



**FARKLI ORANLARDA MANDA VE İNEK SÜTÜ KARIŞIMLARINDAN ÜRETİLEN  
YOĞURTLARIN FİZİKOKİMYASAL, AROMATİK, REOLOJİK VE DUYUSAL  
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**KÜBRA HAKTAN**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Danışman: Prof. Dr. Şefik KURULTAY**

**2022**

**T.C.**  
**TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**FARKLI ORANLARDA MANDA VE İNEK SÜTÜ KARIŞIMLARINDAN ÜRETİLEN  
YOĞURTLARIN FİZİKOKİMYASAL, AROMATİK, REOLOJİK VE DUYUSAL  
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**KÜBRA HAKTAN**

**ORCID: 0000-0002-8282-5879**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Danışman: Prof. Dr. Şefik KURULTAY**

**HAZİRAN-2022**

**Her hakkı saklıdır.**

## ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ BEYANI

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak sunulan ve Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tez çalışması; Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi BAP tarafından NKÜ.BAP.03.YL.21.315 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Kübra HAKTAN

05/07/2022



## ÖZET

### FARKLI ORANLARDA MANDA VE İNEK SÜTÜ KARIŞIMLARINDAN ÜRETİLEN YOĞURTLARIN FİZİKOKİMYASAL, AROMATİK, REOLOJİK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Kübra HAKTAN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Şefik KURULTAY

Çalışmamızda manda ve inek sütlerinin 5 farklı kombinasyonundan elde ettiğimiz yoğurtların fizikokimyasal, reolojik, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir. Elde edilen kuru madde, kül, yağ, titrasyon asitliği, protein, pH ve renk (L, a(-) ve b) değerleri % olarak sırasıyla 12.18-26.79; 0.7-0.88; 4.3-12; 0.78-1.47; 3.09-5.63; pH 3.81-4.33; *L* değeri: 94.09-95.33 ; *a* değeri: 1.87-2.36 ve *b* değeri: 9.6-11.3 olarak bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Uçucu bileşen analizi sonucunda; yoğurt için en önemli bileşen olan asetaldehit, aldehit grubundaki en baskın bileşen olarak bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Asetaldehit bileşenine ek olarak yoğurdun aromasına katkıda bulunduğu belirtilen aseton, diasetil, 2-bütanon, 2-heptanon ve 2-nonanon gibi diğer bileşenlerin de baskın rol üstlendiği belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Yoğurt bakterisi sayıları ise logaritmik birim olarak; *S. thermophilus* 6.68-9.32 kob/ml, *L.bulgaricus* 4.15-5.61 kob/ml değer aralığında belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Tekstür yapısında sıkılık, tutarlılık, yapışkanlık (-) ve viskozite (-) değerleri incelenmiş ve sırasıyla 145.25-720.4 g, 6186,01-36478,37 g/.sec, 80,585-460.01 g, 276.82-1920.47 g/sec aralığında bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Yoğurtların duyuşsal değerlendirmesinde koku, lezzet, dış görünüş, ağızda kıvam ve kaşıkla kıvam parametreleri incelenmiştir. Kaşıkla kıvam parametresinde %100 manda ve %75 manda-%25 inek sütünden yapılan yoğurt örneklerinin daha sert bir kıvamda olduğu belirlenmiş ve panalistler tarafından daha çok beğenilmiştir ( $p<0.05$ ). Lezzet ve ağızda kıvam parametrelerinde %50 manda- %50 inek sütünden yapılan yoğurt örneğinin en çok beğenilen yoğurt çeşidi olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ).

**Anahtar Kelimeler:** Yoğurt, fizikokimyasal özellikler, mikrobiyolojik özellikler, duyuşsal özellikler, tekstür özellikleri, aroma bileşenleri

## ABSTRACT

### PHYSICOCHEMICAL, AROMATICAL, RHEOLOGICAL AND SENSORY PROPERTIES OF YOGHURTS PRODUCED FROM DIFFERENT MIXTURE RATES OF BUFFALO AND COW MILKS

Kübra HAKTAN

Department of Food Engineering

MSc. Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Şefik KURULTAY

In our study, the physicochemical, rheological, microbiological and sensory properties of yoghurts obtained from 5 different combinations of buffalo and cow milk were investigated. The obtained dry matter, ash, oil, titration acidity, protein, pH and color (L, a(-) and b) values are respectively; 12.18-26.79 ; 0.7-0.88 ; 4.3-12 ; 0.78-1.47; 3.09-5.63; pH 3.81-4.33 ; L-value: 94.09-95.33 ; a value: 1.87-2.36 and b value: 9.6-11.3 ( $p<0.05$ ). As a result of volatile component analysis; Acetaldehyde, which is the most important component for yogurt, was found to be the most dominant component in the aldehyde group ( $p<0.05$ ). In addition to the acetaldehyde component, it was determined that other components such as acetone, diacetyl, 2-butanone, 2-heptanone and 2-nonanone that contribute to the aroma of yogurt play a dominant role ( $p<0.05$ ). Yogurt bacteria counts as logarithmic units; *S. thermophilus* 6.68-9.32 cfu/ml, *L.bulgaricus* 4.15-5.61 cfu/ml value range ( $p<0.05$ ). In the sensory evaluation of yoghurts, the parameters of odor, taste, appearance, consistency in the mouth and consistency with a spoon were examined. In the spoon consistency parameter, yogurt samples made from 100% buffalo and 75% buffalo-25% cow's milk were determined to have a denser consistency and were more appreciated by the panelists ( $p<0.05$ ). In terms of taste and consistency in the mouth, it was observed that the yoghurt sample made from 50% buffalo- 50% cow milk was the most popular type of yoghurt ( $p<0.05$ ).

**Keywords:** Yogurt, physicochemical properties, microbiological properties, sensory properties, texture properties, aroma components

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	iii
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	v
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	vi
<b>SİMGELER DİZİNİ</b> .....	vii
<b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	viii
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	ix
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
1.1 Literatür Özeti .....	3
1.1.1 Süt Hakkında Bilgiler .....	3
1.1.2 Yoğurt Hakkında Bilgiler .....	7
1.1.2.1 Yoğurt üretimi ve uygulanan işlemlerin önemi .....	9
1.1.2.2 Starter kültürün önemi .....	10
1.1.2.3 Fizikokimyasal özelliklerinin önemi .....	11
1.1.2.4 Yoğurtta Tekstür ve Reolojik değerlerin önemi .....	15
1.1.2.5 Yoğurtta Aroma Bileşenlerinin Önemi .....	17
1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı .....	19
<b>2. MATERYAL VE METOD</b> .....	21
2.1 Materyal .....	21
2.2 Metod .....	21
2.2.1 Süt Karışımların Hazırlanması ve Yoğurt Üretimi .....	21
2.2.2 Çiğ Süte Uygulanan Fizikokimyasal Analizler.....	21
2.2.2.1 Çiğ Sütte Toplam Kuru Madde Tayini .....	21
2.2.2.2 Çiğ Sütte Yağ Tayini .....	21
2.2.2.3 Çiğ Sütte Titrasyon Asitliği Tayini.....	22
2.2.2.4 Çiğ Sütte pH Tayini .....	22
2.2.2.5 Çiğ Sütte Renk Tayini.....	22
2.2.3 Yoğurtlara Uygulanan Analizler.....	22
2.2.3.1 Yoğurtta Kuru Madde Analizi .....	22
2.2.3.2 Yoğurtta Kül Tayini.....	23
2.2.3.3 Yoğurtta Yağ Analizi.....	23
2.2.3.4 Yoğurtta Protein Tayini .....	24

2.2.3.5 Yoğurtta Titrasyon Asitliği Tayini .....	24
2.2.3.6 Yoğurtta pH Tayini .....	25
2.2.3.7 Yoğurtta Renk ölçümleri .....	25
2.2.3.8 Yoğurtta Uçucu Bileşen Analizi .....	25
2.2.3.9 Yoğurtta Doku Profili Analizi (TPA).....	25
2.2.3.10 Yoğurtta Mikrobiyolojik Analizler.....	25
2.2.3.10.1 L.bulgaricus Sayımı .....	25
2.2.3.10.2 S. thermophilus Sayımı.....	25
2.2.3.11 Yoğurtların Duyusal Analizleri .....	26
2.2.3.12 İstatistiksel Analizler .....	27
<b>3. BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>28</b>
3.1 Sütlerin Bileşimi .....	28
3.2 Yoğurt Örneklerinin Özellikleri.....	29
3.2.1 Fizikokimyasal Özellikleri.....	29
3.2.2 Tekstür ve Reolojik Özellikleri.....	39
3.2.3 Mikrobiyolojik Özellikleri .....	42
3.2.4 Uçucu Lezzet Bileşenleri .....	45
3.2.5 Duyusal Değerlendirmesi.....	50
<b>4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>52</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>56</b>

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Ülkemizde toplam hayvan sayısı ve süt üretim miktarı .....	4
Çizelge 1.2. Sütlerin bileşimi .....	5
Çizelge 1.3 Süt ve süt ürünleri üretim değerleri .....	8
Çizelge 1.4 Yoğurt bileşimi.....	13
Çizelge 1.5 Yoğurtların yağ oranına göre isimlendirilmesi .....	14
Çizelge 2.2.1 Duyusal değerlendirme çizelgesi.....	26
Çizelge 3.1 Sütlerin bileşimleri .....	28
Çizelge 3.2 Süt çeşitlerinin renk değerleri.....	28
Çizelge 3.3 Yoğurt örneklerinin kuru madde değerleri .....	30
Çizelge 3.4 Yoğurt örneklerinin kül değerleri .....	31
Çizelge 3.5 Yoğurt örneklerinin yağ değerleri .....	32
Çizelge 3.6 Yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri .....	32
Çizelge 3.7 Yoğurt örneklerinin pH değerleri .....	33
Çizelge 3.8 Yoğurt örneklerinin protein değerleri.....	34
Çizelge 3.9 Yoğurt örneklerinin renk ölçümleri $L^*$ değeri .....	36
Çizelge 3.10 Yoğurt örneklerinin renk ölçümleri $a^*$ değeri.....	37
Çizelge 3.11 Yoğurt örneklerinin renk ölçümleri $b^*$ değeri.....	38
Çizelge 3.12 Yoğurtların tekstür ve reolojik özellikleri.....	40
Çizelge 3.13 Laktik asit bakteri sayımı (log kob/mL).....	44
Çizelge 3.14 Yoğurt örneklerinin aroma bileşenleri .....	47
Çizelge 3.15 Yoğurt çeşitlerinin duyusal değerlendirilmesi .....	51



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Yoğurt üretiminin işlem aşamaları .....	10
---	----



## SİMGELER DİZİNİ

°C	Santigrat
dk	Dakika
g	Gram
g.sec	Gram saniye
kob	Koloni Oluşturan Birim
L	Litre
LAB	Laktik Asit Bakterisi
log	Logaritma
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
N	Normalite
NaOH	Sodyum Hidroksit
%	Yüzde

## KISALTMALAR DİZİNİ

FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
OECD	Ekonomik İş birliği Teşkilatı
TS	Türk Standardı
CIE	International Commission of Illumination



## TEŞEKKÜR

Bu tez çalıőmamızın planlanmasında ve oluőturulmasında bana yardımcı olan bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım değerli danışman hocam Prof. Dr. Şefik KURULTAY'a, çalıőmamdaki verilerin istatistik analizlerinde yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. İbrahim PALABIYIK'a, tez sürecinde yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Binnur KAPTAN, Arő. Gör. Dr. Didem SÖZERİ ATİK ve Arő. Gör. Dr. Göksel TIRPANCI SİVRİ'ya, her zaman maddi manevi yanımda olan, desteklerini her zaman hissettiğim aileme sonsuz teőekkürlerimi sunarım.



Kübra HAKTAN

Gıda Mühendisi

## 1. GİRİŞ

Türk Gıda Kodeksi'nde Yoğurt, fermantasyon işlemi sırasında spesifik şekilde *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*'un simbiyotik kültürlerinin kullanıldığı fermente bir süt ürünü olarak tanımlanmaktadır [1]. Aynı zamanda yüzyıllardır dünya çapında çeşitli kültürler tarafından severek tüketilen fermente süt ürünlerinin başında gelmektedir [2,3,4,5].

Sütün fermantasyonu esnasında, laktik asit bakterileri (LAB), laktoz ve azotlu bileşikleri kullanarak hücre dışı laktik asit ve ortamın asitleşmesini tetikleyen çeşitli diğer birincil metabolitlerin üretimine sebep olmaktadır. Böylece, pH'nın düşmesi, besin biyoyararlanımında artış, aroma bileşiklerinin oluşumu gözlenir, proteinlerin pıhtılaşması ve ardından jel oluşumu gibi çeşitli kimyasal değişiklikler meydana gelerek yoğurt üretimi gerçekleşmektedir [6].

Gıdaların bileşenlerinin genel anlamda, hastalıkların önlenmesi ve sağlıklı bir yaşamın sürdürülmesinde önemli rol oynadığı bilinmektedir [6]. Genel bileşimi süte benzeyen ve en yaygın olarak tüketilen süt ürünü olan yoğurt, zengin bir besin kaynağı olmasının yanı sıra insan sağlığını iyileştirmede de önemli bir besindir [3,5,7].

Yoğurt, küresel olarak eşsiz besin değerleri ile vücudumuza sağladığı birçok yararı sayesinde bağırsak sağlığının düzenlenmesini, kalp fonksiyonlarının ve insanlarda doğal bağışıklık mekanizmasının geliştirilmesini sağlayan fonksiyonel bir gıda olarak kabul edilmektedir [2,6]. Tüm bunların yanı sıra sindirim sistemi enfeksiyonlarını kontrol altına alabilme etkisi, serum kolesterolünü düşürücü etkisi, fermente süt peptitleri sayesinde antioksidan özelliği, laktoz intoleransını azaltıcı etki ve antikarsinojen etkisi bulunmaktadır [2].

Fonksiyonel gıda terimi genel olarak; “temel beslenmeyi sağlamanın ötesinde sağlığı geliştiren gıda” olarak tanımlanmaktadır; fakat fonksiyonel gıdanın birçok yönünün var oluşu sebebi ile bu terimin kesin bir tanımı bulunmamaktadır [8]. Fonksiyonel gıda olan ve fermente süt ürünlerinden olan yoğurt, bileşenleri ve önemli besin öğeleri sayesinde bağışıklığın korunmasını sağlamasına ek olarak, biyolojik olarak aktif maddelere de sahiptir ki bunlar yeni doğanlar ve yetişkin bireyler için önemlidirler [9,10].

Fonksiyonel süt ürünlerinin insan sağlığına olan etkileri üç gruba ayrılmıştır, bu gruplardan ilki; sindirim sistemini etkileyen süt ürünleri, ikincisi kalp sağlığını etkileyen süt ürünleri ve sonuncusu osteoporoz ve diğer durumlar üzerine etkisi bulunan süt ürünleridir.

Sütler, yoğurtlar, probiyotik mikroorganizmaları içeren süt ürünleri ve sindirim sistemi sağlığını düzenleyici prebiyotik ürünler, omega-3 yağ asitleri veya bitkisel stanol/steroller ile zenginleştirilmiş peynirler fonksiyonel süt ürünlerine örnek olarak gösterilebilir [11]. Son yapılan araştırmalara göre fermente süt ürünleri tüketiminin sütün besin değerinden daha önemli sayılabilecek düzeyde sağlığın korunmasında büyük önem arz ettiğini kanıtlayan ve onaylayan çok sayıda bilimsel makale yayınlanmıştır [9,10].

Yoğurdun sağlığa olan yararlarının yanı sıra, soğukta muhafaza edilerek uzun süre bozulmadan saklanabilmesi ve pH değerinin düşük olması sayesinde patojen mikroorganizmalar için uygun bir ortam olmadığı için canlılıklarını uzun süre muhafaza edememeleri, yoğurdun en bilinen ve tüketilen süt ürünü olmasının başlıca nedenlerini oluşturmaktadır [7]

## 1.1 Literatür Özeti

### 1.1.1 Süt Hakkında Bilgiler

Süt, dişi memelilerin meme bezleri tarafından salgılanan en değerli ve doğal sarı-beyaz veya mavimsi-beyaz renkte bir sıvıdır. Özellikle memeli canlılar, yeni doğan yavrularını diğer yiyecekleri sindirmeden önce beslemek amacıyla sütlerini kullanırlar [12,13,14]. Kanıtlara göre hayvan sütü, MÖ 5000 yıllarından beri gıda maddesi olarak kullanılmaktadır [12].

İnsan uygarlığının gelişimi boyunca süt ve süt ürünleri; protein, yağ, laktoz, vitaminler ve mineraller gibi temel besin maddeleri sayesinde çeşitli besinsel faydalar sağlayarak insan beslenmesinde kilit bir rol oynamıştır. Süt ve süt ürünleri tüketicilerin çoğu tarafından da sağlıklı ve doğal gıdalar olarak değerlendirilmektedir. Dengeli bir beslenme diyeti için gerekli olan dört ana gıda grubunun en önemli yapı taşını da süt ve süt ürünleri oluşturmaktadır [15].

Süt, tüketilen diğer besin maddelerine kıyasla canlıların büyümelerini ve gelişimlerini sağlıklı bir şekilde tamamlamaları için gerekli olan birçok besin maddesini bünyesinde bulundurmakla birlikte, insan sağlığına faydalı canlı bakterileri içerdiğinden dolayı probiyotik bir besin ögesidir [16,14]. Sütün besleyici olarak faydalı olmasına ek olarak, hastalıkların önlenmesinde de önemli derecede katkı sağladığı belirlenmiştir [11]. İnsan ömrünün her aşamasında ihtiyaç duyulan süt, bileşenleri bakımından bağışıklık koruması sağlaması ve biyolojik aktif maddelere sahip olduğu için özellikle çocukluk, gebelik-emziliklik ve yaşlılık dönemlerinde kemik sağlığı için son derece faydalı bir besindir [10,16].

Sütün beslenme ve sağlık yararlarının konu edildiği diğer bir araştırmada ise; kardiyovasküler hastalıkların en yaygın ve ciddi formu olan koroner kalp hastalığı (KKH), gelişmiş sanayileşmiş ülkelerde en önde gelen ölüm nedeni olduğu belirtilmiştir. Hem genetik faktörlerin hem de çevresel birçok risk faktörünün bu hastalığın gelişimine sebebiyet verdiği kanıtlanmıştır [8]. Gurr [17] düzenli olarak süt tüketen kişilerin, tüketmeyenlere oranla kalp krizi geçirme olasılığının çok daha düşük olduğunu tespit etmiştir.

İnsan günlük beslenmesinde ve yaşamın sürdürülmesinde önemli diyet kaynağı olan süt ve süt ürünleri; özellikle protein ve kalsiyum açısından zengin olmakla beraber, B2, B12 vitamini, tiamin, niasin, magnezyum ve fosfor gibi besin öğeleri açısından tercih edilen önemli bir kaynaktır [2].

Ülkemizde ve dünyada süt ve süt ürünleri yapımı için en çok tercih edilen süt çeşidi inek sütüdür. Üretim ve tüketim miktarı diğer süt çeşitlerine kıyasla daha yüksektir. Ekonomik İş Birliği Teşkilatı (OECD) ve Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), küresel süt üretiminde büyükbaş hayvan sütünün %81 oranında hakim olduğunu bildirmişlerdir. İnek sütüne ek olarak koyun, keçi ve manda sütleri de süt ürünleri yapımında kullanılmaktadır [15]. Bunlar arasında sadece manda sütü önemli bir küresel katkıya sahiptir ve Dünya süt üretiminin %15'ini oluşturmaktadır ve Dünya'da inek sütünden sonra gelen en büyük ikinci süt kaynağı olarak yerini almaktadır [15,18,19]. Ülkemizde de manda yetiştiriciliği süt ve et verimi açısından önemlidir [18].

Ülkemizde 2021 yılında yıllık toplam süt üretimi 23.2 milyon ton ve toplam hayvan sayısını 75.555 milyon olarak belirlenmiştir. Süt üretim ve hayvan sayılarına ilişkin sonuçlar ayrıntılı olarak Çizelge 1.1'de belirtilmiştir [20].

Çizelge 1.1 Ülkemizde toplam hayvan sayısı ve süt üretim miktarı

Hayvan Türleri	Süt Üretimi (ton)	Hayvan Sayısı
<b>İnek</b>	21.370.116	17.850.543
<b>Koyun</b>	1.143.690	45.177.690
<b>Keçi</b>	622.785	12.341.514
<b>Manda</b>	63.643	185.574

Ahmad ve ark. [21]'nin yapmış olduğu çalışmada; manda ve inek sütlerinin genel bileşimlerinin farklı olduğu belirlenmiştir. Manda sütü yüksek toplam katı ve daha yüksek orandaki yağ içeriği nedeniyle doğal olarak kalın ve kremsidir ve bu nedenle geleneksel süt ürünleri yapmak için uygundur [22]. Esas olarak triaçilgliserollerden oluşan süt yağı (TAGs; ~%98), sütteki yüksek değerli bileşenlerden biridir [23]. TAG'lerin farklı bir yapısı ve bileşimi vardır. TAG'lerin fonksiyonel ve besleyici özellikleri, yağ asidi (FA) bileşiminden ve yağ asitlerinin konumsal dağılımından etkilenmektedir. Süt yağ globülleri zarının %0.3-0.5'ini oluşturan steroller ise, insan sağlığı ve beslenmesinde de önemli bileşenlerdir [24].

İnek sütünden önemli ölçüde farklı bir bileşime sahip olan manda sütünün daha yüksek yağ, protein, laktoz ve mineral içeriği nedeniyle daha besleyici olduğu belirlenmiştir [19, 22]. İnek sütünden daha fazla kalsiyum, daha iyi bir kalsiyum / fosfor oranı ve daha yüksek bir protein oranı içerdiği için bu özellikleri manda sütünü bebekler için de daha iyi bir besin takviyesi olduğu belirlenmiştir. Manda sütünün bir diğer önemli özelliği de proteinlerinin inek sütü proteinlerine göre ısıya daha dayanıklı olmasıdır. Manda sütünün üstün özellikleri



doğrudan manda yoğurdunda görülebilmektedir. Çünkü yoğurdun genel olarak, özellikle besin profilleri açısından, yapıldığı süte benzer özellikleri vardır [22]. Ayrıca inek sütüne alerjisi olan insanların manda sütünü tolere edebildiği gözlemlenmiştir [19].

Manda sütünün diğer bir özelliği de daha düşük ısı kapasitesi sayesinde daha yüksek termal iletkenliği ve termal genleşmesi göstermektedir ve böylece manda sütünde istenen belirli ısı etkilerini elde etmek için daha az ısı enerjisine ihtiyaç duyulmaktadır [25].

Manda sütü ayrıca diğer sültere kıyasla daha yüksek kalsiyum ve protein oranına sahiptir [21,26]. Manda sütü, tıpkı inek sütü gibi, ısıtılmamış sütte 20 °C'de ve pH 4,6'da çözünürlükleriyle ayırt edilen iki ana protein sınıfı içermektedir. Biri çözünmeyen kazeinlerdir ve toplam süt proteininin yaklaşık %80'ini temsil ederler ve kalan % 20'si pH 4,6 çözünür peynir altı suyu proteinleridir. Manda sütünün protein oranı inek sütünden daha yüksek olduğu için, ayrıca daha yüksek konsantrasyonlarda kazein ve peynir altı suyu proteinleri içermektedir [14]. Laursen ve ark. [27]'nin yaptığı çalışmada; manda sütü jelleri, aynı süt yağı içeriğine sahip ve aynı koşullar altında üretilen inek sütü jellerine kıyasla önemli ölçüde daha sert ve daha yoğun bir protein ağına sahip olduğu belirlenmiştir. Isıtma süresinin artması, süt orijininin bağımsız olarak %6 yağ içeren jellerin yumuşamasına neden olmuştur.

Manda sütü inek sütünden daha fazla laktoz içermesine rağmen, manda sütü kaynaklı laktoz intoleransı sorunu daha azdır. Manda sütü, yağ içeriğinin yanı sıra, mineral madde miktarı açısından da diğer süt türlerine göre daha yüksek bir değere sahiptir. Yüksek yağ içeriğine rağmen manda sütünün kolesterol seviyesi, inek sütünden daha düşüktür. B12, riboflavin ve folik asit miktarı da diğer süt türlerine göre daha yüksek oranda iken, manda sütünün folat bağlama kapasitesi en düşüktür ve insan sağlığı için önemli bir detaydır. Sütte laktozun büyük bir kısmını oluşturan ve birçok hayati ve biyolojik fonksiyonun gerçekleşmesine katkı sağlayan oligosakkaritlerin oranı da diğer süt çeşitleri ile karşılaştırıldığında manda sütünde yüksek miktarlarda bulunduğu belirlenmiştir [26].

Çizelge 1.2. Sütlerin bileşimi [19,26,28,29,30]

Çeşitler	Kuru Madde	Kül	Yağ	Protein % en az	%Laktik Asit	pH
İnek Sütü	12.6	0.82	3.4	2.9	0,135-0,2	6.43
Manda Sütü	19.07	0.9	7.10	5.5	0,14-0,22	6.68

Dimitrellou ve ark. [28] yapmış olduğu araştırmada; kullanılan inek sütünün pH ve titrasyon asitliği değerlerinin depolama faktörüne göre değişiminde 1, 7, 14 ve 28. günlerde analizler yapılmış ve pH değerleri sırasıyla 4.31, 4.22, 4.0 ve 3.98 olarak depolama süresinde bir azalış gözlemlenmiştir. Titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 0.88, 1.07, 1.19 ve 1.26 olarak depolama süresince arttığı gözlemlenmiştir.

Sert ve ark. [19] yüksek basınç homojenizasyonu ile manda sütü dondurmasının geliştirilmesinde kullandıkları manda sütünün kuru madde içeriğini %19.07, protein ve yağ içeriğini sırasıyla %8.3 ve %4.75 ve pH değerini de 6.54 olarak bulmuşlardır.

Bekiroğlu ve Özdemir'in [26] inek ve manda sütünde yaptığı çalışmada yağ ve pH değerleri manda sütünde sırasıyla %7.10, 6.68 pH, inek sütünde sırasıyla %3.4, 6.43 pH olarak belirlenmiştir.

Yaralı ve Çetiner [31] çiğ inek sütünde yaptıkları analizlerde; çiğ sütün yüzde kuru madde oranının 11.56 - 11.90, pH değerinin 6.66-6.75, çiğ süt yağ oranının ise 3.54- 3.85, arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Akın ve Korkmaz [32] yoğurt üretimi için kullandıkları çiğ sütün kimyasal bileşimini yüzde değerler olarak; titre edilebilir asitlik değeri 0.12, kül değeri  $0,82 \pm 0.05$ , toplam kurumadde içeriği  $12,37 \pm 0.04$ , yağ içeriği  $3,78 \pm 0.04$ , protein içeriği  $3,57 \pm 0.10$ , ve pH'sı  $6,47 \pm 0,25$  olarak bulmuşlardır.

Solak ve akın [33] yapmış oldukları bir çalışmalarında; yoğurt üretiminde kullanılan çiğ inek sütünün bileşim özelliklerini yüzde laktik asit cinsinden asitliğini  $0.164 \pm 0.009$ , kuru madde oranını  $12.10 \pm 0.15$ , kül oranını  $0.78 \pm 0.009$ , yağ oranını  $3.20 \pm 0.10$ , yağsız kuru madde oranını  $8.90 \pm 0.05$ , protein oranını  $3.27 \pm 0.08$  ve pH değerini de  $6.61 \pm 0.03$  olarak belirlemişlerdir.

Manda sütünde protein, yağ, laktoz, kül ve toplam katı madde değerleri sırasıyla % değerler olarak; 2.70-4.74, 5.30-9.0, 3.2-5.67, 0.69-0.96, 11.9-19.18 aralığında tespit edilmiştir. Sığır sütünde ise bu değerler sırasıyla 3.1-3.62, 3.3-5.5, 3.82-5.6, 0.68-0.8, 11.93-14.2 aralığında bulunmuştur [15].

Sütlerin menşei ve içeriği ne olursa olsun herhangi bir türden elde edilen çiğ sütün, kısa bir raf ömrü bulunmaktadır. Bu sebeple süt, daha kısa sürede bozulmakta ve patojenik mikroorganizmaların çoğalması için mükemmel bir ortam haline gelmektedir. Ayrıca sütte

bulunan çeşitli enzimler de depolama sırasında istenmeyen değişikliklere sebebiyet verebilmektedir. Bu nedenle, süt ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için çeşitli müdahaleler gerekli olmaktadır. Günümüzde tüketilen sütün büyük bir kısmı, güvenliği sağlamak ve bozulmayı geciktirmek amacıyla çeşitli işleme tekniklerine tabi tutulmakta olup, çiğ süt için kullanılan en yaygın işleme tekniği işlem ısıl işlem uygulamasıdır [15].

### **1.1.2 Yoğurt Hakkında Bilgiler**

Yüzyıllardır severek tüketilen geleneksel süt ürünlerimizden birisi olan yoğurt, sütün laktik asit bakterileri ile fermentasyonu sonucu meydana gelen, kendine has tat, aroma ve kıvama sahip olan fermente bir süt ürünüdür [2,11]. Keşfedilme tarihi net olarak bilinmemekle birlikte ilk kez göçebe Türk kavimleri tarafından eski çağlarda tüketildiği bilinmektedir. Neolitik çağda Orta Asya’da yaşamış olan toplulukların inek, keçi ve koyun gibi hayvanlardan süt sağmayı öğrenmesinden itibaren yoğurdun keşfi başlamıştır. Yoğurt başlangıç olarak göçebe olan Türk kabileleri tarafından, sütün hayvanların derilerinde saklanması ile doğal olarak ekşimesi sonucunda ortaya çıkan pıhtıdan zaman içerisinde geliştirildiği düşünülmektedir. Bu pıhtı yoğurt olarak isimlendirilmiştir. Yoğurdun, Türkler aracılığıyla ilk kez Orta Doğu ile Anadolu’ya daha sonra ise 16. yüzyıl da Avrupa’ya tanıtıldığı bilinmektedir [2]. Yoğurt kendi kültürümüzün ürünüdür. Günümüzde hala üretilmeye ve zevkle tüketilmeye devam etmektedir [2,34]. Zamanla Türk halkının milli bir yiyeceği haline gelmiştir ve Avrupa’ya da aynı isimle geçtiği bilinmektedir [34,35].

Günümüzde hala beslenmemizde önemli bir yeri olan yoğurdun ülkemizde kişi başına tüketimi yılda 20 kg düzeyindedir. Bu değer Finlandiya’ da 40, Bulgaristan’ da 35, Yunanistan’da 80 ve ABD’de 113 kg’dır. Türkiye’de yoğurt tüketimi Avrupa ülkeleri kadar olmasa bile diğer süt ürünlerine nazaran oldukça yüksektir [35]. Belirlenmiş olumlu etkileri ile ülkemizde sık tüketilen besinlerden biri olan yoğurt, son yıllarda ülkemizde ve Dünya’da çok daha fazla ilgi görmekte ve tüketimi günden güne artmaktadır. Ülkemizdeki 2021 yılına ait süt ve süt ürünleri üretim değerleri Çizelge 1.3’de gösterilmiştir [20].

Çizelge 1.3 Süt ve süt ürünleri üretim değerleri

Ürünler	Üretim miktarları (Ton)
İçme sütü	1.523.175
Yoğurt	1.125.958
Ayran	716.882
İnek peyniri	735.733
Tereyağ	84.826
Yağsız süt tozu	86.089
Tam yağlı süt tozu	41.221
Kaymak	41.187
Diğer peynirler	27.533

Yayınlanan tuik süt ve süt ürünleri istatistik verilerine göre, inek sütü ve içme sütü üretiminden sonra da ülkemizde en çok üretimi gerçekleştiren süt ürünü yoğurttur. Yoğurttan sonra en çok üretimi gerçekleştirilen süt ürünü ayran olarak belirlenmiştir. İncelenen veriler Çizelge 1.3’de belirtilmiştir [20]. 2020 yılından 2021 yılına kadar geçen 1 yıllık süreçte inek sütü üretiminde %2.14’lük bir artış, içme sütü üretiminde %5.58’lik bir düşüş ve yoğurt üretiminde %1.09’luk bir artış meydana gelmiştir. 2022 yılının ilk 4 ayında belirlenen üretim verileri ile 2021 yılının ilk 4 ayındaki üretim verileri karşılaştırıldığında ise inek sütü üretiminde %3.06’lık bir azalış, içme sütü üretiminde %9.27’lik bir düşüş ve yoğurt üretiminde %3.66’lık bir artış meydana gelmiştir. Hazır bir gıda olması ve kolay erişilebilir olması yoğurda gösterilen yoğun tüketim ilgisini doğrudan etkileyen etkenlerden biridir. Dünya’da farklı isimlerle bilinen fakat temelde birbirine yakın özellikler içeren 400’den fazla yoğurt ve yoğurt benzeri fermente süt ürünü bulunmaktadır [37]. Başta yoğurt olmak üzere fermente süt ürünlerinin insan sağlığı açısından önemi arttıkça, yoğurt tüketimi ve buna bağlı olarak da üretimi de artmaktadır. Ülkemizde üretilen sütün yaklaşık %23’ ü yoğurda işlenmektedir [35].

Dünya’nın pek çok bölgesinde fermantasyon işlemi gıdaların muhafazasında kullanılan en eski ve en ekonomik yöntemlerden biridir. Fermente süt ürünleri, sütün başta laktik asit bakterileri olmak üzere, mezofil ve termofil bakteri kültürleri, küf ve mayalar tarafından fermente edilmesi sonucu elde edilen farklı kıvam ve aromaya sahip ürünlerdir [11]. Fermente süt ürünleri, fermantasyon işlemi sırasında biyoaktif peptitlerin salınması nedeniyle insan sağlığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Fermente süt ürünleri tüketimi kan serumundaki kolesterol seviyesini düşürür. Fermente süt ürünleri, iskelet sistemi üzerinde antihipertansif ve


koruyucu etkiye sahiptir [10]. Fermantasyon ile sütte; protein, vitamin ve aminoasitlerin zenginleşmesi ile biyolojik zenginleşme meydana gelmektedir, laktik asit fermantasyonu sayesinde gıda muhafazası mümkün olarak raf ömrü uzamakta, tat ve aromasının gelişmesi meydana gelmektedir [11,34]. Süte has ve süt şekeri olarak bilinen laktozun belirli mikroorganizmalar aracılığıyla laktik asite dönüştürülerek elde edilen fermente süt ürünlerinin uzun süre dayanıklılığını koruyabilmesi süt fermentasyonunun ana sebebini oluşturur [37].

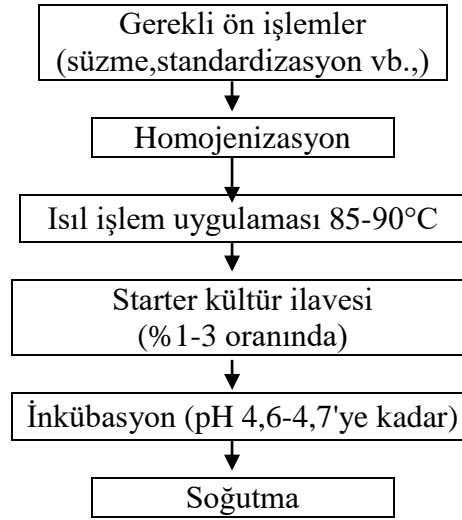
En çok tüketilen fermente süt ürünü olan yoğurt gerek besin değeri ve gerekse sütün protein, yağ ve laktozunda meydana gelen kısmi hidrolizasyon nedeniyle sindirilebilirliği yüksek önemli bir süt ürünüdür [35]. Bağışıklığı düzenleyici etkisi, fermente süt peptitleri sayesinde antioksidan özelliği, serum kolesterolünü düşürücü etkisi ve sindirim sistemi enfeksiyonlarını kontrol altına alabilme etkisi bulunmaktadır [2]. Laktozun laktik aside dönüşümü ile laktoz intolerans kişilerin tüketimine elverişli, antitümör ve antikolesterolemik özellikler sağlaması yoğurdun sağlığımız için çok değerli bir besin ögesi olduğunu kanıtlar niteliktedir [2,35]. Laktik asit bakterilerinin ürettiği antibiyotikler ve antimikrobiyal maddeler sayesinde, insanlarda patojen mikroorganizmalara karşı koruma sağlamaktadır [35]. Bütün bu faydalı özellikleri ile yoğurt; her yaş grubundaki insan için günlük beslenmede çokça bulunabilmesi, her mevsimde mevcut olması ve uygun fiyatlı bir ürün olması ile herkesin yararlanabileceği fermente bir süt ürünüdür [34,35].

#### *1.1.2.1 Yoğurt üretimi ve uygulanan işlemlerin önemi*

Yoğurt üretiminde kullanılan süt, yoğurdun aroması, dokusu ve bileşimi açısından önemlidir. Yoğurtların evde tüketimi ve üretimi için Türkiye'nin farklı bölgelerinde inek, manda, keçi ve koyun sütleri veya bunların karışımları kullanılmaktadır. Ancak Türkiye'de yoğurt çoğunlukla inek sütünden yapılmaktadır; fakat koyun, keçi veya manda sütü de yoğurt üretiminde kullanılmaktadır [38]. Genel olarak endüstriyel yoğurt üretim aşamaları Şekil 1.1'de gösterilmiştir [39].

Çiğ Süt





Şekil 1.1 Yoğurt üretiminin işlem aşamaları

Yoğurdun üretimi; çiğ sütün seçimi yapıldıktan sonra temizlenmesi, kuru madde ve yağ benzeri bileşenlerin standardizasyonunun ardından uygulanan homojenizasyon ve ısıl işlem uygulamasıyla birlikte yoğurt üretimi için uygun süt hazırlanmış olmaktadır [11,40]. Sütün ısıtılması, yoğurdun fiziksel özelliklerini ve mikro yapısını büyük ölçüde etkilediği için yoğurdun hazırlanması için önemli bir işlem değişkenidir [40]. Yoğurt üretiminde kültür ilave edilmeden önce süt ısıl işleme tabi tutulmaktadır. Yoğurt endüstrisinde en yaygın kullanılan ısıl işlem sıcaklığı ve süresi 80-85°C’de 20-30 dk ve 90-95°C’de 5 dk olarak bilinmektedir [41]. Süte uygulanan ısıl işlem, başlangıç kültürü için istenmeyen mikroorganizmaları yok etmek için ve yoğurt başlangıç kültürleri oksijene duyarlı olmasından dolayı ısıl işlem, başlangıç gelişimine yardımcı olan çözülmüş oksijenin giderilmesine yardımcı olur [11]. Termofilik laktik asit bakterilerinin optimum sıcaklığı, yani *Streptococcus subsp. thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, 40- 45 °C civarında olduğu için uygulanan ısıl işlem sonrası 42-45 °C inkübasyon sıcaklığına soğutularak süte %1-3 aralığındaki oranda *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* starter kültürleri ilave edilmektedir [11,40]. Kültürlerin ilave edilmesi ile yoğurtlar fermentasyon işlemine tabi tutulur ve fermentasyon işlemi sonrasında 1 saat soğuması beklenerek buzdolabı koşullarında muhafaza edilebilir. Yoğurt standartlarına göre en elverişli muhafaza sıcaklığı 10°C’nin altında ve güneş ışığına direkt maruz kalmayan ortamda 4± 1°C de saklanması şeklindedir. TGK Fermente Sütler Tebliğine göre de aynı şekilde yoğurdun 4 – 6°C’de muhafaza edilmesinin uygun olduğu belirtilmektedir [41].

### 1.1.2.2 Starter kültürün önemi

*Lactobacillus delbrueckii ssp.bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* starter kültürleri ilave edilmektedir. Bu bakteriler yoğurt bakterileri olarak bilinmektedirler ve simbiyotik olarak işlev görmektedirler. *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*' un özellikleri; çubuk görünümünde, 5-7 µ uzunluğunda, gram (+) ve fakültatif anaerobtur. Aside dayanıklıdır. Termofilik mikroorganizmalardan olup; optimum gelişme sıcaklıkları yaklaşık 42°C dir. *Streptococcus thermophilus* ise oval ve yuvarlak görünümde, gram (+) ve fakültatif anaerobtur. Optimum gelişme sıcaklığı yaklaşık 45°C dir [11]. Bu kültürler sayesinde bakteriyel fermantasyon ile laktoz, laktik aside dönüşerek sütün pH'sı 6.3-6.5'ten 4.6'nın altına düşmektedir ve böylece yoğurda özgü karakteristik bir tat oluşumu ve koku sağlanmakta, sert bir pıhtı oluşturarak son ürüne stabilite ve viskozite kazandırmaktadırlar [34]. Yoğurt starter kültürlerinin birbirleri üzerine olan sinerjistik etkilerinden dolayı yalnız başlarına ürettikleri laktik asit ve aroma bileşenlerinin daha fazlasını birlikte kullandıklarında üretmektedirler. Bunun yanı sıra, süt endüstrisi gelişmiş ülkelerde fermente süt ürünlerin üretiminde saf kültürlerin kullanılması artmış ve kültür üretimi bir endüstri haline gelmiştir [43].

Laktik starter kültürlerin ürettiği en önemli bileşiklerin asetaldehit, diasetil, aseton, asetik asit ve laktik asit olduğu bilinmektedir ve kabul edilebilirliği belirlediği düşünülen bunlar arasındaki dengedir [44].

Casarotti ve ark. [45] fermente sütün kinoa unu ile desteklenmesi üzerine yapmış olduğu çalışmada; *Streptococcus thermophilus* sayısının depolamanın 1. gününde 9,41-9,58 değerleri arasında 15. günü 9,29-9,53 değerleri arasında 28. Gününde 9,23-9,30 değerleri arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Çelik ve Temiz [46] yapmış olduğu çalışmalarında; incelenen manda yoğurtlarının mikrobiyolojik sayımında, logaritmik değerler olarak, *L.bulgaricus* sayısının 6,51-8,03 arasında *S. thermophilus* sayısının 4,83-8,20 arasında bulmuşlardır.

Solak ve akın [33] yapmış olduğu çalışmasında; *S. thermophilus* sayısını depolamanın 1. gününde 8.31 bulmuş, 11. gün artış göstererek 8.64 olarak bulmuş ve 21. gün sonunda en düşük değeri ise 8.18 olarak bulmuştur. Depolama süresince *S. thermophilus* sayısının aşamalı olarak azaldığı belirlenmiştir.

### 1.1.2.3 Fizikokimyasal özelliklerinin önemi

Proteinler, besinsel rollerine ve vücuda esansiyel asitleri sağlamalarına ek olarak, gıda matrisinde farklı fonksiyonel özelliklere sahip olan makro besinler olarak bilinmektedirler. Fonksiyonel özellikleri gıda işleme sırasında proteinlerin davranışını belirleyen proteinlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini içermektedir. Bu özellikler arasında su tutma kapasitesi, çözünürlük, köpürme kapasitesi, emülsifiye edici özellikler, jelleşme oluşumu gösterilebilir. Süt proteinleri, gösterdikleri fonksiyonel özellikleri ve yüksek besin değerleri nedeniyle gıda endüstrisinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Proteinlerin fonksiyonel özellikleri pH, sıcaklık, iyonik kuvvet, diğer bileşenlerin varlığı, indirgeyici ajanların varlığı ve fiziksel, kimyasal veya enzimatik modifikasyonlardan etkilenmektedir [47].

Yoğurt, ısıtılma işlemiyle teşvik edilmiş protein interaksiyonları temeline dayalı bir asit kazein jelidir [48]. Yoğurt oluşumunda ortamda kazein miselleri üzerindeki net negatif yük gittikçe azalır ve böylece yüklü gruplar arasındaki elektrostatik itmeyi azaltır, bu da kazein misellerinin pıhtılaşmasına, kararsızlaşmasına ve böylece sıvı sütün viskoelastik bir jele dönüşmesine neden olur. Bu süreçteki değişiklikler, yoğurdun fizikokimyasal özelliklerini ve tüketicilerin kabul edebilirliğini büyük ölçüde etkilemektedir [6].

Yoğurtta protein miktarı, yoğurdun yapısı ve besin değeri açısından oldukça önemlidir. Protein oranı yüksek sütlerle yapılan yoğurtlarda kıvamın arttığı ve su ayrılmasının azaldığı belirlenmiştir [49]. Esas olarak, yoğurdun kabul edilebilir bir tekstürel/reolojik ve duyu niteliğe sahip olabilmesi ve depolama süresince bu niteliklerin daha uzun süre korunabilmesinin yöntemi süt proteinlerinin konsantrasyonundaki artışa bağlıdır. Süt proteinleri konsantrasyonunda istenilen bu artış ise yoğurt yapımı sırasında sütün kuru maddesindeki artış ile direkt olarak sağlanabilmektedir. Protein içeriği, pıhtının oluşmasındaki önemli rolü sayesinde son ürünün konsistensinin/sertliğinin gelişmesinde etkili olmaktadır [48].

Set yoğurtlarda, yoğurdun fiziksel kalitesini ölçmek için en iyi parametrenin jel sıklığı olduğu kabul edilmektedir. Sıkı bir jel protein-protein interaksiyonlarının fazlalığına, bu da protein oranına bağlıdır [48]. Fermente süt ürünlerinin reolojik ve tekstür özellikleri, protein ağının yapısal düzenine ve mikro yapısına bağlıdır [49].

Yoğurt yapımında pH izlemenin rolü, tutarlı ve kaliteli yoğurt üretiminde çok önemlidir. Çoğu üretici, hızlı soğutma ile fermantasyonun durdurulduğu pH 4,0 ile 4,6 arasında bir ayar noktasına sahiptir. Bu pH seviyesinde bulunan laktik asit miktarı yoğurt için idealdir, ona



karakteristik ekşiliği verir, koyulaşmaya yardımcı olur ve istenmeyen bakteri türlerine karşı koruyucu görevi görür [10]. Yüksek ısıtma işlemine tabi tutulmuş sütler için pH 5,2 ila 5,4 arasında jelleşme meydana gelir [40].

Türk tüketicilerinin tercihi daha asidik olan yoğurt tipleri yönünde olmaktadır [40]. Asitlik, yoğurtların aromasını, tadını ve kıvamını etkileyen en önemli özelliklerden biridir ve laktik asit cinsinden belirtilmektedir [11].

Yoğurt üretiminde laktik asit iki açıdan önem taşımaktadır. Bunlardan birincisi miseldeki koloidal kalsiyum fosfat kompleksini sütün su fazı içinde çözünür kalsiyum fosfat fraksiyonuna dönüştürmesi ve kazein misellerinin stabilitesini bozmasıdır. Bunun sonucunda kazein 4.6-4.7 pH' da pıhtılaşarak yoğurt jelini oluşturmaktadır. İkinci olarak yoğurda keskin, asit tadı vermekte ve tipik tat gelişimini sağlamaktadır [43]. Çok sayıda fermente gıda ürünü de zorunlu bir lezzet ve işlevsellik kaynağı olarak bilinen laktik asit, yoğurdun tazeleyici ekşi tadından da sorumludur. Fermentasyon sırasında meydana gelen bir enzimatik reaksiyonlar zinciri ile laktozdan üretilen ve pH'yı düşürerek ve miseldeki kalsiyum fosfatı çözündürerek yoğurt jeli oluşumuna yardımcı olduğu için yoğurt üretiminin önemli bir bileşenidir [50]. Çoğunlukla son üründe asitlik değerinin % 1.0-1.25 laktik asit veya 44-55 SH° olması önerilmektedir [43]. Balcı [43]'nın yapmış olduğu çalışmaya göre; en iyi aromanın elde edilebilmesi için SH°'nın 40 veya laktik asit değerinin %0.9 olması gerekmektedir. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği verilerine göre ise Çizelge 1.4'de görüldüğü üzere yoğurttaki titrasyon asitliğinin yüzde laktik asit cinsinden değerinin en az 0.6 en fazla 1.5 değerlerinde, süt proteininin en az 3.0, süt yağının en fazla 15 değerinde olması gerektiği belirlenmiştir [1].

Çizelge 1.4 Yoğurt bileşimi

Yoğurt	
Süt Proteini (Ağırlıkça %)	En az 3,0
Süt yağı (Ağırlıkça %)	En fazla 15
Titrasyon asitliği (Laktik asit olarak ağırlıkça %)	En az 0,6 En fazla 1,5

TS 1330 yoğurt standardında ise set yoğurtlarda titrasyon asitliği değerinin maksimum % 1.6 ya da 71 SH° olması gerektiği belirtilmektedir [43].

Çizelge 1.5 Yoğurtların yağ oranına göre isimlendirilmesi [1]

Yağ Oranı	
Tam yağlı yoğurt	süt yağı $\geq$ % 3,8
Yarım yağlı yoğurt	% 2 > süt yağı $\geq$ % 1,5
Yağsız yoğurt	süt yağı $\leq$ % 0,5
%..... yağlı yoğurt	Tam yağlı, yarım yağlı ve yağsız yoğurt sınıfları dışında kalan süt yağı

Türk gıda kodeksi verileri ve Özcan ve Aykanat [51] elde edilen verilere göre; sütün yağ oranı tam yağlı yoğurt için en az %3.8, yağlı yoğurt için %3, yarım yağlı yoğurt için %1.5-2 aralığında ve yağsız yoğurt için ise %1 oranında olmalıdır [1,51].

Demirci ve arkadaşlarının [54] set tip yoğurtlarda yapmış olduğu araştırmada pH ve titrasyon asitliği değerlerinin depolamanın 1, 7, 14 ve 21. günlerinde gözlemlenen değişimler sırasıyla; pH değerleri 4.33, 4.27, 4.26, 4.18 şeklinde, titrasyon asitliği değerleri 0.309, 0.321, 0.327, 0.357 şeklinde bulunmuştur. Depolama süresince pH'nın gün geçtikçe azaldığı, titrasyon asitliğinin ise depolama süresi arttıkça arttığı sonucuna varılmıştır.

Fermente sütün kinoa unu ile desteklenmesinin depolama faktörüne göre değişiminin incelendiği bir araştırmada, titre edilebilir asitlik değerinin (%) depolamanın 1. gününde 0,82-0,94 değerleri arasında, 15. günü 1,03-1,09 değerleri arasında 28. Gününde ise 1,06-1,14 değerleri arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. pH değerleri ise depolamanın 1. gününde 4,59-4,64 değerler arasında, 15. günü 4,28-4,31 değerler arasında ve 28. gününde 4,25-4,31 değerler arasında değişim göstermiştir [45].

Huang ve arkadaşları [55]'nin yapmış olduğu bir çalışmada; 1 gün depolama sonucunda manda yoğurdunun pH değeri 4.56 bulunmuştur. Tam yağlı manda yoğurdunda 1, 7, 14 ve 21. depolama günlerinde sırasıyla 4.69, 4.58, 4.54, 4.42 şeklinde değerler elde edilmiştir.

Kalyas [29] çalışmasında kullandığı olan çiğ inek sütünün bileşiminin% değerler olarak; kuru madde değerinin 12.6, yağ içeriğinin 3.2, kül değerinin 0.91 olduğunu, pH değerinin 6.6, titrasyon asitliğinin %LA cinsinden 0.17 olduğunu rapor etmiştir.

Laursen ve ark. [27]'nin yaptığı bir çalışmada; sütün yağ içeriğinin ve ısı işlem uygulamasının, doğrudan asitlendirilmiş süt jellerinin dokusunu etkilediği belirlenmiştir.

Bayır ve ark. [56] yapmış oldukları bir çalışmada ise; % değerler olarak, inek yoğurtlarının yağ miktarını 3.3, yağsız kuru madde miktarını 8.15, protein miktarını 3.54, titrasyon asitliği değerini 0.99 olarak belirlemişler, pH değerini 3.98 olarak tespit etmişlerdir.

Kapadiya ve Prajapati [57]'nin yapmış olduğu bir çalışmada; inek yoğurdunun yağ içeriğinin %4,2-5,5 aralığında, toplam katı madde içeriğinin %13,29-14,2 aralığında, protein içeriğinin %3,19-3,62 aralığında, kül oranının %0,73-0,79 oranında değişiklik gösterdiğini belirlemişlerdir. Manda yoğurdunda ise yağ içeriğinin %7,9-8,8, toplam katı madde içeriğinin %17,88-19,18, protein içeriğinin %4,11-4,74 ve kül içeriğinin %0,69-0,89 aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Çelik ve Temiz [46]'in yapmış olduğu bir çalışmada incelenmiş olan manda yoğurtlarının; kuru madde miktarı %13,66-16,44 arasında, yağ içeriği %5,40-7,90 değerleri arasında, protein içeriği %3,71-4,55 değerleri arasında, pH değeri 3,62-3,91 arasında, titrasyon içeriği değeri laktik asit cinsinden %1,37-1,93 değerleri arasında tespit edilmiştir.

#### *1.1.2.4 Yoğurtta Tekstür ve Reolojik değerlerin önemi*

Üstün kaliteli ve standart tipte yoğurt üretimi ancak standart süt kullanımı ve belirlenmiş standart metotların uygulanması ile mümkün olmaktadır. Yoğurdun kalite kriterlerinden en önemlileri tekstür, asitlik (ekşilik) ve nasıl görüldüğüdür. Tekstür katı yapıdaki yoğurtta “sıklılık-katılık”, akıcı kıvamda olan yoğurtta ise “viskozite” olarak değerlendirilmektedir [11].

Lezzetin yanı sıra doku, yoğurt kalitesinin en önemli bileşenlerinden biridir. Yoğurdun karakteristik dokusu esas olarak başlangıçta inkübe edildiği sütün pıhtılaşması ile oluşturulur. Çiğ sütün bileşimi, sütün pH'sı, üretim süreci, starter kültür ve saklama koşulları, yoğurt örneklerinin doku profillerini etkileyebilir [50].

Jel dokusu veya sıklığı, ürünün kalitesini ve kabul edilebilirliğini belirleyen yoğurdun önemli bir özelliğidir [58]. Sertlik veya sıklık değeri, yoğurt dokusunun belirlenmesinde en önemli özelliklerdendir. Belli bir deformasyona ulaşmak için gerekli olan kuvvet olarak kabul edilmektedir ve yoğurdun sertlik ölçüsü olarak kabul edilmektedir [59]. Yoğurdun üstün kalitesi için sinerez olmadan yeterli sertlik şarttır [58]. Yoğurt tüketiminde tüketicinin duyu nitelik tercihleri ise oldukça heterojen bir dağılım göstermektedir [41].

Yapışkanlık, yemek yenildiği esnada ağza yapışan materyali çıkarmak için gerekli olan kuvvet olarak tanımlanabilmektedir. Yapışkanlık, gıdanın gövdesini oluşturan iç bağların gücünü, bir gıdanın kırılmadan önce deforme olma derecesini ve ürünün bir arada tutma yeteneğini belirlemektedir. Sertlik değeri yüksek olan yoğurdun yapışkanlık değeri de yüksektir. Yapışkanlık, düşük sertlik derecesine sahip ve yüksek derecede yapışkanlığa sahip olan yarı katı gıdaların bir özelliği olarak bilinmektedir. Gıdaların doku, işlevsellik ve görünüm gibi çeşitli özelliklerinin yapılarından büyük ölçüde etkilendiği iyi bilinmektedir. Fermente süt ürünlerinin reolojik ve tekstür özellikleri, protein ağının yapısal düzenine ve mikro yapısına bağlıdır. Sertlik veya sıklık, yoğurt dokusunun belirlenmesinde en önemli özelliktir. Belli bir deformasyona ulaşmak için gereken kuvvet olarak kabul edilir ve yoğurdun sertlik ölçüsü olarak kabul edilir. Yoğurt kalitesinin en önemli parametrelerinden biri tekstürdür [50]. Yoğurdun tüketici tarafından kabulü, ürünün asitliğine, aroma algılarına ve tekstürel özelliklerine bağlıdır [38].

Keçi ve inek sütünden hazırlanan yoğurdun enstrümantal doku profilinin incelendiği bir çalışmada; inek yoğurdunun sıklık değeri  $308.37 \pm 2.14$ , tutarlılık değeri  $7887.73 \pm 318.93$ , yapışkanlık değeri  $-155.01 \pm 16.72$ , viskozite değeri  $-479.52 \pm 22.06$  bulunmuştur [24].

Hafif [60] tarafından yapılan farklı oranlarda kinoa unu ilavesinin probiyotik yoğurtların üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada sade kontrol yoğurtlarının sertlik değerleri 149-345 g arasında; kıvam değerleri 2428-4778 gs arasında; yapışkanlık değerleri -69, -235 arasında bulunmuştur.

Demirci ve arkadaşlarının [54] yapmış olduğu çalışmada; sade yoğurdun sıklık değeri  $489.94 \pm 23$ , tutarlılık değeri  $12161,80 \pm 511$ , yapışkanlık değeri  $219.50 \pm 14$  bulunmuştur.

Ovayurt [48] tarafından yapılan bir çalışmada; yoğurda işlenen sütün kuru madde içeriğinin özellikle de yağ ve protein miktarları ile korelasyon halinde olduğu; genelde kuru madde miktarı arttıkça konsistens ve viskozitenin de arttığı, serum ayrılmasının ise azaldığı ifade edilmiştir.

Miocinovic ve ark. [61]'nin inek ve keçi sütünden yapılan yoğurtların reolojik ve tekstürel değerleri üzerine yapmış olduğu çalışmaya göre; inek yoğurdunda sıklık değeri  $329.46 \pm 15.90$ , yapışkanlık değeri  $-289.84 \pm 45.00$  ve tutarlılık değeri  $7779.81 \pm 415.01$  olarak belirlenmiştir.

Reoloji, cisimlerin gerilim etkisiyle zamana bağılı olarak şekil değişimlerini inceleyen bir bilim dalıdır. Genel olarak sıvıların akış özelliklerini katıların ise deformasyonunu belirlemek amacıyla kullanılır. Latince kökenli olan akış bilimi reolojinin "rheo"; akmak ve "logos" bilim kelimelerinin birleştirilmesiyle meydana geldiği bilinmektedir. Reoloji, materyallerin akış özelliklerine ilave olarak yapısal özelliklerini de karakterize etmede kullanılan bir bilimdir [62].

Gıda reolojisi, gıda maddelerinin deformasyonu ve akışının incelenmesi işlemine dayanır [40]. Gıda işletmelerinde reoloji, hammaddeden son ürüne kadar birçok aşamada yer alarak büyük önem arz etmektedir. Gıdanın viskozitesi, üretimde uygulanan ısı işlem, ürünün yağ, protein, kuru madde miktarı, sıcaklık, kültürün çeşidi, deformasyonu ve besinsel kaliteyi etkileyen özellikler vb. özellikler süt ve süt ürünlerinin reolojik değerini belirlemektedir [59].

Reoloji açısından yoğurt, Newtonyan olmayan, reolojik olarak kararsız, viskoelastik ve psödoplastik bir sıvı olarak bilinmektedir. Aynı zamanda kesme incelmesidir, bu da kesme hızı arttıkça viskozitesinin azaldığı ve "kesme geçmişine" bağlı olduğu anlamına gelmektedir [58,40]. Jumah ve ark. [63]' in yapmış olduğu bir çalışmada; inek, koyun, keçi ve deve sütleri için yoğurt pıhtısının jelleşme sürecinde ve maksimum viskozite değerindeki akış eğrilerini oluşturmuşlardır. Ve böylece iç silindirin açılma hızının artması ile birlikte viskozite değerinin azaldığı sonucuna varmışlardır, bu da yoğurdun kesme ile inceltici bir sıvı gibi davrandığı kanısına varılmıştır [58].

Karıştırılmış tip yoğurdun duyu özellikleri kadar reolojik özellikleri de tüketicilerin kabulünde belirleyici rol oynayan önemli kalite parametreleridir. Ayrıca, yüksek kaliteli ürünlerin üretimi ve standardizasyonu, tüketiciler tarafından doku algısı, bu kalite yönü ile ilgili araçsal bilgilerle ilişkilendirilerek kısmen yerine getirilebilir [64].

#### 1.1.2.5 Yoğurtta Aroma Bileşenlerinin Önemi

Yoğurtların tüketici tarafından kabul edilebilirliğini ve tercihini belirleyen en önemli duyu faktörlerden biri kokudur. *S. thermophilus*, yoğurdun endüstriyel üretimi için kullanılan önemli bir bakteri suşu olup, yoğurdun koku kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Fermantasyon, yoğurt işlemede önemli bir adımdır ve yoğurt koku kalitesinin oluşumu için çok önemli bir adımdır. Bu nedenle, yoğurt *S. thermophilus* tarafından fermente edildiğinde uçucu bileşenlerin oluşumu ve değişimi, yoğurdun kalite oluşumu ve işleme kontrolü için de büyük

önem taşımaktadır. Ayrıca yoğurt fermantasyonu sırasında hangi uçucu bileşenlerin koku kalitesine katkıda bulunduğuna da dikkat edilmelidir [4].

Koku ve tat gibi duyuşsal özellikler daha sonradan örneğın meyve müstahzarları eklenerek değıştirilebilir veya uyarlanabilirken, yoğurdun dokusu sadece üretim sürecinden etkilenebilmektedir. Tüketicilerin bakış açısına göre, ağızda bıraktığı his ve kremsilik yoğurdun temel özellikleri iken, tipik yoğurdun dokusal kusurları, düşük jel gücü ve sineresisi tüketicilerin kabulünü olumsuz yönde etkiler [65]. Yoğurdun doku bileşenlerinde oluşabilecek olumsuzluklardan korunmanın yolu ise yoğurdun üretim süreci optimize edilerek korunabilir ve geliştirilebilirken, katkı maddeleri kullanılarak aroma, raf ömrü ve sağlık yararları değıştirilebilir veya arttırılabilir [6]. Fakat son zamanlarda doğal yoğurt hazırlanmasında tat-kokuyu oluşturan bileşenler oldukça önem kazanmıştır [66]. Katkı maddesi kullanılmamış doğal yoğurdun aroma bileşenleri içeriğı başlıca iki faktöre bağılıdır. Bunlardan biri de yoğurt üretiminde kullanılan sütün kaynağıdır. Diğere bir sebep ise yoğurt starter kültürleri ve kullanım şekilleridir [12].

*S. thermophilus* ve *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* sütte çoğaldığında farklı miktarlarda karbonil bileşenleri özellikle de asetaldehit üretmektedirler. Üretilen bileşenler içinde karboniller temel, diğere ise tat ve kokuyu destekleyici maddeler olarak kabul edilmektedir [63]. Asetaldehit ve diğere aroma bileşenlerinin oluşumunda, starter kültür organizmalarının spesifik enzim aktiviteleri en önemli etkili faktörlerden birisidir [34]. Yoğurt starter kültürlerinin asetaldehit üretmek için ihtiyaç duydukları temel substratlar laktoz ve aminoasitlerdir. Asetaldehit oluşumunu etkileyen faktörler arasında starter kültüründe yer alan bakteri suşlarının asetaldehit üretim yeteneğı, yoğurdun pH sı, sütün kuru madde içeriğı ve uygulanan ısıl işlemin şiddeti sayılabilir [66]. Spesifik enzim aktiviteleri diğere birçok faktörde karbonil bileşenlerinin oluşumu üzerine etkilidir [34].

Yoğurttaki aroma bileşenlerinin çoğı, süt yağının lipolizinden ve laktoz ve sitratın mikrobiyolojik dönüşümlerinden üretilir [11]. Karbonil bileşikleri, alkoller, asitler, esterler, hidrokarbonlar, aromatik bileşikler, kükürt içeren bileşikler ve heterosiklik bileşikler dahil olmak üzere 100'den fazla uçucu, düşük veya eser konsantrasyonlarda yoğurtta bulunur [4,11]. Laktik asit, asetaldehit, diasetil, asetoin, aseton ve 2-bütanon, yoğurun tipik aromasına ve aromasına en çok katkıda bulunan aroma bileşenleridir [11]. Ancak asetaldehit; taze, meyvemsi, keskin tat oluşumu ile yoğurdun ana lezzet bileşeni olarak kabul edilir ve karbonil bileşiklerinin, özellikle asetaldehit ve asetonun oranı, yoğurtta dengeli bir lezzet oluşturmak

için önemlidir [38, 44]. Köse ve Ocak [34]'ın yaptıkları bir çalışmaya göre; asetaldehit oluşumu yoğurt jelini soğutma ve olgunlaştırma sürecinde de devam etmektedir. İnceledikleri bazı araştırmalarda, yoğurt jelinin pH'sı 4,4-4,0 arasında olduğu zaman asetaldehitin sentezlenmesi ve miktarının arttığı gözlenmiştir. En kuvvetli yoğurt aroması ise pH 4,2-3,8 arasında elde edilmektedir.

Yoğurt tat ve kokusu ilk kez 1950 yılında Pette ve Lolkema tarafından araştırılmış olup, tat ve kokunun asetaldehit varlığından ve diğer tanımlanamayan bileşenlerden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Yoğurdun organoleptik değerlendirilmesinde ise, düşük düzeyde asetaldehit içeren yoğurtların en yüksek puanı alması sonucu , yoğurtta bulunan diğer karbonil bileşenlerin de tipik yoğurt tat ve kokusundan sorumlu olduğu kanısına erişilmiştir [66].

Diasetil ve asetoin, sitrat döngüsü yolu ile meydana gelmektedir. Az miktarda da olsa yoğurtta tat ve koku üzerine etkili olan bu maddenin, özellikle asetaldehit miktarı az olduğu zaman önemi artmaktadır. Bazı koşullarda laktozun parçalanması da önemli bir kaynak olabilmektedir [66]. Köse ve Ocak [34]'ın çalışmasında; Diasetil miktarının kaymaklı yoğurtta homojenize yoğurttan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Homojenize yoğurtta yağ globülleri küçük zerrelere parçalanmışken, kaymaklı yoğurttaki bozulmamış yağ tabakasının diasetilin en önemli kaynağı olduğu tespit edilmiştir.

Asetoin miktarının ise farklı hayvan sütlerinden üretilen yoğurtlarda farklı değerlerde olduğu saptanmıştır. Örneğin koyun ve manda sütünden üretilen yoğurtlarda bu miktar 5- 30 ppm, keçi yoğurdunda 3-40 ppm ve inek yoğurdunda 3-25 ppm aralığında tespit edilmiştir [66].

## **1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı**

Manda, dünyada ineklerden sonra en büyük süt kaynağıdır. Manda sütü, diğer hayvan türleriyle karşılaştırıldığında, bariz üstünlükleri olan bir süttür. Manda sütünden kaymak, krema, yoğurt, tereyağı, peynir ve dondurma yapılabilir. Manda sütü, inek sütüne oranla daha yüksek toplam katı madde ve yağ içeriğine sahiptir. Manda sütünün yağ oranı (%7-8) inek sütüne (%3-4) göre yaklaşık 2 kat fazla olmasına karşın, manda sütünün kolesterol değeri (%43 daha az) inek sütüne göre önemli ölçüde daha düşüktür. Mineral madde içeriği açısından da manda sütü inek sütünden daha üstündür. Kazein miselleri daha büyüktür ve manda sütünde inek sütünden daha yüksek seviyede kalsiyum vardır. Demir ve fosfor içeriği de inek sütüne göre daha fazladır. İmmunoglobulinler, laktoferrin, lizozim, laktoperoksidaz gibi çeşitli biyo-

koruyucu maddelerin manda sütünde daha fazla olması, özel diyetlerde ve sağlıklı gıda hazırlamada bu sütü inek sütüne göre daha üstün duruma getirmektedir.

Ülkemizde yetiştiriciliği son 20 yılda oldukça azalmış bulunan mandanın ve manda sütünün son yıllarda yeniden değerinin anlaşılmasına başlandığı memnuniyetle gözlenmektedir. Anadolu mandası gibi önemli bir gen kaynağımızın değerinin daha iyi anlaşılması ve manda sütüne olan talebin artması, ancak bu sütün kullanım alanlarının çoğaltılması ve elde edilen ürünlerin değer fiyattan satılmasıyla mümkün olabilecektir. Bugün Dünya’da ve ülkemizde ağırlıklı olarak mozzarella başta olmak üzere çeşitli peynirlerin ve yapımında kullanılan manda sütü, ülkemizde özellikle yoğurt ve kaymak üretiminde kullanılmaktadır. Yüksek yağ oranına sahip olmasından kaynaklı; genel olarak inek sütüyle karışım halinde kullanılan manda sütünden yapılan yoğurtların, tüketiciler tarafından rağbet görmesine karşın, inek sütüyle hangi oranda karıştırılacağına tamamen geleneksel yoğurt üretimi yapan küçük aile işletmelerinde ustalığa bağlı belirlenmesi market raflarında çok farklı kalitede manda yoğurdu adıyla satılan ürünlerle karşılaşmamıza neden olmaktadır.

Bu nedenle; elde edilen yoğurdun çeşitli özellikleri dikkate alınarak, ideal denilebilecek bir manda-inek sütü karışım oranının belirlenmesi ve bu sütlerden yapılan yoğurtların çeşitli fizikokimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel, aromatik ve duyuşsal özelliklerinin ortaya konulması bu araştırmanın temel amacını oluşturmuştur. Bunun yanı sıra; Manda sütü üretiminin ve yetiştiriciliğinin teşvik edilmesi de araştırmanın diğer amacı olarak öngörülmüştür.

Bu özellikleri göz önünde bulundurularak; saf manda sütü ve inek sütünden yapılan yoğurtların yanı sıra, inek sütüne 3 farklı oranda karıştırılan (%25, %50 ve %75, v/v) manda sütünden elde edilen yoğurtların fizikokimyasal, tekstürel, mikrobiyolojik, aromatik ve duyuşsal özellikleri incelenerek tüketici tercihi açısından en uygun karışımın belirlenmesi araştırmanın temel amacı olarak planlanmıştır.



## 2. MATERYAL VE METOD

### 2.1 Materyal

Tez çalışmasında kullanılan inek sütü Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Hayvancılık Tesisinden, manda sütü Tekirdağ Gazioğlu köyünden günlük olarak temin edilmiştir. Yoğurt kültürü olarak *Streptococcus thermophiles* ve *Lactobacillus bulgaricus* kültürleri Chr. Hansen firmasından temin edilmiştir (Chr. Hansen, Peyma-Hansen, Türkiye).

### 2.2 Metod

#### 2.2.1 Süt Karışımların Hazırlanması ve Yoğurt Üretimi

Tez çalışmasında; temin edilen manda ve inek sütlerinden 5 çeşit yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen örnekler A, B, C, D ve E harfleriyle adlandırılmışlardır. Buna göre A; %100 inek sütü yoğurdu, B; %100 manda sütü yoğurdu, yoğurt C; %75 manda sütü- %25 inek sütü yoğurdu, yoğurt D; %50 manda sütü- %50 inek sütü yoğurdu, yoğurt E; %25 manda sütü- %75 inek sütü yoğurdu olacak şekilde adlandırma yapılmıştır. Yoğurt üretimi 250 ml'lik steril kaplarda yapılmıştır. 4±1°C sıcaklıktaki buzdolabında depolanan yoğurt örneklerinin depolamanın 1, 8 ve 15. günlerinde analizleri yapılmıştır.

#### 2.2.2 Çiğ Süte Uygulanan Fizikokimyasal Analizler

##### 2.2.2.1 Çiğ Sütte Toplam Kuru Madde Tayini

Kurumadde analizinde etüv ve daha önce etüvde sabit tartıma getirilmiş nikel kaplar kullanılmıştır. Bu amaçla sabit tartıma getirilen ve desikatörde soğutulan kurutma kaplarına yaklaşık 3 g örnek tartılarak 105°C etüvde 4 saat kurutulmuştur. Süre sonunda desikatörde soğutulup ilk tartım kaydedilmiş ve sonuçlar doğrultusunda % kurumadde miktarı hesaplanmıştır [67].

$$\% \text{ Kurumadde (g /100g)} = [(M1 - D)/(M2 - D) * 100] \quad (2.1)$$

D: Kabın darası (g)

M1: Kabın darası (g) + Kurutulmuş numune (g)

M2: Kabın darası (g) + Numune (g)

#### 2.2.2.2 Çiğ Sütte Yağ Tayini

Sütte yağ analizi için gerber yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde bütirometre içerisine önce 10 ml sülfürik asit, daha sonra 11 ml süt yavaş bir şekilde eklenmiş ve en son 1ml amil alkol ilave edildikten sonra bütirometrenin tıpasını kapatarak hafifçe alt üst çalkalama işlemi renk kahverengine dönünceye kadar yapılmış ve daha sonra bütirometreler 1100 devir/dakika hızla çalışan santrifüjde 5 dakika santrifüj işlemine tabi tutulmuştur. Bütirometre skalasından okunan değerler % olarak ifade edilmiştir [67].

#### 2.2.2.3 Çiğ Sütte Titrasyon Asitliği Tayini

Titrasyon asitliği analizinde asitlik değerini belirlemek için erlen içerisine yaklaşık 10 g örnek tartıldıktan sonra üzerine 1 ml fenolftalein damlatılarak 0.1 N NaOH çözeltisi ile titrasyon işlemi uygulanmıştır. Oluşan açık pembe renk değişiminin sabit kaldığı gözlemlendiğinde harcanan NaOH miktarı kaydedilerek sonuçlar %LA olarak hesaplanmıştır [65].

$$\% \text{ Asitlik} = \left[ \frac{S \times f \times N \times 0,09}{m} \right] \times 100 \quad (2.2)$$

S: Titrasyonda harcanan NaOH çözeltisinin hacmi, mL

m: Tartılan numune ağırlığı, g

N: NaOH'ın normalitesidir

f: NaOH çözeltisinin faktörü

#### 2.2.2.4 Çiğ Sütte pH Tayini

Ölçüm yapılmadan önce pH metre standart tampon çözeltileri ile kalibre edilmiş olup, sütün pH değeri, pH metrede okunmuştur [67].

#### 2.2.2.5 Çiğ Sütte Renk Tayini

Konika Minolta CM-5 Renk Ölçüm Cihazı ile renk ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Sonuç L<sub>a</sub> ve b değerleri olarak verilmiştir [67].

## 2.2.3 Yoğurtlara Uygulanan Analizler

### 2.2.3.1 Yoğurtta Kuru Madde Analizi

İçinde bir miktar deniz kumu ve cam baget bulunan kapakları yarı açık kurutma kapları, 103±2 °C'ye ayarlanmış etüve konarak bunların sabit ağırlığa gelmesi sağlanmıştır. Kurutma kapları desikatörde soğutulmuş olarak daraları kaydedilmiştir. Homojen hâle getirilen yoğurt örneğinden hassasiyetle 5 g numune tartılmış, cam baget ile kumla iyice karıştırılarak kabın dibine iyice yayılmıştır. Numuneyi içeren kaplar, 103± 2 °C'ye ayarlanmış etüve kapakları açık durumda konarak yaklaşık 1,5-2 saat süreyle kurutulmuştur. Kapakları kapatıldıktan sonra desikatöre alınarak soğumaları beklenmiş ve tartılmıştır. Etüve ikinci kez konmuş ve bu defa 30 dakika aynı sıcaklıkta bekletilmiş, desikatörde soğutulup, tartılarak elde edilen verilere göre kuru madde miktarı yüzde olarak hesaplanmıştır [39].

$$\% \text{ Kuru madde miktarı (g/100g)} = \left[ \frac{m_1 - m}{m_2 - m} \right] * 100 \quad (2.3)$$

m: Boş kurutma kabının ağırlığı, (kabın darası) (g)

m1: Kurutulmuş deney numunesi ile birlikte kabın ağırlığı (g),

m2: Deney numunesi ile birlikte kabın ağırlığı (g)

### 2.2.3.2 Yoğurtta Kül Tayini

Yoğurt örnekleri 3 gr tartılarak krozelere alınmış ve 550oC'de kül fırınında beyaz kül rengi elde edilinceye kadar yakılmıştır. Kül fırınından çıkan sıcak krozeler desikatörde soğutulduktan sonra tartım işlemi gerçekleştirilmiştir [39].

$$\% \text{ Toplam kül miktarı (g/100g)} = \frac{m_2 - m_1}{m} * 100 \quad (2.4)$$

m: Örnek miktarı (g)

m2: Kül miktarı+ Porselen krozenin ağırlığı (g)

m1: Sabit tartıma getirilen porselen krozenin ağırlığı (g)

### 2.2.3.3 Yoğurtta Yağ Analizi

Her formülasyondan 10 gr yoğurt, 10 gr saf su olacak şekilde analize yetecek kadar tartılarak 1:1 oranında sulandırılmış ve çiğ süt numunelerinde olduğu gibi Gerber yöntemi ile yağ oranı belirlenmiştir, bulunan değer 2 ile çarpılarak % yağ oranı bulunmuştur [67].

### 2.2.3.4 Yoğurtta Protein Tayini

Yoğurtların protein içeriği Kjeldahl yöntemi ile azot miktarlarının belirlenmesi ile hesaplanmıştır. Yoğurtta bulunan yüzde toplam azot miktarı 6,38 faktörüyle çarpılarak protein miktarı yüzde olarak belirlenmiştir [67].

$$\text{Toplam azot miktarı \%} = \left[ \frac{(V_1 - V_0) * N * 0,014}{m} \right] * 100 \quad (2.5)$$

$$\text{Protein miktarı \%} = (\text{Toplam azot miktarı} * 6,38) * 100 \quad (2.6)$$

V1: Harcanan HCl miktarı (ml)

V0: Şahit denemede harcanan HCl miktarı (ml)

N: HCl çözeltisinin normalitesi (N)

m: örnek miktarı (g)

### 2.2.3.5 Yoğurtta Titrasyon Asitliği Tayini

Titrasyon asitliği analizinde asitlik değerini belirlemek için darası alınmış erlen içerisine yaklaşık 10 g örnek tartıldıktan sonra üzerine 10 mL saf su ilave edilmiştir. Karışıma 3-4 damla fenolftalein damlatılarak 0.1 N NaOH çözeltisi ile titrasyon işlemi uygulanmıştır. Renk değişimi gözlemlendiğinde harcanan NaOH miktarı kaydedilerek sonuçlar % asitlik olarak hesaplanmıştır. [68].

$$\% \text{ Asitlik} = \left[ \frac{S * f * N * 0,09}{m} \right] * 100 \quad (2.7)$$

S; Titrasyonda harcanan NaOH çözeltisinin hacmi, mL

f: NaOH çözeltisinin faktörü

N: NaOH'ın normalitesidir.

m; Tartılan numune ağırlığı, g

#### 2.2.3.6 Yoğurtta pH Tayini

Yoğurtların pH'sı, pH metre tampon çözeltileri ve sıcaklığa göre kalibre edilmiş, pH metre probu saf sudan geçirildikten sonra örnek içerisine daldırılmıştır. pH değerinin sabitlenmesi için bir süre beklenmiş ve pH metre skalasındaki rakam okunmuştur [67].

#### 2.2.3.7 Yoğurtta Renk ölçümleri

Konika Minolta CM-5 Renk Ölçüm Cihazı ile renk ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Sonuç L, a ve b değerleri olarak verilmiştir [67].

#### 2.2.3.8 Yoğurtta Uçucu Bileşen Analizi

Bu analizde, GC-MS cihazı ile yoğurt örneklerinde aroma taraması yapılmıştır. 5 farklı örnekte 1.gün ve 15.gün olmak üzere 10 analiz gerçekleştirilmiştir. Headspace metodu kullanılarak yapılan analizde, GC kısmında elde edilen kütle spektrumları NIST27 ve WILEY27 kütle spektrum kütüphaneleri ile karşılaştırılmış, sonuçlar tespit edilen toplam aroma maddesi içindeki % oran olarak ifade edilmiştir.

#### 2.2.3.9 Yoğurtta Doku Profili Analizi (TPA)

Tekstür analizi cihazı (TA-XT Plus Texture Analyser, UK) kullanılarak yapılan analizlerde A/BE-d35 (back extrusionrid 35mm disc) prop kullanılmış ve yoğurt örneklerinde kompresyon (sıkıştırma) testleri gerçekleştirilerek örneklerin TPA (tekstür analiz) profilleri belirlenmiştir [2]

#### 2.2.3.10 Yoğurtta Mikrobiyolojik Analizler

##### 2.2.3.10.1 *L.bulgaricus* Sayımı

Yoğurt örneklerinde *L. bulgaricus* sayısının belirlenmesinde MRS agar kullanılmıştır. Petri kutuları anaerobik olarak 37 °C'de 72 saat inkübe edildikten sonra oluşan koloniler sayılmıştır. Anaerobik koşulların oluşması için Anaerocult A (Merck) kullanılmıştır [69].

### 2.2.3.10.2 *S. thermophilus* Sayımı

Yoğurt örneklerinde *S. thermophilus* sayısının belirlenmesinde M-17 agar kullanılmıştır. Petri kutuları aerobik olarak 37 °C’de 48 saat inkübe edildikten sonra oluşan koloniler sayılmıştır [69].

### 2.2.3.11 Yoğurtların Duyusal Analizleri

Yoğurtların duyusal analizinde Çizelge 2.2.1’de verilen duyusal değerlendirme kriterlerinden yararlanılmıştır [70].

Çizelge 2.2.1 Duyusal değerlendirme çizelgesi

Parametre	Puan	Duyusal Değerlendirme Kriteri
Dış Görünüş	5 4 3 1-2	-Parlak süt renginde, çatlak ve gaz kabarcığı bulunmayan, temiz, homojen. -Süt renginde, çatlak ve gaz kabarcığı bulunmayan -Mat, az sayıda çatlak bulunan, temiz -Süt renginden farklı değişik renk meydana gelmesi, çok az sayıda çatlak gaz kabarcığı bulunan, kirli
Kıvam (kaşıkla)	5 4 3 1-2	-Kaşıkla alınan kesitte dolgun kıvamda, düzgün yapıda, karıştırıldıktan sonra koyu bir akıcılık -Alınan kesitte dolgun kıvamda, düzgün yapıda homojen, karıştırıldıktan sonra koyu bir akıcılık -Alınan kesitte akıcılığı az, hafif pütürlü yapıda karıştırıldıktan sonra akıcı -Alınan kesitte çok akıcı, homojen olmayan ve pütürlü, karıştırıldıktan sonra çok akıcı
Kıvam (ağızla)	5 4 3 1-2	-Dille damak arasında kolay dağılmayan, dolgun yapıda, homojen -Dille damak arasında az dağılan, homojen, dolgun yapıda -Ağıza alındığında dağılan, hafif pütürlü -Dille damak arasında tutulamayan, akıcı, homojen olmayan, pütürlü yapıda
Koku	4-5 3 1-2	-Kendine has hoş kokuda -Kendine has olmayan veya yabancı koku ihtiva eden -Kendine has olmayan, alkolümsü, yanık veya yabancı koku ihtiva eden
Lezzet	5 4 3 1-2	-Kendine has hafif ekşimsi lezzette olan -Hafif ekşimsi veya hafif tatlımsı -Ekşimsi, hafif acımsı, hafif küfümsü, hafif sabunumsu ya da hafif yanık lezzette olan ve benzeri yabancı lezzet içeren -Aşırı derecede ekşimsi, acımsı, küfümsü, sabunumsu, yanık lezzette olan ve benzeri yabancı lezzet içeren

### 2.2.3.12 İstatistiksel Analizler

Çalışmamızda inek ve manda sütünden hazırlanan yoğurt örneklerinin 1. 8. ve 15. depolama günlerindeki analiz sonuçları ve aynı yoğurt örnekleri içinde depolama günlerinde meydana gelen değişim parametrelerinin ortalamaları ve standart sapmaları JMP istatistik programı kullanılarak varyans analizleri yapılmış, önemli bulunan varyasyon kaynakları All Pairs Tukey LSD testi ile karşılaştırılmıştır.



### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1 Sütlerin Bileşimi

Yoğurt üretiminde kullanılan inek ve manda sütlerinin kuru madde, kül, yağ, titrasyon asitliği ve pH değerlerine ait veriler Çizelge 3.1’de belirtilmiştir. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına uygulanan LSD karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Sütlerin bileşimleri

ÖRNEKLER	Kuru Madde	Kül	Yağ	Titrasyon	pH
	%	%	%	Asitliği %	
İnek Sütü	10,75±0,01 <sup>B</sup>	0,71±0,01 <sup>A</sup>	3,53±0,03 <sup>B</sup>	0,38±0,006 <sup>B</sup>	6,12±0,04 <sup>B</sup>
Manda Sütü	21,7±0,01 <sup>A</sup>	0,75±0,04 <sup>A</sup>	5,55±0,07 <sup>A</sup>	0,71±0,03 <sup>A</sup>	6,47±0,01 <sup>A</sup>

<sup>1</sup>A,B; Farklı büyük harflerle gösterilen değerler, çeşitler arasında istatistiki olarak önemli farkların olduğunu göstermektedir (p<0.05)

İnek ve manda sütü bileşenlerinden kuru madde miktarı, yağ değeri, yüzde laktik asit cinsinden titrasyon asitliği değeri ve pH’sının istatistiksel olarak önemli bir fark gösterdiği belirlenmiştir ve inek sütüne oranla manda sütünün bu bileşenlerinin daha yüksek miktarda olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). İnek ve manda sütü kül miktarlarının ise istatistiksel olarak önemli bir fark göstermediği belirlenmiştir (p>0,05).

Yoğurt üretiminde kullanılan çiğ ve ısıtılmış inek ve manda sütlerinin renk ölçümlerine ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) ait veriler Çizelge 3.2’de belirtilmiştir. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına uygulanan LSD karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Süt çeşitlerinin renk değerleri

ÖRNEKLER	Renk ölçümleri		
	$L^*$	$a^*$	$b^*$
Çiğ İnek Sütü	91,48±0,03 <sup>B,d</sup>	-1,61±0,03 <sup>A,a</sup>	10,01±0,008 <sup>A,b</sup>
Isıl işlem görmüş İnek Sütü	93,04±0,02 <sup>B,b</sup>	-2,62±0,01 <sup>A,b</sup>	10,35±0,07 <sup>A,a</sup>
Çiğ Manda Sütü	92,52±0,02 <sup>A,c</sup>	-2,1±0,008 <sup>B,c</sup>	8,47±0,02 <sup>B,d</sup>
Isıl işlem görmüş Manda Sütü	93,74±0,1 <sup>A,a</sup>	-2,82±0,008 <sup>A,d</sup>	9,86±0,1 <sup>B,c</sup>

<sup>1</sup>A, B; Çiğ inek ve manda sütleri arasındaki farklılığı, <sup>2</sup>a,b,c; Çiğ ve ısıtılmış sütler arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0.05)



Süt çeşitlerinin ısıt işlem uygulamasına tabi tutulmasıyla  $L^*$  değerinde gözlemlenen değişimlerin istatistiksel olarak değerlendirildiğinde önem arz ettiği belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Isıt işlem uygulanmadan analiz gerçekleştirildiğinde en yüksek değeri manda sütü almıştır ( $p<0,05$ ). Isıt işlem uygulaması ile birlikte yine en yüksek değeri manda sütü göstermiştir. Fakat ısıt işlem görmüş inek sütünün  $L^*$  değerinde kısmi olarak bir artış gözlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Sütlerin  $a^*$  parametresinde gözlemlenen değişimler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, bu kısmi değişimlerin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).  $a^*$  parametresinin en yüksek değeri çiğ inek sütünde belirlenmiştir. Isıt işlem uygulaması ile gerek manda ve gerekse inek sütlerinin  $a^*$  değerinde istatistiksel açıdan da önemli olan düşüşler gözlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Sütlerin  $b^*$  değerinde gözlemlenen değişimlerin istatistiksel olarak değerlendirildiğinde önem arz ettiği belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). En yüksek  $b^*$  değerini inek sütü göstermiştir. Isıt işlem uygulaması ile birlikte ısıt işlem görmüş inek sütü ve ısıt işlem görmüş manda sütünün  $b^*$  değerinde kısmi artış meydana gelmiştir ( $p<0,05$ ).

Yaralı ve Çetiner [31] süzme inek yoğurtları üzerine yapmış olduğu çalışmada, çiğ süte uygulanan ısıt işlem ile sütteki bileşenlerin (laktoz ve proteinler) etkilendiğini ve doğal olarak süt ve yoğurdun renk özelliğinde değişiklikler meydana geldiği sonucuna varılmıştır.

Çiğ İnek ve manda sütlerinin genel renk durumu değerlendirildiğinde; tüm renk parametrelerinde ( $L^*,a^*,b^*$ ) istatistiksel açıdan önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Isıt işleme tabi tutulan inek ve manda sütünün de tüm renk parametrelerinde ( $L^*,a^*,b^*$ ) istatistiksel olarak önemli farklar belirlenmiştir. Süt çeşitlerine uygulanan ısıt işleminin ise renk değerlerinde değişime neden olduğu tespit edilmiştir. Çiğ inek ve manda sütünün ısıt işlem uygulaması ile birlikte  $L^*$  ve  $b^*$  değerlerinde artış,  $a^*$  değerinde ise azalma meydana geldiği belirlenmiştir.

## 3.2 Yoğurt Örneklerinin Özellikleri

### 3.2.1 Fizikokimyasal Özellikleri

Yoğurt örneklerinin bazı fizikokimyasal özellikleri çizelgelerde gösterilmiştir.

Yoğurt örneklerinin kuru madde içeriğine ait değerler Çizelge 3.3'te belirtilmiştir. Yoğurtlarda saptanan kuru madde değerleri %12,18-26,79 değerleri arasında değişim göstermektedir. Yapılan varyans analizleri sonucuna göre çeşitler arasında ve depolama sürelerine bağlı gözlenen farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına uygulanan LSD karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3 Yoğurt örneklerinin kuru madde değerleri

Örnekler	1. Gün	8. Gün	15. Gün
A	12,22±0,38 <sup>C,a</sup>	12,18±0,05 <sup>D,a</sup>	13,5±0,85 <sup>C,a</sup>
B	17,09±0,06 <sup>A,c</sup>	21,42±0,29 <sup>A,b</sup>	26,79±0,78 <sup>A,a</sup>
C	15,11±0,05 <sup>B,c</sup>	17,48±0,07 <sup>B,b</sup>	20,56±0,6 <sup>B,a</sup>
D	15,52±0,02 <sup>B,b</sup>	17,17±0,42 <sup>B,b</sup>	19,42±0,35 <sup>B,a</sup>
E	12,86±0,15 <sup>C,b</sup>	13,38±0,16 <sup>C,b</sup>	14,80±0,53 <sup>C,a</sup>

<sup>1</sup> a, b, c Farklı küçük harfleri depolama günleri arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğunu göstermektedir ( $P<0,05$ ), <sup>2</sup> A,B,C,D Farklı büyük harfler aynı depolama süresi içinde yoğurt çeşitleri arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğunu göstermektedir ( $P<0,05$ )

Depolama süresinin yoğurt çeşitlerinin kuru madde içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Yoğurtlarda saptanan % kuru madde değerleri depolamanın 1.günü 12,22-17,09 değerleri arasında bulunmuştur., 8. Gün 12,18-21,42 değerleri arasında, 15. gün 13,5-26,79 değerleri arasında değişim göstermiş olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). İstatistik olarak değerlendirildiğinde depolamanın 1., 8. ve 15. günlerinde en yüksek miktar B örneğinde, en düşük miktar ise A örneğinde belirlenmiştir. Karışımlar arasında incelendiğinde en yüksek miktar C örneğinde, en düşük miktar ise E örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Örnekler değerlendirildiğinde, A örneğinde depolama süresinde istatistiksel açıdan bir fark belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ). B, C, D ve E örneklerinde depolama süresi boyunca kuru madde miktarlarında istatistiksel olarak önemli derecede bir artış belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Diğer örnek gruplarında gerçekleşen bu artış doğal olarak karşıma giren manda sütünün kuru madde değerinin yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Karşıma giren manda sütü oranı arttıkça kuru madde oranında da artış belirlenmiştir.

Uzuner [671] inek ve pirinç sütünü belirli oranlarda karışımı ile hazırladığı probiyotik yoğurt üretimi çalışmasında, yoğurt benzeri fermente süt ürünleri incelendiğinde kurumadde oranlarının çok geniş sınırlar içerisinde değişim gösterdiğini belirtmektedir. Bu farklılıkların

sebebinin ise yoğurtların üretilmesinde kullanılan çiğ sütün çeşidi, kuru maddesi, üretimde uygulanan işlemler ve kullanılan kültürlerin fermentasyon kabiliyetlerinden kaynaklanacağını belirtmiştir.

Yoğurt örneklerinin kül içeriğine ait değerler Çizelge 3.4'te belirtilmiştir. Yoğurtlarda saptanan kül değerleri 0,7-0,9 arasında değişim göstermektedir. Yapılan varyans analizleri sonucuna göre çeşitler arasında ve depolama sürelerine bağlı gözlenen farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına uygulanan LSD karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4 Yoğurt örneklerinin kül değerleri

Örnekler	1. Gün	8. Gün	15. Gün
A	0,738±0,11 <sup>A,a</sup>	0,731±0,22 <sup>C,a</sup>	0,9 ±0,66 <sup>A,a</sup>
B	0,83 ±0,34 <sup>A,a</sup>	0,87 ±0,17 <sup>A,a</sup>	0,88±0 <sup>A,a</sup>
C	0,7 ±0,19 <sup>A,a</sup>	0,75 ±0,06 <sup>BC,a</sup>	0,71 ±0,07 <sup>A,a</sup>
D	0,85±0,14 <sup>A,a</sup>	0,84±0,15 <sup>Ab,a</sup>	0,82±0,23 <sup>A,a</sup>
E	0,79±0,19 <sup>A,a</sup>	0,8±0,22 <sup>ABC,a</sup>	0,74±0,25 <sup>A,a</sup>

<sup>1</sup> a, b, c Farklı küçük harfleri depolama günleri arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğunu göstermektedir (P<0,05), <sup>2</sup>A,B,C,D Farklı büyük harfleri aynı depolama süresi içinde yoğurt çeşitleri arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğunu göstermektedir (P<0,05)

Yoğurtların kül değerleri incelendiğinde; aynı yoğurt örneğinin kül içeriğinde depolama günleri arasında istatistiki açıdan fark belirlenmemiştir (p>0,05). Yoğurt çeşitlerinde depolama süresi boyunca meydana gelen değişimler istatistiki olarak değerlendirildiğinde depolamanın 1. ve 15. günlerinde meydana gelen değişimlerin istatistiki açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir (p>0,05). Depolamanın 8. gününde ise B örneğinin kül değerinin en yüksek, A örneğinin en düşük kül içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir (p<0,05). C, D ve E karışım örneklerinin kül değerleri incelendiğinde ise D örneği en yüksek kül içeriğine sahiptir ve en düşük kül içeriği C örneğinde belirlenmiştir (p<0,05).

Yoğurt örneklerinin yağ içeriğine ait değerler Çizelge 3.5'te belirtilmiştir. Yoğurtlarda saptanan yağ değerleri 4,3-12 arasında değişim göstermektedir. Yapılan varyans analizleri sonucuna göre çeşitler arasında ve depolama sürelerine bağlı gözlenen farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına uygulanan LSD karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3.5 Yoğurt örneklerinin yağ değerleri

Örnekler	1. Gün	8. Gün	15. Gün
A	4,3 ±0,14 <sup>D,a</sup>	4,5 ±0,14 <sup>C,a</sup>	4,5 ±0,14 <sup>C,a</sup>
B	12±0,13 <sup>A,a</sup>	10,4±0,56 <sup>A,a</sup>	9,9±0,14 <sup>A,a</sup>
C	10,6±0,56 <sup>AB,a</sup>	6,7±0,42 <sup>B,b</sup>	7,1±0,7 <sup>B,b</sup>
D	8,6±0,56 <sup>BC,a</sup>	7,6±0,56 <sup>B,a</sup>	7,4±0 <sup>B,a</sup>
E	6,1 ±0,14 <sup>CD,a</sup>	5.0±0 <sup>C,a</sup>	5,3±0,42 <sup>C,ab</sup>

<sup>1</sup> a, b, c Farklı küçük harfleri depolama günleri arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğunu göstermektedir ( $P<0,05$ ). <sup>2</sup> A,B,C,D Farklı büyük harfleri aynı depolama süresi içinde yoğurt çeşitleri arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğunu göstermektedir ( $P<0,05$ )

Depolama süresinin yoğurt çeşitlerinin yağ içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Depolamanın 1. gününde yağ miktarı incelendiğinde 4,3-12 arasında değerler aldığı belirlenmiştir ve en yüksek yağ içeriğini B örneği içermekte olup, en düşük yağ değeri ise A örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Karışımlar arasında en yüksek yağ miktarını C örneği, en düşük yağ miktarını ise E örneğinin içerdiği belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Depolamanın 8. gününde 4,5-10,4 değer aralığında ve 15. günü 4,5-9,9 değer aralığında sonuçlar elde edilmiştir. Depolamanın 8. ve 15. Günlerinde elde edilen sonuçlar incelendiğinde en yüksek değeri B örneği, en düşük yağ içeriğini ise A ve E örneği göstermiştir ( $p<0,05$ ). Depolama boyunca örneklerin yağ miktarı incelendiğinde; yoğurt örneklerindeki manda sütü oranı artması ile yağ miktarında artış söz konusu olduğu belirlenmiştir. Örnek çeşitleri arasında yağ içeriğinin analiz günlerindeki değerleri incelendiğinde; çeşitlerin manda sütü oranının artmasına bağlı olarak yağ içeriğinde de artış meydana geldiği belirlenmiştir. Aynı yoğurt örneği içinde yağ içeriğinde depolama günleri arasında A örneği, B ve D örneklerinde istatistiki açıdan fark belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ). C ve E yoğurt örneklerinde ise depolama süresince kısmi bir azalma belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği içeriğine ait değerler Çizelge 3.6'te belirtilmiştir. Yoğurtlarda saptanan % titrasyon asitliği değerleri; %0,78-1,47 arasında değişim göstermektedir. Yapılan varyans analizleri sonucuna göre çeşitler arasında ve depolama sürelerine bağlı gözlenen farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına uygulanan LSD karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3.6'de verilmiştir.

Çizelge 3.6 Yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri

Örnekler	1. Gün	8. Gün	15. Gün
A	0,85 ±0,006 <sup>B,b</sup>	0,78 ±0,006 <sup>D,c</sup>	0,90 ±0,012 <sup>D,a</sup>
B	1,21 ±0,044 <sup>A,b</sup>	1,40±0,03 <sup>A,a</sup>	1,47±0,02 <sup>A,a</sup>
C	1,26±0 <sup>A,a</sup>	1,30±0 <sup>B,a</sup>	1,29±0,02 <sup>B,a</sup>
D	0,9±0,02 <sup>B,b</sup>	1,15±0,012 <sup>C,a</sup>	1,17±0,06 <sup>BC,a</sup>
E	1,21 ±0,02 <sup>A,a</sup>	1,18 ±0,006 <sup>C,a</sup>	1,09 ±0,02 <sup>C,b</sup>

<sup>1</sup> a, b, c Farklı küçük harfleri depolama günleri arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğunu göstermektedir ( $P<0,05$ ), <sup>2</sup> A,B,C,D Farklı büyük harfleri aynı depolama süresi içinde yoğurt çeşitleri arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğunu göstermektedir ( $P<0,05$ )

Depolama süresinin yoğurt çeşitlerinin titrasyon asitliği içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Depolamanın 1. günü yüzde titrasyon asitliği değerlerinde 0,85-1,26 arasında değişim belirlenmiştir ve en yüksek laktik asit miktarı B, C ve E yoğurt örneklerinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). En düşük laktik asit değeri ise D ve A yoğurt örneklerinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Depolamanın 8. günü titrasyon asitliği değerlerinde 0,78-1,40 arasında değişim belirlenmiştir en yüksek laktik asit değerini B yoğurt örneğinde, en düşük değeri A yoğurt örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Karışımlar arasında en yüksek titrasyon asitliği değeri C örneğinde, en düşük değeri ise D ve E örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Depolamanın 15. gününde yüzde titrasyon asitliği değerlerinde 0,90-1,47 arasında değişim belirlenmiştir ve en yüksek asitlik değeri B yoğurdunda, en düşük asitlik değeri A yoğurdunda belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Beş yoğurt örneği incelendiğinde depolama süresinin artması ile birlikte, manda sütü oranı fazla olan yoğurt örneklerinin asitlik değerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Aynı yoğurt örneğinde depolama süresi boyunca meydana gelen değişimler değerlendirildiğinde A, B, D ve E örneklerindeki değişimler istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). C örneğinin depolama süresi boyunca değişimi değerlendirildiğinde istatistiki olarak açıdan fark belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

Yoğurt örneklerinin pH değerlerine ait veriler Çizelge 3.7’te belirtilmiştir. Yoğurtlarda saptanan pH değerleri; 3,81-4,47 değerleri arasında değişim göstermektedir. Yapılan varyans analizleri sonucuna göre çeşitler arasında ve depolama sürelerine bağlı gözlenen farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına uygulanan LSD karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.7 Yoğurt örneklerinin pH değerleri

Örnekler	1. Gün	8. Gün	15. Gün
----------	--------	--------	---------

<b>A</b>	4,28±0,01 <sup>B,a</sup>	4,14 ±0,01 <sup>A,b</sup>	4±0 <sup>AB,c</sup>
<b>B</b>	4,33 ±0,23 <sup>B,a</sup>	4,16 ±0,21 <sup>A,b</sup>	3,83 ±0 <sup>B,c</sup>
<b>C</b>	4,47 ±0,04 <sup>A,a</sup>	4,08 ±0,01 <sup>B,b</sup>	4,07 ±0,04 <sup>A,b</sup>
<b>D</b>	4,01 ±0,007 <sup>C,a</sup>	3,91 ±0 <sup>C,b</sup>	3,81 ±0 <sup>B,c</sup>
<b>E</b>	3,89 ±0,01 <sup>D,a</sup>	3,87 ±0 <sup>C,ab</sup>	3,85 ±0,007 <sup>B,b</sup>

<sup>1</sup> a, b, c Farklı küçük harfleri depolama günleri arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğunu göstermektedir (P<0,05), <sup>2</sup> A,B,C Farklı büyük harfleri aynı depolama süresi içinde yoğurt çeşitleri arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğunu göstermektedir (P<0,05)

Yoğurtların pH değerleri incelendiğinde depolama süresince meydana gelen değişimlerin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Depolamanın 1. gününde pH değerleri 3,89-4,47 değerleri arasında belirlenmiştir ve en yüksek pH değeri C yoğurdunda, en düşük pH değeri ise E yoğurdunda belirlenmiştir (p<0,05). Depolamanın 8. gününde pH değerleri 3,87-4,16 değerleri arasında belirlenmiştir ve en yüksek pH değeri A ve B yoğurtlarında en düşük pH değeri ise D ve E örneklerinde belirlenmiştir (p<0,05). Depolamanın 15. gününde pH değerleri 3,81-4,07 değerleri arasında belirlenmiştir en yüksek pH değeri C örneğinde, en düşük pH değeri ise B, D ve E yoğurt örneklerinde belirlenmiştir (p<0,05). Aynı yoğurt örneği içinde depolama günleri arasında pH değerlerinde istatistiki açıdan fark belirlenmiştir (p<0,05). A,B,D ve E örneklerinde en yüksek pH değeri 1. günde, en düşük pH değeri 15. günde belirlenmiş olup depolama süresi boyunca aşamalı bir azalma belirlenmiştir (p<0,05). C yoğurdunda ise 1. günde en yüksek pH değeri belirlenmiş ve en düşük pH değerleri 8 ve 15. günlerde belirlenmiştir (p<0,05).

Yoğurt örneklerinin protein miktarlarına ait veriler Çizelge 3.8'de belirtilmiştir. Yoğurtlarda saptanan protein değerleri; 3,81-4,47 değerleri arasında değişim göstermektedir. Yapılan varyans analizleri sonucuna göre çeşitler arasında ve depolama sürelerine bağlı gözlenen farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına uygulanan LSD karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.8 Yoğurt örneklerinin protein değerleri

<b>Örnekler</b>	<b>1. Gün</b>	<b>8. Gün</b>	<b>15. Gün</b>
<b>A</b>	3,09 ±0,08 <sup>C,b</sup>	3,26 ±0,19 <sup>C,b</sup>	3,86 ±0,005 <sup>C,a</sup>
<b>B</b>	4,93 ±0,1 <sup>A,b</sup>	5,08 ±0,04 <sup>A,b</sup>	5,63 ±0,1 <sup>A,a</sup>

<b>C</b>	4,78±0,006 <sup>A,b</sup>	4,21 ±0,05 <sup>B,c</sup>	5,33 ±0,11 <sup>A,a</sup>
<b>D</b>	3,79 ±0,13 <sup>B,b</sup>	4,00 ±0,08 <sup>B,ab</sup>	4,38 ±0,07 <sup>B,a</sup>
<b>E</b>	3,72 ±0,13 <sup>B,a</sup>	3,89 ±0,06 <sup>B,a</sup>	4,09 ±0,07 <sup>BC,a</sup>

<sup>1</sup> a, b, c Farklı küçük harfleri depolama günleri arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğunu göstermektedir ( $P<0,05$ ), <sup>2</sup> A,B,C Farklı büyük harfleri aynı depolama süresi içinde yoğurt çeşitleri arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğunu göstermektedir ( $P<0,05$ )

Yoğurtların protein miktarları incelendiğinde depolama süresince meydana gelen değişimlerin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Depolamanın 1. gününde çeşitler arasında protein içeriği 3,09-4,93 değerleri arasında belirlenmiş olup, en yüksek protein içeriği B ve C yoğurtlarında, en düşük protein içeriği A yoğurunda belirlenmiştir. Depolamanın 8. gününde 3,26-5,08 değerleri arasında değişim belirlenmiş ve en yüksek protein içeriğini B örneğinde, en düşük protein içeriği A örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Depolamanın 15. gününde 3,86-5,63 değerleri arasında değişim belirlenmiştir. Yoğurt örnekleri içeriğindeki manda sütü oranı azaldıkça depolamanın son gününde yoğurtların protein içeriğinde aşamalı bir azalma belirlenmiştir. En yüksek protein içeriği B ve C yoğurt örneklerinde belirlenmiş olup, diğer yoğurt örneklerinde manda sütü oranı azaldıkça protein içeriği azalmış olup, en düşük protein içeriği %100 inek sütünden üretilen A yoğurunda belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Aynı yoğurt örneği içinde protein içeriğinde depolama günleri arasında E yoğurt örneğinde istatistiki açıdan fark belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ). A, B, C ve D örneklerinde ise istatistiki açıdan önemli farklılıklar belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Depolama süresi boyunca protein içeriğinde kuru maddedeki artışa bağlı olarak kısmi artış meydana geldiği belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Düşünen [72] inek ve manda sütü yoğurtlarında yapmış olduğu çalışmada; inek yoğurdunun ve manda yoğurdunun yağ içeriğini sırasıyla 3,82-7,65 arasında, protein içeriğini 3,90-4,22 arasında, kuru madde içeriğini 13,10-18,61 arasında, kül yüzdesini 0,75-0,76 arasında bulmuştur. Elde ettiğimiz analiz sonuçlarımız ile Düşünen [72]'in verileri çalışmamız ile benzer bulunmuştur.

Sömer [73] farklı yörelerdeki yoğurt örnekleri üzerine yapmış olduğu çalışmada kuru madde içeriğini 15,3-31,55 aralığında, pH değerini 3,34-4,54 aralığında, % kül miktarını 0,55 ile 3,49 aralığında, yağ miktarını 3-19,6 aralığında, protein miktarını 3,45-11,68 aralığında bulmuştur. Elde ettiğimiz veriler kullanılan süt çeşidi ve ısıl işlem parametreleri ile değerlendirildiğinde paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

Kucuköner ve Tarakçı [74] inek yoğurtların protein değerini 3.80, yağ değerini 3.18, kül miktarını 1.09 bulmuştur. 10 günlük depolama süresince pH değeri 3.93-4.13 aralığında olup depolama süresince azalma meydana gelmiş, titrasyon asitliği ise 1.27-1.33 değeri arasında sonuç vermiş olup depolama süresince artış göstermiştir. Elde edilen sonuçlarda pH değerleri paralellik göstermiş olup, titrasyon asitliği değerleri en sağlıklı sonucu manda sütü içeren yoğurt örneklerinde verdiği belirlenmiştir.

Şengül ve ark. [75] yapmış olduğu çalışmada toplam katı madde miktarını 13.64, kül miktarını 0.78, yağ miktarını 3.80 ve protein içeriğini 3.27 bulmuştur. Yağ miktarında elde ettiğimiz sonuçlar çalışmada elde edilen verilerden daha yüksektir. Diğer sonuçlar paralellik göstermektedir.

Wijesekara ve ark. [76], inek sütünden üretmiş olduğu kontrol yoğurdunda depolama süresi boyunca kül (%) değerini incelemiş ve depolamanın 1. gününde 0.65, 7. gününde 0.80, 14. gününde 0,80 olarak belirlemiştir. Elde edilen yüzde kül miktarı istatistiki olarak değerlendirildiğinde, üretilen yoğurdun kül miktarında depolama süresinde önemli bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). pH değeri incelendiğinde depolamanın 1. 7. ve 14. günlerinde sırasıyla; 5.01, 4.95, 4.94 olarak bulunmuş ve depolama süresince pH değerinde azalma meydana geldiği belirlenmiştir.

Casarotti ve ark. [45] titre edilebilir asitlik değerini depolama süresince 0.82-1.06 değerlerinde ve artış gösterdiğini bulmuştur. pH değerini 4.31-4.59 değerlerinde ve depolama süresince azaldığını bulmuştur. Elde ettiğimiz sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

Petridis ve ark. [77] manda ve inek yoğurtları ile yapmış olduğu çalışmada yağ miktarı 3.56-7.83 değer aralığında, titrasyon asitliğini 0.83-1.15 değer aralığında bulmuş olup elde edilen sonuçlarımız ile paralellik göstermektedir.

Yoğurt örneklerinin  $L^*$  değeri ait veriler Çizelge 3.9'da gösterilmiştir. Yoğurtlarda saptanan  $L^*$  değerleri; 93,91-95,33 değerleri arasında değişim göstermektedir. Yapılan varyans analizleri sonucuna göre çeşitler arasında ve depolama sürelerine bağlı gözlenen farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına uygulanan LSD karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3.9'de verilmiştir.

Çizelge 3.9 Yoğurt örneklerinin renk ölçümleri  $L^*$  değeri

Örnekler	1. Gün	8. Gün	15. Gün
----------	--------	--------	---------



<b>A</b>	94,47±0,02 <sup>C,b</sup>	94,89±0,06 <sup>B,a</sup>	93,91±0,01 <sup>D,c</sup>
<b>B</b>	94,75±0,05 <sup>B,b</sup>	95,06±0,17 <sup>B,a</sup>	94,24±0,01 <sup>A,c</sup>
<b>C</b>	94,53±0,08 <sup>C,b</sup>	95,02±0,04 <sup>B,a</sup>	94,23±0 <sup>A,c</sup>
<b>D</b>	94,8±0,04 <sup>B,b</sup>	95,33±0,03 <sup>A,a</sup>	94,12±0,005 <sup>C,c</sup>
<b>E</b>	94,97±0,06 <sup>A,a</sup>	94,09±0 <sup>C,b</sup>	94,14±0,01 <sup>B,b</sup>

<sup>1</sup> a, b, c Farklı küçük harfleri depolama günleri arasındaki farklılıkların istatistikî açıdan önemli olduğunu göstermektedir ( $P<0,05$ ), <sup>2</sup> A,B,C,D Farklı büyük harfleri aynı depolama süresi içinde yoğurt çeşitleri arasındaki farklılıkların istatistikî açıdan önemli olduğunu göstermektedir ( $P<0,05$ )

Hunter renk sisteminde  $L^*$  değeri parlaklık (100: beyaz) ve karanlığın (0: siyah) ölçüsünü temsil etmektedir. Depolama süresi boyunca yoğurtlardaki değişimler incelendiğinde E yoğurt örneğinde depolamanın 1. günde en yüksek değer, depolamanın 8. ve 15. günlerinde ise istatistiksel olarak bir fark görülmemekle beraber ( $p>0,05$ )  $L^*$  değerinde kısmi bir düşüş belirlenmiştir. A, B, C ve D yoğurt örneklerinde en yüksek  $L^*$  değeri depolamanın 8. gününde belirlenmiş, en düşük değer 15. günde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Yoğurt çeşitleri arasındaki değişimler değerlendirildiğinde; depolama günleri arasında 1. günde en yüksek değeri E yoğurt örneğinde, en düşük değer A ve C örneklerinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Depolamanın 8. gününde en yüksek değer D örneğinde, en düşük değer E örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Depolamanın 15. gününde en yüksek değer B ve C örneklerinde, en düşük değer A örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Manda sütü, inek sütüne oranla daha beyaz olduğu için manda sütü içeren yoğurt örneklerinin daha yüksek  $L^*$  değeri göstermesi içerdikleri  $\beta$  karoten değeriyle ilişkili olduğu değerlendirilmiştir.

Yoğurt örneklerinin  $a^*$  değeri ait veriler Çizelge 3.10'te gösterilmiştir. Yoğurtlarda saptanan  $a^*$  değerleri; -1,87- -2,41 değerleri arasında değişim göstermektedir. Yapılan varyans analizleri sonucuna göre, çeşitler arasında ve depolama sürelerine bağlı gözlenen farklılıkların istatistikî açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına uygulanan LSD karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3.10'de verilmiştir.

Çizelge 3.10 Yoğurt örneklerinin renk ölçümleri  $a^*$  değeri

<b>Örnekler</b>	<b>1. Gün</b>	<b>8. Gün</b>	<b>15. Gün</b>
<b>A</b>	-2,17 ±0,01 <sup>A,ab</sup>	-2,07 ±0,09 <sup>B,a</sup>	-2,24 ±0,01 <sup>B,b</sup>
<b>B</b>	-2,18 ±0 <sup>A,b</sup>	-1,96 ±0,09 <sup>AB,a</sup>	-2,18 ±0 <sup>A,b</sup>

<b>C</b>	-2,41 ±0,02 <sup>C,b</sup>	-1,99±0,005 <sup>AB,a</sup>	-2,39 ±0,01 <sup>E,b</sup>
<b>D</b>	-2,24 ±0,01 <sup>B,b</sup>	-1,87 ±0 <sup>A,a</sup>	-2,27 ±0,01 <sup>C,c</sup>
<b>E</b>	-2,26 ±0 <sup>B,a</sup>	-2,30 ±0,005 <sup>C,b</sup>	-2,36 ±0,01 <sup>D,c</sup>

<sup>1</sup> a, b, c Farklı küçük harfleri depolama günleri arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğunu göstermektedir (P<0,05), <sup>2</sup> A,B,C,D Farklı büyük harfleri aynı depolama süresi içinde yoğurt çeşitleri arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğunu göstermektedir (P<0,05)

Yoğurt örneklerinin ortalama a\* değeri; + değer kırmızılık, - değer yeşillik anlamına gelmektedir. Çalışmamızda bu değer -2,41 ile -1,87 arasında değişim göstermektedir. Aynı yoğurt örneği içinde depolama günleri arasında C ve B yoğurdu 1. günde en yüksek değeri gösterirken, depolamanın 8. ve 15. günlerinde istatistiksel olarak bir fark görülmemekle beraber a\* değerinde bir düşüş söz konusudur (p<0,05). D ve A yoğurdu depolamanın 8. gününde en yüksek değeri gösterirken, depolamanın 15. gününde en düşük değeri göstermişlerdir (p<0,05). E yoğurdunda ise depolama süresince kısmi bir azalma meydana geldiği belirlenmiştir (p<0,05). Yoğurt çeşitleri arasında istatistiki değerlendirme sonucunda ise depolamanın 1. gününde en yüksek değeri A ve B yoğurdu örneği, depolamanın 8. gününde D yoğurdu, depolamanın 15. gününde B yoğurdu göstermiştir (p<0,05). En düşük değeri ise depolamanın 1 ve 15. günlerinde C yoğurt örneği, depolamanın 8. gününde E yoğurt örneğinde belirlenmiştir (p<0,05).

Yoğurt örneklerinin b\* değeri ait veriler Çizelge 3.11'te belirtilmiştir. Yoğurtlarda saptanan b\* değerleri; 9,73-11,27 değerleri arasında değişim göstermektedir. Yapılan varyans analizleri sonucuna göre çeşitler arasında ve depolama sürelerine bağlı gözlenen farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına uygulanan LSD karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3.11'de verilmiştir.

Çizelge 3.11 Yoğurt örneklerinin renk ölçümleri b\* değeri

<b>Örnekler</b>	<b>1. Gün</b>	<b>8. Gün</b>	<b>15. Gün</b>
<b>A</b>	10,85±0,04 <sup>A,b</sup>	10,39±0,5 <sup>AB,c</sup>	11,3±0,02 <sup>A,a</sup>

<b>B</b>	10,21±0 <sup>D,b</sup>	10,05±0,01 <sup>ABC,c</sup>	10,96±0,005 <sup>C,a</sup>
<b>C</b>	9,73±0,05 <sup>E,b</sup>	9,60±0,01 <sup>C,b</sup>	10,91±0 <sup>D,a</sup>
<b>D</b>	10,75±0,02 <sup>B,b</sup>	9,75±0,02 <sup>BC,c</sup>	11,26±0,01 <sup>B,a</sup>
<b>E</b>	10,68±0 <sup>C,b</sup>	10,67±0,01 <sup>A,b</sup>	11,27±0,01 <sup>B,a</sup>

<sup>1</sup> a, b, c Farklı küçük harfleri depolama günleri arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğunu göstermektedir ( $P<0,05$ ), <sup>2</sup> A,B,C,D Farklı büyük harfleri aynı depolama süresi içinde yoğurt çeşitleri arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğunu göstermektedir ( $P<0,05$ )

Yoğurt örneklerinde ortalama b\* değeri 9,6 ile 11,3 arasında değişmektedir ve b\* değerinde + değer sarılık, - değer mavilik anlamına gelmektedir. Aynı yoğurt örneği içinde B yoğurdunda depolama süresince kısmi bir azalma meydana geldiği belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). A yoğurdu ve D yoğurdunda depolamanın 8. gününde en düşük değeri gösterirken, depolamanın 15. Gününde en yüksek değeri göstermiştir ( $p<0,05$ ). E ve C yoğurt örneğinde depolamanın 1 ve 8. günlerinde istatistiksel olarak bir fark görülmemekle beraber 15. günden daha düşük b\* değeri belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Yoğurt çeşitleri arasında istatistiki değerlendirme sonucunda ise, depolamanın 1. ve 15. günlerinde en yüksek değeri A yoğurdu, 8. günde E yoğurt örneği vermiştir ( $p<0,05$ ). En düşük değeri ise depolamanın her gününde C yoğurt örneği vermiştir ( $p<0,05$ ).

Gıda maddelerinin rengi, gıdanın tüketici tarafından tercih edilmesinde ve tüketilmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle bir gıdanın renk özelliklerinin değerlendirilmesi ve hassas olarak da ölçülmesi gerekmektedir. Renk ölçümü konusunda göz ile yapılan subjektif değerlendirme yanıltıcı olabileceği için çeşitli cihazlarla yardımıyla yapılan objektif ölçümler gerekmektedir. Ölçümlerdeki standart yöntem 1931 yılında International Commission of Illumination (CIE) tarafından kabul edilen yöntem olup, CIE sisteminde  $L^*$  değeri beyazlığı,  $a^*$  değeri kırmızılık ve yeşilliği,  $b^*$  değeri ise sarılık ve maviliği belirlemektedir [78].

Gıdanın renginin, tazelik, tüketici arzusu, olgunluk ve güvenlik gibi çeşitli kalite parametreleriyle yakından ilişki olduğu bilinmektedir [76]. Hafif [60] yapmış olduğu çalışmada, inek sütünden yapılan yoğurt örneğinin  $L$  değerini  $91.53±0.25$ ,  $a$  (-) değerini  $3.10±0.05$ ,  $b$  değerini  $11.62±0.05$  olarak bulmuştur.

Demirci ve ark. [54] set tip yoğurtlarda yapmış olduğu araştırmada  $L$  değeri  $89.72 ± 0.15$ ,  $a$  değeri  $-3.43 ± 0.25$ ,  $b$  değeri  $6.92 ± 0.09$  olarak belirlemişlerdir. Çalışmamızda elde

ettiğimiz veriler; inek ve manda sütünün özellikleri ile değerlendirildiğinde, literatür ile benzer sonuç göstermiştir.

Yaralı ve Çetiner [31] süzme inek yoğurtları üzerine yapmış olduğu çalışmada, ortalama olarak  $L^*$  değerini 94.44,  $a^*$  değerini -1.66 ve  $b^*$  değeri 9.43 olarak belirlemiştir ve elde ettiği veriler çalışmamız ile benzerlik göstermektedir.

Petridis ve ark. [77] manda ve inek yoğurtları ile yapmış olduğu çalışmada  $L$  değerini 86.18-91.15 değer aralığında,  $a$  (-) değerini 2.38-2.4 değer aralığında,  $b$  değerini 1.98-3.45 değer aralığında bulmuştur.  $L$  ve  $a$  değerleri çalışmamızla benzer olup, çalışmamızda bulunan  $b$  değerleri ilgili çalışmaya göre daha yüksek bulunmuştur.

### 3.2.2 Tekstür ve Reolojik Özellikleri

Yoğurt örneklerinin sıklık, tutarlılık, yapışkanlık ve viskozite değerlerine ait veriler Çizelge 3.12’te belirtilmiştir. Yapılan varyans analizleri sonucuna göre, çeşitler arasında ve depolama sürelerine bağlı gözlenen farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına uygulanan LSD karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3.12’de verilmiştir.

Çizelge 3.12 Yoğurtların tekstür ve reolojik özellikleri

Analizler	Gün	A	B	C	D	E
Sıklık (g)	1.gün	145,25±	475,885±	455,86	301,54	300,11±
		17,63 <sup>D,b</sup>	5,97 <sup>A,b</sup>	±90,0 <sup>B,c</sup>	±5,58 <sup>C,b</sup>	0,12 <sup>C,c</sup>
	8.gün	163,84±	600,77±	477,98	379,39±	308,45±
		10,74 <sup>C,a</sup>	105,33 <sup>A,ab</sup>	±104,93A <sup>B,b</sup>	11,98 <sup>B,a</sup>	18,15 <sup>BC,b</sup>
	15.gün	171,455±	720,4±	585,29	432,29±	344,025±
		17,43 <sup>E,a</sup>	121,5 <sup>A,a</sup>	±30,66 <sup>B,a</sup>	26,99 <sup>C,a</sup>	9,46 <sup>D,a</sup>
Kohesivlik (Tutarlılık) (g.sec)	1.gün	6186,01±	24802,75±	24013,77	14125,69±	16485,87±
		339,01 <sup>C,b</sup>	2523,94 <sup>A,b</sup>	±818,38 <sup>A,a</sup>	707,0 <sup>B,c</sup>	0,0 <sup>B,b</sup>
	8.gün	7211,06±	31606,29±	25246,99	17858,04±	17044,25±
		216,64 <sup>D,a</sup>	2019,74 <sup>A,ab</sup>	±5,65 <sup>AB,a</sup>	94,63 <sup>BC,b</sup>	198,87 <sup>C,ab</sup>
	15.gün	7466,98±	36478,37±	27416,72	21200,57±	18134,9±
		56,04 <sup>D,a</sup>	4821,54 <sup>A,a</sup>	±22,57 <sup>B,a</sup>	1146,62 <sup>C,a</sup>	613,34 <sup>C,a</sup>

<sup>1</sup>↓ a, b, c: Aynı yoğurt örneği içinde depolama günleri arasındaki farkı göstermektedir ( $p < 0,05$ ), <sup>2</sup>→ A,B,C,D: Aynı depolama günü içinde yoğurt örnekleri arasındaki farkı göstermektedir ( $p < 0,05$ )

Çizelge 3.12 Yoğurtların tekstür ve reolojik özellikleri (devamı)

Analizler	Gün	A	B	C	D	E
Yapışkanlık (g)	1.gün	-80,585± 2,07 <sup>A,a</sup>	-311,315± 112,08 <sup>BC,a</sup>	-384,26 ±38,83 <sup>Ca</sup>	-168,045± 13,72 <sup>AB,a</sup>	-175,36± 0,0 <sup>ABC,a</sup>
	8.gün	-81,725± 1,15 <sup>A,ab</sup>	-446,095± 103,96 <sup>C,ab</sup>	-280,27 ±21,82 <sup>B,a</sup>	-206,135± 7,94 <sup>BC,a</sup>	-169,855± 28,56 <sup>AB,a</sup>
	15.gün	-86,985± 0,96 <sup>A,b</sup>	-460,01± 42,07 <sup>C,a</sup>	-392,205± 46,16 <sup>ABC,a</sup>	-244,065± 63,67 <sup>B,a</sup>	-197,325± 17,93 <sup>B,a</sup>
Viskozite (g.sec)	1.gün	-276,82 ±5,3 <sup>A,a</sup>	-1058,44 ±5,6 <sup>C,a</sup>	-1035,52 ±8,8 <sup>C,a</sup>	-666,84 ±21,4 <sup>B,a</sup>	-648,98 ±2,8 <sup>B,a</sup>
	8.gün	-286,80 ±1,4 <sup>A,ab</sup>	-1564,46 ±120,5 <sup>D,b</sup>	-1175,84 ±4,9 <sup>C,ab</sup>	-862,67 ±7,4 <sup>B,a</sup>	-681,25 ±1,4 <sup>B,a</sup>
	15.gün	-293,27 ±2,9 <sup>A,b</sup>	-1920,47 ±154,6 <sup>D,b</sup>	-1258,88 ±90,7 <sup>C,b</sup>	-1109,68 ±1,4 <sup>C,b</sup>	-747,495 ±17,4 <sup>B,b</sup>

<sup>1</sup>↓ a, b, c: Aynı yoğurt örneği içinde depolama günleri arasındaki farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ), <sup>2</sup>→ A,B,C,D: Aynı depolama günü içinde yoğurt örnekleri arasındaki farkı göstermektedir ( $p<0,05$ )

Aynı yoğurt örneği içinde depolama günleri arasında tüm örneklerin sıklık değerlerinde istatistiki açıdan bir fark belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Depolama günleri incelendiğinde sıklık değeri tüm yoğurt örneklerde en yüksek değerini 15. günde ve en düşük değeri 1. günde verdiği belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Depolama süresinin artışına paralel olarak bütün çeşitlerin sıklık değerlerinin de arttığı gözlenmiştir. B, C ve E yoğurt örneklerinde; depolama süresince kısmi bir artış söz konusu olmuştur. A ve D örneklerinde en düşük değer 1. günde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). En yüksek değerler depolamanın 8 ve 15. günlerde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Yoğurt çeşitleri arasında sıklık değerinde depolamanın her gününde meydana gelen değişimlerin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Depolamanın her gününde en yüksek sıklık değeri B örneğinde, en düşük değer ise A örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Karışımlar arasında en yüksek sıklık değeri C örneğinde, en düşük değer ise E örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Depolama süresindeki artış ile sertlik değerlerinin artması, örneklerin depolama süresince kurumadde artışları ve jel yapısında görülen değişimlerle alakalı olduğu düşünülmüştür.

Aynı yoğurt örneği içinde depolama günleri arasında tutarlık ve yapışkanlık değerlerinde C örneğinde istatistiki açıdan bir fark görülmemiştir ( $p>0,05$ ). A örneğinde ise depolamanın 8 ve 15. günlerinde istatistiki açıdan bir fark belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ) ve en yüksek değer bu günlerde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Depolamanın 1. Gününde 8 ve 15. güne oranla istatistiki açıdan fark belirlenmiş olup daha düşük tutarlılık değerine sahip olduğu

belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Diğer yoğurt örneklerinde depolama süresinde kısmi bir artış belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Yoğurt çeşitleri arasında tutarlılık değerinde depolamanın her gününde meydana gelen değişimlerin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Depolamanın her gününde en yüksek sıklık değerini %100 manda yoğurdunda, en düşük değer ise %100 inek yoğurdunda belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Manda sütünün kuru madde içeriğinin inek sütüne oranla daha yüksek olması, tekstür parametrelerinde daha sıkı bir kıvamına sahip olmasında en önemli faktör olarak değerlendirilmiştir.

Aynı yoğurt örneği içinde depolama günleri arasında yapışkanlık değerlerinde C, D ve E yoğurt örneklerinde depolama süresince yapışkanlık değerinin kısmi olarak azaldığı belirlenmiş, fakat istatistiki açıdan bu farklılıkların önemli olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ). A ve B yoğurtlarında meydana gelen değişimlerin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Yoğurt çeşitleri arasında yapışkanlık değerinde depolamanın her gününde meydana gelen değişimlerin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ve en düşük değeri B yoğurdu, en yüksek değer ise depolama süresince A yoğurdunda belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Yapışkanlık değerinde meydana gelen negatif yönde olan azalma kıvamında artış anlamına gelmektedir.

Aynı şekilde, yoğurt örneklerinin viskozite değerlerinde meydana gelen değişimlerin (Çizelge 3.12) de istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Tüm yoğurt örneklerinde depolama süreci boyunca kısmi bir artış meydana geldiği belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Yoğurt çeşitleri arasında viskozite değerlerinde meydana gelen değişimlerin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Depolamanın 1. günü -276,82 ile -1058,44 değerleri arasında sonuçlar elde edilmiştir ve en yüksek değeri B ve C yoğurt örneklerinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Depolamanın 8. gününde -276,82 ile -1058,44 değerleri arasında sonuçlar elde edilmiştir ve en yüksek değeri B örneğinde, en düşük değer A örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Karışımlar arasında en yüksek değer C örneğinde, en düşük değer D ve E örneklerinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Depolamanın 15. gününde en yüksek değeri B örneğinde, en düşük değer A örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Karışımlar arasında en yüksek değer C ve D örneklerinde, en düşük değer E örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Elde edilen verilere göre, depolama süresince viskozite değerinin artışı literatürle paralellik arz etmektedir [24]. Süte uygulanan ısıl işlemin denatürasyonun artmasına sebep olduğu, bu durumun da suyun bağlanmasını ve viskoziteyi arttırdığı ifade edilmiştir [73].

Ovayurt [48] çalışmasında; yoğurt yapımında kullanılan sütün kuru madde içeriği, yağ ve protein miktarları ile korelasyon halinde olduğunu için; kuru madde miktarı arttıkça konsistens ve viskozitenin artmakta, serum ayrılmasının ise azalmakta olduğunu belirtmiştir. Böylece çalışmamızda kullandığımız manda sütünün kuru madde içeriğinin inek sütüne oranla daha yüksek olmasının yanı sıra, yağ ve protein miktarlarının da inek sütüne oranla daha yüksek olması sebebiyle tekstür parametrelerinde manda yoğurdunda daha yüksek değerler çıkması anlamlı bulunmuştur.

Yoğurt çeşitleri incelendiğinde; viskozite değerlerinin kurumadde değerlerinin artışına paralel arttığı tespit edilmiş olup, sonuçlar Kocatürk [78] 'ün bulgularıyla benzerlik göstermiştir.

Miocinovic ve ark. [61]'nin inek ve keçi sütünden yapılan yoğurtların reolojik ve tekstürel değerleri üzerine yapmış olduğu çalışmaya göre; inek yoğurdunda sıklık, yapışkanlık ve tutarlılık değeri çalışmamızla benzerr bulunmuştur. Manda yoğurdunun inek yoğurduna göre daha yüksek bir kıvama sahip olması yüksek kurumadde içeriğiyle alakalı bulunmuştur.

### **3.2.3 Mikrobiyolojik Özellikler**

Yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik değerlerine ait veriler logaritmik değerler olarak Çizelge 3.13'te gösterilmiştir. Yapılan varyans analizleri sonucuna göre çeşitler arasında ve depolama sürelerine bağlı gözlenen farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına uygulanan LSD karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3.13'de verilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre yoğurdun toplam spesifik mikroorganizma sayısının en az  $10^7$  kob/g olması gerektiği belirlenmiştir [1].

Çizelge 3.13 Laktik asit bakteri sayımı (log kob/mL)

Analizler	Gün	A	B	C	D	E
<i>Streptococcus thermophilus</i>	1.gün	7,33±0,05 A,a	7,22±1,06 A,a	7,51±0,22 A,b	6,97±0,39 A,a	7,44±0,25 A,a
	8.gün	6,68±0,12 C,b	9,32±0,05 A,a	8,15±0,25 B,a	8,25±0,45 B,a	7,53±0,18 BC,a
	15.gün	7,87±0,18 B,a	9,00±0,02 A,a	7,69±0,02 B,ab	7,40±0,21 B,a	7,79±0,13 B,a
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	1.gün	4,15±0,06 B,b	5,03±0,01 A,b	4,64±0,01 A,a	4,43±0,21 B,a	4,00±0,18 B,b
	8.gün	4,94±0 C,a	5,55±0,03 A,a	5,20±0,12 B,a	4,58±0 BC,a	5,14±0,01 BC,a
	15.gün	4,80±0,25 A,a	5,61±0,12 A,a	4,93±0,21 A,a	5,55±0,74 A,a	4,77±0,32 A,ab

<sup>1</sup>↓ a, b, c: Aynı yoğurt örneği içinde depolama günleri arasındaki farkı göstermektedir (p<0,05), <sup>2</sup>→ A,B,C,D: Aynı depolama günü içinde yoğurt örnekleri arasındaki farkı göstermektedir (p<0,05)

Örneklerdeki *S. thermophilus* sayıları 6,68-9,32 kob/g aralığında değişim göstermiştir. Aynı yoğurt örneği içinde depolama süresince *Streptococcus thermophilus* sayımında E yoğurt örneğinde istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiş olup, diğer yoğurt çeşitlerinde depolama faktörünün istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (p<0,05). B ve D yoğurt örneklerinde depolamanın 1. gününde en düşük değer gözlenmiştir. Depolamanın 8 ve 15. günlerinde, *S. thermophilus* sayılarında istatistiki açıdan da önem arz eden bir artış belirlenmiştir (p<0,05). A yoğurt örneğinde depolamanın 1 ve 15. günlerinde en yüksek değer belirlenmiştir, depolamanın 8. gününde ise en düşük değeri göstermiştir (p<0,05). C örneğinde ise depolamanın 8. gününde ise en yüksek değeri göstermiş, depolamanın 1. gününde ise en düşük değeri göstermiştir (p<0,05). Yoğurt çeşitleri arasında istatistiki değerlendirme sonucunda ise, depolamanın 1. gününde 6,97- 7,51 değerleri arasında sonuçlar elde edilmiş olup, istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir (p>0,05). Depolamanın 8. gününde 6,68-9,32 değerleri arasında sonuçlar elde edilmiş olup en yüksek değer B örneğinde, en düşük değer A örneğinde belirlenmiştir. Karışımlar arasında en yüksek değer C ve D örneklerinde, en düşük değer E örneğinde belirlenmiştir (p<0,05). Depolamanın 15. gününde 7,40-9,00 değerleri arasında sonuçlar elde edilmiş olup en yüksek değer B örneğinde belirlenmiştir (p<0,05). Genel olarak ortamdaki metabolitlerin artması ve asitliğin yükselmesiyle birlikte



bakteri sayılarında da ilerleyen depolama süreciyle birlikte artış ve azalmalar meydana geldiği gözlenmiştir. Çalışmamızda tüm yoğurt çeşitlerinde sayımı yapılan *S. thermophilus* sayıları tebliğde belirtilen değerin üzerinde bulunmuştur ve sonuçların tebliğ ile paralellik gösterdiği gözlemlenmiştir.

Örneklerin *L. bulgaricus* sayıları ise yine logaritmik değerler olarak 4,0-5,61 kob/g aralığında değişim göstermiştir. Aynı yoğurt örneğinin depolama sürecinde; *L.bulgaricus* sayımında C ve D örneklerinde istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ). A, B ve E yoğurt çeşitlerinde depolama faktörünün istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). B ve A yoğurt örnekleri depolamanın 1. gününde en düşük değeri göstermiştir ve en yüksek değer depolamanın 8 ve 15. günlerinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). E yoğurt örneğinde ise depolamanın 8. gününde ise en yüksek değeri göstermiş, depolamanın 1. gününde ise en düşük değeri göstermiştir ( $p<0,05$ ). Yoğurt çeşitleri arasında istatistiki değerlendirme sonucunda ise; depolamanın 1. gününde 4,00- 5,03 değerleri arasında sonuçlar elde edilmiş olup en yüksek değer B ve C yoğurt örneklerinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Depolamanın 8. gününde 4,58- 5,55 değerleri arasında sonuçlar elde edilmiş olup en yüksek değer B örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Depolamanın 15. gününde ise 4,80- 5,61 değerleri arasında sonuçlar elde edilmiş olup çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

Ortamdaki metabolitlerin artması ve asitliğin yükselmesiyle birlikte *L. bulgaricus* bakteri sayılarında da ilerleyen depolama süreciyle birlikte doğal olarak artış ve azalmalar meydana geldiği gözlenmiştir.

Marafon ve ark. [79]'nın hazırlamış olduğu katkısız yoğurt örneklerinde mikrobiyolojik değerlendirmeye göre; *L.bulgaricus* sayısını 5,17-5,47 değerleri arasında, *S. thermophilus* sayısı 9,31-9,7 değerleri arasında tespit etmiştir ve *L.bulgaricus* sayısı çalışmamız ile paralellik göstermektedir.

Sömer [73] farklı yörelerdeki torba yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik sayımını gerçekleştirmiş ve *L.bulgaricus* sayısını 5,25-8,92 aralığında, *S. Thermophilus* sayısını 4,4-8,74 aralığında bulmuştur.

Çelik ve Temiz [46] geleneksel yoğurt örneklerinde yapmış olduğu çalışma ile *S. thermophilus* ve *L.bulgaricus* sonuçlarımız paralellik göstermektedir. Elde edilen bulgular genel anlamda literatürle uyum göstermektedir.

### 3.2.4 Uçucu Lezzet Bileşenleri

Manda ve inek sütü karışımları ile hazırlanmış yoğurt örneklerimizde toplam 111 uçucu bileşik tespit edilmiş olup, önem arz eden uçucu bileşenler Çizelge 3.14 'da belirtildiği gibi istatistiki değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Yapılan varyans analizleri sonucuna göre, çeşitler arasında ve depolama sürelerine bağlı gözlenen farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına uygulanan LSD karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3.14'de verilmiştir. Söz konusu uçucu bileşikler alkanlar, esterler, asitler, ketonlar, aldehitler ve alkoller olarak gruplandırılmıştır. Yoğurtta temel lezzet bileşeninin asetaldehit olduğu bilinmektedir [77]. Yapmış olduğumuz uçucu bileşen analizinde aldehit grubunda sadece asetaldehit baskın uçucu bileşik olarak belirlenmiştir. İstatistiki olarak değerlendirildiğinde en yüksek değer, %50 manda-%50 inek sütü karışımıyla hazırlanan D yoğurt örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Asetaldehit bileşenine ek olarak aseton, 2-bütanon, diasetil gibi diğer bileşiklerin de yoğurdun aromasına katkıda bulunduğu belirtilmiştir [74]. Ketonlar grubunda aseton, diasetil, 2-bütanon, 2-heptanon ve 2-nonanon baskın keton bileşikleri olarak tespit edilmiştir. Aseton istatistiki olarak değerlendirildiğinde en yüksek değer depolamanın 1. gününde B örneğinde, depolamanın 15. gününde D örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). 2-bütanon istatistiki olarak değerlendirildiğinde en yüksek değer depolamanın 1. gününde B örneğinde belirlenmiş olup, depolamanın 15. gününde C örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Diasetil istatistiki olarak değerlendirildiğinde; en yüksek değerini depolamanın 1. gününde B örneğinde, depolamanın 15. gününde D örneğinde en yüksek değer gösterdiği belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). 2-heptanon istatistiki olarak değerlendirildiğinde en yüksek değerini depolamanın 1. gününde B örneğinde, depolamanın 15. gününde C örneğinde gösterdiği belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). 2-nonanon istatistiki olarak değerlendirildiğinde en yüksek değeri depolamanın 1. gününde E örneğinde belirlenmiş olup, depolamanın 15. gününde C örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Tüm bu baskın keton bileşikleri istatistiki olarak değerlendirilmesi göz önüne alındığında; manda sütü ilaveli yoğurt örneklerinde daha yüksek değerlerin tespit edildiği, en düşük değerlerin ise genel olarak %100 inek yoğurdu veya inek sütü oranının daha yüksek olduğu örneklerde gözlemlendiği belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Alkanlar grubunda hekzan bileşiğinin baskın olduğu belirlenmiştir. Hekzan içeriğinin sırasıyla B ve D yoğurt örneklerinde, diğer yoğurt örneklerine göre daha yüksek değerde olduğu

belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Asitler grubu incelendiğinde tüm yoğurt örneklerinde belirlenen başlıca asit bileşikleri kaprilik asit, dekanıik asit ve hekzanoik asittir.

Genel olarak değerlendirildiğinde yoğurdun temel aroma maddesi olan asetaldehit miktarının, süt karışımına giren manda sütü miktarının artmasına paralel olarak depolama süresince arttığı gözlenmiştir. Burada manda sütünün protein ve laktoz oranının inek sütüne oranla daha yüksek olmasının temel belirleyici unsur olduğu değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.14 Yoğurt örneklerinin aroma bileşenleri

BİLEŞİKLER	A		B		C		D		E	
	1. gün	15. gün	1. gün	15. gün	1.gün	15. gün	1.gün	15. gün	1. gün	15. gün
<b>ALDEHİTLER</b>										
Acetaldehyde	2,66 D,b	3,29 D,a	4,25 C,a	3,13 E,b	0,64 E,b	3,44 C,a	14,59 <sup>A</sup> .a	5,67 B,b	9,11 B,a	8,01 A,b
Nonanal	-	0,29 A,a	0,55 A,a	-	0,08 C,b	0,3 A,a	0,41 B,a	-	-	-
Benzaldehyde, 2,5-bis[(trimethylsilyl)oxy]- (CAS) 2,5-DIHYDROXYBENZALDEH YDE-DITMS	0,27 A,a	0,24 B,a	-	-	0,06 B,b	0,4 A,a	-	-	-	-
1,3-Benzodioxole-5-carboxaldehyde (CAS) Piperonal	-	-	-	-	-	-	0,54 A,b	0,68 A,a	-	-
<b>ALKANLAR</b>										
Hexane (CAS) n-Hexane	0,98 C,a	-	2,33 A,a	1,36 A,b	0,08 D,a	-	1,86 B,a	-	-	-
Nonane, 5-methyl-5-propyl- (CAS)	0,34 B,b	0,98 A,a	-	-	0,07 C,a	-	-	-	0,5 A,a	0,36 B,b
Decane (CAS) n-Decane	-	-	-	-	0,19 B,a	-	-	-	2,59 A,a	-
Pentadecane (CAS) n-Pentadecane	1,76 A,a	0,8 A,b	-	0,81 A,a	0,24 B,a	-	-	-	0,26 Ba	0,32 B,a
Octane, 4-methyl-	0,69 B,a	0,42 B,b	0,61 C,a	0,48 A,b	0,07 E,b	0,51 A,a	0,39 D,a	0,3 C,b	1,22 A,a	0,5 A,b
Octane, 3,3-dimethyl-	0,76 A,a	0,31 B,b	-	-	-	0,3 B,a	0,28 C,a	0,21 C,b	0,63 B,a	0,58 A,a

<sup>1</sup>↓ a, b, c: Aynı yoğurt örneği içinde depolama günleri arasındaki farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ), <sup>2</sup>→ A,B,C,D: Aynı depolama günü içinde yoğurt örnekleri arasındaki farkı göstermektedir ( $p<0,05$ )

Çizelge 3.14 Yoğurt örneklerinin aroma bileşenleri (devamı)

BİLEŞİKLER	A		B		C		D		E	
	1. gün	15. gün	1. gün	15. gün	1.gün	15. gün	1.gün	15. gün	1. gün	15. gün
<b>ALKANLAR</b>										
Heptane (CAS) n-Heptane	0,3 <sup>C,a</sup>	-	0,55 <sup>B,a</sup>	-	-	-	0,69 <sup>A,a</sup>	0,73 <sup>A,a</sup>	-	-
Cyclohexane (CAS)	-	-	-	0,36 <sup>C,a</sup>	-	-	0,31 <sup>A,b</sup>	0,94 <sup>A,a</sup>	0,35 <sup>A,b</sup>	0,53 <sup>B,a</sup>
Hexanaphthene										
Dodecane, 4,6- dimethyl-	-	-	-	0,4 <sup>A,a</sup>	-	0,4 <sup>A,a</sup>	1,07 <sup>A,a</sup>	-	-	-
Dodecane, 2,6,11-trimethyl-	0,23 <sup>B,a</sup>	-	0,32 <sup>A,b</sup>	0,6 <sup>C,a</sup>	-	-	-	0,67 <sup>B,a</sup>	-	1 <sup>A,a</sup>
Dodecane (CAS) n-Dodecane	-	-	0,38 <sup>B,a</sup>	-	-	-	1,56 <sup>A,a</sup>	-	-	-
3,6- Dimethyldecane	2,78 <sup>A,a</sup>	1,42 <sup>B,b</sup>	-	-	-	-	-	-	-	1,99 <sup>A,a</sup>
Hexadecane, 2,6,10,14- tetramethyl- (CAS) Phytane	0,4 <sup>A,a</sup>	0,35 <sup>B,a</sup>	0,31 <sup>B,a</sup>	-	-	-	0,3 <sup>B,a</sup>	-	-	0,54 <sup>A,a</sup>
Nonane, 3- methyl-5-propyl- (CAS)	0,71 <sup>A,b</sup>	1,03 <sup>A,a</sup>	0,37 <sup>C,b</sup>	0,64 <sup>B,a</sup>	-	-	0,61 <sup>B,a</sup>	-	0,72 <sup>A,a</sup>	-
Decane, 3,3,7- trimethyl-	1,67 <sup>A,a</sup>	0,24 <sup>A,b</sup>	0,73 <sup>B,a</sup>	-	-	-	-	-	-	-
Decane, 3,3,8- trimethyl- (CAS)	0,18 <sup>B,a</sup>	-	-	-	-	-	-	0,29 <sup>A,a</sup>	0,35 <sup>A,a</sup>	-
Tetradecane (CAS) n- Tetradecane	-	0,35 <sup>B,a</sup>	0,51 <sup>A,a</sup>	0,37 <sup>B,b</sup>	-	-	0,3 <sup>B,b</sup>	1,06 <sup>A,a</sup>	0,24 <sup>B,a</sup>	-
Propane, 2- methoxy- (CAS) Methyl isopropyl ether	-	1,06 <sup>B,a</sup>	-	1,27 <sup>A,a</sup>	-	-	0,56 <sup>A,a</sup>	-	-	-
Tridecane	0,47 <sup>B,a</sup>	-	1,68 <sup>A,a</sup>	1,32 <sup>A,b</sup>	-	-	-	-	-	-
Undecane, 5,6- dimethyl- (CAS)	0,3 <sup>A,a</sup>	-	-	-	-	-	0,27 <sup>A,a</sup>	-	-	-

<sup>1</sup>↓ a, b, c: Aynı yoğurt örneği içinde depolama günleri arasındaki farkı göstermektedir ( $p < 0,05$ ), <sup>2</sup>→ A,B,C,D: Aynı depolama günü içinde yoğurt örnekleri arasındaki farkı göstermektedir ( $p < 0,05$ )

Çizelge 3.14 Yoğurt örneklerinin aroma bileşenleri (devamı)

BİLEŞİKLER	A		B		C		D		E	
	1. gün	15. gün	1. gün	15. gün	1. gün	15. gün	1. gün	15. gün	1. gün	15. gün
<b>KETONLAR</b>										
2-propanone(Aseton)	-	-	7,79 A,a	3,83 B,b	0,18 B,b	2,1 C,a	-	5,98 A,a	-	3,95 B,a
2,3-Butanedione (CAS) Diacetyl	0,69 AB,b	2,58 C,a	3 A,a	1,49 D,b	0,07 B,b	1,11 E,a	1,77 AB,b	4,56 A,a	2,47 AB,b	2,88 B,a
2-Butanone, 3-hydroxy- (CAS) Acetoin	2,75 D,a	2,48 E,b	7,49 A,a	4,39 C,b	1,18 E,b	5,61 A,a	5,28 C,a	5,33 B,a	7,06 B,a	2,66 D,b
2-Heptanone (CAS) Heptan-2-one	1,9 D,b	4,16 C,a	4,07 A,b	4,59 B,a	0,91 E,b	4,88 A,a	2,84 C,a	2,82 E,a	3,75 B,a	3,19 D,b
2-Pentanone (CAS) Methyl propyl ketone	-	-	0,32 A,a	0,32 B,a	0,06 B,b	0,62 A,a	-	0,26 B,a	-	-
2-Nonanone (CAS) Methyl heptyl ketone	1,32 D,b	2,19 D,a	2,71 B,a	2,52 B,b	0,64 E,b	3,33 A,a	2,15 C,a	1,6 E,b	2,89 A,a	2,37 C,b
2,3-Pentanedione	0,33 B,b	1,64 B,a	-	0,7 E,a	-	1,22 D,a	0,55 A,b	2,07 A,a	0,58 A,b	1,52 C,a
2-Undecanone (CAS) 2-Hendecanone	0,58 D,b	0,84 B,a	0,71 C,b	1,11 A,a	0,22 E,b	1,16 A,a	0,97 B,a	0,65 C,b	1,07 A,a	1,16 A,a
<b>ASİTLER</b>										
Octanoic acid (CAS) Caprylic acid	5,99 A,b	7,63 A,a	0,95 D,b	3,01 D,a	-	2,1 <sup>E,a</sup>	2,58 <sup>C,b</sup>	3,19 C,a	3,41 B,b	5,74 B,a
Hexadecanoic acid (CAS) Palmitic acid	-	-	-	-	10,09 A,a	1,4 A,b	-	-	-	-
n-Hexadecanoic acid	-	-	-	-	45,12 A,a	-	-	-	-	-

Decanoic acid (CAS) Capric acid	1,94 A,b	2,35 A,a	0,38 C,a	0,46 D,a	0,1 <sup>D,b</sup>	0,48 D,a	0,77 <sup>B,a</sup>	0,63 C,b	0,34 <sup>C,b</sup>	0,9 <sup>B,a</sup>
------------------------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--------------------	-------------	---------------------	-------------	---------------------	--------------------

<sup>1</sup>↓ a, b, c: Aynı yoğurt örneği içinde depolama günleri arasındaki farkı göstermektedir ( $p < 0,05$ ), <sup>2</sup>→ A,B,C,D: Aynı depolama günü içinde yoğurt örnekleri arasındaki farkı göstermektedir ( $p < 0,05$ )

Çizelge 3.14 Yoğurt örneklerinin aroma bileşenleri (devamı)

BİLEŞİKLER	A		B		C		D		E	
	1. gün	15. gün	1. gün	15. gün	1.gün	15. gün	1.gün	15. gün	1. gün	15. gün
<b>ASİTLER</b>										
Hexanoic acid (CAS) n-Hexanoic acid	2,32 A,b	6,06 A,a	-	4,8 9 B,a	0,38 C,b	3,53 E,a	2,26 A,b	4,51 C,a	1,87 B,b	3,64 D,a
Butanoic acid (CAS) n-Butyric acid	0,73 <sup>B</sup> b	1,14 <sup>B</sup> a	-	1,4 5 A,a	0,04 <sup>D</sup> b	1,5 <sup>A,a</sup>	2,18 <sup>A</sup> a	-	0,51 <sup>C,a</sup>	-
3-METHYL- OXIRANE-2- CARBOXYLIC ACID	-	-	-	0,5 9 A,a	-	-	-	-	-	-
Nonanoic acid (CAS) Nonoic acid	0,48 <sup>A</sup> a	-	-	-	-	-	0,36 <sup>B,a</sup>	-	-	-
<b>ESTERLER</b>										
Hexadecanoic acid, ethyl ester	-	-	-	-	0,6 <sup>A,a</sup>	-	-	-	-	-
Docosanoic acid, docosyl ester (CAS) Behenyl behenate	-	-	-	-	0,52 <sup>A</sup> a	-	-	-	-	-
Benzoic acid, 2- [(trimethylsilyl)oxy]-, trimethylsilyl ester (CAS) 2- HYDROXYBENZOI C ACID-DITMS	0,74 <sup>B,a</sup>	-	-	-	0,1 <sup>C,b</sup>	0,42 <sup>B,a</sup>	-	-	1,35 <sup>A</sup> a	0,95 <sup>A</sup> b
<b>ALKOLLER</b>										
1-Eicosanol (CAS) n- Eicosanol	-	-	-	-	0,48 <sup>A</sup> b	5,79 <sup>A</sup> a	-	-	-	-
3-Pentanol (CAS) Diethyl carbinol	-	-	-	-	0,08 <sup>A</sup> b	1,37 <sup>A</sup> a	-	0,76 <sup>B</sup> a	-	0,6 <sup>C,a</sup>

Pentane/1-Butanol	-	-	-	-	0,05 <sup>A</sup>	-	-	-	-	-
1-Butanol, 2-methyl- (CAS) 2-Methyl-1- butanol	-	-	-	-	-	-	-	-	2,15 <sup>A</sup>	2,29 <sup>A</sup>
									b	a

<sup>1</sup>↓ a, b, c: Aynı yoğurt örneği içinde depolama günleri arasındaki farkı göstermektedir ( $p < 0,05$ ), <sup>2</sup>→ A,B,C,D: Aynı depolama günü içinde yoğurt örnekleri arasındaki farkı göstermektedir ( $p < 0,05$ )

### 3.2.5 Duyusal Değerlendirmesi

Duyusal değerlendirmelerin süt ve süt ürünlerinde tüketici istek ve beğenilerini tespit etme, yeni ürün geliştirme, var olan ürünü iyileştirme, günlük üretim kalitesinin muhafaza edilmesi ve tüketici taleplerini karşılanması ile satış potansiyelini arttırmak gibi birçok önemli rolü bulunmaktadır. Duyusal değerlendirmenin tüketici tercihinde önemi büyüktür. Görünüşü, kıvamı, lezzeti ve kokusunda sorun olan ürünü tüketici nezdinde yeri bulunmamaktadır [60].

Yoğurt örneklerinin duyusal değerlerine ait veriler Çizelge 3.15'te belirtilmiştir. Yapılan duyusal analiz değerlendirmesi sonucunda yoğurt çeşitleri arasında koku parametresi 3,9-4,6 değerleri arasında, lezzet parametresi 3,7-4,7 değerleri arasında, dış görünüş olarak 4-4,8 değerleri arasında, ağızda kıvam özelliğinde 3,8-4,7 değerleri arasında ve kaşıkla kıvam özelliğinde 3,8-4,7 değerleri arasında değişim göstermiştir. Yapılan varyans analizleri sonucuna göre çeşitler arasında ve depolama sürelerine bağlı gözlenen farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına uygulanan LSD karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3.15'de verilmiştir.

Çizelge 3.15 Yoğurt çeşitlerinin duyusal değerlendirilmesi

BİLEŞİKLER	A	B	C	D	E
<b>Koku</b>	4,1±0,78	4,1±0,51	4,5±0,52	4,6±0,51	3,9±0,52
<b>Lezzet</b>	3,7±0,67 <sup>B</sup>	4,1±0,81 <sup>AB</sup>	4,5±0,71 <sup>AB</sup>	4,7±0,68 <sup>A</sup>	4,2±0,91 <sup>AB</sup>
<b>Dış Görünüş</b>	4±0,87	4,8±0,42	4,6±0,73	4,6±0,51	4,2±0,48
<b>Kıvam (ağız)</b>	3,8±0,51 <sup>B</sup>	4,5±0,7 <sup>AB</sup>	4,4±0,51 <sup>AB</sup>	4,7±0,51 <sup>A</sup>	4±0,48 <sup>AB</sup>
<b>Kıvam (kaşık)</b>	3,8±0,78 <sup>B</sup>	4,7±0,78 <sup>A</sup>	4,7±0,81 <sup>A</sup>	4,5±0,73 <sup>AB</sup>	4,3±0,82 <sup>AB</sup>

<sup>1</sup>→ A,B: Aynı satırda olan yoğurt örnekleri arasındaki farkı göstermektedir ( $p < 0,05$ )

Yoğurt çeşitlerinin koku ve dış görünüş parametrelerinde istatistiki açıdan belirli bir fark belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Panalistler kokunun kullanılan süt çeşidi ile paralellik gösterdiğini ve rahatsız edici bir kokunun söz konusu olmadığını, dış görünüş olarak ise manda sütü oranının yüksek olduğu yoğurtların kaymağının daha yoğun olduğu açıktır ve bütün yoğurtlar pürüzsüz bir dokuya sahiptir.

Lezzet, ağızda kıvam ve kaşıkla kıvam parametrelerinde istatistiki açıdan fark belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Lezzet ve ağızda kıvam D örneği en çok beğenilen yoğurt çeşidi olmuştur ve istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kaşıkla kıvam parametresinde B ve C yoğurt örnekleri daha tok bir kıvamda olduğu gözlemlenmiş ve diğer yoğurt çeşitlerinden daha çok beğenilmiştir ve istatistiki açıdan da önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).





#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; manda ve inek sütlerinin farklı oranlarda karıştırılmasıyla hazırlanan sütlerden elde edilen yoğurt çeşitlerinin, depolamanın 1., 8. ve 15. günlerinde kuru madde, kül, yağ, titrasyon asitliği, pH, protein, tekstür, renk analizleri ve mikroorganizma sayısı belirlenmiştir. Aynı zamanda yoğurtta çok önemli bir kalite parametresi olan Depolamanın 1. ve 15. günlerinde aroma bileşen analizi yapılmıştır. Aynı şekilde bütün örnekler 1. gün duyuusal değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

Çalışmada kullanılan günlük taze inek ve manda sütünün bileşenleri sırasıyla titrasyon asitliği değeri laktik asit yüzdesi cinsinden %0.38-0.71, kuru madde içeriği %10.75-21.7, kül miktarı % 0.71-0.75, yağ içeriği % 3.53-5.5 ve pH 'sı 6.12-6.47 değerleri arasında belirlenmiştir. Sonuçlar çiğ süt tebliğinde yer alan değerlerle paralellik göstermektedir.

Yoğurtlarda saptanan kuru madde değerleri; %12,18-26,79 arasında değişim göstermektedir. Depolama süresinin yoğurtların kuru madde içeriği üzerine etkisi incelendiğinde; %100 inek sütü ile üretilmiş A örneğinde istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir. Manda sütü içeren B, C, D ve E örneklerinde depolama süresi boyunca artış belirlenmiştir ve istatistiksel olarak bu artış anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Yoğurt çeşitlerinin kuru madde miktarında depolama süresi boyunca belirlenen bu artışta, karşına giren manda sütü oranının etkisi olduğu belirlenmiştir.

Yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri, yüzde laktik asit olarak, depolama süresince % 0,78 ile % 1,47 değerleri arasında bulunmuştur. Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinin titrasyon asitlik değerlerinde artışlar ve azalmalar meydana gelmiştir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde; C örneğinde bu artış ve azalmalar önemsiz bulunurken, A, B, D ve E örneklerinde bu değişimler anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Yoğurt örneklerinin pH değerlerinin 3,81 ile 4,47 arasında değerler aldığı görülmektedir. Yoğurt örneklerinin pH değerlerinin depolama süresi boyunca meydana gelen değişimleri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, örneklerinin ilk güne göre önemli ölçüde değişim gösterdiği belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). pH değerinde meydana gelen değişimlerin titrasyon asitliği değerleri ile de ilişki içinde olup, asitliğin artması ile birlikte pH değerlerinde düşüş meydana geldiği belirlenmiştir.

En yüksek protein miktarı 5,63 olarak manda yoğurdunun 15. gününde ve yağ miktarı % 12 olarak manda yoğurdunun 1. gününde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). En düşük protein ve yağ miktarı her depolama periyodunda inek yoğurdunda belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Elde ettiğimiz sonuçlara göre; manda sütü oranı arttıkça protein ve yağ içeriğinde artış belirlenmiştir. Depolama süresi boyunca E örneğinin protein içeriğinde istatistiki açıdan fark belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Diğer örneklerde ise önemli fark belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Depolama süresince yağ miktarında B, A ve D örneklerinde istatistiki açıdan önemli bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). C yoğurdunda 8.günden itibaren ve E yoğurdunda 15. depolama gününde istatistiksel olarak önemli bir azalış meydana geldiği belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Örneklerin kendi içinde depolama süresince kül değerinde istatistiki açıdan önemli bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Yoğurt örneklerinde depolamanın 1. ve 15. günlerinde meydana gelen değişimlerin istatistiki açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0,05$ ). Depolamanın 8. gününde en yüksek kül içeriği B örneğinde, karışımlar arasında ise en yüksek değer D örneğinde belirlenmiş olup, en düşük kül içeriği A örneğinde belirlenmiştir. Bu verilere göre manda sütü ilavesinin kül içeriğinde kısmi artışa sebep olduğu sonucuna varılmıştır.

Depolama süresince yoğurt örneklerinin  $L^*$  değerleri 93,91-95,33 değerleri arasında değişim göstermektedir. Yoğurt çeşitleri arasında istatistiki değerlendirme sonucunda depolamanın 1. gününde en yüksek değeri E örneğinde, 8. gününde D örneğinde, 15. günde ise B ve C örneğinde belirlenmiştir. En düşük  $L^*$  değeri ise depolamanın her gününde A yoğurdunda belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Manda sütü, inek sütüne oranla daha beyaz olduğu için manda sütü içeren yoğurt örneklerinin daha yüksek  $L^*$  değeri göstermesi ve manda sütü içermeyen inek yoğurdunun depolamanın her gününde en düşük değeri göstermiş olması içerdikleri  $\beta$  karoten değeriyle ilişkili olduğu değerlendirilmiştir.

Yoğurt örneklerinin  $a^*$  değeri; -2,41 ile -1,87 arasında değişim göstermektedir. Yoğurt çeşitleri arasında istatistiki değerlendirme sonucunda ise depolamanın 1. gününde en yüksek

değeri B ve A örneği, depolamanın 8. gününde D yoğurdu, depolamanın 15. gününde B örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). En düşük değeri ise depolamanın 1 ve 15. günlerinde C yoğurt örneği, depolamanın 8. gününde ise E yoğurt örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Aynı yoğurt örneği içinde depolama günleri arasında en yüksek değerler depolamanın 8. gününde en düşük  $a^*$  değerleri ise depolamanın 15. gününde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Yoğurt örneklerinde ortalama  $b^*$  değeri 9,6 ile 11,3 arasında değişmektedir. En yüksek  $b^*$  değeri depolamanın 15. gününde A örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). En düşük  $b^*$  değeri depolamanın 1 ve 8. günlerinde C yoğurt örneğinde belirlenmiştir. Aynı yoğurt örneği içinde B örneğinde depolama süresince aşamalı bir azalma meydana geldiği belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). A ve D örneklerinde depolamanın 8. gününde en düşük değeri gösterirken depolamanın 15. Gününde en yüksek değeri göstermiştir ( $p<0,05$ ). E örneği ve C örneğinde depolamanın 1 ve 8. günlerinde istatistiksel olarak bir fark belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ). En yüksek değerleri depolamanın 15. gününde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Örneklerin tekstür ve reolojik analizlerinde sertlik, tutarlılık, yapışkanlık ve viskozite parametreleri belirlenmiştir. Sertlik, tutarlılık, yapışkanlık ve viskozite değerlerinde depolama periyodu boyunca artış gözlenmiş olup, en yüksek değerleri depolamanın her gününde B yoğurt örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Karışımlar arasında en yüksek değer ise %75 manda sütü ilaveli C örneğinde belirlenmiştir. Depolama sürecinde manda sütü ilaveli yoğurtlarda kısmi bir şekilde artış meydana geldiği ve tekstür ve reoloji parametrelerinde daha yüksek sonuçlar elde edildiği belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Depolama süresince *Streptococcus thermophilus* sayımında en yüksek değeri depolamanın her gününde B yoğurt örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). En düşük değeri 8. gününde A örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Yoğurt çeşitlerinin depolama süresince meydana gelen *Streptococcus thermophilus* değişiminde B, D ve E yoğurt örneklerinde istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ). A örneği depolamanın 8. gününde en düşük değer belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). C örneği ise depolamanın 8. gününde ise en yüksek değeri göstermiş, depolamanın 1. gününde ise en düşük değeri belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Depolama süresince yoğurt çeşitleri arasında *L.bulgaricus* sayımında en yüksek değeri depolamanın her gününde B örneğinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). En düşük değeri 1. gününde A, D ve E yoğurt örneklerinde belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Yoğurt örneklerinin depolama periyodu boyunca meydana gelen değişimlerinde C ve D yoğurt örneklerinde istatistiksel olarak önemli

bir fark belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ). B ve A yoğurt örneklerinde kısmi bir artış belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). E örneğinde depolamanın 8. gününde en yüksek değeri göstermiş, depolamanın 1. gününde ise en düşük değeri göstermiştir ( $p<0,05$ ).

Yoğurtların duyuşal değerdendirmeşinde panalistlerin değerdendirmesi sonucunda lezzet, ağızda kıvam ve kaşıkla kıvam parametrelerinde istatistiki açıdan fark belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Kaşıkla kıvam parametresinde %100 manda sütü içeren B örneğı ve %75 manda sütü içeren C örneğı istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). %100 inek veya inek sütü oranı fazla olan yoğurt çeşitlerine göre daha sert bir yapının olduğı gözlemlenmiş olup diğerd yoğurt çeşitlerinden daha çok beğenilmiştir. Lezzet ve ağızda kıvam parametrelerinde %50 manda sütü içeren D örneğı en çok beğenilen yoğurt çeşidi olmuştur.

Sonuç olarak manda sütü ilavesi ile elde edilen yoğurtların gerek bileşim özellikleri ve gerekse ürününün duyuşal kalitesi açısından inek yoğurduna kıyasla daha yüksek değerdler gösterdiğı belirlenmiştir. Manda yoğurdunun kendine has tat ve aromasının olduğı ve %100 manda veya %100 inek yoğurduna göre karışım yoğurtların duyuşal olarak daha çok beğenildiğı belirlenmiştir.

Manda sütünün zengin bileşimi ve tüketici tarafından beğenisi göz önüne alındığında; alternatif çözümler üreterek, manda sütü üretiminin arttırılması ve endüstriyel olarak üretiminin teşvik edilmesi gerek süt ürünlerimizin çeşitliliğinin arttırılması ve gerekse gen kaynaklarımızın korunması açısından da büyük önem arz etmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] Anonim, *TÜRK GIDA KODEKSİ FERMENTE SÜT ÜRÜNLERİTEBLİĞİ*, 2009.
- [2] H. Şimşek, *Doğal Katkılı Süzme Probiyotik Yoğurt Üretimi ve Depolama Sürecinde Bazı Fizikokimyasal Özellikleriyle Mikrobiyal Kalitesinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2022.
- [3] M. Tepe, *Starter Kültür ve Geleneksel Ev Yapımı Yoğurt Kullanılarak İnek Sütünden Yapılan Yoğurtların Çeşitli Özelliklerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2021.
- [4] L. Zhang, S. Mi, R.-b. Li, Y.-x. Sang ve X.-h. Wang, «Evaluation of Volatile Compounds during the Fermentation Process of Yogurts by *Streptococcus thermophilus* Based on Odor Activity Value and Heat Map Analysis,» *International Journal of Analytical Chemistry*, 2020.
- [5] H. H.Salama ve S. Bhattacharya, «Advancement of yogurt production technology,» %1 içinde *Advances in Dairy Microbial Products*, 2022, pp. 117-131.
- [6] O. Michael, Ogunyemi, G. Gyebi ve R. S. vd., «Antioxidant, Nutritional, and Physicochemical Quality of Yoghurt Produced from a Milk-Based Fermentation Mix Enhanced with Food Spices,» *Croatian Journal of Food Science and Technology*, pp. 201-209, December 2021.
- [7] B. Delikanlı, *Süt Protein Katkıları İle Zenginleştirilen Yağsız Yoğurtların Tekstürel Özelliklerinin Belirlenmesi*, Bursa: Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2021.
- [8] I. Rogelj, «Milk, Dairy Products, Nutrition and Health,» *Food Technology and Biotechnology*, pp. 143-147, 2000.
- [9] E.Mani-López, E.Palou ve A.López-Malo, «Probiotic viability and storage stability of yogurts and fermented milks prepared with several mixtures of lactic acid bacteria,» *Journal of Dairy Science*, cilt 97, no. 5, pp. 2578-2590, 2014.
- [10] J. Tomovska, N. Gjorgievskii ve B. Makarijoski, «Examination of pH, Titratable Acidity and Antioxidant Activity in Fermented Milk,» *Journal of Materials Science and Engineering*, pp. 326-333, 2016.

- [11] İ. H. Ünver, *Saccharomyces Boulardu Kullanarak Probiyotik Yoğurt Üretimi ve Bazı Prebiyotiklerin Yoğurtların Çeşitli Nitelikleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi*, İstanbul: Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014.
- [12] S. Dinçel, *Geleneksel Türk Yoğurtlarından İzole Edilen Laktik Kültürler Tarafından Yapılan Yoğurtların Kimyasal ve Fizyolojik Özellikleri*, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012.
- [13] Y. Durak, A. Uysal, M. Aladag ve D. Akin, «Ticari Yoğurt Örneklerinden Canlı Laktik Asit Bakterilerinin İzolasyonu ve Sayımı,» *SUFEFD*, pp. 83-88, 2015.
- [14] Muhammad Akram, Maliha Sami, Olatunde Ahmed, Peculiar Feenna Onyekere ve and Chukwuebuka Egbuna, «Health Benefits of Milk and Milk Products,» %1 içinde *Functional Foods and Nutraceuticals*, 2020 , p. 211–217.
- [15] C. T.Mejares, ThomHuppertz ve J. Chandrapala, «Thermal processing of buffalo milk – A review,» *International Dairy Journal*, cilt 129.
- [16] E. Onurlubaş ve H. Çakırlar, «Tüketicilerin Süt ve Süt Ürünleri Tüketimini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma,» *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, pp. 217-242, 2016.
- [17] «Milk products: contribution to nutrition and health,» *International Journal of Dairy Technology*, cilt 45, no. 3, pp. 61-67, August 1992 .
- [18] S. Atasever ve H. Erdem, «Manda Yetiştiriciliği ve Türkiyedeki Geleceği,» *Journal of Fac. of Agriculture*, pp. 59-64.
- [19] D. Sert, E. Mercan ve M. Kilinc, «Development of buffalo milk ice-cream by high pressure-homogenisation of mix: Physicochemical, textural and microstructural characterisation,» *Lwt-Food Science and Technology*, cilt 150, 2021.
- [20] Türkiye İstatistik Kurumu. Hayvansal üretim İstatistikleri, 2021
- [21] S. Ahmad, I. Gaucher ve F. R. vd., «Effects of acidification on physico-chemical characteristics of buffalo milk: A comparison with cow's milk,» *Food Chemistry*, pp. 11-17, 2008.
- [22] A. Akgun, F. Yazici ve H. A. Güleç, «Effect of reduced fat content on the physicochemical and microbiological properties of buffalo milk yoghurt,» *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, cilt 74, p. 521–527, 2016.

- [23] S. Pacheco-Pappenheim, S. Yener, R. Goselink ve M. X. Quintanilla-Carvajal, «Bovine milk fatty acid and triacylglycerol composition and structure differ between early and late lactation influencing milk fat solid fat content,» *International Dairy Journal*, cilt 131, 2022.
- [24] E. Karrar, I. A. Ahmed ve T. H. vd., «Fatty acid composition and stereospecificity and sterol composition of milk fat from different species,» *International Dairy Journal*, cilt 128, 2022.
- [25] S. Arora, J. Sindhu ve Y. Khetr, «Buffalo Milk,» *Encyclopedia of Dairy Sciences* , pp. 784-796, 2022.
- [26] H. Bekiroğlu ve S. Özdemir, «The Quality of Ice Cream Samples Made from Buffalo Milk,» *Food and Health*, cilt 6, no. 1, 20 - 26.
- [27] A. K.Laursen, T. A.M.Rovers, R. Ipsena ve L. Ahrné, «Texture and microstructure of heat and acid induced gels from buffalo and cow milk: Effect of thermal treatment and fat content of milk,» *International Dairy Journal*, cilt 129, 2022.
- [28] D. Dimitrellou, C. Salamoura ve A. Kontogianni, «Effect of Milk Type on the Microbiological, Physicochemical and Sensory Characteristics of Probiotic Fermented Milk,» *Microorganisms*, 2019.
- [29] A. Kalyas, Öğütölmüş Keten Tohumunun Yoğurdun Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik Ve Duyusal Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2020.
- [30] Anonim, Türk Gıda Kodeksi İçme Sütleri Tebliği, 2019 .
- [31] Yaralı E, Çetiner Ş. İnkübasyon çıkış asitliğinin geleneksel olarak üretilen süzme yoğurtların bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg* 2020; 17(3): 297-302.
- [32] M.B. Akın, S. Akın ve A.Korkmaz, «Influence of different exopolysaccharide-producing strains on the physicochemical, sensory and syneresis characteristics of reduced-fat stirred yohurt,» *International Journal of Dairy Technology*, cilt 3, no. 62, pp. 422 - 430.
- [33] B.B. Solak ve N.Akın, Yoğurt Çeşitleri, Yoğurtlarda Görölen Bazı Kusurlar ve Çözüm Önerileri, SİDAS MEDYA, 2012.

- [34] Ş. Köse ve E. Ocak, «Yoğurtta Lezzet Bileşenlerinin Oluşumu ve Bu Oluşum Üzerine Etki Eden Faktörler,» Academic Food Journal, pp. 101-107, 2014.
- [35] Ş. Köse, Depolama süresi boyunca kış yoğurtlarında meydana gelen değişiklikler, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2009.
- [36] E. Yıldız, Sebze Püreleri İle Üretilen Yoğurtların Özelliklerinin Belirlenmesi, Bursa: Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi FEn Bilimleri Enstitüsü, 2017.
- [37] İ. İ. Şit, Yoğurt Üretiminde Hindistan Cevizi Yağı Kullanımının Ürün Özellikleri ve Raf Ömrü Üzerine Etkisinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2021.
- [38] T. E. Kotan ve M. Şengül, «Comparison of volatile compounds in yoghurts made from cows', buffaloes', ewes' and goats' milks,» International Journal of Dairy Technology , cilt 2, no. 64, pp. 240 - 246, 2011.
- [39] Anonim, Yoğurt, Gıda teknolojisi, Ankara: MEGEP yayınları, 2011.
- [40] W. J. Lee ve J. A. Lucey, «Formation and Physical Properties of Yogurt,» Asian Australasian Journal of Animal Sciences , cilt 9, no. 23, 2010.
- [41] Y. E. Şekerli, Farklı Sıcaklık Normları ve Yoğurt Kültürleri Uygulanan Sütlerden Üretilen Yoğurtlarda Kimyasal Niteliklerin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2013c
- [42] F. E. Akalan, Kaymak Altı Sütünün Değişik Oranlarda İnek Sütü ile Karışımından Üretilen Yoğurtların Bazı Fiziksel, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2011.
- [43] A. C. G. Balcı, Farklı kültür kullanılarak koyun, keçi sütleri ve bunların karışımından üretilen yoğurtların depolama sırasında uçucu bileşenler ve serbest yağ asitlerinde meydana gelen değişimler, Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2008.
- [44] Z. Güler, A. Taşdelen, H. Şenol, N. Kerimoğlu ve U. Temel, «The Determination of Volatile Compounds In Set-Type Yogurts Using Static Headspace Gas Chromatographic Method,» GIDA, cilt 34, no. 3, pp. 137 - 142, 2009.



- [45] S. N. Casarotti, B. M. Carneiro ve A. L. B. Penna, «Evaluation of the effect of supplementing fermented milk with quinoa flour on probiotic activity,» *Journal of Dairy Science*, cilt 97, no. 10, pp. 6027-6035, 2014.
- [46] O. F. Celik ve H. Temiz, «Traditional yogurt dilemma; rich flavor vs. microbial safety: An investigation on Volatile Aroma Profiles, Chemical, and Microbiological Qualities of Traditional Yogurts,» *Journal of Central European Agriculture* , cilt 21, no. 3, pp. 461-475, 2020.
- [47] S. Shokri, F. Javanmardi, M. Mohammadi, A.M. Khaneghah, «Effects of ultrasound on the techno-functional properties of milk proteins: A systematic review,» *Ultrasonics Sonochemistry*, cilt 83, 2022.
- [48] B. Z. Ovayurt, Ankara'da Pazarlanan Yoğurtların Kuru Madde Profilleri Üzerinde Bir Araştırma, Ankara : Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2013.
- [49] L. E. Karahan, «Batman'da Tüketime Sunulan Yoğurtların Bazı Kimyasal ve Tekstürel Özellikleri,» *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, cilt 6, no. 2/2, 2016.
- [50] Y. Gezginc, F. Topcal, S. Comertpay ve I. Akyol, «Quantitative analysis of the lactic acid and acetaldehyde produced by *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* strains isolated from traditional Turkish yogurts using HPLC,» *Journal of Dairy Science*, cilt 98, no. 3, pp. 1426-1434, 2015.
- [53] S. Özcan ve Z. Aykanat, «Tam Yağlı Katı Yoğurt Üretiminde Süt YağOranının İstatiksel Kalite Kontrol Grafikleri ile İncelenmesi,» *Karadeniz*, cilt 34, no. 34, pp. 109 - 130, 2017.
- [54] T. Demirci, D. Sert, K. Aktaş, D. S. Atik, H. İ. Ö. Neğiş ve N. Akın, «Influence of hot and cold break tomato powders on survival of probiotic *L. paracasei* subsp. *paracasei* F19, texture profile and antioxidative activity in set-type yoghurts,» *LWT*, cilt 118, 2020.
- [55] L. Huang, M. a. hamid ve E. R. vd., «Textural and organoleptic properties of fat-free buffalo yogurt as affected by polydextrose,» *International Journal of Food Properties* , cilt 23, no. 1, pp. 1-8, 2020.
- [56] A. G. Bayır ve M. G. Bilgin, «The Effect of Clove on Microbiological, Chemical and Sensory Properties of Probiotic Yogurt,» *Van Veterinary Journal*, cilt 30, no. 2, pp. 109-114, 2019.

- [57] D. Kapadiya, D. B. Prajapati ve A. K. J. vd, «Comparison of Surti goat milk with cow and buffalo milk for gross composition, nitrogen distribution, and selected minerals content,» *Veterinary World* , cilt 9, no. 7, pp. 710-716, 2016.
- [58] R. Joon, D. S. K. Mishra ve G. S. Brar, «Instrumental texture and syneresis analysis of yoghurt prepared from goat and cow milk,» *The Pharma Innovation Journal*, pp. 971-974, 2017.
- [59] Y. E. Köse ve Ş. Köse, «Determination of Texture Profile Analysis of Yogurt Produced By Industrial and Traditional Method,» *International Journal of Scientific and Technological Research*, cilt 4, no. 8, 2018.
- [60] O. Hafif, Farklı oranlarda kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) unu ilavesinin probiyotik yoğurtların fizikokimyasal, tekstürel, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2019.
- [61] J. Miocinovic, Z. Miloradovic, M. Josipovic, A. Nedeljkovic, M. Radovanovic ve P. Pudja, «Rheological and textural properties of goat and cow milk set type yoghurts,» *International Dairy Journal*, cilt 58, pp. 43-45, 2016.
- [62] S. Muhammad, M. S. Hanif ve T. Zahoor, «Effect of storage on rheological and sensory characteristics of cow and buffalo milk yogurt,» *Journal of Oil Palm Research*, 2012.
- [63] R. Y. Jumah, R. R. Shaker ve B. Abu-Jdayil, «Effect of milk source on the rheological properties of yogurt during the gelation process,» *International Journal of Dairy Technology*, cilt 3, no. 54, pp. 89 - 93, 2001.
- [64] S. Sevdin ve C. Gurakan, Chemical and Rheological Properties of Yoghurt Produced by Lactic Acid Cultures Isolated from Traditional Turkish Yoghurt, Conference: 3. Gıda Güvenliği Kongresi, 2012.
- [65] Monika Brückner-Gühmann, A. Benthin ve S. Drusch, «Enrichment of yoghurt with oat protein fractions: Structure formation, textural properties and sensory evaluation,» *Food Hydrocolloids*, cilt 86, pp. 146-153, 2018.
- [66] B. Oymael, Kaymaklı ve homojenize yoğurtlarda bazı teknolojik özellikler ile tat-koku ve aroma bileşenlerinin raf ömründe gösterdiği değişimin incelenmesi / , Ankara: Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü , 2008.
- [67] M. Metin, Süt ve Mamulleri Analiz Yöntemleri, İzmir, Turkey: Ege Meslek Yüksekokulu, 2009.

- [67] Z. Öner ve H. Ş. Aloglu, Süt ve Süt Ürünleri Analiz Yöntemleri, SİDAS MEDYA, 2018.
- [68] S. Torriani, F. G. M. E. Guerzoni ve F. Dellaglio, «Use of response surface methodology to evaluate some variables affecting the growth and acidification characteristics of yoghurt cultures,» *International Dairy Journal*, cilt 6, no. 6, pp. 625-636, 1996.
- [70] Anonim, «TS 1330 Yoğurt Standardı,» TSE, Necatibey Cad.112, Bakanlıklar ANKARA, 1989.
- [71] A. E. Uzuner, Probiyotik yoğurt üretiminde pirinç sütü kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012.
- [72] Ö. Düşünen, İnek Sütü İlavesinin Manda Yoğurdunun Reolojik Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2018.
- [73] V. F. Sömer, Dayanıklı yoğurtların mikrobiyolojik, fizikokimyasal özelliklerinin ve biyojen amin içeriklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2013.
- [74] E. Kucukoner ve Z. Tarakci, «Influence of Different Fruit Additives on Some Properties of Stirred Yoghurt During Storage,» *Milchwissenschaft*, cilt 3, no. 59, pp. 159-161, 2004.
- [75] M. Şengül, T. E. Kotan, M. Şengül ve H. Yıldız, «The effect of adding sour cherry pulp into yoghurt on the physicochemical properties, phenolic content and antioxidant activity during storage,» *International Journal of Dairy Technology*, cilt 3, no. 65, 2012.
- [76] Wijesekara, A., Weerasingha, V., Jayarathna, S., & Priyashantha, H. (2022, June 30). Quality parameters of natural phenolics and its impact on physicochemical, microbiological, and sensory quality attributes of probiotic stirred yogurt during the storage. *Food Chemistry*, 14(100332).
- [77] D. Petridis, G. Dimitreli, K. Vlachvei ve C. Deligeorgakis, «Effects of Buffalo and Cow Milk Mixtures Enriched With Sodium Caseinates on the Physicochemical, Rheological and Sensory Properties of a Stirred Yogurt Product,» *Journal of Food Research* , cilt 6, no. 3, pp. 54-69, 2014.
- [78] K. Kocatürk, Geleneksel Yöntemle Üretilen Kökez Süzme Yoğurdunun Fizikokimyasal ve Reolojik Özellikleri, Uçucu Lezzet Bileşenleri, Yağ Asidi Kompozisyonu ve Konjuge Linoleik Asit İçeriği, Burdur : Yüksek Lisans Tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2019.

[79] A. Marafon, A. Sumi, D. Granato, M. Alcântara, A. Tamime ve M. N. d. Oliveira, «Effects of partially replacing skimmed milk powder with dairy ingredients on rheology, sensory profiling, and microstructure of probiotic stirred-type yogurt during cold storage,» Journal of Dairy Science, cilt 94, no. 11, pp. 5330-5340, 2011.



