyük değer λ_{max} ile ifade edilmektedir (λ_{max} 'ı hesaplayabilmek için, ağırlıklı toplam vektörünün her bir elemanı, kriter ağırlıkları vektörünün elemanlarına bölünerek, elde edilen yeni vektörün elemanlarının ortalaması alınmaktadır). RI, rastgele değer indeksini temsil etmekte ve Tablo 4.2'de verilen değerlerden uygun olan seçilerek işlemlerde kullanılmaktadır (Yıldırım ve diğ. 2015).

Tablo 4.2: Rastgele değer indeksi.

Karar Alternatifleri Sayısı(n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rastgele Değer İndeksi	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

AHP yönteminin uygulamadaki esnekliği çok kriterli karar verme yöntemleri arasında kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi aşamasında önemli avantaj sağlamaktadır. Bu nedenle AHP tek başına kullanıldığı seçim problemlerinin yanı sıra seçim, sınıflama ve sıralama yapan literatürde yer alan diğer yöntemlerle melezlendiğinde de büyük avantaj sağlamaktadır. Bu melezlemelerde AHP yönteminden genellikle kriter ağırlıklandırma aşamasında faydalanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında da literatürdeki benzer kullanımlarında olduğu gibi AHP'den kriterlerin ağırlıklandırılması aşamasında faydalanılmıştır.

4.2 VIKORSORT Yöntemi

VIKOR yöntemi, karmaşık sistemlerin çok ölçütlü optimizasyonu için geliştirilen bir çok kriterli karar verme yöntemidir. Bu yöntem, pek çok kriterin varlığında bir dizi alternatifin sıralanmasına ve seçilmesine odaklanır. (Opricovic 1998). VIKOR, çok ölçütlü karar vermede, özellikle karar vericinin sistem

tasarımının başlangıcında tercihini ifade edemediği veya bilmediği bir durumda yararlı bir araçtır. (Opricovic ve Tzeng 2004)

VIKORSORT yöntemi temel olarak, karar vericiler tarafından belirlenen kriterler dikkate alınarak, alternatifler kümesinde yer alan her bir elemanın, önceden belirlenmiş gruplara atanmasına olanak sağlayan çok kriterli karar verme yöntemidir (Araz ve diğ. 2016; L. Demir ve diğ. 2018; Ilgın ve Akpınar 2018).

Yöntem temel olarak VIKOR yönteminden (Opricovic ve Tzeng 2004) esinlenerek sıralı sınıflandırma problemlerinin çözümü için geliştirilmiştir. VIKORSORT yöntemine göre alternatiflerin daha önceden belirlenen gruplara göre sınıflandırması yapılırken karar vericiler tarafından belirlenen limit profil değerleri kullanılmaktadır. Böylelikle alternatiflerin birbirleri arasındaki üstünlük durumları, limit profil değerleri referans alınarak kıyaslanır ve ilgili gruba atamaları gerçekleştirilir. Her bir alternatif belirlenen gruplara atanana kadar kıyaslama işlemine devam edilir. Aşağıda VIKORSORT yöntemi detayları adım adım verilmiştir.

1.Adım: $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ alternatifler ve $K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$ kriterler kümesi belirlenir. f_{ij} , i . alternatif için, j . kriter değerini gösterir.

2.Adım: Alternatiflerin her bir kritere göre niceliksel puanlaması yapılır ya da her bir alternatifin ilgili kriter değeri, analiz sonuçları/ölçüm değerleri belirlenir. Ardından alternatiflerin sınıflandırılması için atama yapılacak (h) adet grup belirlenir $g_1, g_2, \dots, g_{h-1}, g_h$. Belirlenen grupları ayırmak için $h-1$ tane limit profil (l) değeri tanımlanır (l_1, l_2, \dots, l_{h-1}).

3.Adım: Her bir k kriteri için eğer “fayda” dikkate alınacak yani kriter amacı maksimizasyon tipinde bir fonksiyon ise $f_i^* = \max f_{ij}$ ve $f_i^- = \min f_{ij}$ eşitsizlikleri, “maliyet” dikkate alınacak yani kriter amacı minimizasyon tipinde bir fonksiyon ise $f_i^* = \min f_{ij}$ ve $f_i^- = \max f_{ij}$ eşitsizlikleri kullanılır.

4.Adım: Karar verici tarafından belirlenen limit profil değerlerini de dahil edilmek suretiyle, $S_j = \sum_{i=1}^n W_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)$ formülü kullanarak her bir alternatif için S değeri hesaplanır.

Aynı şekilde $R_j = \max \left[\frac{w_i(f_i^* - f_{ij})}{f_i^* - f_i^-} \right]$ formülasyonu kullanılarak da alternatiflerin R değerleri hesaplanır.

Son olarak alternatiflerin Q değerlerini hesaplamak için $Q_j = \frac{v(s_j - s^*)}{s^- - s^*} + (1 - v) \frac{R_j - R^*}{R^- - R^*}$ formülü kullanılır.

Hesaplanan Q, R ve S değerleri için limit profil değerleri de dahil edilerek, tüm alternatifler küçükten büyüğe doğru sıralanır.

5.Adım: VIKORSORT Başlangıç Ataması

VIKORSORT yönteminde alternatiflerin önceden belirlenen gruplara ataması yapılabilmesi için VIKOR yönteminde de uygulanan kabul edilebilir avantaj koşulu (C1) ve kabul edilebilir istikrar koşulu (C2) formülleri bu problem tipine özgü olarak yeniden düzenlenmiştir.

Bu kapsamda,

Kabul edilebilir avantaj koşulu (C1):

$Q(P2) - Q(P1) \geq D(Q)$, formülünden esinlenilerek alternatifler ve limit profil değerlerini üstünlük ilişkilerini dikkate alınarak atama yapmak için aşağıdaki şekilde yeniden düzenlenmiştir;

$Q(l) - Q(a) \geq D(Q)$, $D(Q) = 1/(m-1)$, m alternatif sayısını göstermektedir.

Kabul edilebilir istikrar koşulu (C2):

Karşılaştırılan alternatiflere ait S ve/veya R değerlerinden birinin değeri, karşılaştırılan limit profile ait S ve/veya R değerinden sıralamada küçük olması koşulu aranır.

Karar verici arafından belirlenen gruplar iyiden kötüye doğru $g_1 > g_2 > \dots > g_{h-1} > g_h$ ve bu grupları birbirinden ayıran limit profil değerleri ise $l_1 > l_2 > \dots > l_{h-1} > l_h$ olarak kabul edilsin;

Atama durumunda önceden belirlen gruplar ve limit profilleri oluşturulduktan sonra, karar vericinin belirleyeceği limit profilin Q değeri ile ataması yapılacak alternatifin Q değeri üstünlük ilişkisine göre C1 ve C2 koşulları dikkate alınarak kontrol edilir ve aşağıdaki 3 durum oluşur.

C1 ve C2 koşulları sağlanırsa;

İyimser koşul için; karar verici tarafından belirlenen limit profil değerlerinden en iyisi (l_1) ile herhangi bir alternatif kıyaslandığında, eğer ilgili alternatif her iki koşulu da aynı anda sağlıyorsa, iyi gruba (g_1) ataması yapılır. Bu durum tüm alternatifler ilgili gruplara atanana kadar devam eder.

Buna karşın kötümser koşul için ise, karar vericinin belirlediği limit profil değerlerinden en kötüsü (l_{h-1}) ile karşılaştırıldığında alternatif, eğer ilgili alternatif her iki koşulu da aynı anda sağlıyorsa karşılaştırılan alternatif limit profilden daha iyidir şeklinde yorumlanıp doğrudan (g_{h-1}) grubuna atanamaz. Üst limit profil değerleri ile de karşılaştırma yapılması gereklidir. Eğer daha üst bir limit profil değerinden üstünlük durumu söz konusuysa, şartları sağlayan en iyi gruba atama gerçekleştirilir.

C1 ve C2 koşulları sağlanmazsa;

İyimser koşul için; eğer herhangi bir alternatif limit profil değerlerinin en iyisi (l_1) ile karşılaştırıldığında C1 ve C2 koşullarının her ikisini birden sağlamıyorsa, ilgili alternatif (l_1) limit profil değerinden daha kötüdür/iyi değildir şeklinde yorumlanarak, doğrudan bir sonraki gruba (g_2) atama gerçekleştirilemez. Daha düşük limit profil değerleri ile de karşılaştırma yapılması gerekmektedir. Sonuçta, ilgili alternatifin son karşılaştırıldığı limit profil değerinin kestiği gruplardan kötü olana ataması gerçekleştirilir.

Belirlenen limit profillerden en kötüsü ile ($h - 1$) kıyaslandığında (kötümser durumda) alternatif, karşılaştırılan limit profil değerinden kötüdür şeklinde yorumlanıp doğrudan (g_h) grubuna ataması gerçekleştirilir.

C1 veya C2 koşulları sağlanmazsa:

İyimser ve kötümser durum için C1 veya C2 koşullarından herhangi birisinin sağlanmadığı durumda, herhangi bir limit profil değeri ile karşılaştırılan alternatif ilgili limit profil değerinden daha iyidir ya da daha kötüdür şeklinde bir yorum yapılamaz ve final ataması adımı tekrar değerlendirilmek üzere atanamayan alternatifler grubuna yerleştirilir.

6. Adım: VIKORSORT Final Ataması

VIKORSORT yöntemi ile karar vericinin belirlediği gruplara atama işlemini gerçekleştirirken C1 veya C2 koşullarından herhangi birisinin sağlanmadığı durumlarda ilgili alternatifin ataması gerçekleştirilemez. Bu durumda, önceki atamalarda gruplara başarılı bir şekilde ataması gerçekleştirilen alternatiflerin Q değerlerine bakılır. Ataması yapılamayan alternatifin Q değeri ile ataması gerçekleştirilen alternatiflerin her bir grup için Q değerleri ortalamaları farkı alınır. Hesaplanan fark hangi gruba daha yakınsa o gruba atama gerçekleştirilir.

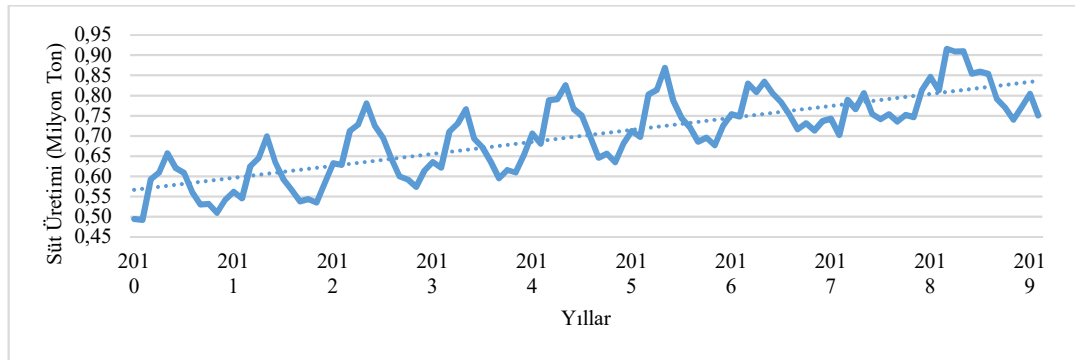
Klasik VIKOR yöntemi ile bir alternatifler kümesi içerisinde karar verici tarafından belirlenmiş kriterler çerçevesinde en iyi alternatifin seçilmesi hedeflenmektedir. VIKORSORT yönteminde ise alternatiflerin önceden belirlenmiş gruplara sınıflandırılabilmesi için limit profil değerleri kullanılmıştır.

Böylelikle alternatiflerin birbirleri arasındaki kıyaslamaları ve üstünlük durumlarının yanı sıra, sınıflandırma yapılacak grupların sınır değerleri ile de karşılaştırılmaları sağlanmıştır. Yöntemin uygulamadaki sadeliği ve anlaşılabilirliği sıralı sınıflandırma problemlerinde kullanılabilirliği konusunda avantaj sağlaması nedeni ile bu çalışma kapsamında sınıflandırma aşamasında faydalanılmıştır.

5. SAHA ANALİZLERİ

Ülkemizde süt ürünleri üretimi ve tüketimi her geçen yıl artmaktadır. 2010-2018 yılları arasında üretilen inek sütünün yıllık üretim miktarı ve sanayiye aktarılan inek sütü miktarı değişimleri yıldan yıla artış göstermektedir. (bkz. Şekil 2.6, 2.7) Süt üretiminde gözlemlenen değişikliklerin sebepleri arasında mevsimsel değişikliklerin yanında ekonomik değişiklikler de bulunmaktadır. Değişikliklerin süt üretimine yansımış olan etkisine rağmen grafikte belirgin olarak gözlemlenebileceği üzere süt ve süt ürünleri sofralarımızın vazgeçilmez parçası olmaktadır.

Süt üretiminde mevsimlere bağlı olarak oluşan değişiklikler, Şekil 5.1 ile yıllar bazında sunulmaktadır. Üretim miktarının mevsimsel bazda oluşan değişkenliği nedeni ile sektörel planlamaların dikkatli bir şekilde hazırlanması gerekmektedir. Aynı zamanda artan üretim ve talep miktarları yanında çabuk bozulabilir ürünler olması nedeni ile süt ve süt ürünlerinin tedarik zincirinin üreticiden son tüketiciye kadar dikkatli bir şekilde planlanması ve kontrol edilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, toplanan sütlerin ayrı tankerlerde ya da paçal şekilde toplanması da kalite kriterlerini etkilediğinden, sütün tankerdeki taşınma durumu önem arz etmektedir.



Şekil 5.1: 2010-2018 yılları arası aylık süt üretim tablosu (TÜİK 2019).

Projenin saha analizi çalışmaları kapsamında Pamukkale Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Gıda Mühendisliği ve Ege Üniversitesi / Ziraat Fakültesi / Süt Teknolojisi Bölümü öğretim üyeleri ile Endüstri’de yer alan önemli firmaların üretim, tedarik ve kalite temsilcileri ve Tarım ve Orman Bakanlığı, Denizli Gıda

Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü yetkileri ile birebir görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Denizli ili ve ilçelerinde süt taşıma işlemi yapan firmaların temsilcileri ile görüşülmüş, 6 farklı bölgede süt toplama işlemleri gözlemlenmiştir. Gözlemlenen bölgelere ilişkin bilgi Tablo 5.1’de verilmiştir.

Tablo 5.1: Saha analiz bölgeleri.

Güzergâh Bilgileri
Baklan-Çivril- Çal Bölgesi
Acıpayam– Serinhisar Bölgesi
Uşak Bölgesi
Honaz – Çardak Bölgesi
Kale bölgesi
Afyon Bölgesi
Sarayköy Bölgesi

Ülkemizin %95’inde olduğu gibi Denizli ili ve çevresindeki illerde üretilen inek sütlerinin büyük bir kısmı küçük ölçekli işletmelerden toplanılmaktadır. Küçük ölçekli aile işletmelerinde tarımsal faaliyetlerin yanında hayvansal faaliyetlerde gerçekleştirilmektedir. Bölgede bulunan küçük aile işletmelerinin birçoğunda sütün soğutulması için gerekli teçhizat olmadığı için, sütler sağımdan sonra bölgenin ortak kullanımında olan süt toplama merkezleri ve bu merkezlerin faaliyetlerini yürüten kooperatiflere ulaştırılır. Bu merkezlerde bulunan soğutucu tanklarda muhafaza edilerek, nakliyata hazır hale getirilir. Denizli ve çevresinde birçok süt toplama merkezi, kooperatif ve çiftlik bulunması ve sütün günlük olması nedeni ile toplama işlemlerinin titizlikle planlanması gerekmektedir.

Süt alım işlemi küçük ölçekli üreticilerin sağdıkları sütü, süt güğümleri aracılığıyla süt toplama merkezlerine getirmeleri ile başlamaktadır. İlgili merkezde bulunan süt alım görevlisi gelen sütlerden numune aldıktan sonra sütleri kapalı bir ağırlık ölçüm cihazının haznesine boşaltmaktadır. Daha sonra ekranda görünen ağırlığı manuel olarak reçeteye yazmakta ve üreticiye vermektedir. Gerekli işlemler tamamlandıktan sonra haznede biriken süt, motor yardımı ile soğutucu tanka aktarılmaktadır. Süt, soğutucu tankta mevsime göre belirlenen taşıma sıcaklığına uygun olacak şekilde 4°C’ye soğutulur. Süt toplama merkezlerinde süt toplama işlemi ile ilgili genel bir süreç akış şeması oluşturulmuş ve EK A’da verilmiştir.

5.1 Veri Toplama

Veri toplama işlemleri sırasında iki farklı aşama izlenmiştir. Birinci aşama kapsamında belirlenen süt çiftlikleri ve süt toplama merkezleri ziyaret edilerek süreçler hakkında bilgi alınmış ve numune toplanmıştır. İkinci aşama kapsamında ise sektör temsilcileri ve akademisyenlere anket çalışması uygulanmıştır. İlgili aşamalarda gerçekleştirilen çalışmalarının detayları takip eden alt bölümlerde açıklanmıştır.

5.1.1 Numune Toplama Çalışmaları

Farklı kalitedeki çiğ sütlerin karıştırılmadan toplanabilmesi için öncelikli olarak toplanacak sütlerin kalite sınıflarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda öncelikli olarak daha önceki yapılan akademik çalışmalar, saha analizleri, sektörde çalışan uzman görüşleri ışığında çiğ sütün kalitesini doğrudan olarak etkileyen 10 farklı kalite kriteri belirlenmiştir. Bu 10 kalite kriterinin yanı sıra sütün kalitesini etkileyen farklı kalite kriterleri de mevcuttur. Fakat gerek ilgili parametrelerin test edilebilirliğindeki kolaylık gerekse uzmanlardan alınan görüşler neticesinde Tablo 5.2’de verilen kalite kriterlerinde karar kılınmıştır. Çiğ sütler toplama merkezleri/çiftliklerden toplanmadan önce antibiyotik testine tabii tutulduğundan dolayı ve antibiyotikli sütler bertaraf edildiği için kriterler arasında sütün antibiyotikli olup olmadığı yer almamaktadır. Aynı zamanda somatik hücre sayısı ve toplam mikroorganizma sayısı bağlantılı olduğundan dolayı sadece somatik hücre sayısı kalite kriteri olarak kabul edilmiştir.

Tablo 5.2: Çiğ sütün kalitesini etkileyen kriterler.

Kriterler No	Kriter Açıklaması
1	Sütteki yağ oranı (%)
2	Somatik Hücre Sayısı (adet/mL)
3	Sıcaklık (°C)
4	Yağsız Kuru Madde Miktarı (%)
5	Yoğunluk (g/cm ³)
6	Protein Oranı (%)
7	Donma Noktası (°C)
8	pH
9	Titrasyon Asitliği (°SH)
10	İletkenlik (mS/cm)

Bu çalışmada, ziyaret edilen firma ve süt üretim merkezlerinin ismine gizlilik ilkesi nedeniyle yer verilememiştir. Ziyaret edilen süt mandırasının Denizli, Burdur ve Afyonkarahisar illeri içerisinde yer alan 87 farklı anlaşmalı süt toplama merkezi/çiftlikten, toplam 87 adet numune çiğ süt numunesi alınmıştır. Numunelerin mümkün olduğunca farklı bölgelerden alınmasına özen gösterilmiştir. Bunun sebebi süt kalitesinde çeşitliliğin sağlanmasıdır. Genelde aynı bölgede yaşayan süt üreticilerin alışkanlıkları ve hayvanların beslenmeleri benzerlik gösterdiği için sütlerin de benzer kaliteye sahip olması beklenmektedir. Böylelikle gerek beslenme ve fiziki şartlar gerekse süt üreticilerinin alışkanlıklarından kaynaklanan etkilerin gözlemlenmesi hedeflenmiştir.

Süt numunelerinin analizi öncesinde veri toplama işlemi, analiz sonuçlarının doğruluğu ve güvenilirliği açısından çok önemli bir aşamadır. Bu aşamada yapılan herhangi bir hatalı ya yanlış uygulama analiz sürecini, dolaylı olarak da analiz sonuçlarını etkileyeceği için son derece titiz ve bir prosedür çerçevesinde bir işlem uygulanması büyük önem arz etmektedir (FAO 2009).

•Numune toplama işleminin yetkin, konusunda tecrübeli ve eğitim almış bir kişi tarafından yapılması,

•Numune toplayacak kişinin herhangi bir hastalık ya da enfeksiyon taşıymıyor olması,

•Özellikle mikrobiyolojik testler için kullanılacak numuneleri toplayan kişinin bu konuda eğitimli olması

•Numune kaplarının ve diğler toplama ekipmanlarının sterilize edilmiş olması gerekmektedir.

Bu doğrultuda sût toplama sürecinde aşağıdaki prosedürlerin takip edilerek uygulanmalıdır (FAO 2009):

1. Numune toplayacak görevli ellerini yıkayıp kurular ve toplama süreci boyunca steril tutulur.

2. Numune almadan önce numune alınacak sût güğümü/kazanı iyi bir şekilde karıştırılır ve sût bileşenlerinin homojen şekilde dağılımı sağlanır.

3. Sût güğümü/kazanı karıştırıldıktan sonra zaman kaybetmeden yapılacak tüm testlere yetecek miktarda numune alımı gerçekleştirilir.

4. Sût sıcaklığı kontrol edilir ve kaydedilir.

5. Numune alımından hemen sonra numune kaplarının kapakları sıkıca kapatılır.

6. Alınan her numune kabı üretici numarası, sût alınan bölge, sût tipi vs. ihtiyaç duyulan tüm bilgileri içerecek şekilde etiketlenir.

7. Numune taşıma kabına yerleştirilir, gerekirse soğutularak uygun sıcaklıkta taşınır.

8. Mümkünse her bir numuneden 2 adet alınır.

Çiğ sütler 100 ml.'lik numune kapları kullanılarak toplanmış, sıcaklığı muhafaza etmek amacıyla analiz yapılacak noktaya kadar ısı korunumlu kutu (thermobox) ve buz aküleri aracılığıyla taşınmıştır. Süt sıcaklığının ısı korunumlu kutu ve buz aküsü yardımıyla muhafaza edilmesinin nedeni, ölçüm parametrelerimizden birisi olan somatik hücre sayısında istenmeyen artışların önüne geçilmesidir. Bunun yanı sıra, numune kaplarının ve numune sût güğümlerinden numune alınması için kullanılan enjektörlerin sterilizasyonuna da önem verilmiştir. Her bir müstahsilden/sût üreticisinden iki kap numune alınmış, bu numunelerden

birisi Denizli Gıda Kontrol Laboratuvarı'na gönderilerek somatik hücre sayımı işlemi yaptırılmıştır. Diğer numune ise fiziksel analiz için kullanılmıştır.

Çiğ süt numunelerinin 2 numaralı kritere (somatik hücre sayısı) ilişkin testlerin yapılabilmesi için numuneler merkezlerden toplandıktan sonra Tarım ve Orman Bakanlığı, Denizli Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğüne ait laboratuvara teslim edilmiştir. Bu merkezde Somatik Hücre Sayımı TS EN ISO 13366-2 standardı (TSE 2007) doğrultusunda Bentley Merkim IBCm cihaz protokolü ile sayım işlemi gerçekleştirilmiştir.

Çiğ süt numunelerinin 1,3,4,5,6,7,8,9 ve 10 numaralı kriterine ilişkin fiziksel testleri MILKANA Multi Test Air süt analiz cihazı (İstanbul 2018) kullanılarak yapılmıştır. MILKANA Multi Test Air cihazı ultrasonik teknoloji ile ölçüm yapmakta ve ölçüm için herhangi bir kimyasal veya indikatör gerektirmemektedir. Cihaza süt numunesi eklendikten sonra, eklenen sütün türü (inek, keçi vb.) seçilir. Numune borusu numune kabının içinde kalacak şekilde daldırılır. Ölçümler yapılır ve istenirse veriler cihaz hafızasına kaydedilebilir. Ölçüm işlemi tamamlandığında günlük temizlik yapılır. Günlük temizliğin haricinde, cihaza her hafta haftalık temizlik yapılmalıdır. Bu cihazla, kimyasal yöntemlere göre daha kısa sürede 11 farklı parametrenin aynı anda ölçümü yapıp sonuçları elde edilebilmektedir. MILKANA Multi Test Air cihazının ölçüm parametreleri, ölçüm aralıkları ve ölçüm hassasiyeti Tablo 5.3'te özetlenmiştir.

Tablo 5.3: Fiziksel analizlerde kullanılan cihaza ilişkin ölçüm aralık ve hassasiyetleri.

Ölçüm Parametreleri	Ölçüm Aralığı	Hassasiyet
Yağ	% 0,5-12	± % 0,1
Yağsız Kuru Madde (SNF)	% 6-12	± % 0,2
Yoğunluk	1,0260-1,0330 g/cm ³	± % 0,0005 g/cm ³
Protein	% 2-6	± % 0,2
Laktoz	% 0,5-7	2
Donma Noktası	0-(-1) °C	± % 0,015°C
Eklenen Su Miktarı	% 0-60	± % 5
pH	0,00-14,00 pH	± % 0,02
İletkenlik	2-20 mS/cm	± %1 (18°C)
Sıcaklık	0-50°C	± 0,1°C
°SH	7,6-7,5 °SH	± 0,5

87 merkezden toplanan numunelerin belirtilen kriterler doğrultusunda test sonuçları Tablo 5.4'te yer almaktadır. Cihazın tutarlı ve doğru ölçüm yapabilmesi

için her bir ölçüm 3 kere tekrarlanmış ve ölçüm sonuçlarının ortalaması dikkate alınmıştır.

Tablo 5.4: Müstahsilere ilişkin süt numunelerine ait analiz sonuçları.

Müstahsiller / Kriterler	Yağ	Somatik		Yağsız		Yoğunluk	Protein	Donma Noktası	Asitlik	Titrasyon Asitliği	İletkenlik
		Hücre Sayısı	Sıcaklık	Kuru Madde	K4						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	
M1	3,56	124000	7,50	8,56	1,02853	3,24	75,11	100,00	100,00	5,10	
M2	2,32	202000	10,70	8,81	1,03064	3,32	53,44	100,00	99,99	5,43	
M3	3,45	296000	9,30	7,93	1,02610	3,00	70,67	100,00	100,00	5,24	
M4	3,64	52000	10,10	8,43	1,02794	3,19	84,44	100,00	100,00	5,04	
M5	3,02	153000	9,00	8,22	1,02764	3,10	98,67	100,00	100,00	5,35	
M6	3,82	78000	9,90	8,27	1,02713	3,13	95,89	100,00	100,00	5,17	
M7	3,85	594000	10,50	8,69	1,02879	3,29	66,89	100,00	100,00	5,18	
M8	5,69	963000	8,80	8,29	1,02556	3,16	98,67	100,00	100,00	4,73	
M9	3,23	44000	9,70	8,78	1,02971	3,31	58,44	100,00	100,00	5,30	
M10	3,82	34000	9,70	8,42	1,02773	3,19	85,44	100,00	100,00	5,13	
M11	2,82	600000	9,80	8,60	1,02700	3,01	50,24	32,00	30,00	5,60	
M12	3,49	286523	7,32	8,64	1,02892	3,26	67,93	100,00	100,00	5,08	
M13	3,43	138000	8,50	8,54	1,02856	3,23	76,11	100,00	100,00	5,37	
M14	3,44	431000	8,50	8,43	1,02811	3,19	84,00	100,00	100,00	4,89	
M15	4,00	1379000	5,10	8,58	1,02822	3,25	74,89	100,00	100,00	5,18	
M16	3,79	63000	9,90	8,95	1,02989	3,38	48,56	100,00	100,00	4,69	
M17	3,94	144000	8,10	8,86	1,02940	3,35	55,44	100,00	100,00	4,87	
M18	3,87	59000	11,60	8,60	1,02841	3,25	73,11	100,00	100,00	4,78	
M19	2,59	626000	6,80	8,76	1,03020	3,30	58,00	100,00	100,00	4,84	
M20	3,42	142000	9,10	8,88	1,02994	3,35	51,89	100,00	100,00	4,86	
M21	3,41	41000	4,00	8,79	1,02959	3,32	58,33	100,00	100,00	4,88	
M22	2,95	105000	6,60	8,34	1,02819	3,15	89,89	100,00	100,00	5,02	
M23	2,75	560850	8,70	8,50	1,02650	3,02	55,56	35,00	32,00	5,80	
M24	3,71	556000	5,50	8,66	1,02880	3,27	68,44	100,00	100,00	4,88	
M25	3,35	434000	7,30	8,89	1,03004	3,35	50,89	100,00	100,00	5,02	
M26	3,45	243000	8,50	8,48	1,02830	3,20	80,44	100,00	100,00	4,47	
M27	3,57	121000	8,90	8,77	1,02936	3,31	60,33	100,00	100,00	4,79	
M28	M28	1,45	23000	8,40	8,56	1,03041	3,21	71,56	100,00	100,00	
M29	4,51	222000	4,70	9,07	1,02973	3,43	44,22	100,00	99,99	5,07	
M30	3,01	230000	4,50	8,54	1,02894	3,22	75,22	100,00	100,00	5,38	
M31	3,11	360000	5,40	8,37	1,02817	3,16	87,89	100,00	100,00	5,19	
M32	3,17	737000	9,90	8,43	1,02835	3,18	83,56	100,00	100,00	5,35	
M33	3,49	1770000	8,60	8,46	1,02819	3,20	82,00	100,00	100,00	5,38	
M34	3,61	298000	8,80	8,29	1,02740	3,14	94,22	100,00	100,00	5,10	
M35	3,47	289000	10,20	8,59	1,02873	3,25	72,67	100,00	99,98	5,24	
M36	3,42	409000	8,10	8,63	1,02893	3,26	69,78	100,00	100,00	5,13	
M37	4,92	241000	7,60	8,94	1,02884	3,39	55,11	100,00	100,00	5,13	
M38	3,44	437000	5,60	8,87	1,02988	3,35	52,67	100,00	100,00	4,95	
M39	3,15	287000	6,70	8,16	1,02729	3,08	95,33	100,00	100,00	5,26	
M40	3,26	771000	7,60	8,69	1,02932	3,28	65,00	100,00	100,00	5,67	
M41	3,46	209000	7,20	8,47	1,02826	3,20	81,22	100,00	100,00	5,18	
M42	3,78	624000	8,30	9,00	1,03010	3,40	45,11	100,00	100,00	5,25	
M43	3,30	488000	5,20	8,57	1,02880	3,24	73,67	100,00	100,00	5,11	
M44	4,02	139000	5,10	8,72	1,02876	3,30	65,44	100,00	100,00	4,82	
M45	3,33	57000	8,00	8,47	1,02837	3,20	81,00	100,00	100,00	4,88	
M46	4,20	443000	7,60	8,88	1,02924	3,36	55,33	100,00	100,00	5,00	
M47	3,31	830000	7,50	8,91	1,03016	3,36	49,33	100,00	100,00	5,31	
M48	3,44	39000	8,60	8,79	1,02956	3,32	58,44	100,00	100,00	5,31	
M49	4,05	102000	6,70	9,17	1,03055	3,47	34,78	100,00	100,00	4,82	
M50	2,35	204000	8,50	8,45	1,02916	3,18	81,00	0,00	99,98	5,76	
M51	3,19	22000	8,60	8,58	1,02894	3,24	72,78	100,00	100,00	4,91	
M52	2,46	45000	9,00	9,04	1,03144	3,40	36,33	100,00	100,00	4,65	
M53	3,33	1608000	9,40	8,53	1,02861	3,22	76,67	100,00	100,00	5,40	
M54	3,96	18000	10,00	8,60	1,02833	3,25	73,44	100,00	100,00	5,17	

Tablo 5.4: Müstahsillere ilişkin süt numunelerine ait analiz sonuçları (devam).

Müstahsiller / Kriterler	Yağ	Somatik	Sıcaklık	Yağsız		Protein	Donma Noktası	Asitlik	Titrasyon Asitliği	İletkenlik
		Hücre Sayısı		Kuru Madde	Yoğunluk					
M55	3,74	272000	4,40	8,54	1,02829	3,23	76,89	100,00	100,00	4,89
M56	4,21	298000	3,40	8,77	1,02879	3,32	62,78	100,00	100,00	5,50
M57	3,50	80000	4,70	8,37	1,02782	3,16	88,33	100,00	99,99	4,88
M58	3,48	755000	4,90	8,87	1,02985	3,35	52,89	100,00	100,00	4,88
M59	3,47	49000	5,10	8,66	1,02901	3,27	67,78	100,00	99,99	4,87
M60	3,14	75000	3,90	8,17	1,02734	3,09	96,33	0,00	99,99	5,58
M61	2,89	19000	3,40	8,58	1,02921	3,24	72,11	100,00	100,00	4,84
M62	3,20	33000	4,50	8,56	1,02885	3,23	74,22	100,00	100,00	5,05
M63	3,41	91000	3,20	8,56	1,02866	3,23	74,67	100,00	100,00	4,98
M64	2,80	750000	9,00	8,20	1,02650	3,05	51,56	30,00	35,00	5,85
M65	3,97	83000	3,50	8,75	1,02893	3,31	63,11	100,00	100,00	4,62
M66	3,06	88000	7,60	8,50	1,02873	3,21	78,33	100,00	100,00	5,38
M67	4,28	592000	8,00	9,09	1,03002	3,44	41,56	100,00	100,00	4,62
M68	3,45	112000	5,60	8,69	1,02915	3,28	65,56	100,00	100,00	5,09
M69	3,33	138000	5,70	8,97	1,03038	3,38	45,11	100,00	99,99	4,77
M70	3,49	143000	7,30	8,93	1,03008	3,37	48,67	100,00	99,99	5,62
M71	4,05	480000	5,00	8,76	1,02890	3,31	62,78	100,00	100,00	4,82
M72	4,04	374000	7,40	8,59	1,02822	3,25	74,33	100,00	100,00	4,90
M73	4,13	87000	7,10	9,07	1,03007	3,43	42,11	100,00	99,99	5,11
M74	4,38	300000	4,20	8,42	1,02724	3,19	86,78	100,00	100,00	5,20
M75	2,30	145000	4,80	8,89	1,03098	3,34	47,22	100,00	99,99	5,21
M76	3,22	145000	7,70	8,32	1,02787	3,14	91,56	100,00	100,00	5,20
M77	3,46	142000	8,60	8,66	1,02902	3,27	67,67	100,00	100,00	4,97
M78	3,71	468000	8,60	8,81	1,02940	3,33	58,00	100,00	100,00	4,87
M79	3,81	442000	7,10	8,89	1,02963	3,36	52,89	100,00	100,00	4,65
M80	3,44	31000	10,30	9,19	1,03117	3,47	29,89	100,00	99,98	5,00
M81	2,25	152000	7,70	8,00	1,02745	3,02	76,67	100,00	100,00	5,57
M82	2,29	109000	10,40	8,07	1,02769	3,04	84,83	100,00	99,99	5,57
M83	3,33	287000	6,90	9,12	1,03099	3,44	34,33	100,00	99,99	4,95
M84	4,90	299000	8,00	8,83	1,02842	3,35	62,00	100,00	99,99	4,72
M85	3,44	86000	7,50	8,35	1,02779	3,16	89,67	100,00	100,00	5,31
M86	4,00	73000	6,90	8,69	1,02866	3,29	67,33	100,00	100,00	5,01
M87	3,55	92000	6,60	8,69	1,02906	3,28	65,89	100,00	100,00	5,17

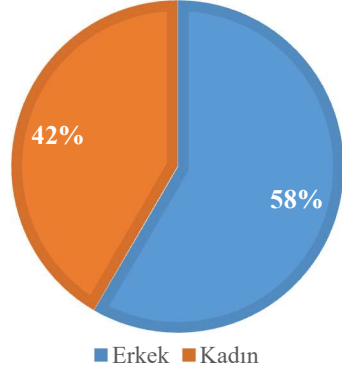
6. ANKET ÇALIŞMASI

Veri toplama iş paketinin ikinci aşamasında ise sınıflandırma çalışmalarında kullanılan AHP ve VIKORSORT yöntemleri için gerekli olan ve özellikle grup kararına başvurulması gereken parametreler ve bilgilerin toplanması için anket çalışmasına başvurulmuştur.

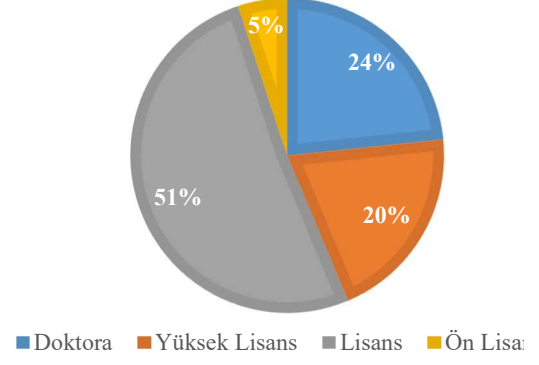
Anket, Pamukkale Üniversitesi'nin lisans anlaşmasının bulunduğu www.onlineanketler.com web adresinde yer alan enuvo GmbH sistemi üzerinden gerçekleştirilmiştir. "Kalite Bazlı Çiğ Süt Sınıflandırma Anketi" olarak <https://www.onlineanketler.com/s/71f9aea> web sayfasında yer alan ve EK B'de verilen anket genel olarak 3 aşamadan oluşmaktadır. Birinci bölümde, anketi cevaplayan kişiler ile ilgili sorular (Ankete katılan kişinin yaşı, cinsiyeti, eğitim durumu, mesleği, mesleki tecrübesi, süt sektöründe çalışıp çalışmadığı, Süt sektöründe çalışıyor ise çalıştığı kurumun ürettiği ürün tipi yer alırken, ikinci bölümde AHP yöntemi için gerekli olan kriter önceliklerinin tespit edilmesine yönelik sorular bulunmaktadır. Son olarak, yöntemin ikinci aşaması olan VIKORSORT için gerekli limit profil değerleri her bir kriter için anket katılımcılarına sorulmuştur.

Bu doğrultuda, özellikle süt sektöründe çalışan başta gıda mühendisleri olmak üzere gıda teknikerleri, ziraat mühendisleri, kamu çalışanları, süt konusunda uzman diğer kişiler ve akademisyenler ile e-mail, sosyal ağlar ve yüz yüze görüşmeler aracılığıyla iletişime geçilmiş ve kendileriyle anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Yaklaşık 800'ün üzerinde kişiye anket ulaştırılmış ve 210 kişinin ankete katılımı sağlanmıştır.

Anketi cevaplandıranların % 42'sini kadın katılımcılar oluştururken, %58'ini ise erkek katılımcılar oluşturmaktadır (Şekil 6.1). Bunun yanı sıra, ankete atılım sağlayanların büyük çoğunluğu lisans eğitimini tamamlamış kişilerden oluşmaktayken, %20'si yüksek lisans %24'ü ise doktora eğitim seviyesindeki kişilerden oluşmaktadır (Şekil 6.2).

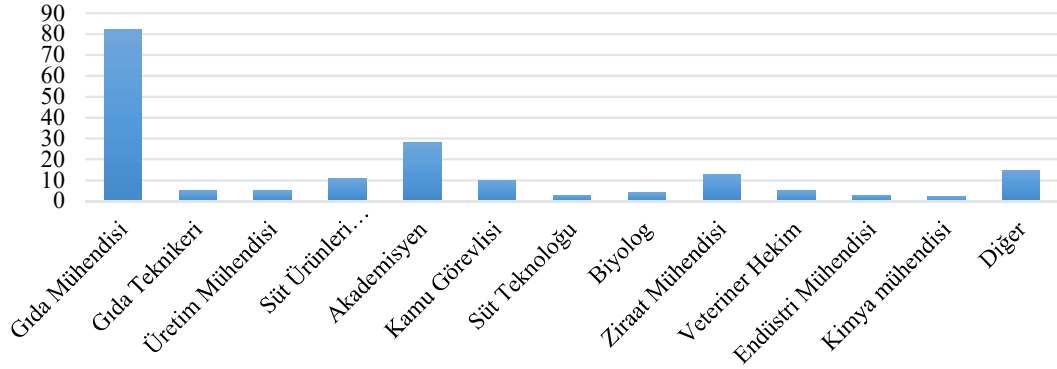


Şekil 6.1: Anket katılımcılarının cinsiyet dağılımı.



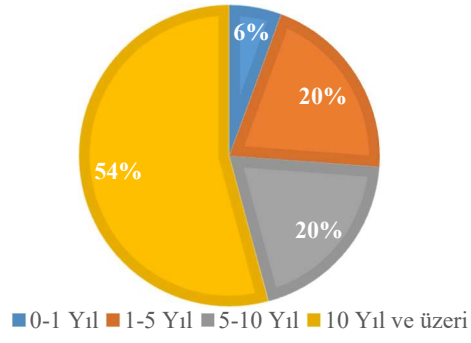
Şekil 6.2: Anket katılımcılarının eğitim düzeyi dağılımı.

Şekil 6.3'te anket katılımcılarının mesleki dağılımları gösterilmektedir. Anketi cevaplayan kişilerin çoğunluğu gıda mühendislerinden ve akademisyenlerden oluşmaktadır.



Şekil 6.3: Anket katılımcılarının mesleki dağılımları.

Anketi cevaplayan kişilerin uzmanlığı ve tecrübeleri yöntemde kullanılacak verilerin tutarlılığı ve doğruluğu açısından büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda ankete katılım gösteren kişilerin mesleki tecrübelerine bakıldığında büyük bir çoğunluğunun meslekte 10 yıl ve üzerinde tecrübeye sahip oldukları Şekil 6.4'te görülmektedir.



Şekil 6.4: Anket katılımcılarının mesleki tecrübe dağılımları.

7. ÇİĞ SÜTÜN SINIFLANDIRILMASINDA AHP & VIKORSORT YÖNTEMİNİN UYGULANMASI

Çiğ inek sütünün sınıflandırılabilmesi için çok kriterli karar verme tekniklerinden AHP ve VIKORSORT yönteminden yararlanılmıştır. Kalite kriterlerinin birbirleri üzerindeki önem düzeylerinin (kriter ağırlıklarının) hesaplanması için birinci aşamada AHP yönteminden yararlanılmış, alternatiflerin önceden belirlenen kalite gruplarına atanabilmesi için de ikinci aşamada VIKORSORT yönteminden yararlanılmıştır.

7.1 AHP

Bu aşamada, sütün kalitesine göre sınıflandırılabilmesi için belirlenen 10 farklı kalite kriterinin ağırlıkları AHP yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Sektör çalışanları, uzman kişiler ve akademisyenlerin katılımıyla gerçekleştirilen anket çalışması neticesinde, her bir kriter için elde edilen verilerin geometrik ortalamaları bulunarak ve anket katılımcılarının uzlaşısı ile kriter önceliklendirme matrisi elde edilmiş ve Tablo 7.1’de verilmiştir.

Tablo 7.1: Kriter önceliklendirme matrisi.

Kriter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Yağ Oranı	1,00	0,25	0,25	3,00	3,00	0,50	1,00	0,17	0,20	2,00
2 Somatik Hücre Sayısı	4,00	1,00	3,00	5,00	5,00	2,00	5,00	1,00	1,00	5,00
3 Sıcaklık	4,00	0,33	1,00	3,00	4,00	1,00	4,00	0,33	0,33	4,00
4 Yağsız Kuru Madde Oranı (SNF)	0,33	0,20	0,33	1,00	4,00	0,33	3,00	0,20	0,20	4,00
5 Yoğunluk	0,33	0,20	0,25	0,25	1,00	0,20	0,50	0,20	0,20	2,00
6 Protein Oranı	2,00	0,50	1,00	3,00	5,00	1,00	3,00	0,33	0,33	4,00
7 Donma Noktası	1,00	0,20	0,25	0,33	2,00	0,33	1,00	0,20	0,25	2,00
8 Asitlik	6,00	1,00	3,00	5,00	5,00	3,00	5,00	1,00	1,00	6,00
9 Titrasyon Asitliği	5,00	1,00	3,00	5,00	5,00	3,00	4,00	1,00	1,00	5,00
10 İletkenlik	0,50	0,20	0,25	0,25	0,50	0,25	0,50	0,17	0,20	1,00
Sütun Toplamı	24,17	4,88	12,33	25,83	34,50	11,62	27,00	4,60	4,72	35,00

İkili karşılaştırma matrisinin anket çalışması aracılığı ile elde edilmesi sonrasında AHP’nin diğer bir aşaması olan indirgenmiş normalize matrisin

bulunması aşamasına geçilir. Kriter önceliklendirme matrisinin her bir hücresinin ilgili satır toplamına bölünerek elde edilen indirgenmiş normalize matris Tablo 7.2’de verilmiştir.

Tablo 7.2: İndirgenmiş normalize matrisi.

Kriter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	w_i	Ağırlıklı Toplam Vektörü	λ
1	0,04	0,05	0,02	0,12	0,09	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,05	0,60	11,28
2	0,17	0,20	0,24	0,19	0,14	0,17	0,19	0,22	0,21	0,14	0,19	2,07	11,01
3	0,17	0,07	0,08	0,12	0,12	0,09	0,15	0,07	0,07	0,11	0,10	1,16	11,18
4	0,01	0,04	0,03	0,04	0,12	0,03	0,11	0,04	0,04	0,11	0,06	0,60	10,37
5	0,01	0,04	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,04	0,04	0,06	0,03	0,30	10,12
6	0,08	0,10	0,08	0,12	0,14	0,09	0,11	0,07	0,07	0,11	0,10	1,08	10,96
7	0,04	0,04	0,02	0,01	0,06	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,04	0,41	10,39
8	0,25	0,20	0,24	0,19	0,14	0,26	0,19	0,22	0,21	0,17	0,21	2,30	11,07
9	0,21	0,20	0,24	0,19	0,14	0,26	0,15	0,22	0,21	0,14	0,20	2,18	11,07
10	0,02	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	0,03	0,03	0,26	10,38
Σ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		10,78

İndirgenmiş normalize matrisin her bir satırının ortalamaları alınarak kriter ağırlıkları w_i hesaplanır. İkili karşılaştırma matrisi ile kriter ağırlıkları vektörünün çarpımı sonucunda ise ağırlıklı toplam vektörü bulunur. Son olarak, ağırlıklı toplam vektörünün her bir elemanının kriter ağırlığı vektöründeki karşılığına bölümü ile ikili karşılaştırma matrisinin öz değerleri bulunur.

Ardından, $CI = (\lambda_{max} - n)/(n - 1)$ formülü kullanılarak tutarlılık indeksi ve

$CR = CR = (CI)/(RI)$ formülü ile tutarlılık oranı hesaplanır.

Çiğ süt için belirlenen 10 kriterin ikili karşılaştırmalarına ait tutarlılık indeksi ve tutarlılık oranı Tablo 7.3’te verilmiştir. Hesaplama sonucuna göre tutarlılık oranı 0,1’den küçük bir değer bulunduğundan ikili karşılaştırmaların tutarlı olduğu görülmektedir. Bu nedenle ikinci aşama olan VIKORSORT aşamasına geçilebilmektedir.

Tablo 7.3: Tutarlılık oranı.

CI	CR	Tutarlılık Durumu
0,09	0,06	TUTARLI

7.2 VIKORSORT

VIKORSORT yöntemi için gerekli kriter ağırlıkları AHP yöntemi aracılığıyla hesaplanmıştır. Yöntem için gerekli olan limit profil değerleri (l_1, l_2, \dots, l_n) ise anket çalışması aracılığıyla belirlenmiştir. Buna ek olarak, bu değerlerin belirlenmesinde akademik yayınlar (TGK 2000; Tolusic ve diğ. 2009; Hristova ve diğ. 2014), Türk Standartları Enstitüsü tarafından yayınlanan TS 1018:2002 numaralı Çiğ İnek Sütü standardı (TSE 2002) çiğ süt özellikleri ve Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayınlanan Türk Gıda Kodeksi 2019/12 tebliğ numaralı İçme Sütleri Tebliği (TGK 2019) ve uluslararası çiğ süt standartları da dikkate alınmıştır. Ayrıca VIKOR adımlarında da bulunan ölçütlerin çoğunluğunun ağırlığını (maksimum grup faydasını) temsil eden “ v ” değeri başlangıç aşaması için 0,5 olarak belirlenmiş ve denge durumunda sonuçlar hesaplanmıştır. Sonrasında bu değer 0,1 ile 0,9 arasında değiştirilmek suretiyle duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Buna ek olarak, belirlenen limit profil değerleri de %10-%20 aralığında arttırılıp azaltılarak ikinci bir duyarlılık analizi daha gerçekleştirilmiştir. Böylelikle, gerçek hayat şartlarının değişkenliği ve özellikle limit profil değerlerinin karar verici tarafından net olarak belirlenememesi durumunun sonuca olan etkisi gözlemlenmiştir.

İzleyen bölümlerde VIKORSORT yönteminin çiğ inek sütünün sınıflandırılması için nasıl kullanıldığı adım adım açıklanmıştır.

Adım 1: Belirlenen çiğ süt kalite kriterlerine ait kriter ağırlıkları AHP yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır (Tablo 7.4).

Tablo 7.4: Çiğ süt kalite kriterleri ve AHP sonucu kriter ağırlıkları.

Kriterler No	Kriterler	Birim	Kriter Ağırlıkları
1	Yağ Oranı	%	0,05
2	Somatik Hücre Sayısı	adet/mL	0,19
3	Sıcaklık	°C	0,11
4	Yağsız Kuru Madde Oranı (SNF)	%	0,06
5	Yoğunluk	g/cm ³	0,03
6	Protein Oranı	%	0,09
7	Donma Noktası	°C	0,04
8	Asitlik	pH	0,20
9	Titrasyon Asitliği	°SH	0,20
10	İletkenlik	mS/cm	0,03

Adım 2: Anket aracılığıyla elde edilen bir diğer bilgi ise limit profil değerlerdir (eşik değerleri). Çiğ inek sütü A, B, C ve D kalite olacak şekilde 4 sınıfa ayrıldığında (A: yüksek kalite – D: Düşük kalite olmak üzere)

l_1 : A kalite sütün alt, B kalite sütün üst sınır değerini

l_2 : B kalite sütün alt, C kalite sütün üst sınır değerini

l_3 : C kalite sütün alt, D kalite sütün üst sınır değerini ifade etmektedir.

Bu bağlamda, uzman görüşleri, ulusal ve uluslararası standartlar ve anket sonuçlarından yola çıkarak Tablo 7.5'te yer alan limit profil değerleri elde edilmiştir.

Tablo 7.5: Kalite kriterlerine ait limit profil değerleri.

Kriterler	Amaç	l_1	l_2	l_3
Yağ- (%)	maks	3,83	3,46	2,94
Somatik Hücre Miktarı(adet/mL)	min	138636	329818	458654
Sıcaklık(°C)	min	3,79	6,12	8,42
Yağsız Kuru Madde (SNF) (%)	maks	9,60	8,78	8,13
Yoğunluk (g/cm ³)	maks	1,03398	1,02847	1,02709
Protein (%)	maks	3,40	3,06	2,77
Donma Noktası (°C)	maks	80	60	40
pH	maks	80	60	40
Titrasyon Asitliği (°SH)	maks	80	60	40
İletkenlik (mS/cm)	min	4,8	5,5	5,8

(*Maks: Kriter ile kalite arasında pozitif korelasyon varsa; **Min: Kriter ile kalite arasında negatif korelasyon varsa)

Tabloda yer alan kriterlerden 1,2,3,4,5,6 ve 10 numaralı kriterler sütün kalitesi ile lineer ilişkide olmasına karşın, kriter 7,8 ve 9'un çiğ süt kalitesi ile lineer bir ilişkisi bulunmamaktadır. Örneğin, lineer yapı gösteren çiğ sütteki yağ oranı

arttıkça kalitenin arttığı, yağ oranı azaldıkça kalitenin azaldığı yönünde bir yorum yapılabilmektedir. Fakat, pH, donma noktası, titrasyon asitliği gibi kriterlerde kalite ilişkisi konkav yapıdadır. Bu kriterlerin çok artması ya da azalması istenmez, optimum değer oluşması beklenir. VIKORSORT yöntemi, kriterlerle alternatiflerin aldığı değerler arasında lineer bir ilişki olduğu varsayımını kabul etmektedir. Bu sebeple kriter 7, 8 ve 9 (donma noktası, ph ve titrasyon asitliği) için lineer olmayan ilişkiyi doğrusallaştırmayı sağlayacak ek bir puan skalası yapılmıştır. Puan skalası aşağıda yer alan örnekteki şekliyle uygulanmıştır:

pH ve °SH Kriterleri için 0-100 aralığında tanımlanan ek puan skalası: Tablo 7.6'da çiğ inek sütünün pH ve °SH seviyesine göre hangi özellikte olduğu verilmiştir. Bu doğrultuda geliştirilen 0-100 aralığında puanlama içeren ek sakala ise Tablo 7.7'de ve **Tablo 7.8**'de yer almaktadır.

Tablo 7.6: °SH ve pH seviyesine bağlı çiğ sütün özelliği.

Sütün Özelliği	Mastisitli süt	Normal taze süt	Asitleşme Başlangıcı	Isıtmada Pıhtılaşma	Kesilen Süt
°SH Değeri	4,0-5,0	6,5-7,5	8,0-9,0	10,0-12,0	25,0-30,0
pH Değeri	> 6.8	6.6-6.8	6,3	5,7	5.3-5.5

Tablo 7.7: pH kriteri ek skala.

5,5 Altı	5,5-6,3	6,3-6,6	6,6-6,8	6,8 üstü
0 Puan	0-50 Puan	50-100 Puan	100 Puan	0 Puan

Tablo 7.8: °SH kriteri ek skala.

5 Altı	5-6,5	6,5-7,5	7,5-8,5	8,5-10	10-30	30 Üstü
0	100-0	100	100-60	60-40	40-0	0

Bu puan skalasına göre pH değeri 5,5'in altında ve 6,8'in üstünde olan süt numunelerinin puanı 0, ph değeri 0,5-6,3 arasında olanların puanlaması 0-50 arasında lineer olacak şekilde, ph değeri 6,3-6,6 arasında olanların puanlaması 50-100 arasında lineer olacak şekilde ilişkilendirilmiştir. İdeal değer olan 6,6-6,8 arası ise 100 puan olacak şekilde değerlendirilmiştir.

Donma Noktası Kriteri için 0-100 aralığında tanımlanan ek puan skalası:

Tablo 7.9'da çiğ inek sütünün donma noktasına göre hangi özelliğe olduğu verilmiştir. Bu doğrultuda geliştirilen 0-100 aralığında puanlama içeren ek sakala Tablo **Tablo 7.10**'da verilmiştir (Çetiner 2018).

Tablo 7.9: İlave edilen maddelerin sütün donma noktasına etkisi.

Donma Noktası		
0,00°C	Suyun donma noktası	
-0,480°C	Hile yapılmış süt	Sulandırılmış süt
-0,540°C	Sütün donma noktası	Herhangi bir katkı yok
-0,630°C	Hile yapılmış süt	Süte yapancı tuzlar katılmış (Örn. nötrale edici madde)

Tablo 7.10: Donma noktası kriteri ek skala.

48	54	63
0 Puan	100 Puan	0 Puan

Bu puan skalasına göre donma noktası değeri -0,480°C, Milkana test cihazının verilerine uyarlanmış şekliyle 48'in altında ve -0,630°C, Milkana test cihazının verilerine uyarlanmış şekliyle 63'ün üstünde olan süt numune değerleri istenmemektedir ve puanı 0 olarak alınmaktadır. Donma noktası ideal değer olan -0,540°C, yani 54 olanların puanlaması 100 olarak doğrusallaştırma işlemi yapılmıştır.

Adım 3: Her kriter için en iyi (f_i^*) ve en kötü (f_i^-) değerleri Tablo 7.11'deki gibi belirlenmiştir.

Tablo 7.11: Kriterlere ait en iyi ve en kötü değerler.

Kriterler No	Kriter Açıklaması	En iyi (f_i^*)	En kötü (f_i^-)
K1	Yağ - (%)	5,69	1,45
K2	Somatik Hücre Miktarı	18.000	1.770.000
K3	Sıcaklık	3,20	11,60
K4	Yağsız Kuru Madde(SNF) - (%)	9,60	7,93
K5	Yoğunluk - (g/cm ³)	1,03144	1,00
K6	Protein - (%)	3,47	3,00
K7	Donma Noktası - (°C)	98,67	29,89
K8	pH	100	0,00
K9	Titrasyon Asitliği (°SH)	100	60
K10	İletkenlik - (mS/cm)	4,47	5,76

Adım 4: Çiğ sütün sınıflandırılması işleminde öncelikle grup sayısı 4 olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda, süt numunelerinden oluşturulan grupların eşik değerlerini temsil eden limit profilleri de dikkate alınarak Q, R ve S değerleri hesaplanmıştır. Hesaplama neticesine elde edilen sonuçlar küçükten büyüğe doğru sıralanmıştır. Hesaplanan veriler ve sıralama sonrasındaki son durum Tablo 7.12’da gösterilmiştir.

Tablo 7.12: Süt numunelerinin ve limit profili değerlerinin S, R ve Q değerlerine göre sıralanması.

Numuneler	S_j	R_j	Q_j	Numuneler	Sıralama (S_j)	Numuneler	Sıralama (R_j)	Numuneler	Sıralama (Q_j)
M1	0,19	0,05	0,15	M1	37	M1	33	M1	31
M2	0,24	0,09	0,30	M2	67	M2	78	M2	74
M3	0,31	0,08	0,32	M3	81	M3	63	M3	75
M4	0,22	0,09	0,27	M4	63	M4	72	M4	69
M5	0,25	0,07	0,25	M5	73	M5	60	M5	67
M6	0,24	0,08	0,27	M6	66	M6	68	M6	70
M7	0,27	0,09	0,32	M7	75	M7	77	M7	77
M8	0,29	0,10	0,37	M8	77	M8	79	M8	80
M9	0,20	0,08	0,23	M9	46	M9	65	M9	63
M10	0,22	0,08	0,25	M10	58	M10	66	M10	66
M11	0,68	0,20	0,96	M11	89	M11	88	M11	89
M12	0,20	0,05	0,16	M12	47	M12	31	M12	35
M13	0,21	0,07	0,20	M13	55	M13	51	M13	53
M14	0,24	0,07	0,23	M14	70	M14	52	M14	62
M15	0,29	0,15	0,49	M15	78	M15	82	M15	81
M16	0,18	0,08	0,22	M16	29	M16	69	M16	59
M17	0,17	0,06	0,15	M17	23	M17	44	M17	33
M18	0,22	0,10	0,32	M18	61	M18	80	M18	76
M19	0,23	0,07	0,22	M19	65	M19	50	M19	58
M20	0,19	0,07	0,20	M20	34	M20	62	M20	51
M21	0,12	0,03	0,02	M21	3	M21	4	M21	2
M22	0,20	0,05	0,14	M22	43	M22	21	M22	28
M23	0,66	0,19	0,92	M23	87	M23	87	M23	88
M24	0,20	0,06	0,17	M24	45	M24	41	M24	41
M25	0,20	0,05	0,15	M25	42	M25	29	M25	30
M26	0,21	0,07	0,20	M26	56	M26	53	M26	54
M27	0,19	0,07	0,20	M27	35	M27	59	M27	49
M28	0,22	0,06	0,21	M28	62	M28	48	M28	55

Tablo 7.12: Süt numunelerinin ve limit profili değerlerinin S, R ve Q değerlerine göre sıralanması (devam).

Numuneler	S_j	R_j	Q_j	Numuneler	Sıralama (S_j)	Numuneler	Sıralama (R_j)	Numuneler	Sıralama (Q_j)
M29	0,12	0,03	0,03	M29	2	M29	8	M29	3
M30	0,18	0,04	0,09	M30	31	M30	13	M30	16
M31	0,21	0,04	0,14	M31	54	M31	18	M31	29
M32	0,31	0,08	0,33	M32	80	M32	70	M32	78
M33	0,40	0,19	0,69	M33	83	M33	86	M33	84
M34	0,25	0,07	0,24	M34	71	M34	58	M34	64
M35	0,24	0,09	0,29	M35	69	M35	73	M35	71
M36	0,23	0,06	0,20	M36	64	M36	45	M36	52
M37	0,16	0,05	0,13	M37	17	M37	35	M37	25
M38	0,18	0,05	0,12	M38	30	M38	20	M38	22
M39	0,24	0,05	0,20	M39	68	M39	38	M39	50
M40	0,27	0,08	0,29	M40	74	M40	67	M40	72
M41	0,21	0,05	0,16	M41	52	M41	26	M41	34
M42	0,22	0,07	0,21	M42	60	M42	49	M42	56
M43	0,21	0,05	0,16	M43	49	M43	28	M43	36
M44	0,14	0,02	0,03	M44	9	M44	2	M44	4
M45	0,20	0,06	0,17	M45	40	M45	42	M45	42
M46	0,19	0,05	0,16	M46	38	M46	36	M46	37
M47	0,25	0,09	0,29	M47	72	M47	74	M47	73
M48	0,18	0,07	0,18	M48	32	M48	54	M48	44
M49	0,12	0,04	0,07	M49	4	M49	17	M49	12
M50	0,46	0,21	0,79	M50	86	M50	89	M50	86
M51	0,19	0,07	0,19	M51	39	M51	55	M51	47
M52	0,17	0,07	0,18	M52	24	M52	61	M52	45
M53	0,39	0,17	0,64	M53	82	M53	84	M53	83
M54	0,21	0,08	0,25	M54	50	M54	71	M54	65
M55	0,17	0,03	0,08	M55	20	M55	9	M55	13
M56	0,14	0,03	0,05	M56	11	M56	6	M56	7
M57	0,17	0,04	0,10	M57	19	M57	19	M57	19
M58	0,20	0,08	0,23	M58	44	M58	64	M58	61
M59	0,14	0,03	0,04	M59	12	M59	3	M59	5
M60	0,40	0,21	0,74	M60	84	M60	0	M60	85
M61	0,13	0,04	0,05	M61	5	M61	12	M61	8
M62	0,15	0,03	0,06	M62	13	M62	10	M62	11
M63	0,14	0,03	0,05	M63	6	M63	11	M63	9
M64	0,70	0,18	0,93	M64	90	M64	85	M64	89
M65	0,11	0,02	0,00	M65	1	M65	1	M65	1
M66	0,20	0,05	0,17	M66	48	M66	37	M66	39
M67	0,19	0,06	0,17	M67	36	M67	46	M67	43
M68	0,16	0,03	0,06	M68	15	M68	5	M68	10
M69	0,14	0,03	0,05	M69	8	M69	7	M69	6
M70	0,17	0,05	0,13	M70	26	M70	30	M70	26
M71	0,17	0,05	0,13	M71	27	M71	27	M71	24
M72	0,21	0,05	0,16	M72	51	M72	32	M72	38
M73	0,14	0,05	0,09	M73	7	M73	24	M73	15
M74	0,17	0,04	0,10	M74	28	M74	14	M74	17
M75	0,15	0,04	0,09	M75	14	M75	16	M75	14
M76	0,22	0,06	0,18	M76	59	M76	39	M76	46
M77	0,20	0,07	0,20	M77	41	M77	56	M77	48
M78	0,22	0,07	0,21	M78	57	M78	57	M78	57
M79	0,18	0,05	0,13	M79	33	M79	25	M79	27
M80	0,17	0,09	0,22	M80	21	M80	75	M80	60
M81	0,28	0,06	0,26	M81	76	M81	47	M81	68
M82	0,30	0,09	0,34	M82	79	M82	76	M82	79
M83	0,16	0,05	0,10	M83	16	M83	22	M83	20

Tablo 7.12: Süt numunelerinin ve limit profili değerlerinin S, R ve Q değerlerine göre sıralanması (devam).

Numuneler	S_j	R_j	Q_j	Numuneler	Sıralama (S_j)	Numuneler	Sıralama (R_j)	Numuneler	Sıralama (Q_j)
M84	0,17	0,06	0,15	M84	25	M84	43	M84	32
M85	0,21	0,05	0,17	M85	53	M85	34	M85	40
M86	0,16	0,05	0,11	M86	18	M86	23	M86	21
M87	0,17	0,04	0,10	M87	22	M87	15	M87	18
l_1	0,66	0,17	0,86	l_1	88	l_1	83	l_1	87
l_2	0,43	0,11	0,51	l_2	85	l_2	81	l_2	82
l_3	0,14	0,06	0,12	l_3	10	l_3	40	l_3	23

Adım 5: C1 ve C2 koşullarını dikkate alarak 87 numune kabul edilebilir avantaj koşulu (C1) ve kabul edilebilir istikrar koşulu (C2) çerçevesinde her iki limit profil değeri için de karşılaştırılmıştır. C1 ve C2 koşullarının her ikisinin de sağlanması, C1 veya C2 koşullarından birin sağlanabilmesi ve C1 ve C2 koşullarının her ikisinin de sağlanamaması durumlarına göre numuneler yüksek kaliteden düşük kaliteye doğru A kalite, B kalite, C kalite ve D kalite gruplarına atanmıştır. Atanamayan numuneler ise VIKORSORT final ataması prosedürü kapsamında ilgili gruplara yerleştirilmiştir. Böylelikle tüm numuneler belirlenen 3 kaliteye göre sınıflandırılmış ve VIKORSORT süreci tamamlanmıştır (Tablo 7.13).

Tablo 7.13: VIKORSORT final ataması sonucu gruplara atanan müstahsiller.

A Kalite		B Kalite				C Kalite		D Kalite	
M1,	M21,	M22,	M2,	M3,	M4,	M5,	M6,	M7,	M8,
M25,	M29,	M30,	M9,	M10,	M12,	M13,	M14,	M15,	M15,
M31,	M37,	M38,	M16,	M17,	M18,	M19,	M20,	M20,	M20,
M44,	M49,	M55,	M24,	M26,	M27,	M28,	M32,	M32,	M32,
M56,	M57,	M59,	M34,	M35,	M36,	M39,	M40,	M40,	M40,
M61,	M62,	M63,	M41,	M42,	M43,	M45,	M46,	M46,	M46,
M65,	M68,	M69,	M47,	M48,	M51,	M52,	M54,	M54,	M54,
M70,	M71,	M73,	M58,	M66,	M67,	M72,	M76,	M76,	M76,
M74,	M75,	M79,	M77,	M78,	M80,	M81,	M82,	M82,	M82,
M83,	M86,	M87	M84,	M85					

Tablo 7.14’da çiğ sütlerin 4 farklı kategoriye, 3 farklı kategoriye ve 2 farklı kategoriye ayrıldığı senaryolar için üretici bazında karşılaştırması verilmiştir. Böylece sınıflama sayısının üreticilerin buldukları sınıfları nasıl etkilediği gözlemlenmiştir. Bu sonuca göre, A kalite süt grubunda toplam 30 süt numunesi yer alırken, B kalite 50, C kalite 4 ve son olarak D kalite 3 süt bulunmaktadır. Bu durum, numuneler 4 yerine 3 kalite grubuna göre sınıflandırıldığında ise A kalite grubunda 30 numune, B kalite grubunda 53 numune, C kalite grubuna 4 numune olacak şekilde

değişmektedir. İki kalite grubunun yer aldığı senaryoda ise A kalite grubunda 30, B kalite grubunda 57 numune sınıflandırılmıştır.

Tablo 7.14: VIKORSORT final ataması sonucu 3 farklı senaryo için gruplara atanan müstahsiller.

Numuneler	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Numuneler	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3
	(4 Kalite Grubu)	(3 Kalite Grubu)	(2 Kalite Grubu)		(4 Kalite Grubu)	(3 Kalite Grubu)	(2 Kalite Grubu)
M1	G1	G1	G1	M45	G2	G2	G1
M2	G2	G2	G1	M46	G2	G1	G1
M3	G2	G2	G2	M47	G2	G2	G1
M4	G2	G2	G1	M48	G2	G2	G1
M5	G2	G2	G1	M49	G1	G1	G1
M6	G2	G2	G1	M50	G3	G3	G2
M7	G2	G2	G2	M51	G2	G2	G1
M8	G2	G2	G2	M52	G2	G2	G1
M9	G2	G2	G1	M53	G3	G3	G2
M10	G2	G2	G1	M54	G2	G2	G1
M11	G4	G3	G2	M55	G1	G1	G1
M12	G2	G1	G1	M56	G1	G1	G1
M13	G2	G2	G1	M57	G1	G2	G1
M14	G2	G2	G1	M58	G2	G2	G1
M15	G2	G2	G2	M59	G1	G1	G1
M16	G2	G2	G1	M60	G3	G3	G2
M17	G2	G2	G1	M61	G1	G1	G1
M18	G2	G2	G2	M62	G1	G1	G1
M19	G2	G2	G1	M63	G1	G1	G1
M20	G2	G2	G1	M64	G4	G3	G2
M21	G1	G1	G1	M65	G1	G1	G1
M22	G1	G2	G1	M66	G2	G2	G1
M23	G4	G3	G2	M67	G2	G2	G1
M24	G2	G2	G1	M68	G1	G1	G1
M25	G1	G1	G1	M69	G1	G1	G1
M26	G2	G2	G1	M70	G1	G1	G1
M27	G2	G2	G1	M71	G1	G1	G1
M28	G2	G2	G1	M72	G2	G2	G1
M29	G1	G1	G1	M73	G1	G1	G1
M30	G1	G1	G1	M74	G1	G2	G1
M31	G1	G2	G1	M75	G1	G1	G1
M32	G2	G2	G2	M76	G2	G2	G1
M33	G3	G3	G2	M77	G2	G2	G1
M34	G2	G2	G1	M78	G2	G2	G1
M35	G2	G2	G1	M79	G1	G1	G1
M36	G2	G2	G1	M80	G2	G2	G1
M37	G1	G1	G1	M81	G2	G2	G2
M38	G1	G1	G1	M82	G2	G2	G2
M39	G2	G2	G1	M83	G1	G1	G1
M40	G2	G2	G1	M84	G2	G2	G1
M41	G2	G2	G1	M85	G2	G2	G1
M42	G2	G2	G1	M86	G1	G1	G1
M43	G2	G1	G1	M87	G1	G1	G1
M44	G1	G1	G1				

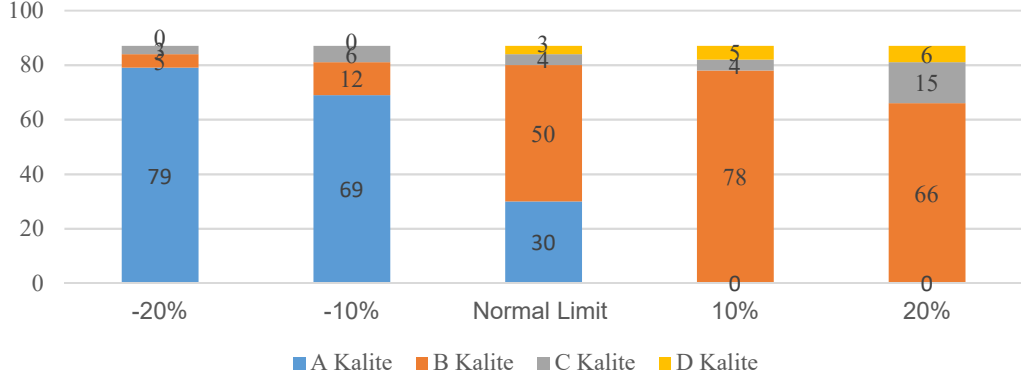
8. Duyarluluk Analizleri

Proje kapsamında gerçekleştirilen AHP & VIKORSORT metodunda yer alan parametre ve limit değerlerinin sınıflandırma sonuçlarına etkisi için duyarluluk analizleri gerçekleştirilmiştir. Duyarluluk analizleri çiğ sütlerin 4 farklı sınıfa, 3 farklı sınıfa ve 2 farklı sınıfa ayrıldığı senaryolar için ayrı ayrı tekrarlanmıştır. Birinci duyarluluk analizleri limit profil değerlerdeki olası yüzdelik değişimler için yapılır iken ikinci duyarluluk analizleri ise maksimum grup faydasını temsil eden "v" değerindeki değişimler için gerçekleştirilmiştir.

8.1 Duyarluluk Analizi – 1

Değerlendirmeye tabi tutulan 87 farklı müstahsile ait süt numunesinin kalitelerine göre sınıflandırılması probleminde, kalite gruplarının sınırlarını belirleyen limit profil değerlerinin artması veya azalmasının sonuç üzerindeki etkilerinin gözlemlenebilmesi için birinci grup duyarluluk analizi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, her bir senaryo için limit profil değerleri (l_1, l_2, l_3) %10 ve %20 oranında arttırılıp azaltılarak sonuca olan etkileri 3 farklı senaryoda gözlemlenmiştir.

Senaryo 1.1 kapsamında Sütün A, B, C ve D kalite olmak üzere 4 farklı grupta sınıflandırıldığı durumdaki limit profil değerlerindeki değişim Şekil 8.1'de incelenmiştir.

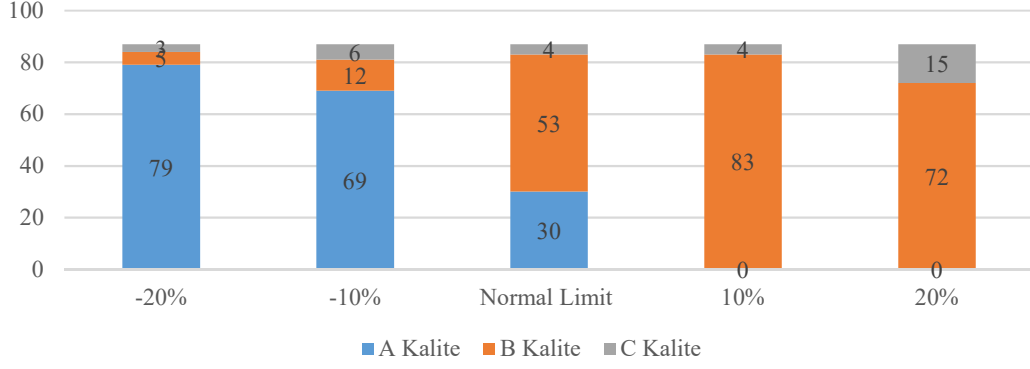


Şekil 8.1: Limit profil değerlerine göre duyarlılık analizi (Senaryo 1.1).

Belirlenmiş olan normal limit değerinde 30 adet A kalite süt bulunurken, limit profil değerleri %10 ve %20 arttırıldığında, A kalite grubunda numune yer alamamıştır. Limit profil değerleri %10 arttırıldığında 30 adet A kalite süt grubundan, B kalite süt grubuna geçiş olmuş ve B grubunda 78 adet süt numunesi yer almıştır. C kalite süt grubunda 4 adet ve D kalite süt grubunda 5 adet numune yer almıştır. Limit profil değerleri %20 arttırıldığında, yine A kalite süt grubundan, B kalite süt grubuna geçiş olmuş ve B grubunda 66 adet süt numunesi yer almıştır. C kalite süt grubunda 15 adet süt numunesi bulunurken, D kalite süt grubunda 6 adet süt numunesi yer almıştır.

Buna karşın, limit profil değerleri %10 ve %20 azaltıldığında, numunelerin çoğu A kalite grubuna kaymıştır. Belirlenmiş olan normal limit değerindeki 50 adet B kalite süttten A kalite süte geçiş olmuş ve A kalite süt grubunda 69 adet süt yer almıştır. B kalite süt grubunda azalma olmuş ve 12 adet süt yer almıştır. C kalite süt grubunda 6 adet süt numunesi bulunurken, D kalite süt grubunda süt numunesi yer almamıştır. Limit profil değerleri %20 azaltıldığında, A kalite süt grubunda 79 adet süt yer almış, B kalite grubundaki süt sayısı 5'e ve C kalite grubundaki süt sayısı 3'e inmiş, D kalite grubunda yine herhangi bir süt numunesi yer almamaktadır.

Senaryo 1.2 kapsamında Sütün A, B ve C kalite olmak üzere 3 farklı grupta sınıflandırıldığı durumdaki limit profil değerlerindeki değişim Şekil 8.2'de incelenmiştir.

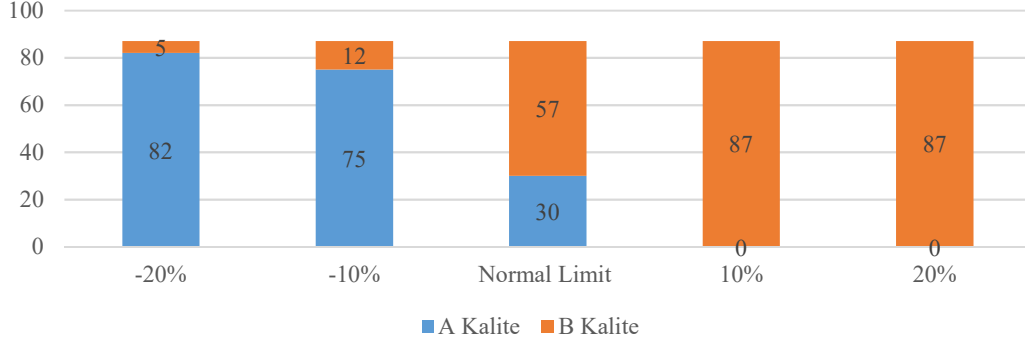


Şekil 8.2: Limit profil değerlerine göre duyarlılık analizi (Senaryo 1.2).

Belirlenmiş olan normal limit değerinde 30 adet A kalite süt bulunurken, limit profil değerleri %10 ve %20 arttırıldığında, A kalite grubunda numune yer alamamıştır. Limit profil değerleri %10 arttırıldığında 30 adet A kalite süt grubundan, B kalite süt grubuna geçiş olmuş ve B grubunda 83 adet süt numunesi, C kalite süt grubunda 4 adet süt numunesi yer almıştır. Limit profil değerleri %20 arttırıldığında, yine A kalite süt grubundan, B kalite süt grubuna geçiş olmuş ve B grubunda 72 adet süt numunesi, C kalite süt grubunda 15 adet süt numunesi yer almıştır.

Buna karşın, limit profil değerleri %10 ve %20 azaltıldığında, numunelerin çoğu A kalite grubuna kaymıştır. Belirlenmiş olan normal limit değerindeki 53 adet B kalite süttten A kalite süte geçiş olmuş ve A kalite süt grubunda 69 adet süt yer almıştır. B kalite süt grubunda 12 adet süt numunesi, C kalite süt grubunda ise 6 adet süt numunesi yer almıştır. Limit profil değerleri %20 azaltıldığında, A kalite süt grubunda 79 adet süt numunesi, B kalite grubunda 5 adet süt numunesi ve C kalite grubunda 3 adet süt numunesi yer almıştır.

Senaryo 1.3 kapsamında Sütün A ve B kalite olmak üzere 2 farklı grupta sınıflandırıldığı durumdaki limit profil değerlerindeki değişim Şekil 8.3'te incelenmiştir.



Şekil 8.3: Limit profil değerlerine göre duyarlılık analizi (Senaryo 1.3).

Belirlenmiş olan normal limit değerinde 30 adet A kalite süt bulunurken, limit profil değerleri %10 ve %20 arttırıldığında, A kalite grubunda numune yer alamamıştır. Limit profil değerleri %10 ya da %20 arttırıldığında, her iki koşulda da A kalite süt grubundaki süt numunelerinin tamamı, B kalite süt grubuna geçiş yapmıştır.

Buna karşın, limit profil değerleri %10 ve %20 azaltıldığında, numunelerin çoğu A kalite grubuna kaymıştır. Belirlenmiş olan normal limit değerindeki 57 adet B kalite süttten A kalite süte geçiş olmuş ve A kalite süt grubunda 75 adet süt, B kalite süt grubunda 12 adet süt numunesi yer almıştır. Limit profil değerleri %20 azaltıldığında, A kalite süt grubunda 82 adet, B kalite grubunda 5 adet süt numunesi yer almıştır.

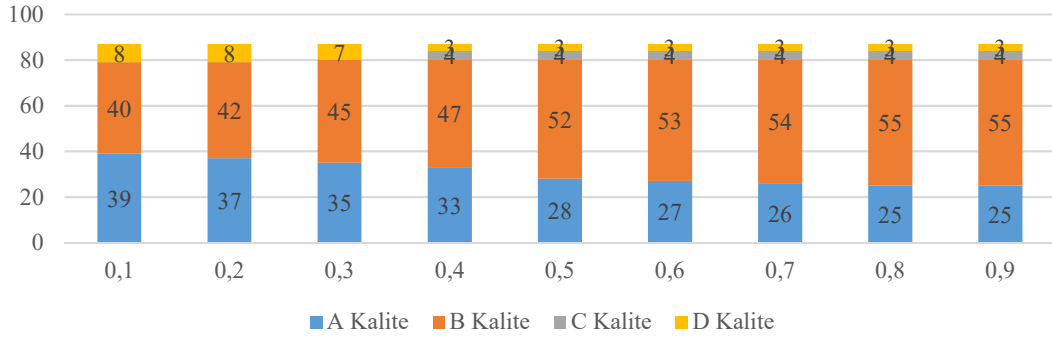
8.2 Duyarlılık Analizi – 2

Limit profillerinde yapılan değişikliğin kalite gruplarına olan etkisinin yanı sıra, maksimum grup faydasını temsil eden " v " değerinin artması ve azalmasının sonuca olan etkisini analiz etmek amacıyla ikinci bir duyarlılık analizi daha gerçekleştirilmiştir. Bu duyarlılık analizinde VIKORSORT yönteminin üçüncü adımında bulunan " v " değeri 0,5 olarak hesaplanan normal değer 0,1 ile 0,9 arasında değiştirilerek sonuca olan etkileri 3 farklı senaryoda gözlemlenmiştir.

Daha öce de ifade edildiği gibi, yöntemde kullanılan " v " değeri maksimum grup faydasını sağlayan strateji için grup faydasını gösterirken " $1 - v$ " değeri ise karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığını ifade etmektedir. Uzlaşma kararı

“Çoğunluk oyu” ($v > 0,5$) “denge” ($v = 0,5$) ile veya “karşıt karar” ($v < 0,5$) ile sağlanabilmektedir.

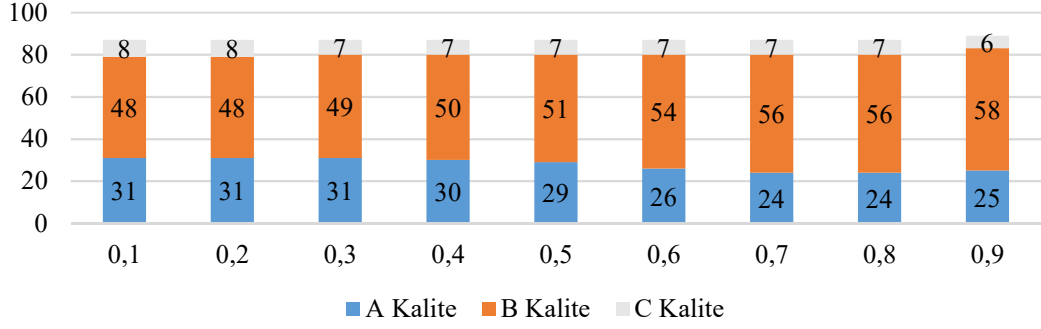
Senaryo 2.1 kapsamında Sütün A, B, C ve D kalite olmak üzere 4 farklı grupta sınıflandırıldığı durumdaki maksimum grup faydası değerindeki değişim Şekil 8.4’te incelenmiştir.



Şekil 8.4: " v " değerine göre duyarlılık analizi (Senaryo 2.1).

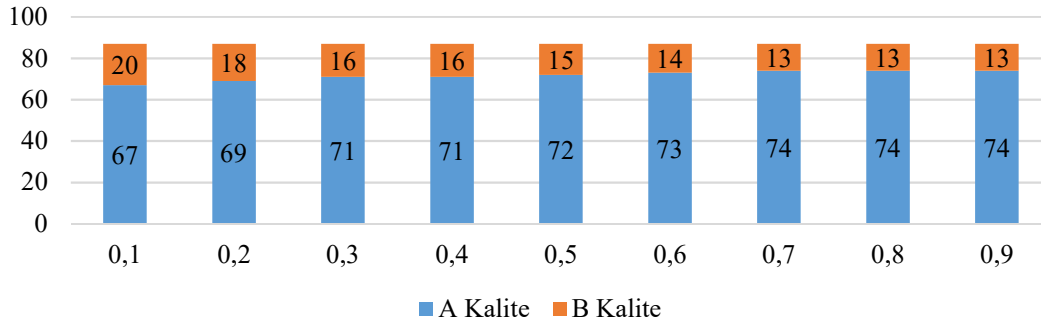
Bu doğrultuda, Şekil 8.4’te incelendiğinde, " v " ‘nin tüm değerleri için toplam 25 süt numunesi A kalite grubunda, 37 numunenin B kalite grubunda 3 numunenin D kalite grubunda sabit kaldığı gözlemlenmektedir. Bunun yanında, grup faydasının çoğunluk ya da karşıt karar olmasına bağlı olarak numunelerin bir kısmı kalite grupları arasında geçiş yapmaktadır. " v " değerinin 0,3 ve daha küçük olduğu durumlarda C kalite grubunda herhangi bir numunenin yer almadığı gözlemlenmektedir.

Senaryo 2.2 kapsamında Sütün A, B ve C kalite olmak üzere 3 farklı grupta sınıflandırıldığı durumdaki maksimum grup faydası değerindeki değişim Şekil 8.5’te incelenmiştir.



Şekil 8.5: "v" değerine göre duyarlılık analizi (Senaryo 2.2).

Senaryo 2.3 kapsamında Sütün A ve B kalite olmak üzere 2 farklı grupta sınıflandırıldığı durumdaki maksimum grup faydası değerindeki değişim Şekil 8.6'da incelenmiştir.



Şekil 8.6: "v" değerine göre duyarlılık analizi (Senaryo 2.3).

Sonuç olarak, 1. ve 2. duyarlılık analizleri incelendiğinde, kalite gruplarında elde edilen sonuçların limit profil değerlerinde yapılan değişikliklere v değerinden daha çok hassasiyet gösterdiği gözlemlenmiştir. "v"nin uç değerlerinde dahi kalite grupları arasında ciddi farklılaşmalar olmamasına karşın, limit profil değerlerinin %10 arttırılması ve azaltılması süt numunelerinin büyük bir bölümünün A kalite grubuna ya da B kalite grubuna aktarılmaktadır.

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sütün kalite sınıflandırması hakkında pek çok farklı ülkede belirlenen standartlar ve bu alanda yapılan çalışmalar olmasına karşın, yapılan araştırmalarda ülkelerin sütün kalite kriterlerini uygulamışlarında bir uyum yakalayamadığı görülmüştür. Aynı zamanda yapılan kapsamlı literatür çalışması doğrultusunda, her ne kadar farklı pek çok çalışma yapıldığı görülse de, çiğ sütlerde farklı parametrelerin bir arada kullanılarak sınıflandırmasının yapıldığı ve bu sınıflandırmanın standartlaştırıldığı bir çalışma yer almamaktadır.

Süt sektörü açısından kalite sınıflandırmaları, sütün uygun koşullarda tedarik edilmesi, süt kabul alanına kadar uygun koşullarda taşınması sektör adına sorun arz etmektedir. Sorunun çözümü adına, saha çalışmaları ile de desteklenen uygulamalar yapılmış ve sütün kalitesinin sınıflandırılabilmesi adına farklı parametreler harmanlanmıştır. Süt toplama merkezlerinden toplanan sütler, çok kriterli karar verme teknikleri ile gruplandırılmıştır. Kriterlerin önceliklendirilmesi için AHP ve VIKORSORT algoritmaları kullanılmıştır.

Bu kapsamda öncelikli olarak daha önceki yapılan akademik çalışmalar, saha analizleri, sektörde çalışan uzman görüşleri ışığında çiğ sütün kalitesini doğrudan olarak etkileyen 10 farklı kalite kriteri belirlenmiştir. Bu kriterler yağ oranı, somatik hücre sayısı, sıcaklık, yağsız kuru madde oranı (SNF), yoğunluk, protein oranı, donma noktası, asitlik, titrasyon asitliği ve iletkenliktir. Bu kriterler ışığında, çiğ inek sütü A, B, C ve D kalite olacak şekilde 4 sınıfa ayrılmıştır. Bu ayrışmanın yapılabilmesi için 87 numune kullanılmış ve bu numunelerin kabul edilebilir avantaj koşulu (C1) ve kabul edilebilir istikrar koşulu (C2) çerçevesinde her iki limit profil değeri için de karşılaştırılmıştır. C1 ve C2 koşullarının her ikisinin de sağlanması, C1 veya C2 koşullarından birin sağlanabilmesi ve C1 ve C2 koşullarının her ikisinin de sağlanamaması durumlarına göre numuneler yüksek kaliteden düşük kaliteye doğru A kalite, B kalite, C kalite ve D kalite gruplarına atanmıştır. Atanamayan numuneler ise VIKORSORT final ataması prosedürü kapsamında ilgili gruplara yerleştirilmiştir.

Taze iğ süt kalitesinin standartlaştırılması, sınıflandırmaya ve süt fiyat oluşumuna bir yenilik sağlayacaktır. Bununla birlikte, üreticileri daha kaliteli ürün üretme noktasında teşvik edecektir. Bu sayede, süt üreticileri daha kaliteli süt üretebilmek ve dolayısıyla ürettikleri sütlerden daha iyi kazanç elde edebilmek adına, süt üretiminin teknik aşamalarına, hayvanların beslenme ve yaşam şartlarına, hayvan sağlığının korunmasına daha fazla dikkat edeceklerdir. Bu nedenle, bu çalışmayı yapmak sütün kalite sınıflandırmasını yapabilmek adına önemli bir adım olmuştur.

10. KAYNAKÇA

Alpas H., Proseste Gıda Güvenliği, 23-34, (2008).

Altun, B., Besler, T., Ünal, S., “Ankara’da Satılan Sütlerin Değerlendirilmesi”, *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 11 (2), 45-55, (2002).

Akpınar, A., Uysal, H., Kınık Ö., “Süt Ve Süt Ürünlerinde Lezzet Bileşeni Olarak Esterler Ve Esterlerin Biyosentezi”, Bolu 24-26 Mayıs-Türkiye 9. Gıda Kongresi, (2006).

Andersen, H., “The issue ‘Raw milk quality’ from the point of view of a major dairy industry, *Journal of Animal and Feed Sciences*, 16 (1), 240-254, (2007).

Anderson, D.R., Sweeney, D.J., Williams, T.A., Camm, J.D., Cochran, J.J., “Quantitative methods for business”, *Cengage Learning*, (2012).

Araz, C., Akpınar, M. E., Demir, L., Iğın, M. A., “A Sustainability evaluation system based on a new multicriteria sorting method: VikorSort, Proceedings of the 20th Conference of the Environmental and Sustainability Management Accounting Network”, Lüneburg, Germany, 30-32, (2016).

ASÜD., “Çiğ Süt Üretimi İyi Hijyen Uygulamaları Rehberi”, Ambalajlı Süt ve Süt Ürünleri Sanayicileri Derneği, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, (2010/6).

Atamer, M., Alpar, N., Karahan, A.G., “Süt Ve Ürünlerinde Oksidasyon”, *Gıda Dergisi*, 11(4), 231-233, (1984).

BAKA., “Süt ve Süt Ürünleri Sektör Raporu”, Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı, (2011/2).

Baysal A., *Beslenme 10.baskı*, Ankara: Hatiboğlu Yayınları, Bölüm II Besinler – Süt, 268-275, (2004).

Blayney, D., Gehlhar, M.J., "US Dairy At A Global Crossroads", *Economic Research Service Report*, 28, (2006).

Burgess S.A., Flint S.H., Lindsay D., "Characterization Of Thermophilic Bacilli From A Milk Powder Processing Plant", *Journal of Applied Microbiology*, 11, 350-359, (2014).

Burke, N., Zacharski, K. A., Southern, M. Hogan, P., Ryan, M. P. and Adley C.C., *The Dairy Industry: Process, Monitoring, Standards, and Quality*, (2018)

Busanello M., Freitas L.N., Winckler J.P.P., Farias H.P., Dias C.T.S., Cassoli L.D., Machado P.F., "Month-wise variation and prediction of bulk tank somatic cell count in Brazilian dairy herds and its impact on payment based on milk quality", *Irish Veterinary Journal*, 70(26), (2017).

Bylund, G., *Dairy Processing Handbook*, Tetra Pak Processing Systems AB, (1995).

Ceballos LS., Morales ER., Adarve GT., Castro JD., Martinez LP., Sampelayo MRS., "Composition Of Goat And Cow Milk Produced Under Similar Conditions And Analyzed By Identical Methodology", *J Food Compos Anal*, 22(4), 322-329, (2009).

Chite, R., "Milk Standards: Grade A vs. Grade B", (11.11.2019), <https://dairymarkets.org/PubPod/Reference/Library/Chite.8.1991.pdf>, (1991).

CRS, Congressional Research Service, "Federal Milk Marketing Orders: An Overview", (07.11.2019), <https://www.everycrsreport.com/reports/R45044.html>, (2017).

Çetiner, Ş., Süt ve Ürünleri Analizleri, (20.01.2020), <https://akademik.adu.edu.tr/myo/cine/webfolders/File/ders%20notlari/Sut%20Uve%20Urunleri%20Analizleri.pdf>, (2018).

Darbaz, İ., Baştan, A., Salar, S., "Investigation of Udder Health and Milk Quality Parameters of Dairy Farms in Northern Cyprus. Part II: Milk Quality", *Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 65, 155-161, (2018).

David R.D., Graves R.H., Szemplenski T., *Handbook of Aseptic Processing and Packaging - 2. Baskı*, New York: CRC Press., (2012).

Demir, L., Akpınar, M.E., Araz, C., Ilgın, M.A., "A Green Supplier Evaluation System Based on a New Multi-Criteria Sorting Method: VIKORSORT", *Expert Systems with Applications*, 114, 479-487, (2018).

Dohoo IR, Meek AH., "Somatic cell counts in bovine milk", *Can Vet J*, 23, 119-125, (1982).

Draaiyer, J., Dugdill, B., Bennett, A., Mounsey, J. (Eds.), "Milk Testing And Payment Systems", *A Practical Guide To Assist Milk Producer Groups*, Food And Agriculture Organization Of The United Nations (FAO), (2009).

Evans AC., "The Bacteria of Milk Freshly Drawn From The Normal Udders", *The Journal of Infectious Diseases*, 18(5), 437-476, (2016).

Evans, T. A., "EC57-632 Good Tasting Milk". *Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension*, <http://digitalcommons.unl.edu/extensionhist/3379>, (1957).

FDA "FDA Grade "A" Milk Safety Program, U.S. Food&Drug Administration", (15.05.2019), <https://www.fda.gov/federal-state-local-tribal-and-territorial-officials/state-cooperative-programs/fda-grade-milk-safety-program>, (2019).

Gantner, V., Mijić, P., Baban, M., Škrtić, Z., Turalija A., "The Overall And Fat Composition Of Milk Of Various Species," *Mljekarstvo* 65(4), 223-232, (2015).

Gehardt S.E., Thomas R.G., "Nutritive Value of Foods.", *United States Department of Agriculture (USDA), Agricultural Research Service, Home and Garden Bulletin*, Number 72, 2006.

Göncü, S., Anitaş, Ö., "Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Süt Koku Problemleri, Değerlendirmesi ve Önleme Yolları", *Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 1(2), 66-90, (2018).

Gürcan, T., Maslow'un İhtiyaçlar Hiyerarşisi, (04 Kasım 2019), <https://evrimagaci.org/maslowun-ihtiyaclar-hiyerarşisi-1644>, (2013).

Gürsoy, A., Süt Kimyası ve Biyokimyası, (10 Aralık 2019), <https://acikders.ankara.edu.tr/course/view.php?id=5685>, (2019).

Haenlein, G.F.W., "Role Of Goat Meat And Milk In Human Nutrition." *Proc. Vth Int. Conf. Goats, New Delhi*, New Delhi: India, 1-8 March, ICAR Publishers, 2, 575-580, (1992).

Haenlein, G.F.W., "Producing Quality Goat Milk." *Int. J. Anim. Sci.*, 8, 79-84, (1993).

Hamann, J., "Diagnosis of mastitis and indicators of milk quality." (ed: Hogeveen, H.), *Mastitis in dairy production: current knowledge and future solutions*, Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 82-90, (2005).

Hillerton, J.E., Berry, E.A., "Quality Of The Milk Supply: European Regulations Versus Practice", *NMC Annual Meeting Proceedings*, 207-214, (2004).

Hill B.M., Smythe B.W., "Endospores Of Thermophilic Bacteria In Ingredient Milk Powders And Their Significance To The Manufacture Of Sterilized Milk Products: An Industrial Perspective." *Food Reviews International*, 28(3), 299-312, (2012).

Hogan, J., "Human Health Risks Associated With High Somatic Cell Count Milk: Symposium Summary." Verona, Wisconsin: *NMC Board of Directors Report, National Mastitis Council*, (2005).

Hristova, V.K., Ahmad, M.A., Tomovska, J., Trajkovska, B., Bonev, G., "Assessment of Raw Milk Quality by Neural Networking (NN) Model in Macedonia Dairy Farms", *Int. J. of Ethics in Engn. & Mang. Educ.(IJEEE)*, 1(10), 58-61, (2014).

Ilgin, M.A., Akpınar, M.E. 2018. "Multi-Criteria Sorting of Third-Party Reverse Logistics Providers". Denizli, Turkey: *The 16th International Logistics and Supply Chain Congress*, 18-20, 2018.

Jacobs C., Braun P., Hammer P., "Reservoir And Routes Of Enterobacter Sakazakii (Cronobacter Spp.) In A Milk Powder-Producing Plant", *Journal of Dairy Science*, 94(8), 3801-3810, (2011).

Jain, M., "Dairy Foods, Dairy Fats, and Cancer: A Review of Epidemiological Evidence", *Nutrition Research*, 18 (5), 905-937, (1998).

Jayarao B.M., Pillai S.R., Sawant A.A., Wolfgang D.R., Hegde N.V., "Guidelines for Monitoring Bulk Tank Milk Somatic Cell and Bacterial Counts", *Journal of Dairy Science*, 78(10), 3561-3573, (2004).

Juozaite, V., Juozaitis, A., Micikeviciene, R., "Relationship Between Somatic Cell Count And Milk Production Or Morphological Traits Of Udder İn Black-And-White Cows", *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 30 (1), 47-51, (2006).

Khanal S.N., Anand S., Muthukumarappan K., Huegli M., "Inactivation of thermophilic aerobic spore formers in milk by ultrasonication", *Food Control*, 37, 232-239, (2014).

Kırdar, S., "Süt ve Ürünleri Analiz Metodları- Uygulama Klavuzu", *Süt Yayınları*, Ankara: Süleyman Demirel Üniversitesi, 5-7, (2001).

Kielwein, G., *Leitfaden Der Milchkunde Und Milchhygiene*, Berlin: Verlag Paul Parey, (1976).

Lasztity, R., "Milk And Milk Products." *In Food Quality and Standards*, (2nd ed.) *Encyclopedia of Life Support System (EOLSS)*, (2014).

Lembike, A., "Milch, Grundlage Unserer Ernährung", *Inst. Virusforschung Exp., Med.*, (1970).

Ma Y., Ryan C., Barbano D.M., "Effects Of Somatic Cell Count On Quality And Shelf-Life Of Pasteurised Fluid Milk", *J Dairy Sci*, 83, 264–274, (2000).

Mastitis İn Dairy Production: Current Knowledge And Future Solutions.", Hogeveen H (ed), Wageningen, Wageningen Academic Publishers, 82-90, (2005).

McCance and Widdowson's, "The Composition of Foods", Fourth Edition, *Elsevier/North-Holland Biomedical Press*, London, (1988).

McCarthy, K.S., Lopetcharat, K., Drake, M. A., "Milk Fat Threshold Determination And The Effect Of Milk Fat Content On Consumer Preference For Fluid Milk", *J. Dairy Sci*, 100, 1702–1711, (2017).

Metin, M., "Sütün Bileşimi ve İşlenmesi", *Süt Teknolojisi*, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, 33, (1998).

Metin, M., "Sütün Bileşimi ve İşlenmesi", *Süt Teknolojisi*, İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi, 4. Baskı, 1-21, (2001).

Miller, G.D., Jarvis, K.J., McBean, L.D., "Handbook of Dairy Foods and Nutrition", (eds. Jensen RG, Kroger M.) "The Importance of Milk and Milk Products in the Diet", *CRC Press*, New York, 4-24, (2000).

Mijić, P., Knežević, I., Ivanković, A., Domaćinović, M., "Qualitative, Health And Bacteriological Aspects Of Milk At Dairy Farms In Croatia". 39. *Znanstveni skup hrvatskih agronoma*, (2004).

Monaci L., Tregoa V., vanHengel A.J., Anklam E., "Milk Allergens, Their Characteristics And Their Detection In Food: A review", *Eur Food Res Technol*, 223, 149-179, (2006).

More, S. J., "Global trends in milk quality: implications for the Irish dairy industry", *Irish Veterinary Journal*, 62, 5-14, (2009).

Opricovic, S., "Multicriteria Optimization of Civil Engineering Systems", Belgrade: *Faculty of Civil Engineering*, (1998).

Opricovic, S. ve Tzeng, G. H., "Compromise Solution by MCDM Methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS," *European Journal of Operational Research*, 445-455, (2004).

Oysun, G., "Süt Ürünlerinde Analiz Yöntemleri", İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları, (1991).

Oysun, G., "Süt Kimyası ve Biyokimyası", Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 18, (1987).

Panayotova, M., Adler, J., "Development And Future Perspectives For Bulgarian Raw Milk Production Towards Eu Quality Standards", Institute of Agricultural Development in Central and Eastern Europe, (1999).

Park Y.W, Juarez M., Ranos M., Haenlein G.F.W., "Physico-Chemical Characteristics Of Goat And Sheep Milk", *Small Ruminant Research*, (68), 88-113, (2007).

Pereira A.P.M., Sant'Ana A.S., Diversity And Fate Of Spore Forming Bacteria In Cocoa Powder, Milk Powder, Starch And Sugar During Processing: A Review", *Trends in Food Science and Technology*, 76, 101-118, (2018).

Raynal-Ljutovac K., Lagriffoul G., Paccard P., Guillet I., Chilliard Y., “Composition of goat and sheep milk products: An update.” *Small Ruminant Research*, 79, 57-72, (2008).

Richardson-Harman, Stevens, N.J.R., Walker S., Gamble, J., Miller, M., McPherson. A., “Mapping consumer perceptions of creaminess and liking for liquid dairy products”, *Food Qual. Prefer.* 11, 239–246, (2000).

Robinson, R.K., *Modern Dairy Technology*, Advance in Milk Processing, vol 1 and 2, London and New York: Elsevier Applied Science Publishers, (1986).

Ruegg, P.L., “Milk Secretion And Quality Standards.”, USA: *University of Wisconsin, Madison*, (2001).

Saaty, T.L., "How To Make A Decision: The Analytic Hierarchy Process", *European Journal Of Operational Research*, 48(1), 9-26, (1990).

Saldamlı, İ. (Ed.), *Gıda Kimyası Aminoasitler, Peptidler ve Proteinler 1*. Baskı, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 195-256, (2005).

Schiano, A.N., Harwood, W.S., Drake M. A., “A 100-year review: Sensory analysis of milk.”, *J. Dairy Sci*, 100, 9966–9986, (2017).

Scott S.A., Brooks J.D., Rakonjac J., Walker K.M.R., Flint S.H., “The formation of thermophilic spores during the manufacture of whole milk powder.”, *International Journal of Dairy Technology*. 60, 109-117, (2007).

SGB, Tarım Ürünleri Piyasaları SÜT, Ürün No:22, T.C. Tarım Ve Orman Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, Temmuz (2019).

Smith, K., Hillerton, J., Harmon, R., “Guidelines on Normal and Abnormal Raw Milk Based on Somatic Cell Counts and signs of clinical mastitis”, *National Mastitis Council Inc., Arlington, VA.*, (2001).

Sørhaug T., Stepaniak L., “Psychrotrophs and their enzymes in milk and dairy products: Quality aspects”, *Trends in Food Science and eTechnology.*, 8(2), 35-41 1997

Spreer, E., *Technologie der Milchverarbeitung*, Leipzig: VEB Fachbuchverlag, (1988).

Suriyasathaporn, W., Vinitketkumnuen, U., Chewonarin, T., "Relationships among malondialdehyde, milk compositions, and somatic cell count in milk from bulk tank.", *Songklanakarın J Sci Technol*, 32, 23-26, (2010).

TAGEM, Süt Sektör Politika Belgesi 2018-2022, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara, (2018).

TGK., "Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliğı", *Türk Gıda Kodeksi Resmi Gazete 14.02.2000-23964, 2006/6 Numaralı Tebliğ, Revizyon 06.02.2009-14*, Ankara: Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, (2009).

TGK., "İçme Sütleri Tebliğı", *Türk Gıda Kodeksi Resmi Gazete 27.02.2019 - 30699, 2019/12 Numaralı Tebliğ*, Ankara: Tarım ve Orman Bakanlığı, (2019).

TSE., "29.04.2002 tarihli TS 1018 - Çiğ İnek sütü Standardı", *Türk Standartları Enstitüsü*, (2002).

TSE., "22.11.2000 kabul tarihli, 27.03.2007 revizyon tarihli TS EN ISO 13366-2 Somatik Hücrelerin Sayımı standardı", *Türk Standartları Enstitüsü*, (2007).

Timor, M., *Analitik Hiyerarşi Prosesi*, İstanbul: Türkmen Kitabevi, (2011).

Tolusic, Z., Mijic, P., Tolusic, M., "Importance of standardizing raw milk quality for the enhancement of Croatian market competitiveness", *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 21(2-3), 207-213, (2009).

TÜİK "Süt ve Süt Ürünleri Miktarı (Ton)", *Türkiye İstatistik Kurumu*, (15.05.2019), <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>, (2019).

USK., "Beslenmede Sütün Önemi, Ulusal Süt Konseyi", (30.10.2019.), http://ulusalsutkonseyi.org.tr/wp-content/uploads/42013_02_27_733421.doc, (2019).

USK., "Dünya ve Türkiye'de Süt Sektör İstatistikleri, 2018, Ulusal Süt Konseyi", (30.10.2019), http://ulusalsutkonseyi.org.tr/wp-content/uploads/42013_02_27_733421.doc, (2018).

Üçüncü, M., Süt ve Mamülleri Teknolojisi, İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, (2005).

Ünal, R. N., Besler, H. T., Beslenmede Sütün Önemi, Ankara: Klasmat Matbaacılık 1-37, (2008).

VanBaale, M. J., “An Overview of Factors Determining How Milk is Priced at the Farm”, (2004).

Van Schaik G., Lotem M., Schukken Y.H., “Trends In Somatic Cell Counts, Bacterial Counts, And Antibiotic Residue Violations in New York State during 1999-2000”, *J Dairy Sci* 85, 782-789, (2002).

Vassilev, V., Genova, K., Vassileva, M.. "A Brief Survey Of Multicriteria Decision Making Methods And Software Systems", *Cybernetics and information technologies*, 5(1), 3-13, (2005).

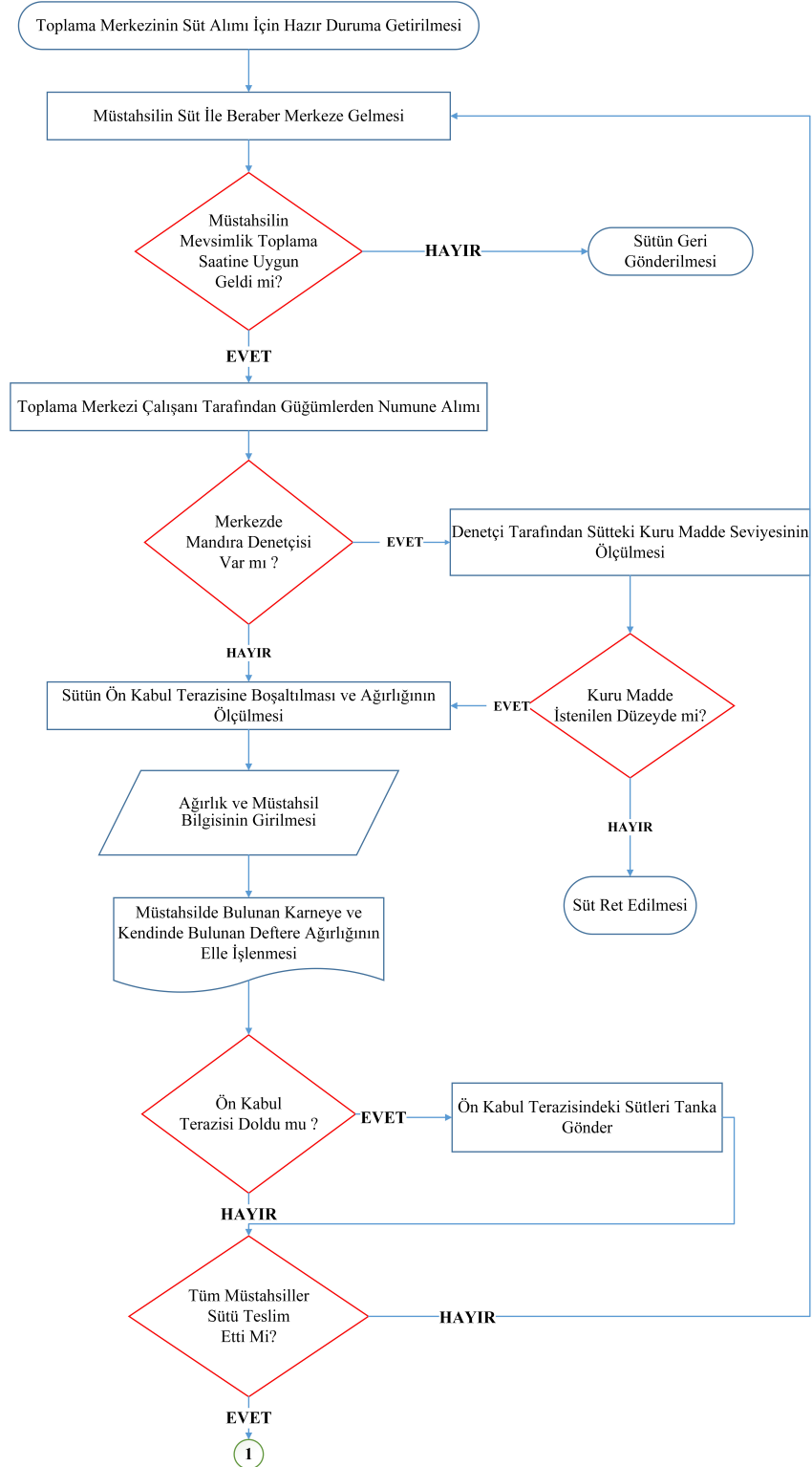
Yıldırım, B., Önder, E., Turan, G., "Operasyonel, Yönetmel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri", Bursa: Dora Yayıncılık, 2 (15), (2015).

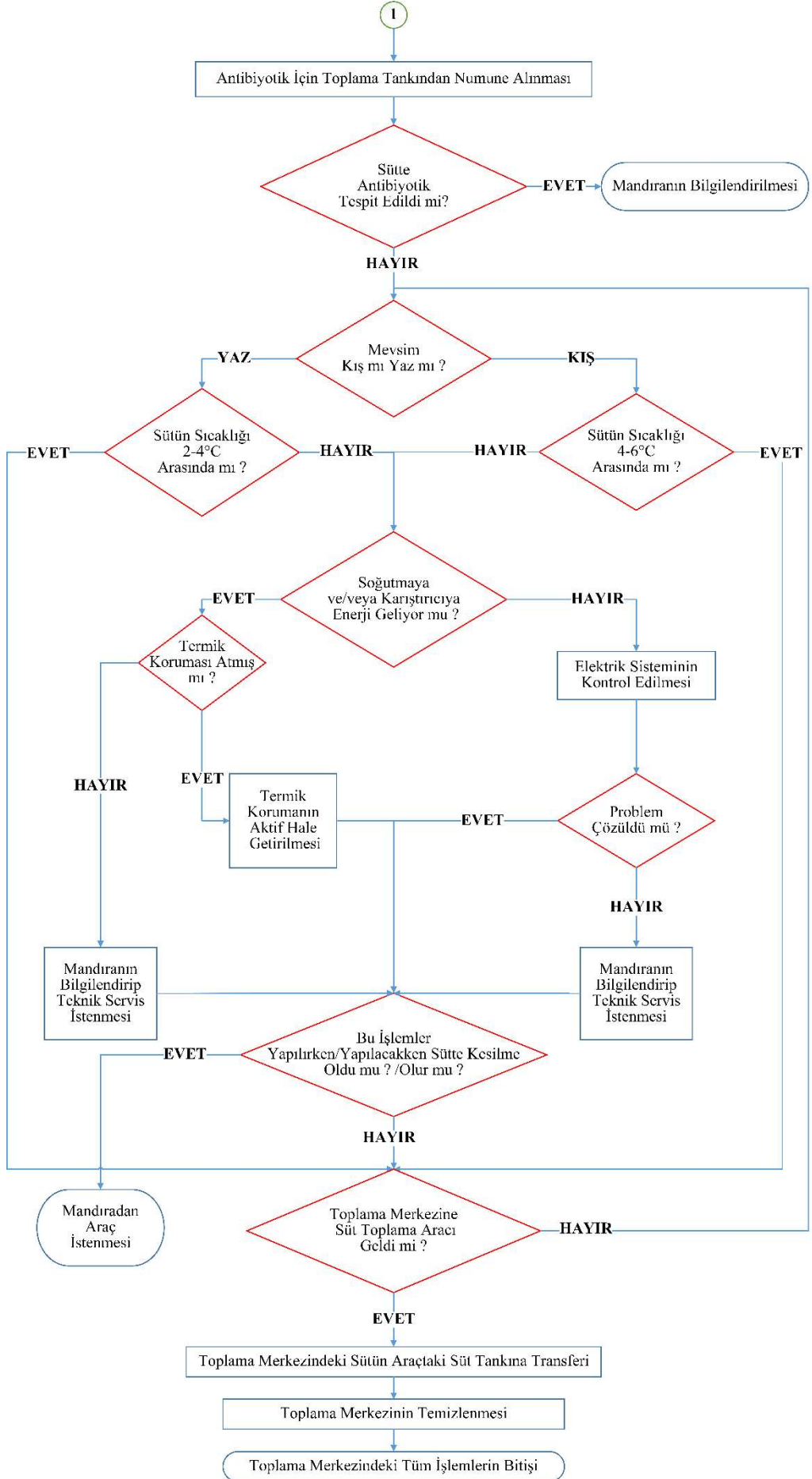
Yöney, Z., *Süt Kimyası*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 530, (1974)

Zamberlin Š., Antunac N., Havranek J., Samaržija D., “Mineral elements in milk and dairy products.” *Mljekarstvo/Dairy*, 62(2), 111-125, (2012).

11.EKLER

EK A. Süt Toplama Merkezi Şeması





Kalite Bazlı Çiğ Süt Sınıflandırma Anketi

Size iletilen bu anket formu Pamukkale Üniversitesi yürütücülüğünde gerçekleştirilen 217M578 nolu TÜBİTAK projesi kapsamında veri toplamak amacıyla yapılmaktadır. Projemizin çalışma aşamalarından biri çiğ sütün kalitesini belirleyen kriterleri baz alarak çiğ süte yönelik bir sınıflandırma çalışması yapmaktır. Projeye sağladığınız katkılarınız için teşekkür ederiz.

Proje kapsamında düzenlenen anketimiz 3 ayrı bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde katılımcının sektörel geçmişine yönelik kişisel bilgiler içermeyen soruları yanıtlaması beklenmektedir.

İkinci bölümde belirlenen 10 kalite kriterinin birbirleri arasında kıyaslanması istenmektedir. Her bir kriterin çiğ süt kalitesi üzerindeki etkisi dikkate alınarak önem düzeylerinin ikili olarak karşılaştırılması ve puanlanması gerekmektedir.

Üçüncü bölümde ise anketimizde belirlediğimiz kriterlerle ilgili sınır değerleri hakkında görüşlerinizi belirtmeniz ve ayrıca anketimizi değerlendirmeniz istenmektedir.

1. Bölüm

Yaşınızı belirtiniz? *

Cinsiyetinizi işaretleyiniz? *

Eğitim durumunuzu işaretleyiniz? *

Lütfen seçiniz ...

Hangi mesleğe mensupsunuz? *

Seçeneklerde verilen meslek grupları sizin mesleğinizi karşılamıyorsa lütfen mesleğinizi son seçenekte bırakılan kısımda belirtiniz.

Gıda Mühendisi

Gıda Teknikeri

Üretim Mühendisi

Süt Ürünleri İmalatçısı

Akademisyen

Kamu Görevlisi

Diğer

Mesleki tecrübeniz? *

Lütfen seçiniz ...

Eğitim durumunuzu işaretleyiniz? *

Lütfen seçiniz ...

Çalıştığınız kurumu işaretleyiniz? *

Lütfen seçiniz ...

Çalıştığınız kurum süt ürünleri yapıyor ise üretim yaptığı ürünleri işaretleyiniz, yapmıyor ise "Süt Ürünleri üretimi Yapmıyor" seçeneğini işaretleyiniz? *

Verilen süt ürünleri dışında üretimini yaptığınız başka ürünler var ise lütfen boş bırakılan seçeneğe ekleme yapınız.

Süt Ürünleri Üretimi Yapmıyor

Yoğurt

Taze Beyaz Peynir

<input type="checkbox"/>	Olgunlaştırılmış Klasik Beyaz Peynir
<input type="checkbox"/>	Kaşar Peyniri
<input type="checkbox"/>	Mozarella
<input type="checkbox"/>	Süt Tozu
<input type="checkbox"/>	Krema
	Eklemek istediğiniz ürün <input type="text"/>

2. Bölüm

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

Kıyaslama esnasında kaydırma butonu sizin belirlediğiniz önem düzeyine göre hareket ettirilmelidir.

> İki kriter sizin açınızdan eşit düzeyde önemli ise kaydırma butonunu ortada bırakınız.

> Verilen kriterlerden biri diğerine göre daha önemli ise butonu önemli olan kritere yakın noktada bırakınız.

Kaydırma butonu önemli görülen kritere yaklaştıkça ilgili kriterin önem düzeyi yükselir. Bu nedenle bir kriter size göre diğer kriterden kesinlikle çok daha önemli ise kaydırma butonun önemli olan kritere en yakın yerde olması gerekmektedir.

Çok önemli-----Eşit Derece Önemli-----Çok Önemli

Yağ



Somatik Hücre

Sayısı

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

Çok önemli-----Eşit Derece Önemli-----Çok Önemli

Yağ



Sıcaklık

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

Çok önemli-----Eşit Derece Önemli-----Çok Önemli

Yağ



Yağsız Kuru Madde

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

Çok önemli-----Eşit Derece Önemli-----Çok Önemli

Yağ



Yoğunluk

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

Çok önemli-----Eşit Derece Önemli-----Çok Önemli

Yağ



Protein

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

Çok önemli-----Eşit Derece Önemli-----Çok Önemli

Yağ



Donma Noktası

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

Çok önemli-----Eşit Derece Önemli-----Çok Önemli

Yağ



pH

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

Çok önemli-----Eşit Derece Önemli-----Çok Önemli

Yağ



°SH

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

Çok önemli-----Eşit Derece Önemli-----Çok Önemli

Yağ



İletkenlik

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Somatik

Hücre Sayısı



Sıcaklık

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Somatik

Hücre Sayısı



Yağsız K. Madde

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Somatik

Hücre Sayısı



Yoğunluk

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Somatik

Hücre Sayısı



Protein

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Somatik Hücre Sayısı Donma Noktası

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Somatik Hücre Sayısı pH

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Somatik Hücre Sayısı °SH

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Somatik Hücre Sayısı İletkenlik

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Somatik Hücre Sayısı Yağsız Kuru Madde

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Somatik Hücre Sayısı Yoğunluk

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Sıcaklık

Protein

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Sıcaklık

Donma Noktası

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Sıcaklık

pH

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Sıcaklık

°SH

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Sıcaklık

İletkenlik

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Yağsız Kuru

Madde

Yoğunluk

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Yağsız Kuru

Madde

Protein

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Yağsız Kuru

Madde

Donma Noktası

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Yağsız Kuru

Madde

pH

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Yağsız Kuru

Madde

°SH

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Yağsız Kuru

Madde

İletkenlik

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Yoğunluk

Protein

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Yoğunluk  Donma Noktası

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Yoğunluk  pH

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Yoğunluk  °SH

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Yoğunluk  İletkenlik

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Protein  Donma Noktası

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Protein pH

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Protein °SH

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Protein İletkenlik

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Donma Noktası pH

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Donma Noktası °SH

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

Donma Noktası



İletkenlik

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

pH



°SH

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

pH



İletkenlik

Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi açısından verilen iki kriteri birbiri ile kıyaslayınız? *

0 ile 100 arasında bir değer girin (sol 0 - sağ 100).

°SH



İletkenlik

3. Bölüm

Çiğ sütü kalite kriterlerinden "Yağ" kriteri açısından iyiden kötüye doğru sırayla A, B ve C kalite olarak ayıracak olsaydınız, her grup için belirleyeceğiniz alt sınır değerini belirtiniz. *

A kalite süt için çiğ sütteki yağ oranının alt sınır oranı "3,8 " değeri girilebilir.

B kalite süt için çiğ sütteki yağ oranının alt sınır oranı "3,4" değeri girilebilir.

C kalite süt için çiğ sütteki yağ oranının alt sınır oranı "2,4" değeri girilebilir.

Bir kriter ile ilgili yanıt verilemiyorsa ilgili kriterde her grup için oluşturulan yanıt kutularına 0 değerini giriniz.

NOT: TSE standartlarına göre çiğ inek sütün yağ oranı en az 3,5 olmalıdır.

	A Kalite Süt	B Kalite Süt	C Kalite Süt
	Alt Sınır Değeri	Alt Sınır Değeri	Alt Sınır Değeri
Yağ	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Çiğ sütü kalite kriterlerinden "Somatik Hücre Sayısı" kriteri açısından iyiden kötüye doğru sırayla A, B ve C kalite olarak ayıracak olsaydınız, her grup için belirleyeceğiniz alt sınır değerini belirtiniz. *

Bir kriter ile ilgili yanıt verilemiyorsa ilgili kriterde her grup için oluşturulan yanıt kutularına 0 değerini giriniz.

NOT: TSE standartlarına göre çiğ inek sütün 1 ml. sinde somatik hücre sayısı en fazla 500.000 adet olmalıdır.

	A Kalite Süt	B Kalite Süt	C Kalite Süt
	Alt Sınır Değeri	Alt Sınır Değeri	Alt Sınır Değeri
Somatik Hücre Sayısı	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Çiğ sütü kalite kriterlerinden "Sıcaklık" kriteri açısından iyiden kötüye doğru sırayla A, B ve C kalite olarak ayıracak olsaydınız, her grup için belirleyeceğiniz alt sınır değerini belirtiniz. *

Bir kriter ile ilgili yanıt verilemiyorsa ilgili kriterde her grup için oluşturulan yanıt kutularına 0 değerini giriniz.

NOT: Sütte, kısa bir sürede (12 saat - 24 saat kadar) asit oluşumunu önlemek için 10 °C - 15 °C'un altındaki soğutmalar genellikle yeterlidir. Bakteriyel çoğalmayı asgariye indirmek için ise süt daha düşük sıcaklıklarda (4 °C ve aşağısı) soğutulmalıdır.

	A Kalite Süt	B Kalite Süt	C Kalite Süt
	Alt Sınır Değeri	Alt Sınır Değeri	Alt Sınır Değeri
Sıcaklık	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Çiğ sütü kalite kriterlerinden "Yağsız Kuru Madde" kriteri açısından iyiden kötüye doğru sırayla A, B ve C kalite olarak ayıracak olsaydınız, her grup için belirleyeceğiniz alt sınır değerini belirtiniz. *

Bir kriter ile ilgili yanıt verilemiyorsa ilgili kriterde her grup için oluşturulan yanıt kutularına 0 değerini giriniz.

NOT: TSE standartlarına göre çiğ inek sütün yağsız kuru madde oranı en az 8,5 olmalıdır.

	A Kalite Süt	B Kalite Süt	C Kalite Süt
	Alt Sınır Değeri	Alt Sınır Değeri	Alt Sınır Değeri
Yağsız Kuru Madde	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Çiğ sütü kalite kriterlerinden "Yoğunluk" kriteri açısından iyiden kötüye doğru sırayla A, B ve C kalite olarak ayıracak olsaydınız, her grup için belirleyeceğiniz alt sınır değerini belirtiniz. *

Bir kriter ile ilgili yanıt verilemiyorsa ilgili kriterde her grup için oluşturulan yanıt kutularına 0 değerini giriniz.

NOT: TSE standartlarına göre çiğ inek sütün yoğunluğu en az 1,028 g/cm³ olmalıdır.

	A Kalite Süt	B Kalite Süt	C Kalite Süt
	Alt Sınır Değeri	Alt Sınır Değeri	Alt Sınır Değeri
Yoğunluk	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Çiğ sütü kalite kriterlerinden "Protein" kriteri açısından iyiden kötüye doğru sırayla A, B ve C kalite olarak ayıracak olsaydınız, her grup için belirleyeceğiniz alt sınır değerini belirtiniz. *

Bir kriter ile ilgili yanıt verilemiyorsa ilgili kriterde her grup için oluşturulan yanıt kutularına 0 değerini giriniz.

NOT: TSE standartlarına göre çiğ inek sütünde bulunması gereken protein en az % 2,8 (m/v) olmalıdır.

	A Kalite Süt	B Kalite Süt	C Kalite Süt
	Alt Sınır Değeri	Alt Sınır Değeri	Alt Sınır Değeri

Protein

Çiğ sütü kalite kriterlerinden "Donma Noktası" kriteri açısından iyiden kötüye doğru sırayla A, B ve C kalite olarak ayıracak olsaydınız, her grup için belirleyeceğiniz alt sınır değerini belirtiniz. *

Bir kriter ile ilgili yanıt verilemiyorsa ilgili kriterde her grup için oluşturulan yanıt kutularına 0 değerini giriniz.

NOT: TSE standartlarına göre çiğ inek sütünün donma noktası en yüksek $-0,520$ °C olmalıdır.

	A Kalite Süt	B Kalite Süt	C Kalite Süt
	Alt Sınır Değeri	Alt Sınır Değeri	Alt Sınır Değeri

Donma

Noktası

Çiğ sütü kalite kriterlerinden "İletkenlik" kriteri açısından iyiden kötüye doğru sırayla A, B ve C kalite olarak ayıracak olsaydınız, her grup için belirleyeceğiniz alt sınır değerini belirtiniz. *

Bir kriter ile ilgili yanıt verilemiyorsa ilgili kriterde her grup için oluşturulan yanıt kutularına 0 değerini giriniz.

NOT: Sağlıklı ineklere ait çiğ sütlerin 25 °C'deki iletkenlik değerleri $4-5.5$ mS/cm olarak bilinmektedir.

	A Kalite Süt	B Kalite Süt	C Kalite Süt
	Alt Sınır Değeri	Alt Sınır Değeri	Alt Sınır Değeri

İletkenlik

Belirlediğiniz kriterleri göz önüne alarak çiğ inek sütünü A, B ve C kalite olarak sınıflandırırsanız. Her bir süt tipini hangi ürünün üretiminde kullanırdınız? (A-İyi kalite, B-Orta kalite, C-Düşük kalite) *

Listede bulunmayan eklemek istediğiniz ürünleri lütfen ekleyiniz.

Not: Çoklu seçim yapabilirsiniz.

	A Kalite Süt Alt Sınır Değeri	B Kalite Süt Alt Sınır Değeri	C Kalite Süt Alt Sınır Değeri
Ayran	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cheddar Peyniri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eski Kaşar Peyniri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kaymak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Krema	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Labne Peyniri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Olgunlaştırılmış Peynir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Süt Tozu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mozarella	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sürme Beyaz Peynir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Taze Kaşar Peyniri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Çeçil Peyniri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Çökelek Peyniri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tereyağı	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Taze Beyaz Peynir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Yoğurt

Anketimizle ilgili öneri ve görüşleriniz nelerdir?

Anketimiz sona ermiştir. TÜBİTAK 217M578 nolu proje için yapılan bu ankete sağladığınız katkılar için teşekkür ederiz.

12.ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Seda Gökçe AKÇOK

Doğum Yeri ve Tarihi: Antalya - 30/10/1990

Lisans Üniversitesi: Pamukkale Üniversitesi (Gıda Müh.)

Elektronik posta : gokceakcok@gmail.com

İletişim Adresi : Karahasanlı Mahallesi 2008 Sokak 800. Yıl
Konutları Kardelen B9 Blok Kat 7 No:32
Merkezefendi/Denizli