



**KEFİR KÜLTÜRÜ İLAVESİYLE
FONKSİYONEL YOĞURT ÜRETİMİ**

GKIOULTSIN ALI CHATIP

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Bilal BİLGİN

2022

T.C.

TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



KEFİR KÜLTÜRÜ İLAVESİYLE FONKSİYONEL YOĞURT ÜRETİMİ

GKIOULTSIN ALI CHATIP

ORCID: 0000-0002-0955-7636

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman: Prof. Dr. Bilal BİLGİN

ŞUBAT-2022

Her hakkı saklıdır.

ÖZET

KEFİR KÜLTÜRÜ İLAVESİYLE FONKSİYONEL YOĞURT ÜRETİMİ

Gkioultsin ALI CHATIP

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Bilal BİLGİN

Bu tez çalışmasında kefir kültürü ilavesiyle üretilmiş fonksiyonel bir yoğurt üretimi ve kabul edilebilirliğinin araştırılması hedef alınmıştır. Yoğurt kültürü ile kefir kültüründeki faydalı mikroorganizmaların aynı fermantasyonda etkileşimleri, ürünün duyuusal, fizikokimyasal ve teknolojik özellikleri üzerindeki değişimleri ile üründe raf ömrü boyunca canlılıklarını muhafaza etmeleri araştırılmıştır. Bu amaçla farklı sıcaklıklardaki fermantasyonlar da incelenerek optimum üretim reçetesi oluşturularak bu iki fonksiyonel ürünlerdeki mikrobiyotanın tek ürünle piyasaya/tüketicie ulaşmasındaki aşamalar belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla %3 yoğurt kültürü ile 42°C-45°C’de inkübasyon (A örneği), %2 yoğurt kültürü + %1 kefir kültürü ile 42°C-45°C’de inkübasyon (B örneği) ve %2 yoğurt kültürü + %1 kefir kültürü ile 35°C-37°C’de inkübasyon (C örneği) olmak üzere üç farklı ürün üretimi gerçekleştirilmiş ve 21 gün boyunca +4°C’de muhafaza edilmiştir. Depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde üretilen yoğurtların duyuusal, fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri saptanmıştır. Araştırma sonucunda örneklerin kurumadde değerleri %15,72-16,76, yağ değerleri %4,20-4,50 arasında bulunmuştur. Viskozite değerlerinin 58,00-248,66 mPa·s, serum ayrılması değerlerinin 6,86-10,23 ml/25g, titrasyon asitliğinin % 0,83-0,98, pH’ nın 4,11-4,72 arasında olduğu da saptanmıştır. Laktobasil sayılarından en yüksek ortalama değer 9,12 kob/ml (log10) ile B örneğinde, Laktokok sayılarından en yüksek değer 8,63 kob/ml ile A örneğinde elde edilirken, en yüksek ortalama maya sayısı da 6,10 kob/ml ile C örneğinde saptanmıştır. Görünüş açısından 4,91 ile A örneğinin, kıvam açısından 4,58 ile B örneğinin, koku açısından 4,42 ile A örneğinin, tat açısından 4,17 ile A örneğinin, toplam kabul edilebilirlik açısından 4,67 ile A örneğinin en yüksek ortalama değere sahip oldukları saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kefir, Yoğurt, Fonksiyonel Gıda, Probiyotik, Mikroflora

ABSTRACT

FUNCTIONAL YOGHURT PRODUCTION WITH KEFIR CULTURE ADDITION

Gkioultsin ALI CHATIP

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

MSc. Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Bilal BİLGİN

In this thesis, it is aimed to investigate the production and acceptability of a functional yogurt produced with the addition of kefir culture. The interactions of beneficial microorganisms in yogurt culture and kefir culture in the same fermentation, changes in the sensory, physicochemical and technological properties of the product and their preservation of their vitality throughout the shelf life of the product were investigated. For this purpose, fermentations at different temperatures were also examined and an optimum production recipe was created, and it was tried to determine the stages of the microbiota in these two functional products reaching the market/consumer with a single product. For this purpose, incubation with 3% yogurt culture at 42°C-45°C (Sample A), incubation with 2% yogurt culture + 1% kefir culture at 42°C-45°C (Sample B) and 2% yogurt Three different products were produced as culture + 1% kefir culture and incubation at 35°C-37°C (C sample) and stored at +4°C for 21 days. Sensory, physicochemical and microbiological properties of yoghurts produced on the 1st, 7th, 14th and 21st days of storage were determined. As a result of the research, the dry matter values of the samples were found between 15.72-16.76%, and the oil values between 4.20-4.50%. Viscosity values are between 58.00-248.66 mPa.s, serum separation values are between 6.86-10.23 ml/25g, titration acidity is between 0.83-0.98%, pH is between 4.11-4.72 has also been detected. While the highest average value of Lactobacillus counts was 9,12 cfu/ml (log10) in B sample, the highest average value of Lactobacillus counts was 8,63 cfu/ml (log10) in A sample, the highest average yeast count was found in the C sample with 6.10 cfu/ml (log10). The highest average value of A sample with 4.91 in terms of appearance, sample B with 4.58 in terms of consistency, sample A with 4.42 in terms of odor, sample A with 4.17 in terms of taste, sample A with 4.67 in terms of total acceptability have been found to have.

Keywords: Kefir, Yoghurt, Functional Food, Probiotic, Microflora

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|-----------|
| ÖZET..... | i |
| ABSTRACT..... | ii |
| İÇİNDEKİLER..... | iii |
| ÇİZELGELER DİZİNİ..... | v |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | vi |
| SİMGELER DİZİNİ..... | vii |
| KISALTMALAR DİZİNİ..... | viii |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 1.1. Literatür Özeti..... | 1 |
| 1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı..... | 3 |
| 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI..... | 4 |
| 2.1. Fonksiyonel Besinler..... | 4 |
| 2.2. Yoğurt..... | 7 |
| 2.3. Kefir..... | 12 |
| 2.4. Literatür Sonuçları..... | 15 |
| 3. MATERYAL ve METOD..... | 18 |
| 3.1. Materyal..... | 18 |
| 3.1.1. Süt..... | 18 |
| 3.1.2. DVS Kültürleri..... | 18 |
| 3.1.3. Ambalaj Materyali..... | 19 |
| 3.2. Metod..... | 19 |
| 3.2.1. Kefir Kültürü İlavesiyle Fonksiyonel Yoğurt Üretimi..... | 19 |
| 3.3. Çiğ Süte Yapılan Analizler..... | 21 |
| 3.3.1. Kurumadde Analizi..... | 21 |
| 3.3.2. Yağ Analizi..... | 21 |
| 3.3.3. pH Analizi..... | 22 |
| 3.3.4. SH Analizi..... | 22 |
| 3.4. Yoğurtlara Yapılan Analizler..... | 23 |
| 3.4.1. Fiziksel ve Kimyasal Analizler..... | 23 |
| 3.4.1.1. Kurumadde Analizi..... | 23 |
| 3.4.1.2. Viskozite Analizi..... | 23 |
| 3.4.1.3. pH Analizi..... | 23 |

| | |
|---|-----------|
| 3.4.1.4. SH Analizi – Titrasyon Asitliği Tayini..... | 24 |
| 3.4.1.5. Yağ Analizi..... | 24 |
| 3.4.1.6. Serum Ayrılması Analizi..... | 24 |
| 3.4.2. Duyusal Analizler..... | 25 |
| 3.4.3. Mikrobiyolojik Analizler..... | 25 |
| 3.4.3.1. Toplam Lactobacillus spp. Belirlenmesi..... | 25 |
| 3.4.3.2. Toplam Lactococcus spp. Belirlenmesi..... | 25 |
| 3.4.3.3. Toplam Maya Belirlenmesi..... | 26 |
| 3.4.4. İstatistiksel Analizler..... | 26 |
| 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA..... | 27 |
| 4.1. Duyusal Özellikler..... | 27 |
| 4.1.1. Görünüş Puan Değerleri..... | 27 |
| 4.1.2. Kıvam Puan Değerleri..... | 29 |
| 4.1.3. Koku Puan Değerleri..... | 31 |
| 4.1.4. Tat Puan Değerleri..... | 33 |
| 4.1.5. Toplam Kabul Edilebilirlik Puan Değerleri..... | 35 |
| 4.2. Fizikokimyasal Özellikler..... | 37 |
| 4.2.1. Kurumadde ve Yağ Değerleri..... | 37 |
| 4.2.2. Viskozite Değerleri..... | 38 |
| 4.2.3. Serum Ayrılması Miktarları..... | 40 |
| 4.2.4. Asitlik Değerleri..... | 42 |
| 4.2.5. pH Değerleri..... | 44 |
| 4.3 Mikrobiyolojik Özellikler..... | 46 |
| 4.3.1. Laktobasil Sayıları..... | 46 |
| 4.3.2. Laktokok Sayıları..... | 48 |
| 4.3.3. Maya Sayıları..... | 50 |
| 5. SONUÇ ve ÖNERİLER..... | 53 |
| KAYNAKLAR..... | 56 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Çizelge 2.1. Bazı Fonksiyonel Gıda Ürünlerinin İnsan Fizyolojisi Üzerine Etkileri | 5 |
| Çizelge 2.2. Fonksiyonel gıdaların sınıflandırılması | 6 |
| Çizelge 2.3. Bir ürünün yoğurt olarak kabul edilebilmesi için taşınması gereken özellikler..... | 8 |
| Çizelge 2.4. Bir ürünün kefir olarak kabul edilebilmesi için taşınması gereken özellikler..... | 13 |
| Çizelge 3.1. Ürün üretiminde kullanılan çiğ sütün bileşimi ve bazı özellikleri..... | 18 |
| Çizelge 3.2. Yoğurtların Üretimine Ait Deneme Deseni..... | 19 |
| Çizelge 4.1. Örneklerin depolama süresince görünüş puan değerleri..... | 27 |
| Çizelge 4.2. Örneklerin depolama süresince kıvam puan değerleri..... | 29 |
| Çizelge 4.3. Örneklerin depolama süresince koku puan değerleri..... | 31 |
| Çizelge 4.4. Örneklerin depolama süresince tat puan değerleri..... | 33 |
| Çizelge 4.5. Örneklerin depolama süresince toplam kabul edilebilirlik puan değerleri..... | 35 |
| Çizelge 4.6. Depolama süresinin başlangıcında örneklerin kurumadde ve yağ değerleri (%) | 37 |
| Çizelge 4.7. Örneklerin depolama süresince viskozite (mPa.s) değerleri..... | 38 |
| Çizelge 4.8. Örneklerin depolama süresince serum ayrılması (ml/25 g) değerleri..... | 40 |
| Çizelge 4.9. Örneklerin depolama süresince % asitlik değerleri..... | 42 |
| Çizelge 4.10. Örneklerin depolama süresince pH değerleri..... | 44 |
| Çizelge 4.11. Örneklerin depolama süresince Laktobasil sayıları..... | 46 |
| Çizelge 4.12. Örneklerin depolama süresince Laktokok sayıları..... | 48 |
| Çizelge 4.13. Örneklerin depolama süresince maya sayıları..... | 50 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Şekil 2.1. Geleneksel Yoğurt Üretim Şeması..... | 9 |
| Şekil 2.2. Endüstriyel Yoğurt Üretimi..... | 10 |
| Şekil 2.3. <i>Streptococcus thermophilus</i> (a) ve <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i> 'un (b) morfolojik görüntüleri..... | 11 |
| Şekil 2.4. Kefir granülleri | 12 |
| Şekil 3.1. Yoğurtların Üretimine Dair Akış Şeması..... | 20 |
| Şekil 3.2. Kefir Kültürü İlavesiyle Zenginleştirilmiş Yoğurtların Görüntüsü..... | 21 |
| Şekil 4.1. Örneklerin görünüş puan değerlerinin depolama süresince değişimleri | 28 |
| Şekil 4.2. Örneklerin kıvam puan değerlerinin depolama süresince değişimleri..... | 30 |
| Şekil 4.3. Örneklerin koku puan değerlerinin depolama süresince değişimleri..... | 32 |
| Şekil 4.4. Örneklerin tat puan değerlerinin depolama süresince değişimleri..... | 34 |
| Şekil 4.5. Örneklerin toplam kabul edilebilirlik puan değerlerinin depolama süresince değişimleri..... | 36 |
| Şekil 4.6. Örneklerin viskozite değerlerinin (mPa.s) depolama süresince değişimleri..... | 39 |
| Şekil 4.7. Örneklerin serum ayrılması değerlerinin depolama süresince değişimleri..... | 41 |
| Şekil 4.8. Örneklerin % asitlik değerlerinin depolama süresince değişimleri..... | 43 |
| Şekil 4.9. Örneklerin pH değerlerinin depolama süresince değişimleri..... | 45 |
| Şekil 4.10. Örneklerin laktobasil sayılarının (Log_{10}) depolama süresince değişimleri..... | 47 |
| Şekil 4.11. Örneklerin Laktokok sayılarının (Log_{10}) depolama süresince değişimleri..... | 49 |
| Şekil 4.12. Örneklerin maya sayılarının (Log_{10}) depolama süresince değişimleri..... | 51 |

SİMGELER DİZİNİ

| | |
|-----|------------------------|
| g | Gram |
| kob | Koloni Oluşturan Birim |
| lt | Litre |
| ml | Mililitre |
| % | Yüzde |
| μ | mikron |



KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|--------|--|
| FAO | Gıda Tarım Örgütü |
| FuFoSe | Avrupa Fonksiyonel Gıda Bilimi |
| ILSI | Uluslararası Yaşam Bilimleri Enstitüsü |
| TGK | Türk Gıda Kodeksi |
| WHO | Dünya Sağlık Örgütü |



1. GİRİŞ

1.1. Literatür Özeti

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliğine göre kefir; üretimin mayalama aşamasında çeşitli laktik asit bakterileri ve asetik asetik bakterilerinin farklı farklı suşlarıyla süt şekerini yani laktozu fermente eden ve etmeyen mayaları ihtiva eden starter kültürlerin veya kefir tanelerinin kullanıldığı bir süt ürünüdür (Anonim, 2009).

Kefirin varlığı yüzyıllar öncesine dayanmaktadır. Eski zamanlardan beri yöresel olarak Kafkas Dağları'nda üretildiği bilinmektedir. Günümüzde hem geleneksel olarak hem de endüstriyel olarak üretimi gerçekleştirilmektedir (Stepaniak ve ark. 2003). Geleneksel üretim metodunda pastörizasyonu gerçekleştirilmiş ve mayalama için uygun sıcaklığa gelmiş süte kefir tanecikleri ilave edilip fermantasyona bırakılmaktadır. Fermantasyon işlemi sonrasında kefir tanecikleri steril bir materyalle üründen ayrıştırılıp bir sonraki üretim için kullanılmaktadır. Bu şekilde elde edilen kefir yöresel yöntemle elde edilen kefirdir. Gün geçtikçe sağlığa olan faydalarının ortaya çıkması ve kefire olan talebin artmasıyla endüstriyel üretim yöntemi gelişmiştir. Bu yöntemde fermantasyonu sağlamak için yine aynı şekilde pastörize edilmiş ve inokülasyon için uygun ısıya ulaşan süte, starter kültür ilavesi yapıp inkübasyona bırakılmaktadır. İnkübasyonun ardından +4°C'de muhafazayla yaklaşık 20 güne kadar dayanan bir ürün elde edilmektedir (Altay ve ark. 2013).

Yapılan araştırmalar kefirin sağlık açısından birçok yararının bulunduğunu göstermektedir. Kefir, içeriğindeki laktik asit, asetik asit ve mayalar nedeniyle antikanserojenik ve antimikrobiyal etkiye sahiptir. Diğer önemli bir nokta da sindirim sisteminin düzenlenmesine yardımcı olmasıdır. Süttten elde edilen bir fermente ürün olması dolayısıyla sütün içerisinde var olan protein, yağ, karbonhidrat, mineraller ve vitaminler gibi bütün süt bileşenlerini içermektedir. Bu nedenle de probiyotik ve prebiyotik özelliğe sahiptir. Fermantasyon sırasında oluşan fermantasyon metabolitleri yani aminoasitler, yağ asitleri (CLA), bakteriosinler, organik asitler, polisakkaritler ve bioaktif peptitler kolesterol düşürücü etkisini meydana getirmektedir. Ayrıca laktoz intoleransına karşı etkilidir. Bağışıklık sistemini güçlendirmede de önemli rol oynamaktadır (Tomar ve ark. 2017). Teknolojinin ve bilimin gelişmesi, eğitim düzeyinin yükselmesi, toplum bilincinin artmasıyla fonksiyonel gıdalara olan

ilgi artış göstermiştir. Beslenme açısından bu denli faydaları olan bu mucizevi ürün hem sanayi bakımından hem de akademik bakımdan oldukça ilgi gören bir mevzu haline gelmiştir.

Yoğurt ise geçmişten günümüze tüketimi oldukça yüksek olan ve tüketiciler tarafından severek yenilen bir gıda ürünüdür. Pastörizasyon işlemi gerçekleştirildikten sonra fermentasyon derecesine gelen süte *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* içerikli kültürlerin ilavesi yapılmaktadır. İnkübasyon sonrası oluşan bu ürün hafif katı kıvamlı, beyazımsı renkli, hoş aromalı fermente bir süt ürünüdür (Anonim, 2009). Yoğurdun insan beslenmesindeki önemi probiyotik bir gıda olmasına dayanmaktadır. Probiyotik, “pro” ile “bios” sözcüklerinden meydana gelen ve Yunanca’da “yaşam için” anlamına gelen bu kelime ilk önce 1965 senesinde *Lilly* ve *Stillwell* tarafından değerlendirilmiştir. Canlı özelliğe sahip olan bu mikroorganizmalar gastrointestinal sistemde mikrobiyal dengeyi sağlamaktadırlar. Patojen mikroorganizmaların dışkı yolu ile atılmalarına olanak sağlayarak bağırsak mikrobiyal floraya yardımcı olmaktadır. Ayrıca mide asidine karşı dayanıklıdırlar. İnsanların beslenmesinde yüzyıllardır yeri olan bu mikroorganizmaların insan sağlığına önemli ölçüde katkı sağlamasının yanı sıra hastalıkları tedavi edici özelliği olduğu da bilinmektedir. Probiyotik özelliğe sahip olan en yaygın mikroorganizmalar *Lactobacillus* türleri, *Bifidobacterium* türleri, *Streptococcus* türleri gibi bakteriler ve *Saccharomyces cerevisiae* ile *Candida torulopsis* mayalarıdır. İshalin süresini kısaltmada ve şiddetini azaltmada laktik asit bakterilerinin önemi oldukça büyüktür (İnanç ve ark. 2005). Laktik asit bakterileri genellikle fermente edilmiş gıdalarda bulunmaktadır ve bu ürünlerin raf ömrünü uzatmaktadır (Hutkins, 2006; Klaenhammer, 2007).

Probiyotik gıdalar; bağırsak bozukluğuna neden olan hastalıkları tedavi etmenin en doğal yollarından biridir. Ayrıca dünyaya geldiği andan itibaren β -galaktosidaz enzimi eksik olan bireylerde yaşanan laktozu sindirememe veya emememe rahatsızlığı olarak bilinen laktoz intoleransı olanlar için bir çıkış yoludur. Fermente gıdalar laktozdan kaynaklanan mide bulantılarını, şişkinliği, ishali ve karın kramplarını önlemektedir. Kaynakları tam olarak bilinmeyen Crohn hastalığı ve ülseratif kolitin bağırsak mikrobiotasındaki bozukluklarla bir ilişkisi olduğu bilinmektedir ve bu hastaların beslenme diyetinde probiyotik gıdalara yer verilmektedir. Huzursuz bağırsak sendromuna ve ince bağırsakta bakteri üremesine karşı etkili oldukları bilinmektedir. Karsinogeneze karşı savaş açarak tümör hücresi oluşumunu engeller ve hatta kanserojen hücrelerini etkisiz hale getirdikleri bilinmektedir. Alerji tedavisi gören ve alerjik bünyeye sahip olan çocuklara tedavinin yanı sıra probiyotik destekli beslenme

eklendiğinde semptomların daha hızlı yok olduğu tespit edilmiştir. Diyareye karşı oldukça etkilidirler. Kandaki yüksek kolesterolün düşürülmesine yardımcı olmaktadır (Rolfe, 2000; Tok ve ark. 2007; Coşkun, 2006).

Probiyotik gıdalar yoğurt, peynir, tereyağı, kefir, boza, kımız, tarhana, şalgam suyu, sofralık zeytin, turşu gibi gıdalardır (Kağan ve ark. 2019). Fermente süt ürünleri en çok bilinen ve en çok tercih edilen probiyotik gıdalar arasındadır. Bunları sırasıyla içerisine probiyotik mikroorganizmalar ilave edilen çikolata vb. gıdalar ve farmakolojik olarak üretilen, beslenme yerine geçmeyen ancak beslenmeye ilave olarak takviye edici gıdalar izlemektedir (Ceyhan ve ark. 2012).

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu nedenle yukarıdaki bilgiler ışığında laktik asit bakterilerinin önemi, probiyotik gıdaların sağlık açısından adeta bir mucize olduğu, kefir ve yoğurdun doğal bir probiyotik kaynağı olmalarının yanı sıra bazı hastalıklara karşı adeta bir kalkan görevi gördüğünü gösteren bu araştırma 'Kefirli Yoğurt' düşüncesinin altyapısını oluşturmuştur. Gıda endüstrisinin adeta odak noktası haline gelen fonksiyonel gıdalar, akademik çalışmalar açısından da sürekli kendini güncelleyen ve geliştiren bilgilerin gün yüzüne çıkmasına olanak sağlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda yapılan çalışmada; çeşitli kombinasyonlarda kefir kültürü ilavesiyle fonksiyonel yoğurt üretimi gerçekleştirilmiş, yoğurtların raf ömrü süresince 1. 7. 14. ve 21. günlerinde duyuşal, fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiş ve yoğurtların içeriğindeki mikroorganizmaların mikrobiyolojik tanımlaması elde edilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Fonksiyonel Besinler

Besinlerin sağlık üzerine etkileri uzun yıllar öncesine dayanmaktadır. Bu konu hakkında bundan yüzyıllar önce tıbbın babası olarak bilinen Hipokrat ‘Besinler ilacınıız, ilacınıız besinler olsun’ sözüyle insanlığı bilgilendirmiştir (Hasler, 2002). Fonksiyonel gıda terimi ilk olarak 1980’lerin başlarında Japonya’da ortaya çıkmıştır ve vücuda fizyolojik faydalar sağlayan bazı bileşenlerle zenginleştirilmiş gıda bileşenleri olarak belirtilmiştir (Lau, 2012). Birçok kaynakta kullanılmasına rağmen, fonksiyonel gıda teriminin evrensel olarak kabul edilmiş bir tanımı bulunmamaktadır. Hem tüketici kesim hem de gıda alanında faaliyet gösteren bazı işletmeler, hiçbir ülkenin mevzuatında fonksiyonel gıda tanımının yer almaması dolayısıyla geleneksel gıda ile fonksiyonel gıdayı ayırt etmekte zorlanmaktadırlar (Siro ve ark. 2008).

Bazı ulusal kuruluşlar fonksiyonel gıdayla ilgili çeşitli tanımlamalarda bulunmuşlardır. Uluslararası Yaşam Bilimleri Enstitüsü (International Life Sciences Institute – ILSI) tarafından koordine edilen Avrupa Fonksiyonel Gıda Bilimi (Functional Food Science in Europe – FuFoSe) ’ye göre, eğer bir gıda temel terapötik etkiye ek olarak insan vücudunun bir veya daha fazla işlevi üzerinde yararlı etkilere sahipse, genel durumu iyileştiriyor ya da bir hastalık geliştirme veya geliştirme riskini azaltmaya yardımcı oluyorsa fonksiyonel gıda olarak kabul edilebilmektedir. Hap veya kapsül şeklinde olmayıp, geleneksel gıdalara benzerler ve normal beslenmenin parçası olarak tüketilmelidirler (Contor, 2001). Health Canada’ya göre fonksiyonel olarak gıdalar, genellikle diyet bağlamında tüketilen ve besleyici özelliklerine ek olarak kronik hastalık geliştirme riskini azalmanda kanıtlanmış faydalar sunan geleneksel gıdalara benzer görünümündedir. Avustralya Gıda Otoritesi (The Australian National Food Authority) ise görünüşte geleneksel gıdalara benzer özelliklere sahip olduklarını, ancak olağan bir diyetin parçası olarak tüketilmeye yönelik olduklarını vurgulamaktadır. Fakat normal beslenme gereksinimlerinin sağlanması yanı sıra fizyolojik olarak ta etkilidirler (Tsao ve ark. 2005).

Genel olarak fonksiyonel gıdalar, günlük diyetin bir parçası olarak tüketilebilen, zararlı madde içeriği en aza indirgenmiş, sağlık açısından yararı olan, besin değerı bakımından zengin veya biyoaktif gıdalar olarak kabul edilebilmektedirler (Doyon ve ark. 2008). Bazı fonksiyonel

gıda ürünlerinin insan fizyolojisi üzerine etkileri Çizelge 2.1’de verilmiştir (Coşkun, 2005; Gray ve ark., 2003; Dündar, 2001; Keservani ve ark, 2010).

Piyasada var olan fonksiyonel gıda ürünleri aşağıdaki gibi kategorilere ayrılabilir (Bigliardi ve ark., 2013):

- Süt ve Süt Ürünleri,
- İçecekler,
- Tahıl/Fırıncılık Ürünleri,
- Tatlılar ve Pastacılık Ürünleri,
- Bebek Ürünleri,
- Hububat Çeşitleri,
- Et Ürünleri,
- Bisküvi Çeşitleri.

Çizelge 2.1. Bazı fonksiyonel gıda ürünlerinin insan fizyolojisi üzerine etkileri

| Fonksiyonel Gıda/Ürün | Sağladığı Faydalar |
|---|--|
| Fermente Sütler ve Fermente Süt Ürünleri (Laktozsuz süt, probiyotik yoğurt) | Bağırsak mikroflorası ve gastrointestinal sistemin korunmasına katkıda bulunmaktadır. |
| ω -3 yağ asidi ile zenginleştirilmiş yumurta | Kardiyovasküler riskleri azalmada yardımcı olma, zihinsel ve görsel fonksiyonları geliştirmektedir |
| Tam Buğday Ekmeği | Kolesterol emilimini azaltarak, kan kolesterolünün düşürülmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca meme ve kolon kanseri risklerini de azaltmaktadır. |
| Glutensiz gıdalar | Fazla ödemin atılmasına, tokluk hissi yaratarak kilo vermeye ve kansızlığa karşı etkilidir. Özellikle çölyak hastaları ve glutene karşı hassasiyeti olan bireyler tarafından da tüketilebilmektedir. |

Beslenmemizin sağlığımız açısından oldukça önemli olduğunun bilinmesi, vücudumuzun bütün fonksiyonlarını yerine getirmede tükettiğimiz gıdaların öneminin oldukça yüksek olması, bazı hastalıkların önlenmesine yardımcı olması, dünya nüfusunun gittikçe artması, gıda bilimi açısından eğitim düzeyinin artması, tüketicinin bilinçli olarak bir gıdayı sadece karın doyurmak amaçlı tüketmek yerine, hangi gıdayı hangi amaçla hangi zamanlarda tüketeceğini seçmesi, gıda sanayiini fonksiyonel gıda alanında üretim yelpazesini genişletmesi için olanak sağlamıştır (Diplock ve ark. 1999; Korhonen, 2002), Fonksiyonel bir ürün üretmek

hem gıda çeşitliliğini arttırmakta hem de bir gıdanın kalitesini gerek yükselterek gerekte koruyarak tercih sebebi olmaktadır. Böylelikle teknoloji ve gıda bilimi paralel olarak sürekli gelişmektedir.

Fonksiyonel gıdaların sınıflandırılması işleme yöntemlerine göre de ayırt edilmektedir. Çizelge 2.2'de gıdaların nasıl fonksiyonel özellik kazandığı hakkında bilgiler yer almaktadır (Malla ve ark. 2014).

Çizelge 2.2. Fonksiyonel gıdaların sınıflandırılması

| | |
|-----------------------------------|--|
| Geliştirilmiş Özellikteki Gıdalar | Hammaddenin içeriğindeki kimyasal bileşenlerinin besin değerlerini değiştirerek katkıda bulunmaktadır. Bitki yetiştiricilerinin tüketicilere potansiyel olarak önemli faydalar sağlayabilecek çeşitli ürünler meydana getirmeleridir. Örneğin mısırın yüksek lisin içeriği, vitamin içeriği artırılmış meyve ve sebzeler, karotenoid içeren patates. |
| Modifiye Ürünler | Var olan bir zararlı bileşenin içeriğini azaltmak veya vücut için iyi olan başka bir bileşenle değiştirmektir. Yağ içeriği azaltılan ürünler (yarım yağlı peynir, yarım yağlı süt), modifiye nişasta, tam buğday unu gibi ürünlerdir. |
| Geliştirilmiş Gıdalar | Bir gıda maddesinin bir veya daha fazla mevcut besin içeriğinin artırılmasıyla oluşturulmaktadır. Folik asit ile zenginleştirilmiş tahıl ürünleri, ilave C vitamini içeren meyve suları. Bu özelliğin, besinlerin kalitesini ve tüketicilere beklenen faydayı göstermede çok etkili olduğu kanıtlanmıştır. |
| Güçlendirilmiş Gıdalar | Normalde gıdada bulunmayan yeni besinlerin ilave edilmesi olayıdır. Kalsiyum eklenmiş portakal suları, bitki sterollerinin margarinlere ilave edilmesi. Bitki sterollerini, kan lipidlerini ve kolesterolü düşürmede yardımcı olduğu bilinmektedir. Tuza iyot ilavesi, guatr hastalığına yakalanma riskini azaltmaktadır. Bir başka örnek ise probiyotik ve prebiyotik gıdalardır. Birçok probiyotik ve prebiyotik, gıda içeriği hakkında halkın kafasını karıştırabilmektedir. Mesela probiyotik yoğurt canlı ve aktif kültürlerin dışarıdan eklenmesiyle bağırsak ve sindirim sistemine katkı sağlamaktadır. Birden çok faydalı bakteriyel ve maya içermektedir. |

2.2. Yoğurt

Süt ürünleri bir tür gıda ürünleri olup, memeli hayvanlardan inek, koyun, keçi vb. ile elde edilen sütlerle üretilmektedir (Shete ve ark. 2013). Sevilererek tüketilen yoğurdun tarihi tam olarak bilinmemekle birlikte ilk kez Türk kavimleri tarafından eski çağlarda tüketildiğine dair ipuçları bulunmaktadır. Bazı arkeoloji ve tarih çalışmaları neticesinde asırlar öncesinde Türk kültürünün var olduğu bölgelerde yoğurt ile ilgili bulgular ortaya çıkmaktadır (Kurt, 1995). ‘Divan-ı Lügat-ı Türk’ eserinde Oğuzlar, Selçuklular ve Osmanlıların hakim oldukları bölgelerde yoğurt kültürünün de var olduğu ve bu eserin M.S. 11. yüzyılda yazılması, yoğurdun tarihçesi hakkında bir ışık tutmaktadır. Yoğurt, Asya içlerinden Avrupa içlerine kadar göç eden insan toplulukları ile birlikte de Avrupa kültüründe de yer edinmiştir (Özden, 2008). Ünlü mikrobiyolog Metchnikoff bağışıklık ve savunma sisteminin varlığı hakkında yaptığı bir araştırmada yoğurt tüketen insanların yoğurt tüketmeyen insanlara oranla yaşamlarının daha uzun olduğunu savunması ile birlikte, yoğurt dünya üzerinde adeta tüm insanlığa armağan edilen bir ürün halini almıştır (Tamime ve ark. 1999). Yoğurt binlerce yıl geleneksel yöntemlerle üretilmiştir ve halen geleneksel üretimi mevcuttur. Geleneksel yöntemde kültür olarak bir önceki yoğurt kullanılmaktadır. Ancak bilimsel ve teknolojik gelişmelerin artmasıyla, endüstriyel anlamda da büyük ölçekte üretimler gerçekleştirilmeye başlanmıştır (Omurtag ve ark. 1959; Ünsal, 2007).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliğine göre yoğurt, mayalama için uygun hale gelen süte *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* kültürleri kullanılarak üretimi gerçekleştirilen fermente bir süt ürünüdür (Anonim, 2009). Yoğurdun içeriği süte benzerlik göstermektedir. Sadece uygulanan ısıl işlem sonrası kuru madde miktarı artarken, yoğurt bakterilerinin meydana getirdiği uçucu ve uçucu olmayan bileşikler yoğurda kendine özgü olan hafif ekşimsi tadını, aromasını, görünüşünü ve katı kıvamını vermektedir (Shahani ve ark. 1979).

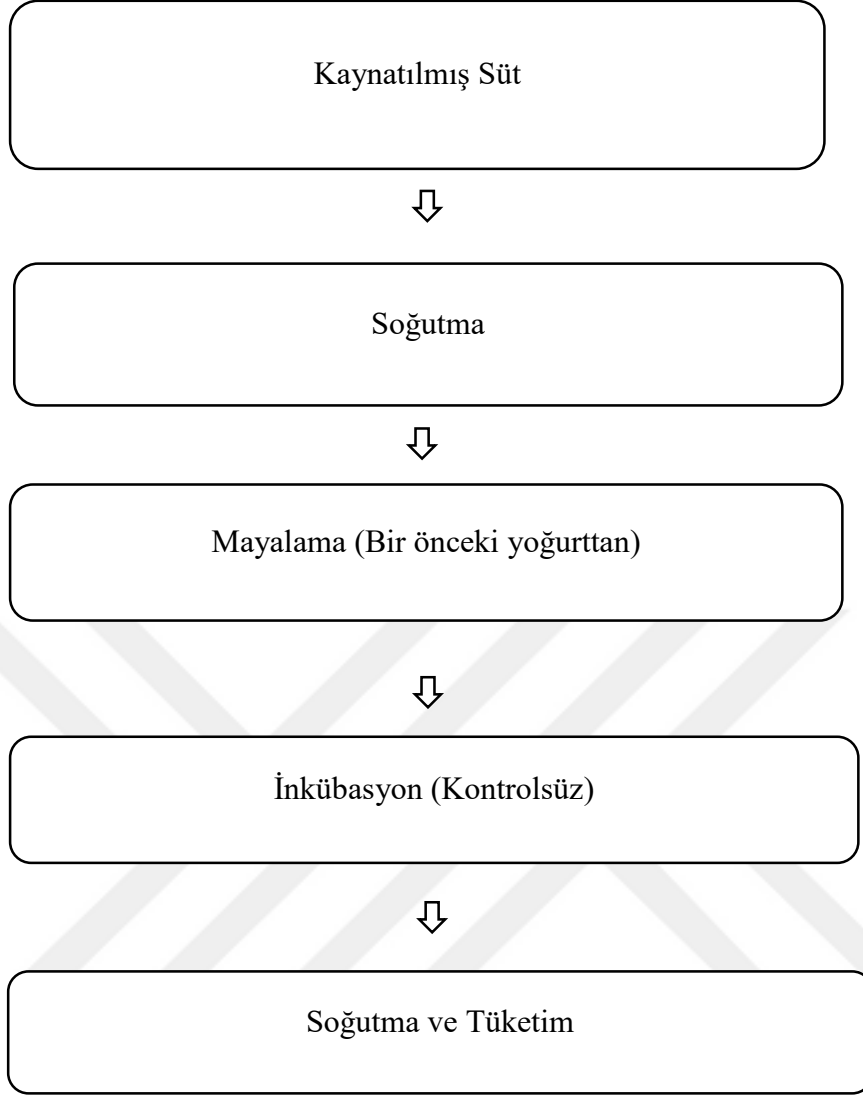
Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliğinde yoğurtta bulunması gereken özellikler aşağıdaki Çizelge 2.3’te belirtilmiştir (Anonim, 2009).

Çizelge 2.3. Bir ürünün yoğurt olarak kabul edilebilmesi için taşınması gereken özellikler

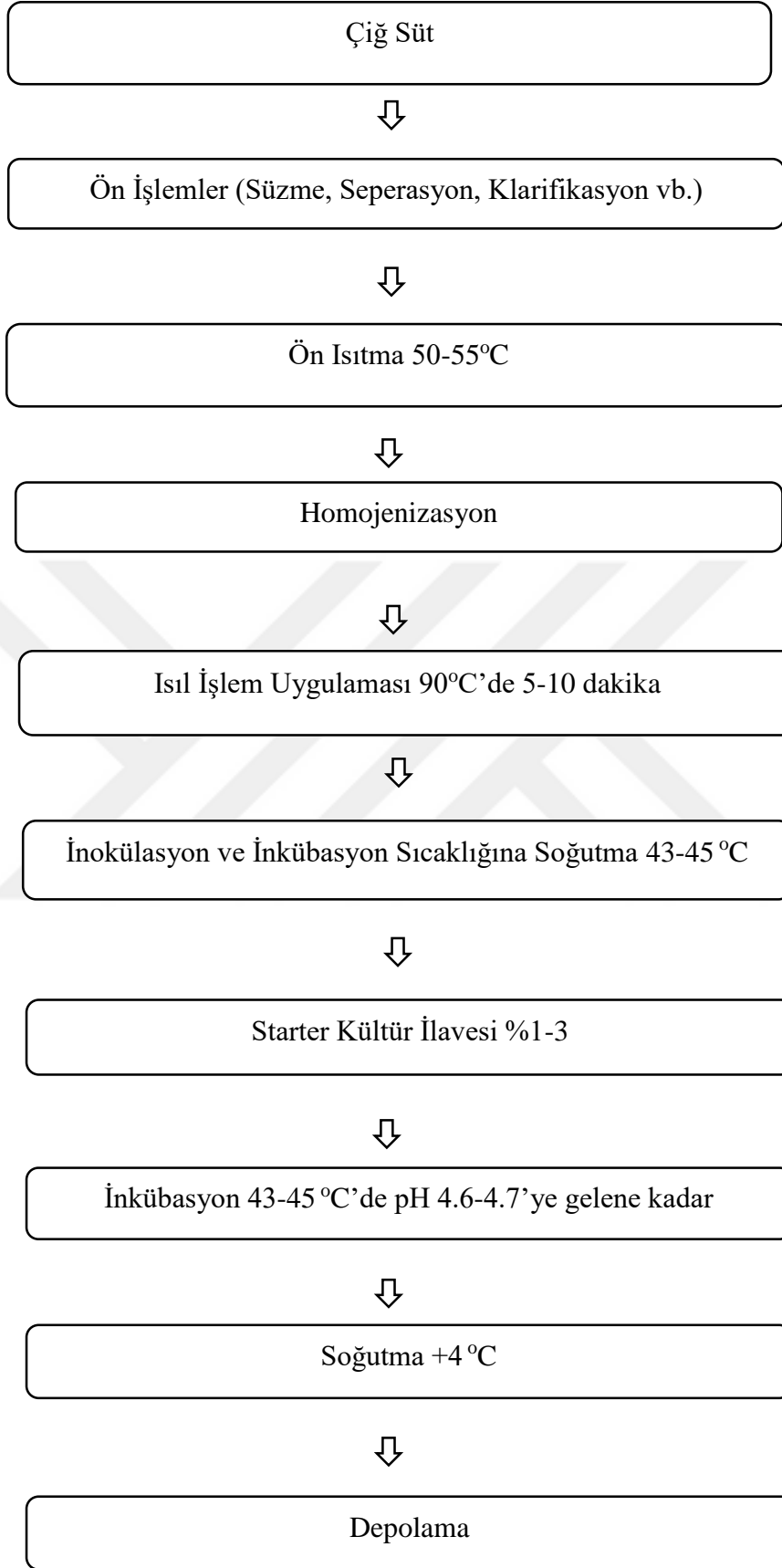
| | |
|---|-----------------------------|
| Tam Yağlı Yoğurt | Süt yağı \geq % 3,8 |
| Yarım Yağlı Yoğurt | % 2 > süt yağı \geq % 1,5 |
| Yağsız Yoğurt | Süt yağı \leq % 0,5 |
| Süt Proteini* (Ağırlıkça %) | En az 3,0 |
| Süt yağı (Ağırlıkça %) | En fazla 15 |
| Titrasyon asitliği (Ağırlıkça % laktik asit) | En az 0,6/En fazla 1,5 |
| Toplam Spesifik Mikroorganizma (kob/g) | En az 10^7 |
| Etikette Belirtilen Toplam İlave Mikroorganizma (kob/g) | En az 10^6 |
| Mayalar (kob/g) | - |

* Süt Proteini; Kjeldahl metodu ile belirlenen toplam azot miktarı x 6.38

Günümüzde yoğurt üretiminde 2 çeşit üretim yöntemi mevcuttur. Bunlardan birisi ev tipi olarak ta bilinen geleneksel üretim metodudur. Geleneksel yoğurdun üretiminde mayalama aşamasında bir önceki yoğurttan bir miktar yoğurt kullanılmaktadır. Diğer yöntem ise sanayi tipi üretim olarak bilinen endüstriyel yoğurt üretimidir. Bu üretimde ise standardı olan bir üretim hedef alınmıştır. İleri düzey süt teknolojilerinden yararlanılmaktadır ve inokülasyon aşamasında starter kültür ilave edilerek mayalama sonucunda soğutulmuş depolanır (Demirci ve ark. 2020). Endüstriyel ölçekteki üretimde sütün seçimi yapıldıktan sonra sütün kabulü ve/veya işlenmesi için bazı ön analizler yapılmaktadır. Üretime uygun olarak belirlenen süte seperasyon, klarifikasyon vb. işlemlerin gerçekleştirilmesinin ardından süte ısıtma işlemi uygulanmakta olup bu sıcaklık ve süre genellikle 90 °C'de 5-10 dakika arasında olmaktadır. Uygulanan ısıtma işlemi sonrası inokülasyon için optimum sıcaklık olan 42-45 °C'ye soğutulan süte %1-3 oranında *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* starter kültürleri ilave edilmektedir. Daha sonrasında kültür ilave edilmiş sütler ambalajlara alınıp yoğurt kıvamını alması ve laktik asit fermantasyonunun gerçekleşmesi için 42-45°C'de bulunmakta olan inkübasyon odasına alınmaktadır. Bu süreç, yoğurtların pH'ı 4,6-4,7'ye gelene kadar devam etmektedir (Rasic ve ark. 1978; Demirci ve ark. 2020). Şekil 2.1'de Geleneksel Yoğurt Üretim Şeması (Bulduk, 2002) ve Şekil 2.2'de Endüstriyel Yoğurt Üretimine yer verilmektedir (Demirci ve ark. 2020; Anonim, 2008).



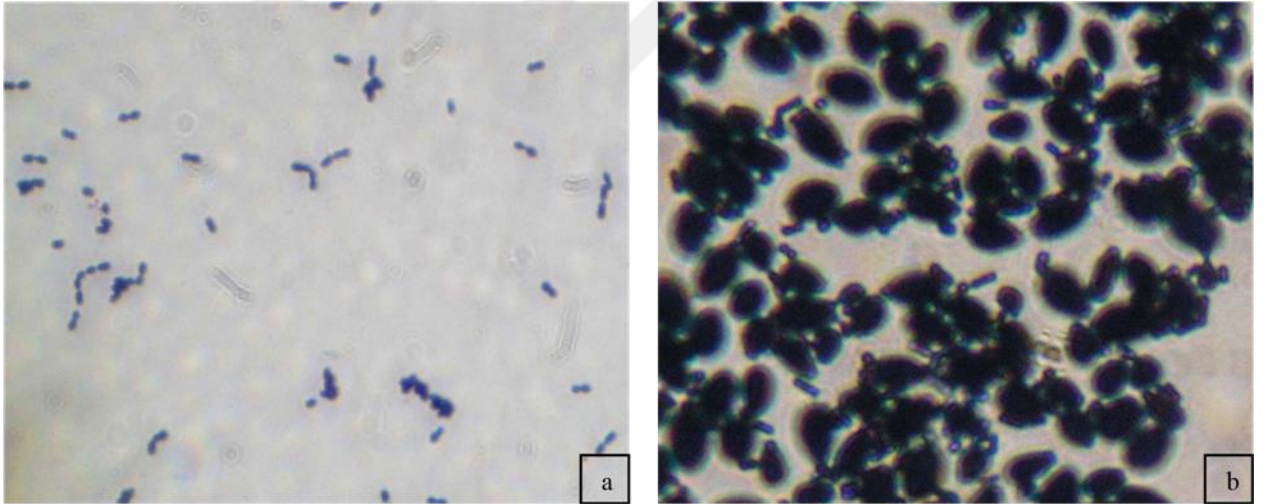
Şekil 2.1: Geleneksel Yoğurt Üretim Şeması



Şekil 2.2 Endüstriyel Yoğurt Üretimi

Yoğurt üretiminde önemli role sahip olan *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* Simbiyotik olarak görev almaktadırlar. *Streptococcus thermophilus* ovalimsi, ince-uzun çubuk şeklinde bir görünüme sahiptir. 0.7-0.9 mikron çapında, gram (+), aerob ya da fakültatif anaerob, genellikle hareketsiz, 45-52°C aralığında gelişme gösteren, optimum gelişme pH'ı 6.0-6.5 bir bakteri türüdür. Laktozu fermente edebilme ve süt asidi oluşturabilme özelliğine sahiptir ve termofiliktir (Tamime ve ark. 1980; Duplessis ve ark. 2001).

Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus, 5-7 mikron uzunluğunda, konkav gibi düz ya da eğri tekli, ikili veya zincir oluşturabilen görünümünde, gram (+), fakültatif anaerob özelliktedir. Laktozu fermente edebilir ve laktik asit meydana getirir. Optimum gelişme sıcaklığı 40-44 °C'dir (Accolas ve ark. 1979; Kandler, 1986). Şekil 2.3'te *Streptococcus thermophilus* (a) ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*'un (b) morfolojik görüntülerine yer verilmiştir (Gezginç ve ark. 2010).



Şekil 2.3: *Streptococcus thermophilus* (a) ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*'un (b) morfolojik görüntüleri

2.3. Kefir

İlk olarak Kafkasya'daki halkın keçi tulumu içinde süt şirden ile sütün pıhtılaştırılarak, birkaç hafta içinde tulumun iç yüzeyinde süngerimsi bir yapı ortaya çıkmasıyla kefir elde ettiklerini belirtmişlerdir. Tulumun içinden alınıp kurutulduktan sonra meydana gelen küçük topraklar, kefir tanesi olarak isimlendirilmektedir. Kefirin Kafkas dağlarından Orta Asya'ya kadar uzanan binlerce yıllık geçmişi bulunmaktadır. Kökeni Kafkasya'ya dayanan kefir, inek, koyun, keçi vb. süt türleriyle tulum veya fiçilerin içinde üretilmektedir. 19.yüzyılda da Orta ve Doğu Avrupa'da üretimine başlanmıştır. Çok eski zamanlardan beri, karnabahara benzeyen kefir taneleri, geleneksel metotla kefir üretiminde kullanılmaktadır (Alpkent ve ark. 2003; Kabak ve ark. 2011). Kefir üretiminde kullanılan taneler sütün içerisinde erimeyip aksine süte katıldığında boyutları artar, kazeinin ve mikroorganizmaların meydana getirdiği polisakkarit yapıdan oluşmaktadırlar (Yıldız, 2009). Kefir taneleri genel olarak, esnek, sümüksü, beyazdan açık sarıya kadar değişen kremimsi bir renkte, boyları genellikle 1 ile 3 cm arasında değişen, düzensiz ve loblu karnabahar benzeri bir yapıya sahiptir (Farnworth, 2006; Leite ve ark. 2013). Şekil 2.4'te kefir granülleri görüntüsü yer almaktadır (Turkmen, 2017).



Şekil 2.4: Kefir granülleri

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre kefir, fermantasyonda bazı laktik ait bakterileri ve bazı asetik asit bakteri ile süt şekerini yani laktozu fermente eden ve etmeyen mayaları ihtiva eden starter kültürler veya kefir granüllerinin kullanıldığı bir süt ürünü olarak tanımlanmaktadır. Çizelge 2.4'te ilgili tebliğe göre kefirde bulunması gereken özellikler yer almaktadır (Anonim, 2009).

Çizelge 2.4. Bir ürünün kefir olarak kabul edilebilmesi için taşınması gereken özellikler

| | |
|---|--------------|
| Süt Proteini* (Ağırlıkça %) | En az 2,7 |
| Süt yağı (Ağırlıkça %) | En fazla 10 |
| Titrasyon asitliği (Ağırlıkça % laktik asit) | En az 0,6 |
| Toplam Spesifik Mikroorganizma (kob/g) | En az 10^7 |
| Etikette Belirtilen Toplam İlave Mikroorganizma (kob/g) | En az 10^6 |
| Mayalar (kob/g) | En az 10^4 |

* Süt Proteini; Kjeldahl metodu ile belirlenen toplam azot miktarı x 6.38

Dünya çapında kefirin günlük tüketiminin ömrü uzattığı ve sayısız sağlık faydalarıyla ilgili gittikçe artan popüleritesi, günümüzde kefirin değerini arttırmaktadır (Diosma ve ark. 2014). Kefir içerdiği laktik asit, asetik asit, etanol, karbondioksit, asetaldehit, asetoin, diasetil, ekzopolisakkaritler ve mikrobiyal fermantasyon yoluyla elde edilen peptitler, aminoasitler, bakteriyosinler, folik asit, kalsiyum ve B1, B12 ve K vitaminleri gibi diğer biyoaktif bileşiklerin karışımı sayesinde kendine özgü bir lezzete ve aromaya sahiptir (Guzel-Seydim ve ark. 2011). Günümüzde kefirin tüketimi ile antiinflamatuvar, antihipertansif, antioksidan, antialerjenik, antikanserojenik, hipokolesterolemik, antibakteriyel gibi iyileştirici etki özellikleri bilinmekte ve sayısız sağlık yararı bulunmaktadır (Rosa ve ark. 2017).

Biyolojik çeşitliliğin azalması, ozon tabakasının tahribatı, asit yağmurları, hava kirliliği, iklim koşulları gibi çevresel faktörler nedeniyle insan sağlığı sürekli bir tehlike altındadır. İnsan sağlığını tehlikeye atan nedenlerden birisi de beslenme açısından yapılan yanlışlardır. Yanlış beslenme sonucu bazı hastalıkların ortaya çıkması bağırsak mikrobiyotasının zarar görmesine sebep olmaktadır (Kirby ve ark. 2017). Gastrointestinal sistemde insan bağırsak mikrobiyal florası doğumda sterildir. Floranın ana kaynağı, doğum sırasında bebeğin yuttuğu annenin vajinal ve fekal florasının yanı sıra, bebeğin etrafında temas ettiği kişilerde bulunan mikroorganizmalardır. Bebek doğduğu andan itibaren 48 saat içinde kolonda Stafilokoklar, Streptokoklar ve Enterobakterler bulunmaktadır. İkinci günden sonra oluşan Bifidobakterler birinci haftadan itibaren floraya egemenlik kurmakta ve patojenleri azaltmaya başlamaktadır. Doğum sonrası florayı oluşturan bakterilerin türü ve miktarına etki eden en önemli faktörlerden birisi annenin aldığı besinler ve probiyotik alıp almamasıdır (Coşkun, 2006).

Bağırsak mikrobiyotasının önemi anlaşıldığından bu yana beslenme açısından probiyotik gıdaların önemi artmıştır. Bağırsak florasının zarar görmesi sonucu tam sindirilmemiş besin maddeleri veya toksik maddelerin emilmeden dışarı atılması yerine bağırsaktan emilip kana geçirilerek insanlarda otoimmün hastalıkları harekete geçirdiği

kanıtlanmıştır (Srikantha ve ark. 2019). Bu koşullar nedeniyle, bağırsak sisteminde bulunan faydalı mikroorganizmaların gıdaların sindirimine yardımcı olması, canlının savunma mekanizmasını desteklemesi ve canlıyı patojen mikroorganizmalardan koruması gibi işlevleri yerine getirmesi için probiyotik gıdaların tüketilmesi önem arz etmektedir (Fonden ve ark. 2000).

Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmaların, antikanserojenik etki göstermeleri, laktoz ve kalsiyum emilimini arttırmaları, bağırsak enfeksiyonu ve antibiyotik tedavilerinin yan etkilerini önlemeleri, bağırsakta bulunan patojenleri kontrol altına alabilmeleri ve bağırsak sistemindeki normal floranın dengesini sağlayarak bağışıklık sistemini güçlendirmeleri gibi yararlı etkileri olduğu bilinmektedir (Fuller, 1989; Sezen ve ark. 2006).

Kefir içerdiği laktik asit bakterileri, probiyotikler ve mayalar sayesinde insan sağlığı üzerinde önemli biyoyararlılığı bulunan bir fermente süt ürünüdür. Hammaddesi süt olduğu için sütte bulunan yağ, protein, laktoz, vitamin, mineral gibi besin elementlerini içermektedir (Libudzisz ve ark. 1990).

Kefirin sağlık açısından faydalarını ortaya çıkaran çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Kefir diyareye sebep olan *Salmonella* ve *Escherichia coli*'ye karşı antibakteriyel etki göstererek bu patojenlerin inhibe olmasına yardımcı olmaktadır (Karagözlü, 1990). İnce ve kalın bağırsaktaki patojenlerin gelişiminin inhibe edilmesinde, kefirin içerisindeki bakteriler tarafından üretilen laktik asit bakterileri rol oynamaktadır (Libudzisz ve ark. 1990). Hiperkolesterollü farelerde, kefir içindeki laktik asit bakterilerinin kan kolesterolü ile karaciğer yağına etkisinin incelendiği bir araştırmada, yüksek kolesterol diyetine kefir bakterilerinin eklenmesinin ardından kobay farelerinde antikolesterol etki meydana gelerek kolesterolü düşürdüğü gözlemlenmiştir (Tamai ve ark. 1996). Kefir belirli bir düzende tüketildiğinde laktobasil ve laktokokların bağırsakta kolonize olarak mikrobiyotayı düzenlediği ve patojenleri inhibe ettiği, kefirin antimutajenik ve antikarsinojenik etkisinin incelendiği bir araştırma sonucu karşımıza çıkmıştır (Matar ve ark. 2003). Bağışıklık hücreleri üzerine yapılan bir başka çalışmada, kefir ile beslenen farelerin meme tümörlerine hücre ölümü mekanizmalarının endekslenerek antitümör etkisinin arttığı tespit edilmiştir (LeBlanc ve ark. 2006).

2.4. Literatür Sonuçları

Akalın ve ark. (1998) yoğurt üretimi ve depolama sırasında organik asitlerin belirlenmesi üzerine yaptıkları bir çalışmada depolamanın başlangıcından sonlarına doğru örneklerin tat ve koku özelliklerinde azalmalar gözlemlemişlerdir. Görünüş ve kıvam değerlerinde bir değişim olmadığını belirtmişlerdir.

Diyet *Acidophilus bifidus* yoğurdu ve diyet yoğurdun kalite niteliklerinin incelenmesi üzerine yapılan bir çalışmada genel olarak diyet yoğurt ile diyet *Acidophilus bifidus* yoğurdunun ağızda hissedilen kıvam dışındaki duyu özellikleriyle, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri yönden birbirine benzer ürünler olduklarını saptamıştır. Diyet *Acidophilus bifidus* yoğurdu ve diyet yoğurt örneklerinde ortalama kurumadde miktarı sırasıyla % 11.55 ve % 11.77 bulunurken, örnekler arasında önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$). pH değeri ortalamaları sırasıyla 4.18 ve 4.16 tespit edilip, ürün çeşidinin pH üzerinde etkili olmadığı tespit edilmiştir. Diyet *Acidophilus bifidus* yoğurdu örneklerinin dış görünüş, kaşıkla kıvam, koku ve tat kriterlerinde 5 tam puan üzerinden aldığı ortalama değerlerin sırasıyla 4.73, 4.65, 4.37 ve 4.23 olduğu, diyet yoğurt örneklerinin aynı kriterlerden sırasıyla 4.47, 4.37, 4.33 ve 4.33 ortalama değerler aldığı saptanmıştır. Yapılan istatistiksel çalışmada ortalama değerler arasındaki farklılığın sadece ağızla kıvam kriterinde önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$) (Gürsoy ve ark. 1999).

Yenilebilir kıvamda üretilen meyveli kefirlerin fizikokimyasal, duyu ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada tüm örneklerin kuru madde, yağ, pH değerleri ile laktik asit bakteri sayıları azalma göstermiş; titrasyon asitliği ve viskozite değerleri ise artış göstermiştir. Kefirlerin duyu özelliklerine verilen puanlar da depolama süresince azalmıştır (İrigoien ve ark. 2005).

Öner ve ark. (2010), farklı süt çeşitleri ve starter kültürlerin kefir üzerine etkilerini inceledikleri bir çalışmada inek sütünden starter kültür ilavesiyle ürettikleri örneklerin, *Lactobacillus* değerlerinin 7.26 - 8.05 log kob/g, *Lactococcus* değerlerinin 7.40 – 7.62 log kob/g ve maya sayılarının 6,37 log kob/g ile 6,65 log kob/g arasında değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir.

Yapılan başka bir çalışmada Bursa'da farklı satış noktalarından alınan 50 kefir örneğinin mikrobiyolojik kalitesi ve bazı kimyasal özellikleri incelenmiştir. İncelenen örneklerde laktobasil, laktokok ve maya sayıları sırasıyla ortalama $3,6 \times 10^7$ kob/ml, $1,8 \times 10^8$ kob/ml ve $7,7 \times 10^4$ kob/ml olarak bulunmuştur. Kefir örneklerinin pH'ları 3,9 ve 4,7 arasında, ortalama asitlik, yağ ve kuru madde değerleri ise sırasıyla % 0,8 L.A., % 2,3 ve % 11,3 tespit edilmiştir (Çetinkaya ve ark. 2012).

Kurtuldu (2012)'nin probiyotik yoğurt üretiminde β -glukan kullanımını ele aldığı bir araştırmada örneklerde serum ayrılması değerlerinin 6,40 - 8,55 (mL/25g) arasında değiştiğini belirtmiştir. Ortalama serum ayrılması değerleri incelendiğinde en düşük değer 6,71 (mL/25g) ile depolama süresinin 21. gününde, en yüksek değer 8,01 (mL/25g) ile depolama süresinin 1. gününde belirlendiğini bildirmiştir. Yoğurt örneklerinde pH değerlerinin 3,91 - 4,80 arasında, titrasyon asitliği değerleri %0,76 - %1,21 arasında, görünüş değerleri 3,80 - 5,00 arasında, koku değerleri 3,20 - 4,90 arasında, aroma yoğunluğu değerleri 3,90 - 4,70 arasında, tat değerleri 2,70 ile 4,80 arasında tespit edilmiştir, Yoğurt örneklerinin toplam kabul edilebilirlik değerleri 3,40 - 4,70 arasında değiştiğini, depolama süresinin 1. gününden itibaren belirli bir miktar artış göstermiş olsa da bu durum istatistiki açıdan önemsiz bulunduğunu saptamıştır. Yoğurt örnekleri, depolamanın ilk günlerinden itibaren beğeni aldığını belirtmiştir.

Kök-Taş ve ark. (2013), farklı fermantasyon koşulları altında üretilen kefir örneklerinin viskozite değerleri 171.9 - 316.2 mpa's, *Lactobacillus* değerlerini 8.03 – 9.31 log cfu/ml, *Lactococcus* değerlerini 8.04 – 9.38 log cfu/ml ve maya sayılarını 4.71 – 5.56 log cfu/ml aralığında bulunduğunu belirtmiştir.

Ünver, İ. H. (2014) *Saccharomyces boulardii* kullanarak probiyotik üretimini incelediği bir araştırmada kuru madde içeriklerinin %9,8 - %12,0, titrasyon asitliği değerlerinin %0,8 - %1,0, pH değerlerini ise 3,85 - 4,18 değerleri arasında değiştiğini belirtmiştir. Yoğurtların görünüş değerleri arasında anlamlı fark görülmemiş, depolama süresinin yoğurtların görünüş özelliklerini etkilemediği gözlemlenmiştir ($p > 0,05$). Ancak depolama sonunda başlangıç puanlarına göre görünüş ortalama puanları genel olarak artış göstermiştir. Kıvam değerlendirmesinde depolama süreci sonuna doğru kıvam puanları artmış, sadece oligofruktoz ilaveli yoğurt (yoğurt E) örneklerinde azalma gözlenmiş olup bu azalmanın da istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur ($p > 0,05$). Sadece starter kültür+probiyotik maya ile fermente edilen yoğurtlarda (yoğurt B) depolamanın bazı günlerinde yabancı tat oluşumu

gözlenmiştir. Toplam genel beğeni puanlarına göre depolama süreci incelendiğinde; en çok inülin ilaveli (yoğurt D) ve oligofruktoz ilaveli (yoğurt E) yoğurtların beğenildiği saptanmış olup depolamanın son günü tüm gruplar 3 puanın altında beğeni puanları almıştır.

Çağlayan, H. (2018), balkabağı ve kuru üzüm ilavesinin probiyotik yoğurtların bazı kalite özellikleri üzerine yaptığı bir araştırmada kurumadde değerlerinin %14,82 - %17,52, yağ içeriklerinin %1,4 - %3,6, titrasyon asitliği (% laktik asit) değerinin %0,39 - %1,25, pH değerlerinin 4,20 - 4,85, serum miktarlarının 3,83 - 7,74 ml/25 g aralığında olduğunu saptamıştır.

Çetin, (2020)'nin Şanlıurfa ilinde tüketime sunulan geleneksel yoğurtların mikrobiyotası ve mevzuat açısından değerlendirilmesi konulu çalışmasında ortalama titrasyon asitliği 33.61 ± 3.97 SH, pH değeri 3.96 ± 0.04 , KM oranı $\%13.69 \pm 0.81$ ve yağ oranı $\%2.30 \pm 1.27$ olarak belirtmiştir. Yoğurt örneklerinde, çubuk şekilli LAB sayısı 6.02 ± 0.10 log kob/g, kok şekilli LAB sayısı 5.79 ± 0.14 log kob/g olarak tespit etmiştir.

Ecem ve ark. (2021) tarafından farklı starter kültür kullanımının yoğurtların tekstürel ve viskozite özelliklerine etkisi üzerine yapılan bir araştırmada yoğurt örneklerinin viskozite değerlerinin depolama süresi boyunca 597,33- 1902,33 mPa·s aralığında değişim gösterdiği saptanmıştır. Farklı starter kültür kullanımının yoğurdun tekstürel ve viskozite özellikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Sarıca ve ark. (2021) Keçiyoynuzu gamının keçi sütünden üretilen kefirin fizikokimyasal ve duyuşsal özelliklerini araştırdıkları bir çalışmada, keçiyoynuzu gamı oranının artmasıyla viskozitenin de arttığını tespit etmişlerdir. Depolama sırasında viskozite, kontrol örneğinde 32-38 mPa.s, K0.05 örneğinde 48-61 mPa.s, K0.1 örneğinde 54-82 mPa.s ve K0.2 örneğinde 107-157 mPa.s arasında tespit etmişlerdir. Kontrol örneğinin viskozite değerinde, depolamanın 7. gününde hafif bir artış olsa da depolamanın 28. gününe kadar düşüş gözlemlenmiştir. Ancak bu değişim istatistiksel olarak önemli değildir ($P > 0.05$).

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Süt

Kefir kültürü ilavesiyle fonksiyonel yoğurt üretiminde, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliğinden temin edilen çiğ inek sütü kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan çiğ sütün bileşimi ve bazı özellikleri Çizelge 3.1.'de verilmektedir.

Çizelge 3.1. Ürün üretiminde kullanılan çiğ sütün bileşimi ve bazı özellikleri

| | |
|----------------------|-------|
| Yağsız Kurumadde (%) | 11,05 |
| Yağ (%) | 3,80 |
| pH | 6,72 |
| Laktik asit (%) | 0,17 |

3.1.2. DVS Kültürleri

Bu çalışmada daha çok ticari üretimde tercih edilen DVS (Direct Vat Set) tipi kültürler kullanılmıştır. Yoğurt kültürü olarak, Danisco (France) firmasından temin edilen (YO-MIX R05 LYO 200 DCU) *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* içeren kültür kullanılmıştır. Kefir kültürü olarak ise CHOOZIT Kefir DG olarak adlandırılan, Danisco (Deutschland) firmasından tedarik edilen ve içeriğinde kefir taneleri mikroflorası, kefir mayası, laktik asit bakterileri olarak da *Lactococcus lactis subsp.*, *Leuconostoc sp.*, *Streptococcus thermophilus* bulunan kültür tercih edilmiştir.

Bu tip kültürler, üretime hazır hale gelen süte doğrudan inoküle edilebilmesi için yüksek derecede konsantre ve standardize edilmiş olup, dondurularak kurutulmuş kültürlerdir. Bu şekilde kültür çoğaltma aşaması ortadan kaldırılmış olup, herhangi bir ön işleme gerek kalmamaktadır.

3.1.3. Ambalaj Materyali

Kefir kültürü ilavesiyle fonksiyonel yoğurt üretiminde kimyasal maddelere, ısıya ve aşırı derece yorulmaya dayanıklı olan 200 g'lık polipropilen ambalaj ve kapakları kullanılmıştır.

3.2. Metod

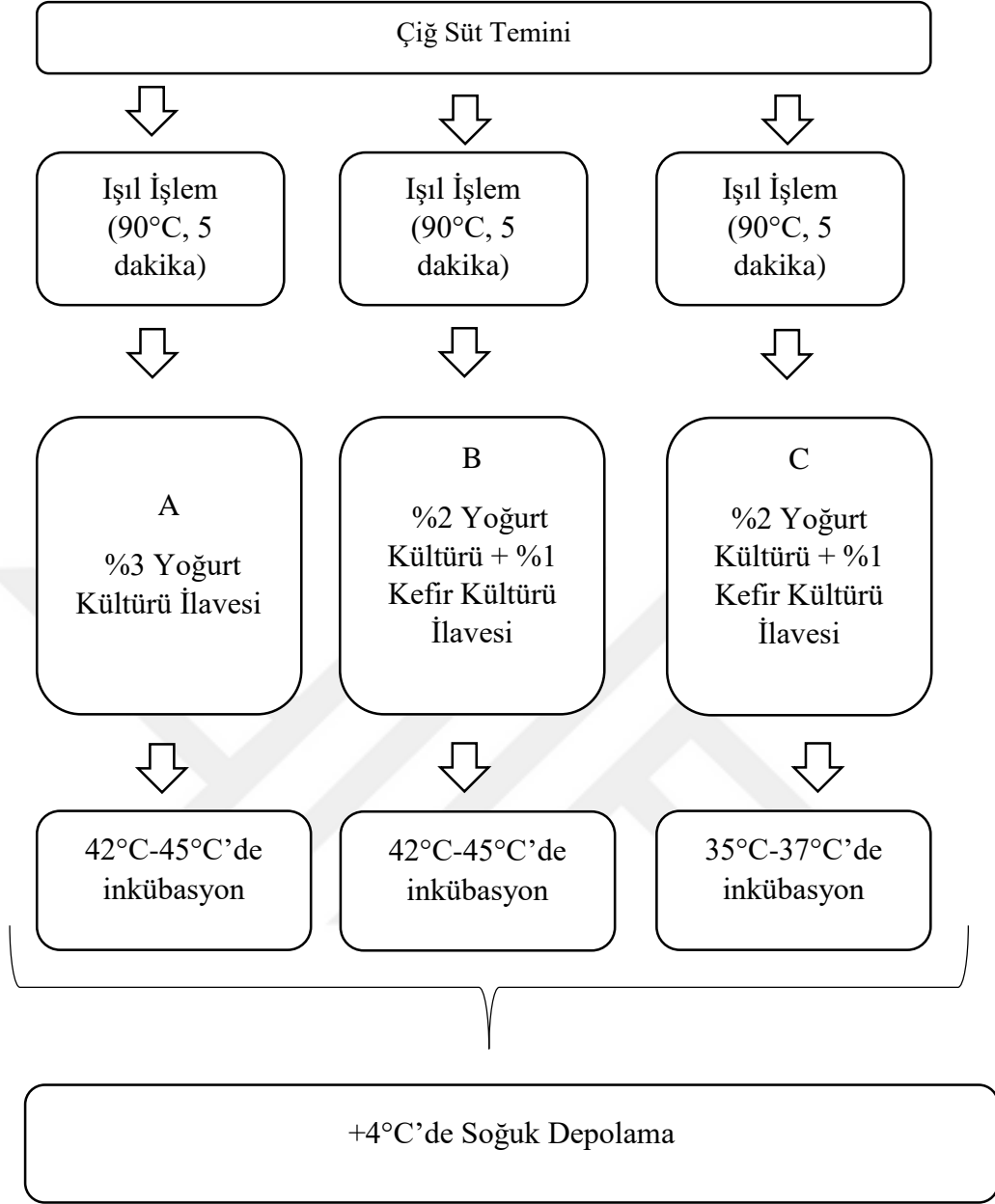
3.2.1. Kefir Kültürü İlavesiyle Fonksiyonel Yoğurt Üretimi

Bu araştırma Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Kimya Laboratuvarı ve Mikrobiyoloji Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Biri kontrol örneği olmak üzere, 3 çeşit yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Yoğurt A: Sadece %3 yoğurt kültürü ilavesiyle 42°C-45°C'de inkübasyon, Yoğurt B: %2 yoğurt kültürü + %1 kefir kültürü ilave edilerek 42°C-45°C'de inkübasyon ve Yoğurt C: %2 yoğurt kültürü + %1 kefir kültürü ilave edilerek 35°C-37°C'de inkübasyon. Yoğurt üretimi 200 ml'lik kaplarda yapılmıştır. Yoğurtlar 21 gün boyunca +4°C'de buzdolabında muhafaza edilmiş, depolamanın 1., 7., 14., ve 21. günlerinde üretilen yoğurtların duyuşal, tekstürel, fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır ve Çizelge 3.1.'de yoğurtların üretimine ait deneme desenine yer verilmiştir.

Çizelge 3.2. Yoğurtların üretimine ait deneme deseni

| Ürün | Uygulama |
|------|---|
| A | % 3 Yoğurt Kültürü, 42°C-45°C'de inkübasyon |
| B | % 2 yoğurt kültürü + % 1 kefir kültürü, 42°C-45°C'de inkübasyon |
| C | % 2 yoğurt kültürü + % 1 kefir kültürü, 35°C-37°C'de inkübasyon |

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliğinden temin edilen çiğ inek sütüne 90°C'de 5 dakika ısı işlem uygulanmış olup, inokülasyon için gerekli sıcaklığa gelen süte 3 ayrı örnek/parti olacak şekilde ayrı ayrı kültür ilaveleri yapılmıştır. Hazırlanan yoğurt karışımları ambalajlara alınıp ısıları sırasıyla A: 43°C, B: 43°C ve C: 37°C'ye ayarlanmış olan etüvlere alınmıştır. pH 4.7 olana kadar inkübasyona bırakılmıştır. Elde edilen yoğurtlar, pH 4.7'ye ulaşınca etüvlerden alınıp 10 dakika kadar dışarıda bekletilip, 1 gece bekletilmek üzere +4°C'de olan buzdolabına alınmıştır. Yoğurtların üretime dair akış şeması şekil 3.1'de gösterilmiştir. Şekil 3.2'de de kefir kültürü ilavesiyle zenginleştirilmiş yoğurtların görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3.1: Yoğurtların Üretimine Dair Akış Şeması



Şekil 3.2: Kefir Kültürü İlavesiyle Zenginleştirilmiş Yoğurtların Görüntüsü

Ürünler e yapılan kuru madde, yağ, viskozite, pH, sH (titre edilebilir asitlik analizi), serum ayrılması gibi fizikokimyasal analizler, duyuusal analizler ve mikrobiyolojik analizler depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde gerçekleştirilmiştir.

3.3. Çiğ Süte Yapılan Analizler

3.3.1. Kurumadde Analizi

Gravimetrik yöntemle tayin edilmiştir. 5ml süt örneği 100±2°C’de sabit tartıma gelinceye kadar (3-4 saat) etüvde kurutulmuştur (AOAC, 1990). Sonuçlar % kurumadde cinsinden ifade edilmiştir (TSE, 2002).

$$\% \text{ Kurumadde} = \frac{\text{Süt Kurumaddesinin Ağırlığı (g)}}{\text{Süt Numunesinin Ağırlığı (ml)}} \times 100$$

3.3.2. Yağ Analizi

Gerber Yöntemi ile belirlenmiştir. Bu yöntemde bütirometreden yararlanılmıştır. Bütirometreye sırasıyla ilk önce özgül ağırlığı 1,820-1,825 olan 10 ml sülfirik asit, devamında 11 ml karıştırılmış çiğ süt ve üzerine özgül ağırlığı 0,812-0,818 olan 1 ml amil alkol ilave

edilmiştir. Bütirometrenin ağzı sıkıca lastik tıpayla kapatılarak biraz çalkaladıktan sonra santrifüje konulmuştur. 5 dakika kadar döndürüldükten sonra santrifüjten çıkartılıp bütirometrenin üzerindeki değer okunmuştur. Okunan değer 100 ml sütteki yağın g olarak miktarıdır (Kurt ve ark. 2003).

3.3.3. pH Analizi

Sütün pH değeri, Hanna HI2002-02 Edge marka masa tipi pH metrede okunmuştur. Ölçüm yapılmadan önce pH metre standart tampon çözeltileri ile kalibre edilmiştir.

3.3.4. SH Analizi

Diğer adı titrasyon asitliği tayini olan bu yöntem, Soxhlet-Henkel metodu ile belirlenmiştir. Bir erlene 25 ml süt konularak, üzerine 1 ml %2'lik fenolftalein indikatörü ilave edilmiştir. 0.1 N NaOH çözeltisi ile açık pembe renk sabit olarak gözlemleninceye kadar titrasyona devam edilmiş ve harcanan NaOH çözeltisi büretten okunmuştur. Titrasyon işlemi sona erdiğinde % asitik oranı laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (TSE, 2002).

$$\text{Titrasyon Asitliği (\%Laktik Asit)} = \frac{V \times M \times 0.09 \times 100}{m}$$

V : Titrasyonda harcanan sodyum hidroksit çözeltisinin hacmi (ml),

M : NaOH çözeltisinin molaritesi, mol/L dir.

m : Titre edilen örneğin gerçek miktarı, (ml veya g).

3.4. Yoğurtlara Yapılan Analizler

3.4.1. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

3.4.1.1. Kurumadde Analizi

Yoğurt örneklerinde kurumadde tayini gravimetrik yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu analizde cam petri kaplarından yararlanılmıştır. Öncelikle petri kapları ve kapakları $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlanmış etüvde kurutulmuş, sonrasında oda sıcaklığına gelmesi için desikatöre alınmış ve darasının alınması için tartılmıştır. Devamında cam petri kaplarının içine 5 g homojen bir şekilde karıştırılmış yoğurt örneği ilave edilerek yaydırılmıştır. Kuruması için $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlanmış etüve alınarak 3-4 saat kurutma kapları değişmeyen ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur. Sonrasında desikatöre alınıp, oda sıcaklığına kadar soğutulup, tartımı gerçekleştirilmiştir. Tartım sonuçları alınan yoğurt örneklerinin %kurumadde cinsinden hesaplaması aşağıdaki gibi formülize edilmiştir (AOAC, 2000).

$$\% \text{ kurumadde} = \frac{M_1 - M}{M_2 - M} \times 100$$

M: Kurutma kabı ağırlığı (g),

M₁: Kurutma kabı ve kurutulmuş örnek ağırlığı,

M₂: Örnek ve kurutma kabı ağırlığı (g).

3.4.1.2. Viskozite Analizi

Viskozite analizi, AND marka Vibro viskometer SV – 10 Series modeline sahip, titreşim metoduyla çalışan viskozimetre ile yapılmıştır. Ölçüm sonuçları vakum floresans göstergesinde mPa · s şeklinde okunmuştur (Akpek, 2019).

3.4.1.3. pH Analizi

Hanna HI2002-02 Edge markasına ait masa tipi dijital pH metre kullanılarak yoğurt örneklerinin pH değerleri tespit edilmiştir. Her analiz öncesinde pH metre standart çözeltiler kullanılarak pH 4 ve pH 7 olarak kalibre edilmiş ve sonrasında ölçüm yapılmıştır.

3.4.1.4. SH Analizi - Titrasyon Asitliği Tayini

Titrasyon yöntemi, Soxhlet-Henkel yöntemi olarak da isimlendirilmektedir. SH analizi sonuçları % Laktik Asit cinsinden elde edilmektedir. Bu yöntemde bir erlenin içine 10 g yoğurt örneği tartılıp, üzerine 40°C'ye kadar ısıtılmış 10 ml saf su eklenmiş ve iyice karıştırılmıştır. Üzerine 1 ml %2'lik fenolftalein indikatörü ilave edilmiştir. 0.1 N NaOH çözeltisi ile sabit olarak açık pembe renk gözlemleninceye kadar titrasyona devam edilmiş ve harcanan NaOH çözeltisi büretten okunmuştur (Oysun, 1996). SH analizinin % laktik asit cinsinden hesaplaması aşığıdaki gibi formülize edilmiştir.

$$\text{Titrasyon Asitliği (\%Laktik Asit)} = \frac{V \times M \times 0.09 \times 100}{M}$$

V : Titrasyonda harcanan sodyum hidroksit çözeltisinin hacmi (ml),

M : NaOH çözeltisinin molaritesi, mol/L dir.

m : Titre edilen örneğin gerçek miktarı, (ml veya g).

3.4.1.5. Yağ Analizi

Analize başlamadan önce homojen hale getirilmiş yoğurt örneğinin sıcaklığı yaklaşık 20°C'ye getirilmiştir. Bu yöntemde 10 g yoğurt numunesi tartılmış olup, üzerine 10 ml saf su katılarak iyice karıştırılmıştır. Öncelikle 10 ml sülfirik asit bütirometreye alınmıştır. Ardından yarı yarıya sulandırılmış olan bu karışımdan süt pipeti yardımıyla 11 ml alınarak süt bütirometresine konulmuştur. Son olarak 1 ml amil alkol eklenerek bütirometrenin ağzı lastik tıpasıyla sıkıca kapatılmıştır. Hafif bir karıştırma işleminden sonra 5 dakika santrifüje bırakılmıştır. Santrifüj sonucunda bütirometreden okunan değer 2 ile çarpılarak %yağ oranı tespit edilmiştir (Kurt ve ark. 2003).

3.4.1.6. Serum Ayrılması Analizi

Bu analiz yönteminde yoğurt numunesinden 25 g tartılıp +4°C'de 3 saatlik süre sonunda, filtre kağıdından süzülerek ayrılan serumun ml cinsinden miktarı belirlenmiş ve sonuç ml/25 g olarak saptanmıştır (Sezgin ve ark. 1994).

3.4.2. Duyusal Analizler

Deneysel yoğurt numunelerinin duyuşal olarak değerlendirilmesinde panelistlere duyuşal değerlendirmeyi nasıl yapacakları hakkında ön bilgilendirme yapılmıştır. Örneklerin duyuşal olarak değerlendirilmesi, 5 eğitimli panelist tarafından ‐Görünüş‐, ‐Kıvam‐, ‐Koku‐, ‐Tat‐, ve ‐Toplam Kabul Edilebilirlik‐ özellikleri incelenerek gerçekleştirilmiştir. Her bir özellik için 1’den 5’e kadar olan puanlama sistemi kullanılmıştır (Alparslan ve ark, 2000). Görünüş olarak temiz olup olmadığı, yabancı madde içerip içermediği, parlak olup olmadığı, süt rengine de olup olmadığı, serum ayrılması gözlemlenip gözlemlenmediği, çatlak veya gaz kabarcığı oluőup oluőmadığı baz alınarak puanlamaya tabii tutulmuştur (Gönç ve ark. 1980). Kıvam olarak, kaşıkla alınan kesitte dolgun kıvamda olup olmadığı, düzgün yapıda olup olmadığı, homojen karıştırıldıktan sonra koyu bir akıcılığı olup olmadığı, serumunun ne kadar sürede ayrıldığı, dille damak arasında kolay dağılıp dağılmadığı esas alınarak puanlanmıştır. Koku olarak, kendine has hoş kokuda olup olmadığı, yabancı koku içerip içermediği ya da yanık koku içermediği değerlendirilmiştir. Tat olarak ise, kendine has hafif ekşimsi tada sahip olup olmadığı, hafif küfümsü, hafif sabunumsu, ya da hafif yanık tada veya benzeri yabancı başka bir tadı olup olmadığı baz alınarak puanlamaya tabii tutulmuştur. TS 1330 Yoğurt stardardına ek olarak genel kabul edilebilirlik beğenileri de sorgulanmıştır (Anonim, 2006).

3.4.3. Mikrobiyolojik Analizler

3.4.3.1. Toplam *Lactobacillus* spp. Belirlenmesi

Toplam *Lactobacillus*’ların sayımı için MRS Agar kullanılmıştır. Yayma plak ekim yöntemi uygulanmıştır. Anaerobik inkübatörde 37°C’de 48 saat inkübasyon sonucunda koloni içeren plaklar sayılarak değerlendirilmiştir (Borcaklı ve ark. 2003)

3.4.3.2. Toplam *Lactococcus* spp. Belirlenmesi

Toplam *Lactococcus*’ların sayımı için M17 Agar kullanılmıştır. Mikrobiyolojik ekim olarak yayma plak ekim yöntemi kullanılmıştır. Değerlendirme için 37°C’de 48 saat anaerobik inkübatörde inkübe edildikten sonra, koloni içeren plaklar baz alınmıştır (Ranasinghe ve ark. 2016).

3.4.3.3. Toplam Maya Belirlenmesi

Maya sayımı için PDA besiyerine yüzeye ekim yapılmıştır. 25°C'de inkübasyona bırakılan petripler 3-5 gün sonra sayılmıştır (Ertekin, 2008).

3.4.4. İstatistiksel Analizler

İki tekerrür ve üç paralel üretilen örneklerin özellikleri arasındaki farkı ve depolama süresinin etkilerini belirlemek amacıyla elde edilen sonuçlara varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Bu amaçla SPSS versiyon 25.0 (SPSS inc. Chicago, Illinois) istatistik analiz paket programı kullanılmıştır. Varyans analizi sonucunda önemli olan veriler Duncan çoklu karşılaştırma testine göre $p < 0,05$ düzeyinde test edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Duyusal Özellikler

4.1.1. Görünüş Puan Değerleri

Depolama süresince örneklere ait görünüş puan değerleri Çizelge 4.1' de görülmektedir. Çizelgede de görüldüğü gibi kontrol örneği depolama süresince 4,91 ile en yüksek ortalama görünüş puanını almıştır. Yoğurt kültürü ve kefir kültürünün kombine edildiği ve 42 °C'de inkübe edilen B örneği ortalama 4,66 görünüş puanı alırken yine, yoğurt kültürü ve kefir kültürünün kombine edildiği ve 37 °C'de inkübe edilen C örneği ise ortalama 4,33 puan almıştır. Depolama süresince örneklerin görünüş puan değerlerindeki değişimler Şekil 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Örneklerin depolama süresince görünüş puan değerleri

| Örnekler ¹ | 1. Gün | 7. Gün | 14. Gün | 21. Gün | Ortalama | Maksimum | Minimum |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|----------|---------|
| A | 5,00±0,00 ^{Aa} | 5,00±0,00 ^{Aa} | 5,00±0,00 ^{Aa} | 4,67±0,10 ^{Ab} | 4,91 ^A | 5,00 | 4,33 |
| B | 5,00±0,00 ^{Aa} | 5,00±0,00 ^{Aa} | 4,67±0,57 ^{Bb} | 4,00±0,33 ^{Bc} | 4,66 ^B | 5,00 | 4,00 |
| C | 4,67±0,57 ^{Ba} | 4,67±0,57 ^{Ba} | 4,33±0,57 ^{Cb} | 3,67±0,34 ^{Cc} | 4,33 ^C | 5,00 | 3,67 |
| Ortalama | 4,89 ^a | 4,89 ^a | 4,66 ^b | 4,11 ^c | | | |
| Maksimum | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 4,33 | | | |
| Minimum | 4,67 | 5,00 | 4,67 | 3,67 | | | |

¹A: yoğurt kültürü, 42 °C'de inkübasyon; B: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 42 °C'de inkübasyon; C: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 37 °C'de inkübasyon

A,B,C: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark p<0,05 düzeyinde önemlidir.

a,b,c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark p<0,05 düzeyinde önemlidir.

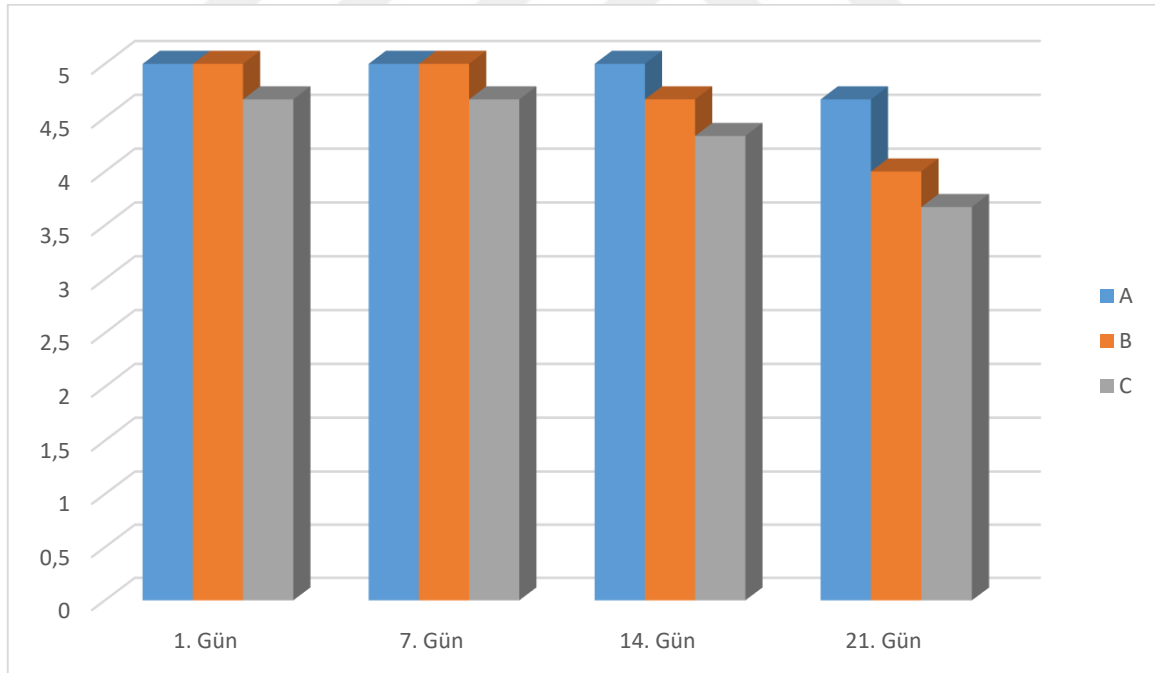
Depolamanın başlangıcında örnekler içerisinde en yüksek Görünüş puanını 5,00 ile A ve B örneği alırken, C örneği panelistlerden 4,67 almıştır. Depolamanın sonunda kontrol örneği A 4,67 ile en yüksek, B örneği 4,00 ve C örneği de 3,67 ile en düşük puanı almıştır. Depolamanın sonunda en düşük puanı alan C örneği de panelistlerden kabul edilebilir düzeyde beğeni almıştır.

Örnekler arası görünüş analizlerinde A örneği depolamanın 1., 7. ve 14. gününde istatistiki açıdan önemsiz bulunurken (p>0,05), B örneği 1. ve 7. günde önemsiz (p>0,05), 14. ve 21. günlerde (p<0,05) düzeyinde önemli bulunmuştur . C örneğinin de B örneğindeki gibi yine aynı depolama günlerinde aynı istatistiki değerlendirmeye sahip olduğu saptanmıştır.

Kontrol örneği (A) ve kefir kültürü ilavesiyle 42°C’de inkübe edilen yoğurtlar (B) kendi aralarında kıyaslandığında, 1. ve 7. günde birbirlerine yakın bulunurken ($p>0,05$), 14. ve 21. günlerde birbirinden istatistiksel anlamda farklı bulunmuşlardır ($p<0,05$).

Konu ile ilgili olarak Ünver, İ. H. (2014) *Saccharomyces boulardii* kullanarak probiyotik üretimini incelediği bir araştırmada, duyuşal özellikler açısından değerlendirme yapıldığında yoğurtların görünüş değerleri arasında anlamlı fark görülmediğini, depolama süresinin yoğurtların görünüş özelliklerini etkilemediğini gözlemlemiştir.

Kurtuldu (2012)’nin probiyotik yoğurt üretiminde β -glukan kullanımını ele aldığı bir araştırmada, görünüş değerlerinin 3,80 - 5,00 arasında olduğunu ve bu durumun istatistiki açıdan önemsiz bulunduğunu saptamıştır. Sonuçlar kefir kültürü ilavesiyle üretimi gerçekleştirilen yoğurt üretimiyle benzerlik göstermekte ve örneklerin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal yönden herhangi bir değişiminden önemli düzeyde olumsuz etkilenmediği düşünölmektedir.



Şekil 4.1. Örneklerin görünüş puan değerlerinin depolama süresince değişimleri

4.1.2. Kıvam Puan Değerleri

Kıvam pıhtı sıklığı ile ilgili bir kriter olup, gıdaların tadım aşamasından önce kaşık ile alındığında hissedilen yarı akışkan veya yoğun olduğunu gösteren direnç olarak değerlendirilmektedir (Onoğur ve ark. 2015). Kıvam, örneklerin kaşıkla alınan kesitte dolgun kıvamda, düzgün yapıda, homojen, serum ayrılması ve karıştırıldıktan sonra koyu bir akıcılığı olup olmadığı kontrol edilerek puanlanmıştır. Kefir Kültürü İlavesiyle Üretilen Fonksiyonel Yoğurt örneklerinde 21 gün boyunca 4 farklı dönemde yapılan duyusal değerlendirmeler kapsamında panelistlerin vermiş olduğu ortalama yapı puan değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Örneklerin depolama süresince kıvam puan değerleri

| Örnekler ¹ | 1. Gün | 7. Gün | 14. Gün | 21. Gün | Ortalama | Maksimum | Minimum |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|----------|---------|
| A | 4,00±0,00 ^{Cb} | 4,67±0,57 ^{Aa} | 4,67±0,57 ^{Aa} | 4,00±1,00 ^{Ab} | 4,33 ^B | 4,67 | 4,00 |
| B | 5,00±0,00 ^{Aa} | 4,67±0,57 ^{Ab} | 4,67±0,57 ^{Ab} | 4,00±1,00 ^{Ac} | 4,58 ^{Aa} | 5,00 | 4,00 |
| C | 4,33±0,57 ^{Ba} | 4,00±0,00 ^{Bb} | 4,33±0,57 ^{Ba} | 3,00±1,00 ^{Bc} | 3,92 ^C | 4,33 | 3,00 |
| Ortalama | 4,44 ^b | 4,44 ^b | 4,56 ^a | 3,67 ^c | | | |
| Maksimum | 5,00 | 4,67 | 4,67 | 4,00 | | | |
| Minimum | 4,00 | 4,00 | 4,33 | 3,00 | | | |

¹A: yoğurt kültürü, 42 °C’de inkübasyon; B: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 42 °C’de inkübasyon; C: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 37 °C’de inkübasyon

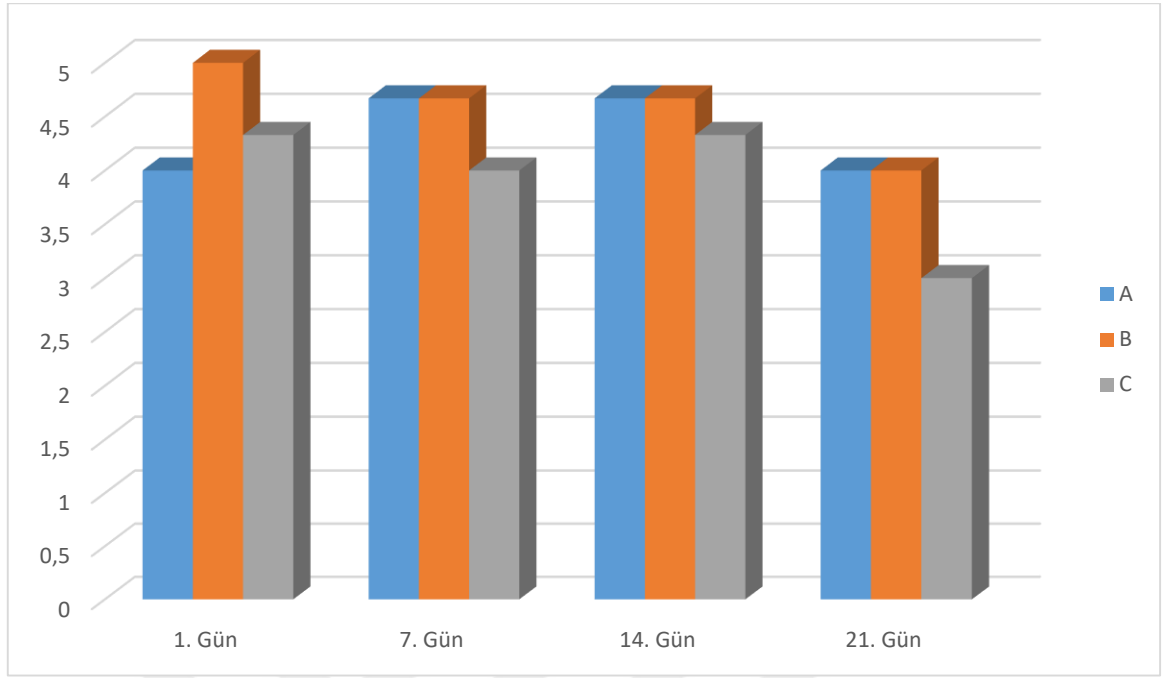
A,B,C: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p<0,05$ düzeyinde önemlidir.

a,b,c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p<0,05$ düzeyinde önemlidir.

Kontrol örneği (A) ve kefir kültürü ilavesiyle 42°C’de inkübe edilen yoğurtlar (B) kendi aralarında kıyaslandığında, 7. ve 14. günde birbirlerine yakın bulunurken ($p>0,05$), 1. ve 21. günlerde birbirinden istatistiksel anlamda farklı bulunmuşlardır ($p<0,05$).

Depolama süresi boyunca kefir kültürü ilavesiyle 37°C’de inkübe edilen (C) örneği, depolamanın 1. ve 14. gününde istatistiksel açıdan önemsiz bulunurken ($p>0,05$), depolamanın diğer günleri arasındaki fark ($p<0,05$) düzeyinde önemlidir.

Örnekler açısından 21. gün sonunda değerlerin ortalama 3,92 ile 4,58 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. En düşük ortalama değeri 3,92 ile C örneği alırken en yüksek ortalama değeri 4,58 ile B örneği almıştır. Kontrol örneği olan A ise 4,33 olarak değerlendirilmiştir. Depolama süresince örneklerin kıvam puan değerlerindeki değişimler Şekil 4.2’de belirtilmiştir.



Şekil 4.2. Örneklerin kıvam puan değerlerinin depolama süresince değişimleri

Depolamanın 1. Gününde örnekler arasından en yüksek puanı 5,00 ile B örneği almıştır. B örneğini sırasıyla 4,33 puan ile C örneği ve 4,00 puan ile A örneği takip etmiştir. Depolamanın 21. Gününde ise 4,00 puan ile A ve B örneği en yüksek puanı alırken 3,00 puan ile C örneği en düşük puanı almıştır.

Panelistler tarafından kıvam olarak en beğenilen örnek kefir kültürü + yoğurt kültürü kombinasyonu ile 42°C’de inkübasyon uygulanan (B) örneği olurken, en düşük puanı alan kefir kültürü + yoğurt kültürü birleşimi ile 37°C’de inkübasyona bırakılan (C) örneği olmuştur. Bunun nedeni ilgili örneğin diğer örneklerle kıyasla daha akışkan bir yapısı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Diyet *Acidophilus bifidus* yoğurdu ve diyet yoğurdun kalite niteliklerinin incelenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, diyet *Acidophilus bifidus* yoğurdu örneklerinin kaşıkla kıvam kriterinde 5 tam puan üzerinden ortalama 4.65 olarak değerlendirildiğini diyet yoğurt örneklerinin de ortalama 4.37 bulunduğunu saptamıştır. Yapılan istatistiksel çalışmada ortalama değerler arasındaki farklılığın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$) (Gürsoy ve ark. 1999). Sonuçlar kefir kültürü ilavesiyle 42°C’de inkübe edilen (B) yoğurt bulgularımızla paralellik göstermektedir.

Saccharomyces boulardii kullanarak probiyotik üretiminin incelendiği bir araştırmada kıvam değerlendirmesinde depolama süreci sonuna doğru kıvam puanları artmış, sadece oligofruktoz ilaveli yoğurt örneklerinde azalma gözlenmiş olup bu azalmanın da istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$) (Ünver, İ. H. 2014).

4.1.3. Koku Puan Değerleri

Kefir Kültürü İlavesiyle Üretilen Fonksiyonel Yoğurtların koku özelliklerine ait puan değerleri ve 21 günlük depolama süresindeki değişimleri Çizelge 4.3'te verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden görüldüğü üzere ortalama koku değerleri 3,50 ile 4,42 arasında değişim göstermiştir. Ortalama en düşük puanı 3,50 ile C örneği alırken, en yüksek puanı ise 4,42 ile A örneği almıştır. Depolama süreleri bakımından çeşitler karşılaştırıldığında en düşük 3,00 puan değerini 21.gün C örneği alırken, en yüksek puan değerini 4,67 ile 1. ve 7. Gün A ve B örnekleri almıştır. Kontrol örneği ve kefir kültürü ilavesiyle farklı sıcaklıklarda inkübe edilen yoğurtlar koku değerleri bakımından istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilenmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 4.3. Örneklerin depolama süresince koku puan değerleri

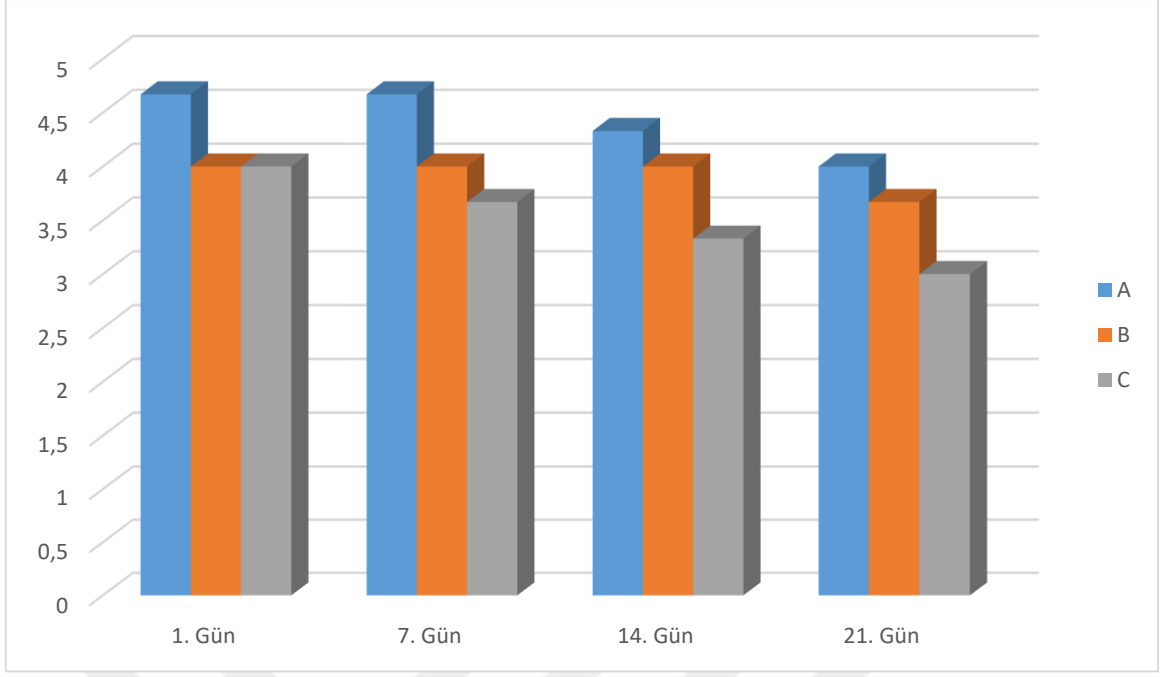
| Örnekler ¹ | 1. Gün | 7. Gün | 14. Gün | 21. Gün | Ortalama | Maksimum | Minimum |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|----------|---------|
| A | 4,67±0,57 ^{Aa} | 4,67±0,57 ^{Aa} | 4,33±0,57 ^{Ab} | 4,00±0,00 ^{Ac} | 4,42 ^A | 4,67 | 4,00 |
| B | 4,00±0,00 ^{Ba} | 4,00±0,00 ^{Ba} | 4,00±0,00 ^{Ba} | 3,67±0,57 ^{Bb} | 3,91 ^B | 4,00 | 3,67 |
| C | 4,00±0,00 ^{Ba} | 3,67±0,57 ^{Cb} | 3,33±0,57 ^{Cc} | 3,00±0,00 ^{Cd} | 3,50 ^C | 4,00 | 3,00 |
| Ortalama | 4,22 ^b | 4,33 ^a | 3,89 ^c | 3,56 ^d | | | |
| Maksimum | 4,67 | 4,67 | 4,33 | 4,00 | | | |
| Minimum | 4,00 | 3,67 | 3,33 | 3,00 | | | |

¹A: yoğurt kültürü, 42 °C'de inkübasyon; B: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 42 °C'de inkübasyon; C: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 37 °C'de inkübasyon

A,B,C: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p<0,05$ düzeyinde önemlidir.

a,b,c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p<0,05$ düzeyinde önemlidir.

Şekil 4.3.'te 21 günlük depolama süresince Kefir Kültürü İlavesiyle Üretilen Fonksiyonel Yoğurt örneklerini koku puanları değişimi görülmektedir. Şekil 4.3.'te görüldüğü gibi, depolama süresince yoğurt örneklerinin koku değerlerinde büyük değişiklikler olmamakla birlikte, bu değerlerde hafif azalış gözlemlenmiştir. Ancak bu azalış A ve B örneklerinde depolamanın 1. ve 7. gününde önemli bulunmamış ($p>0,05$), C örneğinin koku değerlerinde ise depolama süresinin etkilerinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).



Şekil 4.3. Örneklerin koku puan değerlerinin depolama süresince değişimleri

Depolama süresince Kefir Kültürü İlavesiyle Üretilen Fonksiyonel Yoğurtların koku puanları düzensiz değişim göstermiştir. Depolamanın 7. gününde ortalama en yüksek puan olarak 4,33 yer alırken, örneklere göre ortalama en yüksek puanı kontrol örneği A örneği almıştır. A örneğini 3,91 puanla B örneği, B örneğini de 3,50 puanla C örneği izlemiştir.

Akalın ve ark. (1998) yoğurt üretimi ve depolama sırasında organik asitlerin belirlenmesi üzerine yaptıkları bir çalışmada, yoğurt örneklerindeki koku verilerinin depolama sonlarına doğru azaldığını belirtmişlerdir. Bunun nedeninin ise örneklerdeki asitlik düzeyinin artması ve bazı metabolik parçalanmalar meydana gelmesi olarak değerlendirmişlerdir. Sonuçlar kefir kültürü ilavesiyle fonksiyonel yoğurt üretimi çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Diyet *Acidophilus bifidus* yoğurdu ve diyet yoğurdun kalite niteliklerinin incelenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, diyet *Acidophilus bifidus* yoğurdu örneklerinin koku kriterinde 5 tam puan üzerinden ortalama 4.37 olarak değerlendirildiğini diyet yoğurt örneklerinin de ortalama 4.33 bulunduğunu saptamıştır. Yapılan istatistiksel çalışmada ortalama değerler arasındaki farklılığın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$) (Gürsoy ve ark. 1999).

Yapılan bu çalışmada, kontrol örneği olan A örneğinin tam olarak yoğurt gibi bir kokusu olduğu, B örneğinde koku olarak yoğurt algısı olduğu ancak kefir aromasının hafif hissedildiği, C örneğinde de kefir kokusunun yoğun olarak hissedildiği panelistler tarafından belirtilmiştir.

4.1.4. Tat Puan Değerleri

Kendine has hafif ekşimsi, hafif ekşimsi ya da hafif tatlımsı, tatlımsı, ekşimsi, hafif acımsı, hafif küfümsü ve aşırı derecede ekşimsi, acımsı olup olmadığına göre puanlandırılmıştır.

Yoğurtta tat, süt yağı, süt şekeri ve süt proteinlerinin parçalanması neticesinde meydana gelen metabolit ürünlerin ortak etkisini yansıtan bir özelliktir. Tüketicuyu etkileyen önemli bir duyuşsal parametredir.

Çizelge 4.4.'te Kefir Kültürü İlavesiyle Üretilen Yoğurt örneklerinin tat özelliklerine ait puanlamalar ve muhafazaları boyunca meydana gelen değişimleri yer almaktadır. Çizelgedeki veriler ışığında örneklere ait ortalama puan değerlerine bakıldığında, değerlerin 3,50 ile 4,17 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Örneklere ait ortalama puanlamada 3,50 puanı C örneği, 3,83 puanı B örneği, 4,17 puanı A örneği almıştır. Kefir kültürü ilavesiyle fonksiyonel yoğurt üretiminde üretimi gerçekleştirilen yoğurt örneklerinin tat değerleri istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilenmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 4.4. Örneklerin depolama süresince tat puan değerleri

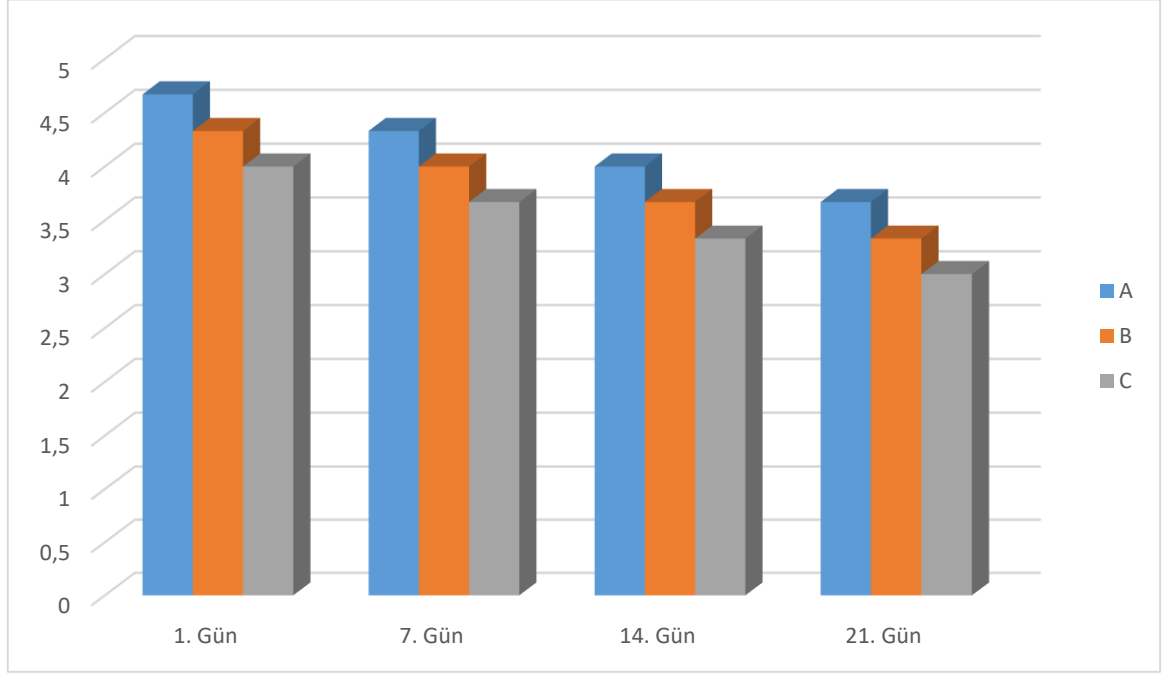
| Örnekler ¹ | 1. Gün | 7. Gün | 14. Gün | 21. Gün | Ortalama | Maksimum | Minimum |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|----------|---------|
| A | 4,67±0,57 ^{Aa} | 4,33±0,57 ^{Ab} | 4,00±0,10 ^{Ac} | 3,67±0,57 ^{Ad} | 4,17 ^A | 4,67 | 3,67 |
| B | 4,33±0,57 ^{Ba} | 4,00±0,00 ^{Bb} | 3,67±0,57 ^{Bc} | 3,33±0,57 ^{Bd} | 3,83 ^B | 4,00 | 3,33 |
| C | 4,00±0,00 ^{Ca} | 3,67±0,57 ^{Cb} | 3,33±0,57 ^{Cc} | 3,00±0,00 ^{Cd} | 3,50 ^C | 4,00 | 3,00 |
| Ortalama | 4,33 ^a | 4,00 ^b | 3,67 ^c | 3,33 ^d | | | |
| Maksimum | 4,67 | 4,33 | 4,00 | 3,67 | | | |
| Minimum | 4,00 | 3,67 | 3,33 | 3,00 | | | |

¹A: yoğurt kültürü, 42 °C'de inkübasyon; B: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 42 °C'de inkübasyon; C: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 37 °C'de inkübasyon

A,B,C: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p<0,05$ düzeyinde önemlidir.

a,b,c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p<0,05$ düzeyinde önemlidir.

Depolama süresince Kefir Kültürü İlavesiyle Üretilen Fonksiyonel Yoğurt örneklerinin tat puanları değişimi Şekil 4.4.'te görülmektedir. Depolama dönemi boyunca hem kontrol örneği (A) hem de kefir kültürü ilavesiyle üretilip sırasıyla 42°C'de ve 37°C'de inkübasyona bırakılan yoğurtların (B) ve (C) tat değerlerinde düzenli azalış saptanmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda depolama süresinin yoğurt örneklerinin tat değerleri üzerinde istatistiksel açıdan önemli değişikliklere neden olduğu ($p<0,05$) tespit edilmiştir.



Şekil 4.4. Örneklerin tat puan değerlerinin depolama süresince değişimleri

Depolama süreleri bakımından çeşitler karşılaştırıldığında en düşük puanı 3,00 ile C örneği 21. gün, en yüksek puanı 4,67 ile A örneği 1. gün almıştır. Depolama sürelerine ait ortalama puan değerlerine bakıldığında ise en yüksek puan 4,33 ile 1. gün en düşük puan ise 3,33 ile 21. gün olduğu belirlenmiştir.

Akalın ve ark. (1998) yoğurt üretimi ve depolama sırasında organik asitlerin belirlenmesi üzerine yaptıkları bir çalışmada depolamanın başlangıcından sonlarına doğru örneklerin tat özelliklerinde azalmalar gözlemlemiştir. Kurtuldu (2012)'nin probiyotik yoğurt üretiminde β -glukan kullanımını ele aldığı bir araştırmada tat değerleri 2,70 - 4,80 arasında tespit edilmiştir. Ünver, İ. H. (2014) *Saccharomyces boulardii* kullanarak probiyotik üretimini incelediği bir araştırmada, sadece starter kültür + probiyotik maya ile fermente edilen yoğurtlarda (yoğurt B) depolamanın bazı günlerinde yabancı tat oluşumu gözlenmiştir.

4.1.5. Toplam Kabul Edilebilirlik Puan Değerleri

Kefir Kültürü İlavesiyle Üretilen Fonksiyonel Yoğurt örneklerinin toplam kabul edilebilirlik değerlendirmesi Çizelge 4.5'te verilmiş olup, depolama süresince yoğurtların toplam kabul edilebilirlik ortalama değerlerinin farklı değişim göstermiş olduğu görülmüş, ancak genel olarak depolama süresince azalma eğiliminde olduğu saptanmıştır.

Yoğurt örneklerine bakıldığında toplam kabul edilebilirlik puanları 3,33 ile 5,00 arasında değer almıştır. 3,33 puanı C örneği 21. günde alırken, 5,00 puanı B örneği 1. gün ve A örneği 7. günde almıştır. Genel olarak C örneğinin daha fazla kefir tadı hissettirdiği, B örneğinin de yoğurda daha yakın bir tada sahip olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.5.'te görüldüğü üzere yoğurt örneklerinin toplam kabul edilebilirlik bakımından kontrol örneği (A) depolamanın 1. ve 14. gününde istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Depolamanın 7. ve 21. gününde istatistiki olarak ($p<0,05$) düzeyinde önemli bulunmuştur. Yoğurt kültürü + kefir kültürü 42°C 'de inkübasyonla üretilen (B) örneği depolamanın 1. ve 7. günü istatistiki olarak etkilenip ($p<0,05$), 14. ve 21. günlerinde istatistiki anlamda farklı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Çizelge 4.5. Örneklerin depolama süresince toplam kabul edilebilirlik puan değerleri

| Örnekler ¹ | 1. Gün | 7. Gün | 14. Gün | 21. Gün | Ortalama | Maksimum | Minimum |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|----------|---------|
| A | 4,67±0,57 ^{Bb} | 5,00±0,10 ^{Aa} | 4,67±0,57 ^{Ab} | 4,33±0,57 ^{Ac} | 4,67 ^A | 5,00 | 4,33 |
| B | 5,00±0,00 ^{Aa} | 4,33±0,57 ^{Bb} | 4,00±0,10 ^{Bc} | 4,00±0,10 ^{Bc} | 4,33 ^B | 5,00 | 4,00 |
| C | 4,33±0,57 ^{Ca} | 4,00±0,00 ^{Cb} | 3,67±0,57 ^{Cc} | 3,33±0,57 ^{Cd} | 3,83 ^C | 4,33 | 3,33 |
| Ortalama | 4,67 ^a | 4,44 ^b | 4,11 ^c | 3,89 ^d | | | |
| Maksimum | 5,00 | 5,00 | 4,67 | 4,00 | | | |
| Minimum | 4,33 | 4,00 | 3,67 | 3,33 | | | |

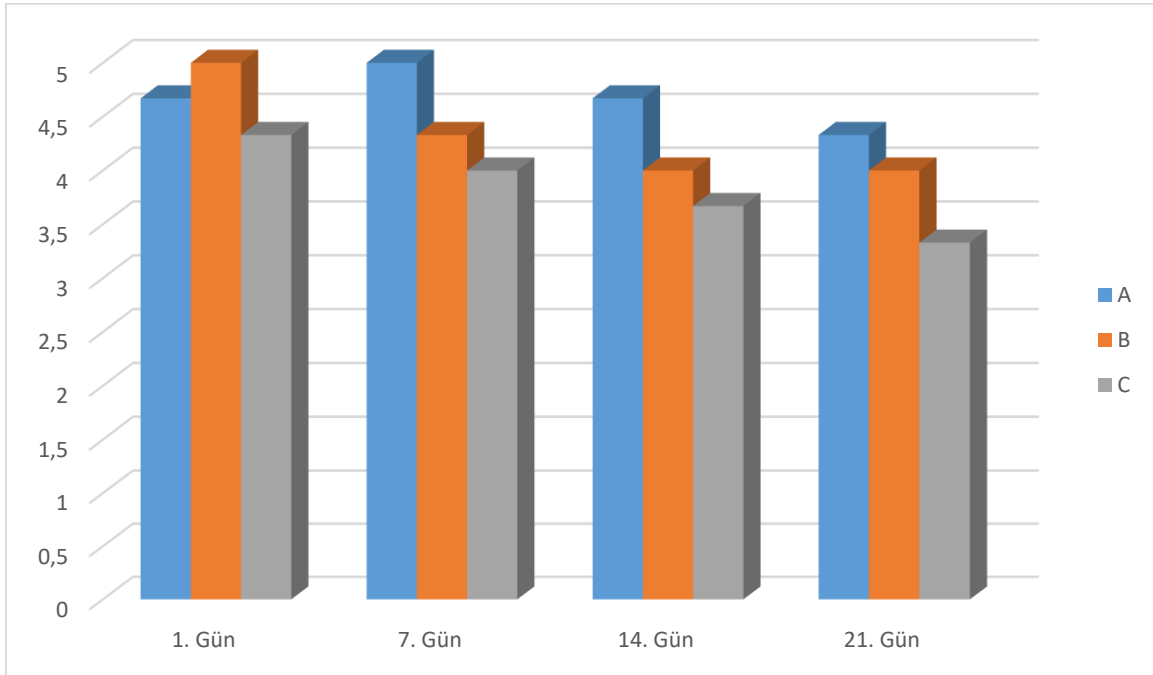
¹A: yoğurt kültürü, 42°C 'de inkübasyon; B: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 42°C 'de inkübasyon; C: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 37°C 'de inkübasyon

A,B,C: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p<0,05$ düzeyinde önemlidir.

a,b,c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p<0,05$ düzeyinde önemlidir.

Şekil 4.5'te örneklerin toplam kabul edilebilirlik puan değerlerinin depolama süresince değişimleri verilmiştir. Periyodik olarak puanlamalar ele alındığında B örneği 1. gün 5,00 ile en yüksek puanı alırken, aynı puanı 7. gün A örneği almıştır. A örneğinde 14. güne göre 21. günde azalma eğilimi görülürken, B örneğinde azalma olmadan 14. ve 21. gün oranları eşit bir şekilde sabit kalmıştır. C örneğinde ise depolama süresince bir azalma eğilimi mevcuttur. Örneklerle ait ortalama puan değerlerinde en düşük puanı 3,83 ile C örneği alırken, en yüksek

puanı 4,67 ile A örneği almıştır. Periyodik olarak ortalama puan değerlerine bakıldığında ise her bir günün farklı gruplarda yer aldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.5. Örneklerin toplam kabul edilebilirlik puan değerlerinin depolama süresince değişimleri

Lucey ve ark. (2004), gıdanın yağ oranı, kültür çeşidi, inkübasyon sıcaklığı, inkübasyonun sonundaki pH değeri, soğutma şartları gibi parametrelerin kefirlerin genel kabul edilebilirlik özelliklerini etkileyen en önemli parametrelerden olduklarını belirtmiştir. Irıgoyen ve ark. (2005) kefirin depolama süresince genel duyu özelliklerini incelediklerinde en iyi duyu özellikteki kefirin depolamanın ilk gününde olduğunu saptamışlardır. Ünver, İ. H. (2014) *Saccharomyces boulardii* kullanarak probiyotik üretimini incelediği bir araştırmada, toplam genel beğeni değerlendirmelerine göre depolama süreci incelendiğinde; en çok inülin ilaveli (yoğurt D) ve oligofruktoz ilaveli (yoğurt E) yoğurtların beğenildiği saptanmış olup depolamanın son günü tüm gruplar 3 puanın altında değerlendirilmiştir.

Kefir Kültürü İlavesiyle Üretilen Fonksiyonel Yoğurt Üretimini ele aldığımız bu çalışmada, kontrol örneği olan (A) örneğinden sonra toplam kabul edilebilirlik açısından en yüksek puanı kefir kültürü + yoğurt kültürü kombinasyonu ile 42°C’de üretilen (B) örneği almıştır. Depolamanın sonunda en düşük puanı alan (C) örneği de panelistlerden kabul edilebilir düzeyde beğeni almıştır. İyi bir üretim prosesinin uygulanması, hijyenik şartların sağlanması ve kaliteli hammadde de duyu özelliklerin olumlu yönde seyretmesine katkı sağlamıştır.

4.2. Fizikokimyasal Özellikler

4.2.1. Kurumadde ve Yağ Değerleri

Örneklerin kurumadde ve yağ değerleri, depolama süresinin başlangıcı olan 1.günde yapılmıştır (Çizelge 4.6). Örnek numunelerin üretimi laboratuvar ölçeğinde aynı hammadde süttten parti (batch) yapıldığı için, çiğ sütün pastörizasyonu esnasında süttten buharlaşan su miktarına bağlı olarak örneklerin kurumadde değerleri arasında çok az farklılıklar olmuştur. Yine bu duruma bağlı olarak da yağ değerlerinde de kısmi farklılıklar saptanmıştır. Örneklerde en yüksek kurumadde değeri % olarak 16,76 ile B örneğinde elde edilirken, en düşük değeri 15,72 ile C örneğinde elde edilmiştir. Yine en yüksek yağ değeri % olarak 4,50 ile B örneğinde elde edilirken, en düşük değeri 4,20 ile C örneğinde elde edilmiştir. Örneklerin ortalama kurumadde ve yağ değerleri sırasıyla % olarak 16,20 ve 4,32 olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.6. Depolama süresinin başlangıcında örneklerin kurumadde ve yağ değerleri (%)

| Örnekler ¹ | Kurumadde (%) | Yağ (%) |
|-----------------------|---------------|-----------|
| A | 16,12±0,15 | 4,25±0,10 |
| B | 16,76±0,17 | 4,50±0,20 |
| C | 15,72±0,17 | 4,20±0,20 |
| Ortalama | 16,20 | 4,32 |
| Maksimum | 16,76 | 4,50 |
| Minimum | 15,72 | 4,20 |

Kefir Kültürü İlavesiyle Üretilen Fonksiyonel Yoğurt örneklerinin yağ oranları Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliğine göre tam yağlı yoğurt tipinde uyum sağlamıştır (Anonim, 2009).

Ünver, İ. H. (2014) *Saccharomyces boulardii* kullanarak probiyotik üretimini incelediği bir araştırmada kuru madde içeriklerinin %9,8 - %12,0 arasında değiştiğini saptamıştır.

Çağlayan, H. (2018), balkabağı ve kuru üzüm ilavesinin probiyotik yoğurtların bazı kalite özellikleri üzerine yaptığı bir araştırmada kurumadde değerlerinin %14,82 - %17,52, yağ içeriklerinin %1,4 - %3,6 oranları arasında bulunduğunu tespit etmiştir.

Çetin, (2020)'nin Şanlıurfa ilinde tüketime sunulan geleneksel yoğurtların mikrobiyotası ve mevzuat açısından değerlendirilmesi konulu çalışmasında ortalama KM oranını %13.69±0.81 ve yağ oranını %2.30±1.27 olarak belirtmiştir.

Fenderya ve ark. (2003), probiyotik yoğurtların bazı kimyasal özellikleri üzerine bir araştırmada depolama süresi boyunca ortalama kurumadde değerlerinin %15,00 - %15,87 arasında olduğunu, ortalama yağ miktarlarının da % 3.93-% 4.00 aralığında değişiklik gösterdiği bildirmişlerdir. Kefir kültürü ilavesiyle üretilen yoğurt örneklerinin kurumadde ve yağ değerleri Fenderya ve ark (2003) verileriyle benzerlik göstermiştir.

4.2.2. Viskozite Değerleri

Viskozite, sıvılarda akmaya karşı direnç olarak tanımlanmaktadır. Kefir Kültürü İlavesiyle Fonksiyonel Yoğurt Üretimi gerçekleştirilen bu çalışmada yoğurt örneklerinin viskozite değerlerinin birbirinden oldukça farklı olduğu ve kefir kültürü ilavesinin yoğurtların viskozite özelliklerine etki ettiği Çizelge 4.7.'de görülmektedir. Örneklere göre ortalama viskozite puanları 89,50 ile 177,23 arasında farklılık göstermiştir. A örneği en yüksek puanı depolamanın 21. günü almıştır. A örneği depolamanın 7., 14. ve 21. günlerinde istatistiki açıdan 1. güne göre önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). B ve C örneği ise depolamanın başlangıcında ve sonunda istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Depolamanın 7. ve 14. günlerinde önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4.7. Örneklerin depolama süresince viskozite (mPa.s) değerleri

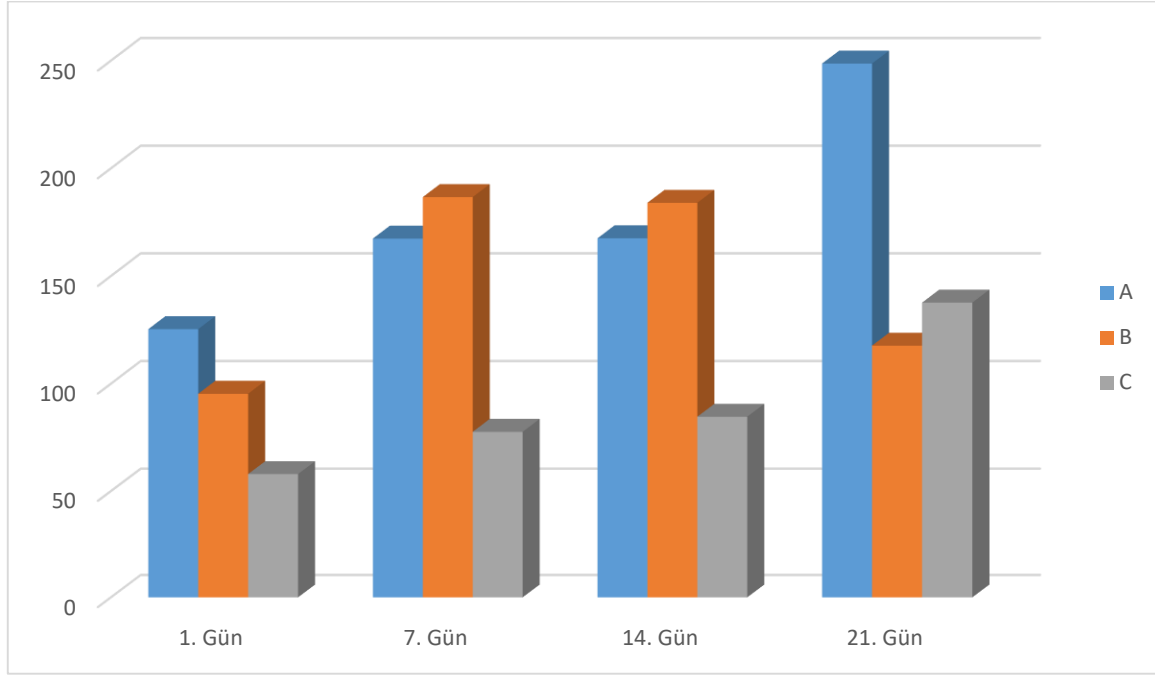
| Örnekler ¹ | 1. Gün | 7. Gün | 14. Gün | 21. Gün | Ortalama a | Maksimu m | Minimu m |
|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|--------------|-------------|
| A | 125,33±9,71 ^A c | 167,40±7,80 ^B b | 167,53±8,49 ^B b | 248,66±4,07 ^A b | 177,23 ^A | 248,66 | 125,33 |
| B | 95,33±3,05 ^{Bc} | 186,66±5,50 ^A a | 184,00±6,55 ^A a | 117,66±2,51 ^C b | 145,91 ^B | 186,66 | 95,33 |
| C | 58,00±2,00 ^{Cc} | 77,66±4,50 ^{Cb} | 84,66±7,02 ^{Cb} | 137,66±2,53 ^B a | 89,50 ^C | 137,66 | 58,00 |
| Ortalama | 92,88 ^c | 143,91 ^b | 145,40 ^b | 167,99 ^a | | | |
| Maksimu m | 125,33 | 186,66 | 184,00 | 248,66 | | | |
| Minimum | 58,00 | 77,66 | 84,66 | 117,66 | | | |

¹A: yoğurt kültürü, 42 °C'de inkübasyon; B: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 42 °C'de inkübasyon; C: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 37 °C'de inkübasyon

A,B,C: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p<0,05$ düzeyinde önemlidir.

a,b,c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p<0,05$ düzeyinde önemlidir.

Şekil 4.6.'da örneklerin viskozite değerlerinin (mPa·s) depolama süresince değişimleri sunulmuştur. Şekilde görüldüğü gibi depolama dönemi süresince A ve C örneklerinin viskozite değerlerinde genel olarak artış gözlemlenmiştir. Sadece B örneğinde 14. günden sonra bir azalış görülmüştür. B örneğinde meydana gelen bu değişim önemli bulunmuştur ($p<0,05$).



Şekil 4.6. Örneklerin viskozite değerlerinin (mPa.s) depolama süresince değişimleri

Atamer ve ark. (1986), kurumadde artışının yoğurdun reolojik özelliklerini olumlu etkilediğini, konsistens ve viskoziteyi artırdığını, serum ayrılmasını azalttığını tespit etmişlerdir. Kurumadde miktarı arttıkça konsistens ve viskozite artmakta, serum ayrılması ise azalmaktadır (Üçüncü, 1983; Atamer ve ark. 1986; Rasic ve ark. 1978).

Kök-Taş ve ark. (2013), farklı fermantasyon koşulları altında üretilen kefir örneklerinin viskozite değerleri 171.9 - 316.2 mpa.s olarak belirtmişlerdir.

Ecem ve ark. (2021) tarafından farklı starter kültür kullanımının yoğurtların tekstürel ve viskozite özelliklerine etkisi üzerine yapılan bir araştırmada yoğurt örneklerinin viskozite değerlerinin 597,33- 1902,33 mPa·s aralığında olduğunu saptanmıştır. Farklı starter kültür kullanımının yoğurdun viskozite özellikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Depolama süresince yoğurt örneklerinin viskozitesi artmıştır. Bunun nedeni Akın ve ark. (1999) tarafından belirtildiği gibi depolama süresi boyunca proteinlerin su tutma kapasitesinin artması ve soğukta depolama sonucunda jel strüktürünün sıkılaşmasıdır.

4.2.3. Serum Ayrılması Miktarları

Sütte bulunan bir protein maddesi olarak sütün bileşenlerinden biri olan kazeinin sindirimi ve emilimi çok yavaştır. Bu kazein misellerinin birleşmeleri ve yer çekimi kuvveti yardımıyla meydana gelen partiküllerin etkisiyle hareketinden kaynaklanan serum ayrılması önemli bir kusur olarak fermente süt ürünlerini etkilemektedir. Kefir Kültürü İlavesiyle Üretilen Fonksiyonel Yoğurt örneklerinde uygulanan analiz sonucunda elde edilen serum ayrılması değerleri Çizelge 4.8’de verilmiştir. Örneklerde serum ayrılması değeri 6,86 - 10,23 (ml/25g) arasında değişkenlik göstermiştir. Ortalama minimum serum ayrılması değeri C örneğinde 6,86 (ml/25g) ve maksimum ise yine C örneğinde 10,23 (ml/25g) seviyelerinde ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.8. Örneklerin depolama süresince serum ayrılması (ml/25 g) değerleri

| Örnekler ¹ | 1. Gün | 7. Gün | 14. Gün | 21. Gün | Ortalama | Maksimum | Minimum |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------|----------|---------|
| A | 7,10±0,36 ^{Bc} | 7,06±0,30 ^B c | 7,20±0,20 ^C b | 7,76±0,25 ^{Ca} | 7,28 ^C | 7,76 | 7,06 |
| B | 9,00±0,50 ^A b | 8,86±1,62 ^A c | 9,50±0,50 ^A a | 9,46±0,41 ^{Ba} | 9,20 ^A | 9,50 | 8,86 |
| C | 6,86±0,40 ^C | 7,13±0,30 ^B | 7,43±0,60 ^B | 10,23±0,75 A | 7,91 ^B | 10,23 | 6,86 |
| Ortalama | 7,65 ^c | 7,68 ^c | 8,04 ^b | 9,15 ^a | | | |
| Maksimum | 9,00 | 8,86 | 9,50 | 10,23 | | | |
| Minimum | 6,86 | 7,06 | 7,20 | 7,76 | | | |

¹A: yoğurt kültürü, 42 °C’de inkübasyon; B: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 42 °C’de inkübasyon; C: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 37 °C’de inkübasyon

A,B,C: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p < 0,05$ düzeyinde önemlidir.

a,b,c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p < 0,05$ düzeyinde önemlidir.

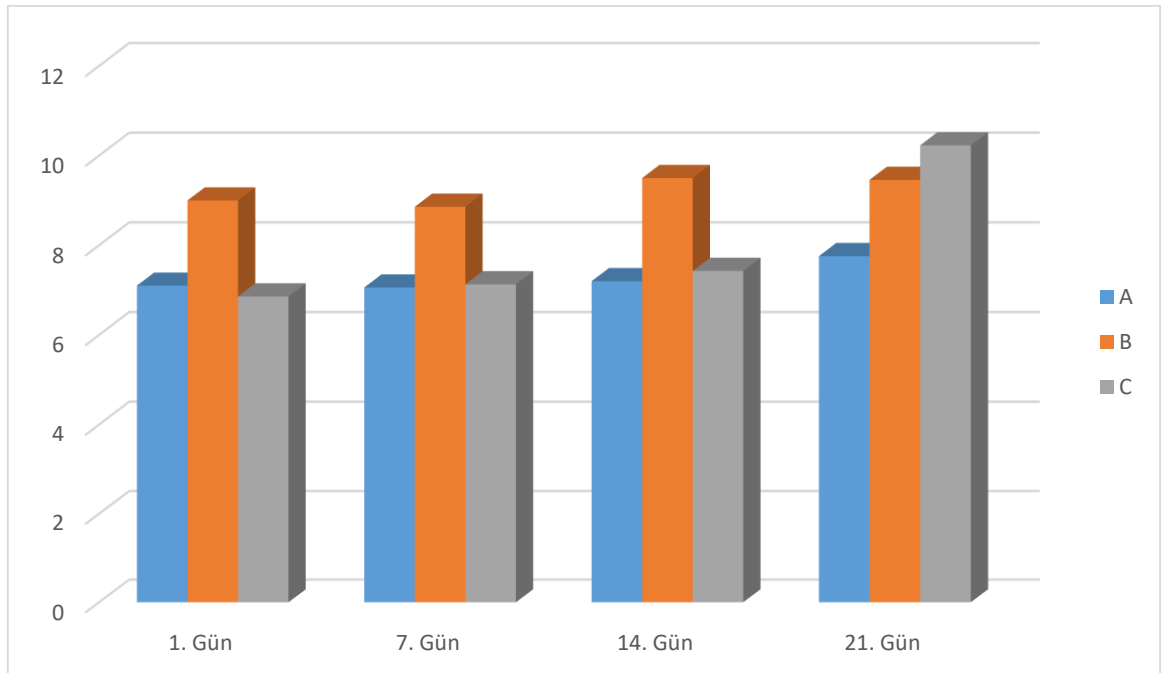
Şekil 4.7.’de örneklerin serum ayrılması değerlerinin depolama süresince değişimleri verilmiştir. Burada 21 günlük depolama sürecinde örneklerin serum ayrılması (ml/25g) değerlerindeki değişimlere değinilmiştir. Depolama süreleri bakımından örnekler karşılaştırıldığında minimum en düşük puanı 6,86 (ml/25g) ile C örneği 1. gün alırken, maksimum en yüksek puanı 10,23 (ml/25g) C örneği 21. gün almıştır. Depolamanın 1. ve 7. gününde kontrol örneğinde (A) meydana gelen değişimler istatistiki açıdan önemsiz bulunurken

($p>0,05$), 14. ve 21. günlerdeki değerlendirmelerin önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Depolamanın 14. ve 21. gününde kefir kültürü + yoğurt kültürü 42°C 'de inkübasyon kriteriyle elde edilen (B) örneği istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilenmezken ($p>0,05$), 1. ve 7. günlerindeki değişiklikler önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Ortalama depolama dönemine ve ortalama örneklere ait puanlara bakıldığında serum ayrılma değerlerinin birbirine yakın değerlere sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Yoğurt üretiminde bazı stabilizörlerin kullanımı üzerine yapılan bir çalışmada, yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerlerinin birbirine yakın bulunduğu belirtilmiştir (Atasever, 2004).

Kurtuldu (2012), probiyotik yoğurt üretiminde β -glukan kullanımını ele aldığı bir çalışmada örneklerde serum ayrılması değerlerinin 6,40 - 8,55 (mL/25g) arasında değiştiğini belirtmiştir. Kefir Kültürü İlavesiyle Üretilen Fonksiyonel Yoğurt araştırmasında genel olarak serum ayrılması değerleri birbirine uyumlu bulunmuştur.

Çağlayan, H. (2018), balkabağı ve kuru üzüm ilavesinin probiyotik yoğurtların bazı kalite özellikleri üzerine yaptığı bir çalışmada serum miktarlarının 3,83 - 7,74 ml/25 g aralığında olduğunu saptamıştır.



Şekil 4.7. Örneklerin serum ayrılması değerlerinin depolama süresince değişimleri

4.2.4. Asitlik Değerleri

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliğine göre yoğurtta titrasyon asitlik değerinin (laktik asit olarak ağırlıkça, %) en az %0,60 en fazla %1,50, kefirde de en az %0,60 olması gerektiğini belirtilmiştir (Anonim, 2009). Yoğurdun lezzetini, yapısını ve kokusunu etkileyen en önemli unsurlardan biri olan asitlik, % laktik asit cinsinden belirtilmektedir.

Kefir Kültürü İlavesiyle Üretimi Gerçekleştirilen Fonksiyonel Yoğurtların asitlik oranları tebliğ ile uyum içerisinde olup, bu aralıklarda bulunmuştur. Çizelge 4.9.'da örneklerin depolama süresince % asitlik değerleri verilmiştir. Örneklerle ait maksimum % asitlik değerini 0,98 ile 21. gün kontrol örneği olan A örneği alırken minimum puanı da 0,83 puan ile yoğurt kültürü+kefir kültürü ilavesiyle 37 °C'de inkübasyona bırakılan C örneği almıştır. Örnekler arası ortalama puan değerlerine bakıldığında sırayla ortalama en düşük puanı %0,84 ile C örneği, %0,88 puanı B örneği, %0,93 puanı ise A örneği almıştır.

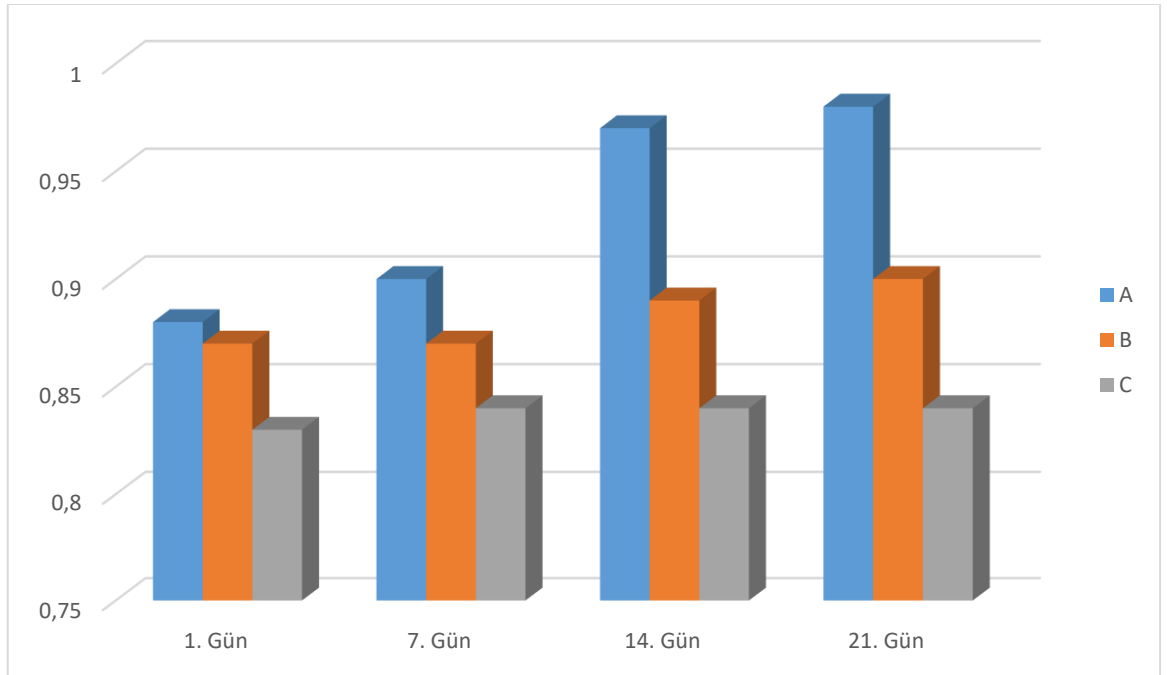
Kefir kültürü ilavesiyle fonksiyonel yoğurt üretiminde A ve B örnekleri kıyaslandığında örneklerin titrasyon asitliği değerleri depolamanın 1. ve 7. günü kendi içinde istatistiki yönden önemli bulunmazken ($p>0,05$), 14. ve 21. günlerindeki değişiklikler de kendi aralarında önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Ancak 1. ve 7. gün değerleri 14. ve 21. gün değerlerine göre ($p<0,05$) düzeyinde önemli, aynı şekilde 14. gün ve 21. gün değerleri de 1. ve 7. gün değerlerine göre ($p<0,05$) düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. 21 günlük depolama süresi boyunca istatistiki yönden önemli fark bulunmayan tek yoğurt çeşidi, kefir kültürü + yoğurt kültürü kombinasyonu ile 37°C'de üretilen C örneğidir ($p>0,05$).

Çizelge 4.9. Örneklerin depolama süresince % asitlik değerleri

| Örnekler ¹ | 1. Gün | 7. Gün | 14. Gün | 21. Gün | Ortalama | Maksimum | Minimum |
|-----------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|----------|---------|
| A | 0,88±0,00 ^{Ab} | 0,90±0,02 ^{Ab} | 0,97±0,00 ^A a | 0,98±0,00 ^A a | 0,93 ^A | 0,98 | 0,88 |
| B | 0,87±0,00 ^{Aa} b | 0,87±0,00 ^{Ba} b | 0,89±0,02 ^B a | 0,90±0,00 ^B a | 0,88 ^b | 0,90 | 0,87 |
| C | 0,83±0,00 ^{Ba} | 0,84±0,00 ^{Ca} | 0,84±0,00 ^C a | 0,84±0,00 ^C a | 0,84 ^C | 0,84 | 0,83 |
| Ortalama | 0,86 ^b | 0,87 ^b | 0,90 ^a | 0,91 ^a | | | |
| Maksimum | 0,88 | 0,90 | 0,97 | 0,98 | | | |
| Minimum | 0,83 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | | | |

¹A: yoğurt kültürü, 42 °C'de inkübasyon; B: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 42 °C'de inkübasyon; C: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 37 °C'de inkübasyon
A,B,C: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p<0,05$ düzeyinde önemlidir.
a,b,c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p<0,05$ düzeyinde önemlidir.

Depolama dönemine ait veriler ele alındığında, depolama dönemi süresince yoğurt örneklerinin ortalama % asitlik değerleri artış göstermiştir. Örneklerin % asitlik değerlerinin depolama süresince değişimleri Şekil 4.8.'de görülmektedir.



Şekil 4.8. Örneklerin % asitlik değerlerinin depolama süresince değişimleri

Meyveli yoğurt üretimi, meyve karışımı hazırlanması, yoğurtların dayanma süreleri ile bazı nitelikleri üzerine yapılan bir araştırmada katı kıvamlı yoğurtların daha yüksek titrasyon asitliğine, düşük kıvamlı yoğurtların daha düşük titrasyon asitliğine sahip olduğu saptamıştır (Karagözlü, 1997).

Karakuş, (2013) yoğurtlarda depolama süresince % asitlik değerlerinin yükselmesini yoğurttaki kültürlerin asit oluşturma aktivitelerinin devam etmesinden kaynaklandığını ileri sürmüştür.

Yenilebilir kıvamda üretilen meyveli kefirlerin fizikokimyasal, duyuusal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine gerçekleştirilen bir araştırmada titrasyon asitliği değerleri

artış göstermiştir (Irıgoyen ve ark. 2005). Yapılan başka bir çalışmada Bursa’da farklı satış noktalarından alınan 50 kefir örneğinin mikrobiyolojik kalitesi ve bazı kimyasal özellikleri incelenmiştir. İncelenen örneklerde ortalama titrasyon asitliği % 0,8 L.A olarak tespit edilmiştir (Çetinkaya ve ark. 2012).

Ünver, İ. H. (2014) *Saccharomyces boulardii* kullanarak probiyotik üretimini incelediği bir araştırmada titrasyon asitliği değerlerinin %0,8 - %1,0 değerleri arasında değiştiğini belirtmiştir.

Çağlayan, H. (2018), balkabağı ve kuru üzüm ilavesinin probiyotik yoğurtların bazı kalite özellikleri üzerine yaptığı bir araştırmada titrasyon asitliği (% laktik asit) değerinin %0,39 - %1,25 aralığında olduğunu saptamıştır.

Bu bilgilere dayanarak çalışmamızda yapılan yoğurtların Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği’ne göre uyumlu olduğu saptanmış olup, Ünver, İ. H. (2014)’in çalışmasıyla benzerlik göstermektedir.

4.2.5. pH Değerleri

Kefir Kültürü İlavesiyle Üretilen Fonksiyonel Yoğurt örneklerinde 21 gün süresince yapılan pH analizi sonucunda ortalama pH değerleri Çizelge 4.10’da verilmiştir. Çizelge incelemeye alındığında örneklerin 21 günlük depolama süresince göstermiş oldukları en düşük ve en yüksek pH değerleri, 4,11 ve 4,72 olup, sırasıyla B ve en yüksek olarak B ile C örneğinde saptanmıştır. Depolama süresince en düşük ortalama pH değeri 4,17 ile 14. gün ve en yüksek ortalama pH değeri 4,66 ile 1. günde saptanmıştır.

Çizelge 4.10. Örneklerin depolama süresince pH değerleri

| Örnekler ¹ | 1. Gün | 7. Gün | 14. Gün | 21. Gün | Ortalama | Maksimum | Minimum |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|----------|---------|
| A | 4,55±0,05 ^{Ba} | 4,44±0,07 ^C | 4,28±0,58 ^A | 4,47±0,07 ^{Bb} | 4,43 ^B | 4,55 | 4,28 |
| B | 4,72±0,02 ^A | 4,54±0,07 ^B | 4,11±0,03 ^{Cc} | 4,50±0,05 ^{Bb} | 4,46 ^B | 4,72 | 4,11 |
| C | 4,72±0,06 ^A | 4,70±0,04 ^A | 4,14±0,06 ^{Bc} | 4,64±0,05 ^A | 4,55 ^A | 4,72 | 4,14 |
| Ortalama | 4,66 ^a | 4,56 ^b | 4,17 ^a | 4,48 ^c | | | |

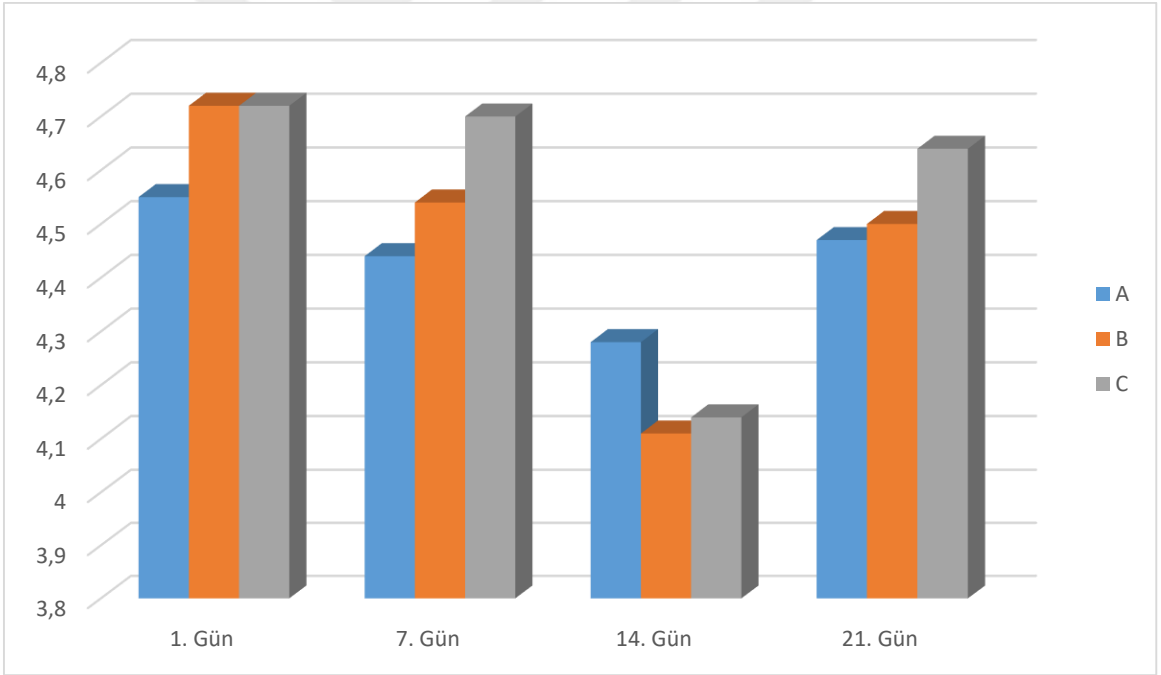
| | | | | |
|-----------------|------|------|------|------|
| Maksimum | 4,72 | 4,70 | 4,28 | 4,64 |
| Minimum | 4,55 | 4,44 | 4,11 | 4,47 |

¹A: yoğurt kültürü, 42 °C'de inkübasyon; B: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 42 °C'de inkübasyon; C: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 37 °C'de inkübasyon

A,B,C: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p<0,05$ düzeyinde önemlidir.

a,b,c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p<0,05$ düzeyinde önemlidir.

Şekil 4.9.'da 21 gün süre ile depolanan Kefir Kültürü İlavesiyle Üretilen Fonksiyonel Yoğurt örneklerinde pH değişimi verilmiştir. 1. gün ve 21. gün olarak ortalama değerler ele alındığında, depolamanın başında pH 4,66 olarak yer alırken depolamanın sonunda 4,48 olarak puanlandırılmıştır. Yani depolama sonunda başlangıcına göre pH oranının düşmesi söz konusudur. Depolamanın 14. gününe kadar düşüş gözlemlenirken, 14. ve 21. günleri arasında artış gözlemlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda depolama süresinin yoğurt örneklerinin pH değerleri üzerinde istatistiksel açıdan önemli değişikliklere neden olduğu ($p<0,05$) tespit edilmiştir.



Şekil 4.9. Örneklerin pH değerlerinin depolama süresince değişimleri

Asitlik, aktif asitlik yani serbest asitlik ve toplam asitlik yani titrasyon asitliği şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Aktif asitliğin ölçüsü olarak pH değeri kullanılmaktadır. Fermente süt ürünleri üretiminde inkübasyon sırasında starter kültür bakterilerinin laktozu parçalayıp laktik asit oluşturmaları sonucunda pH belirli bir değere ulaşmış kazeini pıhtılaştırarak jel oluşumunu meydana getirmektedir (Yılmaz, 2006).

Diyet *Acidophilus bifidus* yoğurdu ve diyet yoğurdun kalite niteliklerinin incelenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, pH değeri ortalamaları sırasıyla 4.18 ve 4.16 tespit edilip ürün çeşidinin pH üzerinde etkili olmadığı tespit edilmiştir (Gürsoy ve ark. 1999).

Yapılan başka bir çalışmada Bursa'da farklı satış noktalarından alınan 50 kefir örneğinin mikrobiyolojik kalitesi ve bazı kimyasal özellikleri incelenmiştir. İncelenen örneklerde pH'ların 3,9 - 4,7 arasında olduğu tespit edilmiştir (Çetinkaya ve ark. 2012).

Kurtuldu (2012)'nin probiyotik yoğurt üretiminde β -glukan kullanımını ele aldığı bir araştırmada örneklerde pH değerlerinin 3,91 - 4,80 arasında tespit edilmiştir. Kefir kültürü ilavesiyle üretilen fonksiyonel yoğurt üretimi çalışması doğrultusunda örneklerin pH değerlerinin, ürünü tekstürel açıdan olumsuz yönde etkilenmediğini göstermektedir ve ilgili araştırma sonuçlarının literatürle uyum içerisinde olduğunu göstermektedir.

4.3. Mikrobiyolojik Özellikler

4.3.1. Laktobasil Sayıları

Kefir Kültürü İlavesiyle Üretimi Gerçekleştirilen Fonksiyonel Yoğurt örneklerinin depolama boyunca toplam *Lactobacillus* sayıları Log10 tabanına göre ve kob (koloni üreten birim)/g olarak Çizelge 4.11.'de verilmiştir.

Yoğurt örneklerinin toplam *lactobacillus* sayılarına bakıldığında değişken veriler elde edildiği görülmüştür. Örneklere ait ortalama sayılara bakıldığında değerlerin 8,91 - 9,12 kob/g arasında farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Ortalama değerlerin 8,91 kob/g, 8,97 kob/g ve 9,12 kob/g ile sırasıyla C, A ve B örneklerine ait olduğu belirlenmiştir.

Depolamanın başlangıcında örnekler arasında en yüksek toplam *Lactobacillus* sayısını 9,55 kob/g ile B örneği alırken, en düşük sayıyı 8,20 kob/g ile C örneği almıştır. Depolamanın sonunda en yüksek puanı 8,66 kob/g ile kontrol örneği olan A örneği alırken, en düşük puanı 8,51 kob/g ile C örneği almıştır.

Çizelge 4.11. Örneklerin depolama süresince Laktobasil sayıları (Log₁₀)

| Örnekler ¹ | 1. Gün | 7. Gün | 14. Gün | 21. Gün | Ortalama | Maksimum | Minimum |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|----------|---------|
| A | 8,56±0,08 ^{Bc} | 9,20±0,07 ^B b | 9,48±0,15 ^A a | 8,66±0,21 ^A | 8,97 ^B | 9,48 | 8,56 |
| B | 9,55±0,08 ^A a | 9,60±0,04 ^A a | 8,73±0,07 ^C b | 8,59±0,26 ^B c | 9,12 ^A | 9,60 | 8,59 |
| C | 8,20±0,08 ^C d | 9,60±0,12 ^A a | 9,34±0,02 ^B b | 8,51±0,37 ^C c | 8,91 ^C | 9,60 | 8,20 |
| Ortalama | 8,77 ^c | 9,46 ^a | 9,18 ^b | 8,58 ^d | | | |
| Maksimum | 9,55 | 9,60 | 9,48 | 8,66 | | | |
| Minimum | 8,20 | 9,20 | 8,73 | 8,51 | | | |

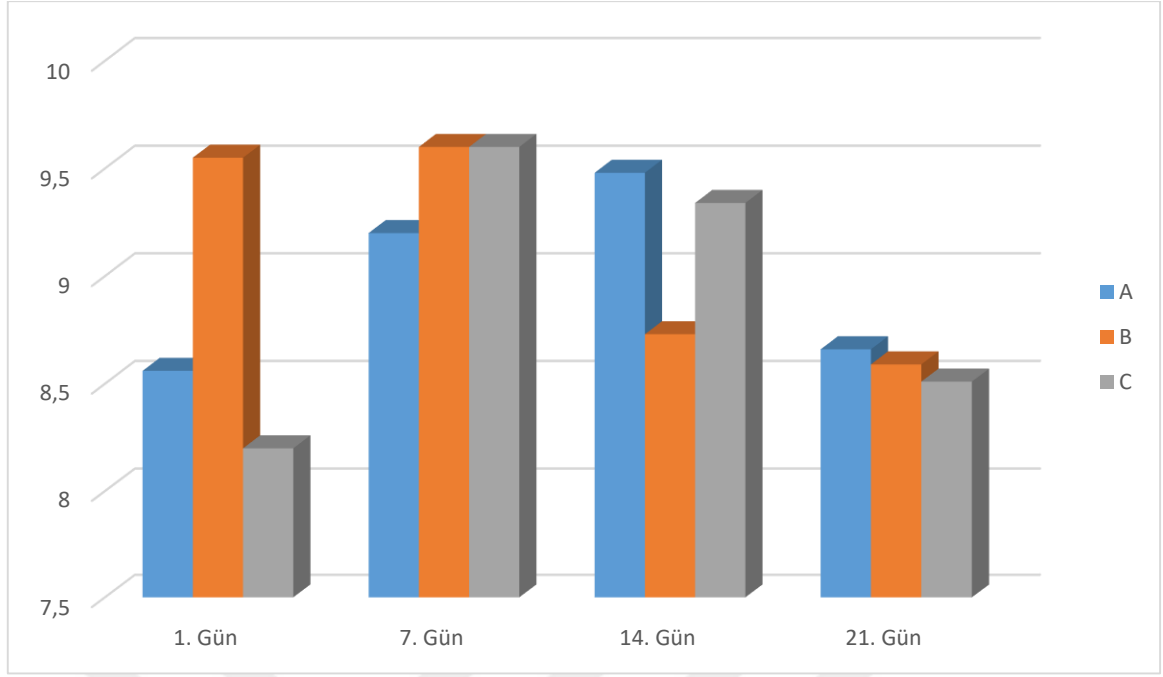
¹A: yoğurt kültürü, 42 °C'de inkübasyon; B: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 42 °C'de inkübasyon; C: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 37 °C'de inkübasyon

A,B,C: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p<0,05$ düzeyinde önemlidir.

a,b,c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p<0,05$ düzeyinde önemlidir.

Örneklerin laktobasil sayılarının depolama süresince değişimleri Şekil 4.10.'da verilmiştir. İstatistiksel olarak depolama süresince ortalama en düşük değer 8,58 kob/g ile 21. günde görülürken, en yüksek değer 9,46 kob/g ile 7. gün görülmüştür.

Depolama dönemi boyunca kefir kültürü + yoğurt kültürüyle 42°C sıcaklıkta inkübe edilen (B) örneğinde düzenli olarak artış saptanmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda depolama süresinin B örneğinde laktobasil miktarları üzerinde istatistiksel açıdan 1. ve 7. gün önemli değişikliklere neden olmadığı ($p>0,05$), ancak 14. ve 21. günlerinde meydana gelen değişiklikler istatistiki yönden önemli bulunmuştur ($p<0,05$).



Şekil 4.10. Örneklerin laktobasil sayılarının (Log₁₀) depolama süresince değişimleri

Öner ve ark. (2010), farklı süt çeşitleri ve starter kültürlerin kefir üzerine etkilerini inceledikleri bir araştırmada inek sütünden starter kültür ilavesiyle ürettikleri örneklerin, *Lactobacillus* değerlerinin 7.26 - 8.05 kob/g arasında değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir.

Kök-Taş ve ark. (2013), kefirin kalite karakteristikleri üzerine fermantasyon parametrelerinin etkisini inceledikleri çalışmaları sonucunda, 21 günlük depolama süresince kefir danesi kullanılarak üretilen kefir örneklerindeki laktobasil sayılarının 8.0-9.3 kob/ml arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Şanlıurfa ilinde satışa sunulan geleneksel yoğurtların ele alındığı bir çalışmada laktobasil değerlerinin 5,00 - 6,70 kob/g arasında değiştiği görülmüştür (Çetin, 2020).

Çalışmamızda yoğurtların çubuk şekilli (*Lactobacillus sp.*) laktik asit bakterisi yükü 8.91 - 9,12 kob/g aralığında bulunmuştur. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde yoğurt florasında hem de kefir florasında, toplam spesifik mikroorganizma sayısının (starter kültür bakterileri) en az 10⁷ kob/g olabileceği hükme bağlanmıştır (Anonim, 2009). Bu kapsamda MRS agar besiyerinde gelişen en yüksek laktik asit bakterisi yükünün anılan tebliğde belirtilen limitin üzerinde olduğu ve kabul edilebilir düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

4.3.2. Laktokok Sayıları

Kefir Kültürü İlavesiyle Üretimi Gerçekleştirilen Fonksiyonel Yoğurt örneklerinin depolama boyunca toplam *Lactococcus* sayıları Log10 tabanına göre ve kob (koloni üreten birim)/g olarak Çizelge 4.12.'de verilmiştir.

Veriler genel olarak incelendiğinde Kefir Kültürü İlavesiyle Üretilen Fonksiyonel Yoğurt örneklerinin *Lactococcus* sayısının 6,72 - 8,90 kob/g arasında değiştiği görülmüştür. En yüksek *Lactococcus* sayısı depolamanın 14. gününde yoğurt kültürü+kefir kültürü birleşimi ile 42° C'de üretilen (B) örneğinde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.12. Örneklerin depolama süresince Laktokok sayıları (Log₁₀)

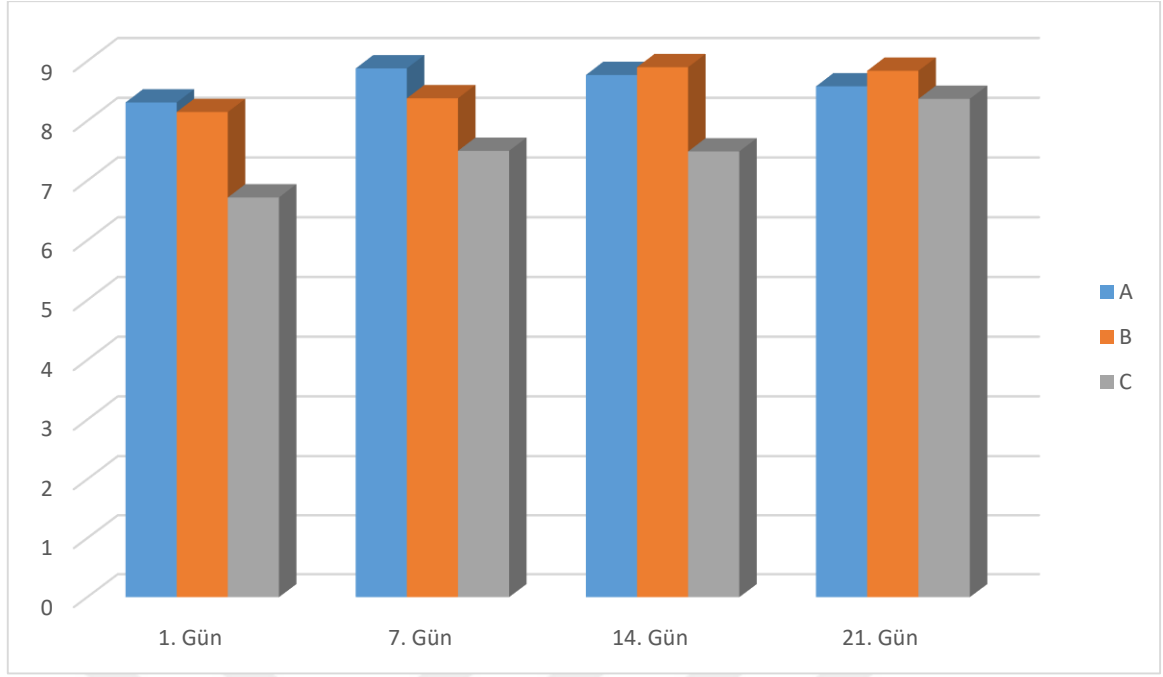
| Örnekler ¹ | 1. Gün | 7. Gün | 14. Gün | 21. Gün | Ortalama | Maksimum | Minimum |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------|---------|
| A | 8,31±0,08 Ad | 8,88±0,02 Aa | 8,77±0,05 Bb | 8,58±0,04 Bc | 8,63 ^A | 8,88 | 8,31 |
| B | 8,15±0,09 Bc | 8,38±0,04 Bb | 8,90±0,16 Aa | 8,84±0,02 Aa | 8,57 ^B | 8,90 | 8,15 |
| C | 6,72±0,08 Cc | 7,50±0,08 Cb | 7,49±0,20 Cb | 8,37±0,17 Ca | 7,52 ^C | 8,37 | 6,72 |
| Ortalama | 7,73 ^d | 8,25 ^c | 8,38 ^b | 8,60 ^a | | | |
| Maksimum | 8,31 | 8,88 | 8,90 | 8,84 | | | |
| Minimum | 6,72 | 7,50 | 7,49 | 8,37 | | | |

¹A: yoğurt kültürü, 42 °C'de inkübasyon; B: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 42 °C'de inkübasyon; C: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 37 °C'de inkübasyon

A,B,C: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark p<0,05 düzeyinde önemlidir.

a,b,c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark p<0,05 düzeyinde önemlidir.

Şekil 4.11.'de örneklerin Laktokok sayılarının (Log₁₀) depolama süresince değişimleri verilmiştir. Periyotlara ait ortalama puan değerleri örneklerin depolama süresi boyunca sürekli bir artış seyrettiğini göstermektedir. Depolama süresince ortalama *Lactococcus* değerleri 7,73 - 8,60 kob/g arasında farklılık göstermektedir. Örneklerle ait ortalamalara bakıldığında sırayla 7,52 kob/g ile C örneği, 8,57 kob/g ile B örneği ve 8,63 kob/g puan ile kontrol örneği olan A örneği almıştır. Depolamanın örnekler arası laktokok üzerindeki değişiminin istatistiki yönden (p<0,05) düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Sadece depolamanın 14. ve 21. günlerinde B örneğinde elde edilen değerlerin istatistiki açıdan önemli olmadığı görülmektedir (p>0,05).



Şekil 4.11. Örneklerin Laktokok sayılarının (Log₁₀) depolama süresince değişimleri

Öner ve ark. (2010), farklı süt çeşitleri ve starter kültürlerin kefir üzerine etkilerini inceledikleri bir araştırmada inek sütünden starter kültür ilavesiyle ürettikleri örneklerin *Lactococcus* değerlerinin 7.40 – 7.62 kob/g arasında değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir.

Kök-Taş ve ark. (2013), farklı fermantasyon koşulları altında üretilen kefir örneklerinin *Lactococcus* değerlerini 8.04 – 9.38 kob/ml aralığında bulunduğunu belirtmiştir. Aydemir ve ark. (2020)'nin yaptığı farklı konsantrasyonlarda *Spirulina platensis* eklenmiş yoğurtların kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine bir çalışmada üretilen yoğurtlarda 21 günlük depolama süresi boyunca meydana gelen Laktokok sayıları 6,03 – 8,28 kob/g arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Yapılan bu çalışmada yoğurt örneklerinin kok şekilli (*Lactococcus sp.*) laktik asit sayıları 7,52 - 8,63 kob/g arasında değiştiği gözlemlenerek Öner ve ark. (2010) çalışmasında bulunan değerlerle benzer olduğu ortaya çıkmıştır.

4.3.3. Maya Sayıları

Kefir ve yoğurt gibi probiyotik gıdalarda canlı mikroorganizma sayısı kaliteyi önemli ölçüde etkilemektedir. A örneği olarak maya sayımı için ekim yapılan PDA besiyerlerinin inkübasyon sonucunda tespit yapılamamıştır. Bu nedenle kontrol örneği olan A örneğinde

değerler 0,00 kob/g olarak değerlendirilmiştir. Örneklerin depolama süresince maya sayılarını gösteren Çizelge 4.13'e bakıldığında en yüksek maya değerini 21. gün C örneğinin aldığı gözlenmiştir.

İstatistiki yönden kefir kültürü + yoğurt kültürü bileşimiyle 42°C'de inkübasyona bırakılan (B) örneği ile kefir kültürü + yoğurt kültürü kombinasyonuyla 37°C'de inkübasyona bırakılan (C) örneği arasında kıyaslama yapıldığında, her iki örneğin de 21 günlük depolama süresi boyunca maya sayılarının düzenli olarak artış gösterdiği saptanmıştır. (B) örneğinde bu artış istatistiki olarak ($p<0,05$) düzeyinde önemli bulunmuştur. (C) örneğindeki değerlere bakıldığında depolamanın 1., 7., ve 14. günlerinde bulunan veriler arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli olmadığı ($p>0,05$), 21. gündeki sayısının diğer günlere kıyasla önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 4.13. Örneklerin depolama süresince maya sayıları (Log₁₀)

| Örnekler ¹ | 1. Gün | 7. Gün | 14. Gün | 21. Gün | Ortalama | Maksimum | Minimum |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|----------|---------|
| A | - | - | - | - | - | - | - |
| B | 4,50±0,05 ^B d | 4,72±0,05 ^{Bc} | 5,20±0,05 ^B b | 5,33±0,10 ^B a | 4,94 ^B | 5,33 | 4,50 |
| C | 5,47±0,07 ^A b | 6,23±0,10 ^A b | 6,26±0,07 ^A b | 6,46±0,05 ^A a | 6,10 ^A | 6,46 | 5,47 |
| Ortalama | 3,32 ^D | 3,65 ^C | 3,82 ^B | 3,93 ^A | | | |
| Maksimum | 5,47 | 6,23 | 6,26 | 6,46 | | | |
| Minimum | - | - | - | - | | | |

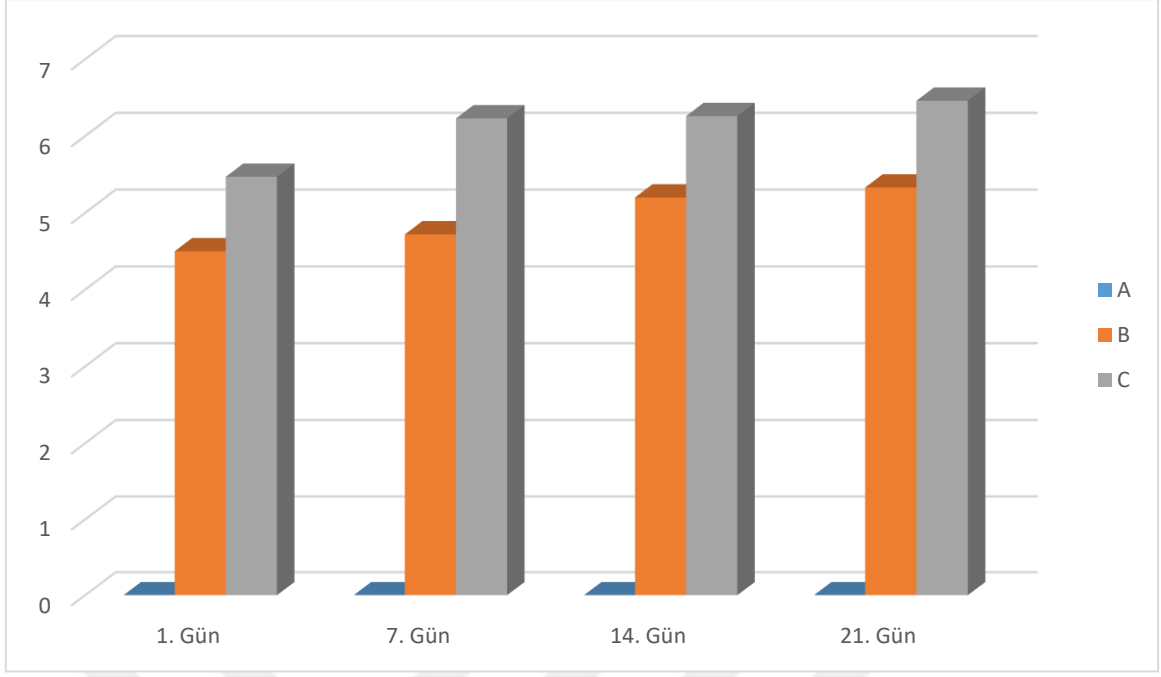
-Yapılmadı

¹A: yoğurt kültürü, 42 °C'de inkübasyon; B: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 42 °C'de inkübasyon; C: yoğurt kültürü+kefir kültürü, 37 °C'de inkübasyon

A,B,C: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p<0,05$ düzeyinde önemlidir.

a,b,c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p<0,05$ düzeyinde önemlidir.

Örneklerin maya sayılarının depolama süresince değişimleri Şekil 4.12.'de verilmiştir. Şekilde görüldüğü üzere depolama süresine ait ortalama sayı değerleri düzenli olarak artış göstermiştir. Bu artışın nedeni depolama süresince mikrobiyal açıdan maya canlılığının aktif bir şekilde devam etmesidir. Periyotlara ait maya sayıları olarak ortalama değerlere bakıldığında en düşük sayı 3,32 kob/g ile depolamanın 1. gününde, ortalama en yüksek değer de 3,93 kob/g ile 21. günde ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.12. Örneklerin maya sayılarının (Log₁₀) depolama süresince değişimleri

Öner ve ark. (2010) farklı süt çeşitleri ve starter kültürlerin kefir üzerine etkilerini inceledikleri bir araştırmada inek sütünden starter kültür ilavesiyle ürettikleri örneklerin maya sayılarının 6,37 - 6,65 kob/g arasında değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir.

Kök-Taş ve ark. (2013), farklı fermantasyon koşulları altında üretilen kefir örneklerinin maya sayılarını 4.71 – 5.56 kob/ml aralığında bulunduğunu belirtmiştir.

Yapılan bu çalışmada, depolama süresince en düşük puanı 4,50 kob/g ile B örneği 1. gün alırken, en yüksek puanı 6,46 kob/g ile 21. günde C örneği almıştır. Literatür sonuçları, kefir kültürü ilavesiyle fonksiyonel yoğurt üretimi araştırması ile elde ettiğimiz değerlerle benzerlik göstermektedir.

Kefir Kültürü İlavesiyle Üretilen Fonksiyonel Yoğurt kapsamında, kefir kültürü + yoğurt kültürü kombinasyonları ile üretilen yoğurt örneklerinde maya sayılarının 4,50 - 6,46 kob/g arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre kefirde var olması gereken en düşük maya sayısı 10⁴ olarak belirlenmiştir. Çalışmamızdaki maya sayılarının ilgili kodeks verileriyle uyum içerisinde olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2009).

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırmada kefir kültürü ve yoğurt kültürü kombinasyonu kullanılarak farklı inkübasyon derecelerinde mayalanarak üretilen yoğurtlar $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 21 gün boyunca depolanmıştır. Dört farklı periyotlar olarak yürütülen araştırmada, depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde Kefir Kültürü İlavesiyle retilen Fonksiyonel Yoğurtların fizikokimyasal, duysal ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiştir.

Üretimde kullanılan çiğ süte pH, titrasyon asitliği, kurumadde ve yağ analizleri yapılmıştır. Çiğ sütün özelliklerine bakıldığında pH, titrasyon asitliği, kurumadde ve yağ değerlerinin Türk Gıda Kodeksi iğ Sütün Arzına Dair Tebliğ'de belirtilen koşullara uyum sağladığı grlmştir (Anonim, 2017).

Yapılan duysal analiz çalışmalarında; örnekler arasından ortalama görünüş değerinin 4,33 puan ile C rneği ve 4,91 puan ile A rneği arasında değişkenlik gösterdiği grlmştir. Kıvam kriteri verilerine bakıldığında en düşük puanı 3,92 ile C rneği, en yüksek puanı ise 4,58 ile B örneğinin aldığı gözlemlenmiştir. Koku parametresi açısından, örnekler içerisinde ortalama en düşük koku puanını 3,50 ile C örneğinin, en yüksek puanı ise 4,42 değeri ile A örneğinin aldığı belirlenmiştir. Yine panelistlerin değerlendirme sonuçları kapsamında örnekler arasında ortalama en düşük tat puanını 3,50 ile C rneği, en yüksek puanı 4,17 ile de A örneğinin aldığı saptanmıştır. Duysal analiz çalışmasının en son kısmı olan toplam kabul edilebilirlik değerleri, örnekler açısından ortalama veriler göz önüne alınarak incelendiğinde ise 3,83 puan alan C rneği ile 4,67 puan alan A rneği arasında değişkenlik göstermiştir. Kefir kültürü ve yoğurt kültürü ilavesiyle 37°C 'de inkübe edilen C örneğinin en düşük toplam kabul edilebilirlik puanına sahip olduğu kanaatine varılmıştır.

Yoğurt rnekleri üzerinde gerçekleştirilen fizikokimyasal analiz verilerinin değerlendirilmesi hususunda; yoğurt çeşitlerinin kurumadde ve yağ içeriklerinin birbirine oldukça yakın olduğu grlmştir. Çalışmada yapılan yoğurtlarda saptanan % kurumadde değerlerinin %15,75 ile %16,76 arasında olduğu belirlenmiştir. Tespit edilen % yağ oranlarının ise %4,20 ile % 4,50 gibi bir farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır. Her iki analiz yöntemi doğrultusunda da ilgili oranların C örneğinin en düşük puanı, B örneğinin de en yüksek puanı aldığı saptanmıştır. Viskozite parametresinde çeşitler arasında ortalama en düşük puanı 89,50 mPa's ile C rneği alırken 177,23 mPa's puan ile en yüksek puanı A rneği almıştır. Depolama

süresine ait ortama veriler ışığında, depolama süresi arttıkça ortalama viskozite değerlerinde genel bir artış görülmüştür. Çeşitler arası serum ayrılması değerlerine bakıldığında ortalama en düşük puanı 7,28 ml/25g ile A örneği en yüksek puanı 9,20 ml/25g ile B örneği almıştır. Depolama süresi boyunca çeşitler arasındaki puanlar periyotlara göre değişiklik gösterse de, ortalama puan değerlerine bakıldığında genel olarak serum ayrılması miktarı artış göstermiştir. Titrasyon asitliği bakımından bulunan çeşitler arası ortalama değerlerin %0,84 (C örneği) ile %0,93 (A örneği) arasında olduğu görülmüştür. Örneklerin pH açısından ortalama puan değerleri incelemeye alındığında, sonuçların 4,43 pH (A örneği) ile 4,55 pH (C örneği) aralığında bulunduğu tespit edilmiştir. Yoğurt örneklerinden elde edilen titrasyon asitliği değerleri pH değerleri ile ilişki içinde olup, asitlik arttıkça pH değerlerinin düştüğü görülmüştür.

Kefir Kültürü İlavesiyle Fonksiyonel Yoğurt Üretimi üzerine yapılan bu çalışmada toplam *Lactobacillus*, Toplam *Lactococcus* ve Toplam Mayaların belirlenmesi doğrultusunda mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde; örneklerdeki *Lactobacillus* sayıları arasından ortalama en düşük puanı 8,91 kob/g C örneği, en yüksek puanı 9,12 kob/g ile B örneğinin aldığı ortaya çıkmıştır. Depolama süresi boyunca *Lactobacillus* değerleri değişkenlik göstermiştir. *Lactococcus* sayılarında çeşitler arasındaki ortalama puan değerleri 7,52 kob/g C örneği ile 8,63 kob/g A örneği arasında değişken bulunmuştur. *Lactococcus* değerlerinin periyotlara ait ortalama değerlerine bakıldığında sürekli bir artış içerisinde oldukları gözlemlenmiştir. Maya sayıları sonuçları kefir kültürü + yoğurt kültürü ile farklı inkübasyon derecelerinde mayalanan yoğurtlar arasında en düşük ortalama değeri B örneği 4,94 kob/g alırken, en yüksek ortalama değeri C örneği 6,10 kob/g ile almıştır. Maya sayılarının depolama başlangıcından sonuna kadar depolamaya ait ortalama puan değerlerinde genel olarak bir artış olduğu tespit edilmiştir. Kefirli yoğurt örnekleri mikrobiyolojik açıdan değerlendirildiğinde 21 günlük depolama süresi boyunca laktobasil sayısının kefir kültürü ve yoğurt kültürüyle 42°C’de üretilen yoğurt örneğinde aynı kombinasyonla üretilen ancak 37°C’de inkübe edilen yoğurttan daha fazla olduğu, en yüksek Laktokok sayısının kontrol örneği olan A örneğinde olduğu, maya sayısının ise kefir kültürü ve yoğurt kültürü ile üretilen 37°C’de inkübe edilen yoğurttan daha yüksek bulunduğu tespit edilmiştir. Örneklerin depolama süresi boyunca hem *Lactobacillus* hem *Lactococcus* hem de mayaların canlılıklarını sürdürmeye devam ettikleri belirlenmiştir. Bakteri sayısının terapötik etki için gerekli olan 10^6 kob/g’den büyük ve maya sayısının (yoğurt için belirtilmemiş, kefir için) 10^4 kob/ml’nin üzerinde saptanması mikrobiyolojik kriterde fonksiyonel ürün olarak hem kefir kültürü + yoğurt

kültürü 42°C’de inkübe edilen, hem de kefir kültürü + yoğurt kültürü 37°C’de inkübe edilen yoğurtlar uygun bulunmuştur.

Bu araştırma kapsamında elde ettiğimiz sonuçlar doğrultusunda, yoğurt kültürü ile kefir kültürü kombinasyonuyla 42°C’de üretilen B örneğinin genel olarak fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duysal nitelikleri üzerine olumlu etkide bulunduğu ortaya koyulmuştur. Fonksiyonel gıdaların sağlık üzerine olumlu etkileri düşünüldüğünde bir hayli probiyotik özelliğe sahip olan yoğurdun ve kefirin tüketiminin çoğalması için çalışmamızdaki gibi ürünlerin daha tanınır bir duruma gelmesi icap etmektedir. Tek başına bile yüksek besin içeriğine sahip olan yoğurda kefir kültürü ilavesi, sağlık ve beslenme değerleri açısından, gıda alanında fermente süt ürünlerine yeni bir fonksiyonel ürün kapısının aralanmasını destekleyecektir. Bu çalışma ile ortaya çıkardığımız bu fonksiyonel ürünün tüketime kazandırılması, gittikçe artan dünya nüfusuna karşın gıda çeşitliliğinin arttırılmasına destek, dünyada baş döndürücü bir şekilde yaşanan teknolojik gelişime ve bilime katkı, daha sağlıklı beslenme yolunda ilerleyen tüketiciye seçme şansı, mühendislik biliminden yararlanılarak yeni gıda formlarının pazara sürülmesine yardımcı olarak, literatür kapsamında da bu konu ile ilgili ileride yapılacak olan çalışmalara ışık tutacaktır.

KAYNAKLAR

- Accolas, J. P., ve Spillmann, H. (1979). Morphology of bacteriophages of *Lactobacillus bulgaricus*, *L. lactis* and *L. helveticus*. *Journal of Applied Bacteriology*, 47(2), 309-319.
- Akalın, A. S., Kınık, Ö., ve Sıddık, G. Ö. N. Ç. (1998). Yoğurt üretimi ve depolama sırasında organik asitlerin belirlenmesi. *Gıda*, 23(1).
- Akın, S.M. ve Konar, A. (1999). İnek ve keçi sütünden üretilen ve 15 gün süre ile depolanan meyveli ve aromalı yoğurtların fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi üzerine karşılaştırmalı bir araştırma *Tr. J. Agriculture and Forestry* 23 Ek Sayı, 3,557- 565 Tübitak.
- Akpek, A. (2019). Development of a heart assist device as a vibrational viscometer that estimates blood viscosity. *Journal of the Faculty of Engineering & Architecture of Gazi University*, 34(1), 235-246.
- Alparslan, M., ve Gündüz, H. (2000). Yoğurt Kalitesini Düzeltme İmkânı Üzerine Araştırma. *Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri*, 6, 500-508.
- Alpkent, Z., ve Demir, M. (2004). Kefir ve kefirin sağlık üzerine etkileri. *Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, 23-24.
- Altay, F., Karbancıoğlu-Güler, F., Daskaya-Dikmen, C., ve Heperkan, D. (2013). A review on traditional Turkish fermented non-alcoholic beverages: microbiota, fermentation process and quality characteristics. *International Journal of Food Microbiology*, 167(1), 44-56.
- Anonim, (2006). TS 1330 Yoğurt Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. 15 s.
- Anonim, (2008). Yoğurt, Gıda Teknolojisi, MEGEP yayınları, Ankara.
- Anonim, (2009). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği. Tebliğ No: 2009/25.
- Anonim, (2017). Türk Gıda Kodeksi Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ. Tebliğ No: 2017/20
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (1990). Official methods of analysis.
- AOAC (2000). Official Methods of Analysis: Association of Official Analytical Chemists, 17th ed., Washington, DC, USA.
- Atamer, M., ve Sezgin, E. (1986). Yoğurtlarda kurumadde artırımının pıhtının fiziksel özellikleri üzerine etkisi. *Gıda* 11 (6) 327-331.
- Atasever, M. (2004). Yoğurt üretiminde bazı stabilizörlerin kullanımı. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 15(1), 1-4.
- Aydemir, S., ve Zübeyde, Ö. N. E. R. (2020). Farklı Konsantrasyonlarda *Spirulina platensis* Eklenmiş Yoğurtların Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24(3), 553-565.
- Bigliardi, B., ve Galati, F. (2013). Innovation trends in the food industry: the case of functional foods. *Trends in Food Science & Technology*, 31(2), 118-129.

- Borcaklı, M., ve Koçer, H. (2003). Laktik Asit Bakterileri İdentifikasyon Yöntemleri. *Marmara Araştırma Merkezi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Araştırma Enstitüsü*, Yayın, (132).
- Bulduk, S. (2002). Gıda Teknolojisi. Detay Yayınları, Ankara.
- Ceyhan, N., ve Halime, A. L. I. Ç. (2012). Bağırsak mikroflorası ve probiyotikler. *Türk bilimsel derlemeler dergisi*, 5(1), 107-113.
- Contor, L. (2001). Functional Food Science in Europe. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases: NMCD*, 11(4 Suppl), 20-23.
- Coşkun, T. (2005). Fonksiyonel besinlerin sağlığımız üzerine etkileri. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 48(1), 61-84.
- Coşkun T, (2006). Pro-, Pre- ve Sinbiyotikler, *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 49 (2): 128-148.
- Çağlayan, H. (2018). *Balkabağı ve kuru üzüm ilavesinin probiyotik yoğurtların bazı kalite özellikleri üzerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi), Hitit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çorum.
- Çakmakçı, S., Emel, Ö. Z., Çakıroğlu, K., Polat, A., Gülçin, İ., Ilgaz, Ş., ve Özhamamcı, İ. (2019). Probiotic shelf life, antioxidant, sensory, physical and chemical properties of yogurts produced with *Lactobacillus acidophilus* and green tea powder. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 25(5).
- Çetin, E. (2020). *Şanlıurfa ilinde tüketime sunulan geleneksel yoğurtların mikrobiyotası ve mevzuat açısından değerlendirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Harran Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye.
- Cetinkaya, F., ve Elal, M. T. (2012). Determination of microbiological and chemical characteristics of kefir consumed in Bursa. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 59(3), 217-221.
- Demirci, A., ve Elvan, O. C. A. K. (2020). Sağlıklı ve Kaliteli Yoğurt Nasıl Mayalanır?. *Academic Platform Journal of Halal Life Style*, 2(1), 14-22.
- Diplock, A., Aggett, P., Ashwell, M., Bornet, F., Fern, E., ve Roberfroid, M. (1999). The European Commission concerted action on functional foods science in Europe (FUFOSE). Scientific concepts of functional foods in Europe. Consensus document. *Br J Nutr*, 81, 1-27.
- Diosma, G., Romanin, D. E., Rey-Burusco, M. F., Londero, A., ve Garrote, G. L. (2014). Yeasts from kefir grains: isolation, identification, and probiotic characterization. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 30(1), 43-53.
- Doyon, M., ve Labrecque, J. (2008). Functional foods: a conceptual definition. *British Food Journal*.
- Duplessis, M., ve Moineau, S. (2001). Identification of a genetic determinant responsible for host specificity in *Streptococcus thermophilus* bacteriophages. *Molecular microbiology*, 41(2), 325-336.

- Dündar Y. (2001). Fitokimyasallar ve Zinde Yaşam. *Kocatepe Tıp Dergisi* 2: 8-131.
- Ecem, A. K. A. N., Yerlikaya, O., Saygılı, D., ve Kınık, Ö (2021). Farklı starter kültür kullanımının yoğurtların tekstürel ve viskozite özelliklerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 58(3), 377-383.
- Ertekin, B. (2008). *Yağ ikame maddeleri kullanımının kefir kalite kriterleri üzerine etkisi* (Doktora Tezi) Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Farnworth, E. R. (2006). Kefir—a complex probiotic. *Food Science and Technology Bulletin: Fu*, 2(1), 1-17.
- Fenderya, S., ve Akalın, A. S. (2003). Probiyotik yoğurtların bazı kimyasal özellikleri üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(1).
- Fonden, R., Mogensen, G., Tanaka, R., ve Salminen, S. (2000). Culture-containing dairy products—effect on intestinal microflora, nutrition and health. Current knowledge and future perspectives. *Bulletin of the International Dairy Federation*, (352), 5-30.
- Fuller, R. (1989). Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology*, 66(5), 365-378.
- Gezginç, Y., ve Akyol, İ. (2010). Geleneksel Yoğurtlardan İzole Edilen Streptococcus thermophilus ve Lactobacillus bulgaricus'ların Tanımlanması. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 13(2), 23-29.
- Gonc, S., ve Gahun, Y. (1980). Hidrokolloitler ve bunların sütçülükte kullanılmaları. *Ziraat Fakültesi Dergisi-Ege Üniversitesi*.
- Gray J, Armstrong G, Farley H. (2003). Opportunities and constraints in functional food market. *Nutrition and Food Science*. 33(5): 18-213.
- Guzel-Seydim, Z. B., Kok-Tas, T., Greene, A. K., ve Seydim, A. C. (2011). Functional properties of kefir. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(3), 261-268.
- Gürsoy, O., ve Kayaardı, S. (1999). Diyet acidophilus bifidus yoğurdu ve diyet yoğurdun kalite niteliklerinin incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(3), 1109-1114.
- Hasler, C.M., (2002). Functional Foods: Benefits, Concerns and Challenges – A position Paper From the American Council on Science and Healthy The *Journal of Nutrition*; 132: 3772-3781.
- Hutkins, R.W., (2006). Microbiology_and Technology of Fermented Foods. *Blackwell Publishing Ltd.*, U.S. 3–14
- Irigoyen, A., Arana, I., Castiella, M., Torre, P., ve Ibanez, F. C. (2005). Microbiological, physicochemical, and sensory characteristics of kefir during storage. *Food Chemistry*, 90(4), 613-620.
- İnanç, N., Şahin, H., ve Çiçek, B. (2005). Probiyotik Ve Prebiyotiklerin Sağlık Üzerine Etkileri. *Erciyes Tıp Dergisi*, 27(3), 122-127.

- Kabak, B., ve Dobson, A. D. (2011). An introduction to the traditional fermented foods and beverages of Turkey. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(3), 248-260.
- Kağan, D. A., Tuğçe, Ö. Z. L. Ü., ve Yurttaş, H. (2019). Yetişkin bireylerin probiyotik gıdaları bilme ve tüketme durumları üzerine bir araştırma. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 556-563.
- Kandler, O. (1986). Regular, nonsporing Grampositive rods. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology vol. 2*, 1208-1260.
- Karagözlü, C. (1990). Farklı ısı işlem uygulanmış inek sütlerinden kefir kültürü ve kefir danesi ile üretilen kefirlerin dayanıklılığı ve nitelikleri üzerinde araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. *İzmir: EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Karagözlü, C. (1997). *Meyveli yoğurt üretimi, meyve karışımı hazırlanması, yoğurtların dayanma süreleri ile bazı nitelikleri üzerine araştırmalar*. (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, İzmir.
- Karakuş, M. Ş. (2013). *Prebiyotik lif içeren stevia özü ilavesinin çilek aromalı acidophilus-bifidus yoğurtlarının bazı kalite özellikleri üzerine etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi). Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Keservani, R. K., Kesharwani, R. K., Vyas, N., Jain, S., Raghuvanshi, R., ve Sharma, A. K. (2010). Nutraceutical and functional food as future food: a review. *Der Pharmacia Lettre*, 2(1), 106-116.
- Kirby, J., Mu, Q., Reilly, C. M., ve Luo, X. M. (2017). Leaky gut as a danger signal for autoimmune diseases. *Frontiers in Immunology*, 8, 598.
- Klaenhammer, T.R., (2007). *Probiotics and prebiotics*. In: Doyle, M.P., Beuchat, L.R. (Eds.), Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers. *ASM Press*, Washington, D.C., U.S., pp. 891-907.
- Korhonen, H. (2002). Technology options for new nutritional concepts. *International Journal of Dairy Technology*, 55(2), 79-88.
- Kök-Taş T., Seydim, A.C., Özer, B., Güzel-Seydim, Z.B., (2013). Effects of different fermentation parameters on quality characteristics of kefir. *Journal of Dairy Science* 96(2): 780-789.
- Kurt A. (1995). *Yoğurdun Tarihçesi ve Yeryüzüne yayılışı*. III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Yoğurt. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara, 23- 25.
- Kurt, A., Çakmakçı, S., ve Çağlar, A. (2003). Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metodları Rehberi Genişletilmiş 8. Baskı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No, 252.
- Kurtuldu, O. (2012). *Probiyotik yoğurt üretiminde β -glukan kullanımı* (Yüksek Lisans Tezi), Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Lau, T. C. (2012). *Consumer ethical beliefs and intention: investigation of young Malaysian consumers* (Doctoral dissertation), Southern Cross University, Lismore, Australia.

- LeBlanc, A. D. M., Matar, C., Farnworth, E., ve Perdigon, G. (2006). Study of cytokines involved in the prevention of a murine experimental breast cancer by kefir. *Cytokine*, 34(1-2), 1-8.
- Leite, A. M. D. O., Miguel, M. A. L., Peixoto, R. S., Rosado, A. S., Silva, J. T., ve Paschoalin, V. M. F. (2013). Microbiological, technological and therapeutic properties of kefir: a natural probiotic beverage. *Brazilian Journal of Microbiology*, 44, 341-349.
- Libudzisz, Z., ve Piatkiewicz, A. (1990). Kefir production in Poland. *Dairy Industries International*, 55(7), 31-33.
- Lilly, D.M., Stillwell, R.H. (1965). Probiotics: growth promoting factors produced by microorganisms. *Science*, 147(3659):747-748.
- Lucey, J. A. (2004). Cultured dairy products: an overview of their gelation and texture properties. *International Journal of Dairy Technology*, 57(2-3), 77-84.
- Malla, S., Hobbs, J. E., ve Sogah, E. K. (2014). Functional foods, health benefits and health claims. *Athens Journal of Health*, 1(1), 37-46.
- Matar, C., LeBlanc, J. G., Martin, L., ve Perdigon, G. (2003). Biologically active peptides released in fermented milk: role and functions. *Handbook of Fermented Functional Foods*, 177, 201.
- Omurtag AC., Omurtag EH., (1958). The study of fat content of Turkish yogurt. VII. *The Turkish Congress of Microbiology*, 145-153, İstanbul.
- Onoğur Altuğ, T. ve Elmacı, Y. (2015). *Gıdalarda duyuşal değerlendirme*. (3. Baskı) İzmir. Sidas Yayınları.
- Oysun, G. (1996). *Süt ve Ürünlerinde Analiz Yöntemleri*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:504, Bornova-İzmir, 306 s.
- Öner, Z., Karahan, A. G., ve Çakmakçı, M. L. (2010). Effects of different milk types and starter cultures on kefir. *Gıda*, 35(3), 177-182.
- Özden, A. (2008). Yoğurdun tarihi. *Güncel Gastroenteroloji*, 12(2), 128-133.
- Ranasinghe, J. G. S., ve Perera, W. T. R. (2016). Prevalence of *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* stability in commercially available yogurts in Sri Lanka. *Asian Journal of Medical Sciences*, 7(5), 97-101.
- Rasic, J. L., ve Kurmann, J. A. (1978). History and growth. Yogurt: Scientific Grounds, Technology, Manufacture and Preparations. *Technical Dairy Publishing House*, Copenhagen, Denmark, 11-16.
- Rolfe, R. D. (2000). The role of probiotic cultures in the control of gastrointestinal health. *The Journal of Nutrition*, 130(2), 396S-402S.
- Rosa, D. D., Dias, M. M., Grzeşkowiak, Ł. M., Reis, S. A., Conceição, L. L., ve Maria do Carmo, G. P. (2017). Milk kefir: nutritional, microbiological and health benefits. *Nutrition Research Reviews*, 30(1), 82-96.

- Sarıca, E., Filizkıran, G., Canbek, D., Ertürk, B., Coşkun, M., ve Mustuloğlu, Ş. (2021). Keçiboynuzu Gaminın Keçi Sütünden Üretilen Kefirin Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. *Akademik Gıda*, 19(1), 28-37.
- Sezen, A., ve Koçak, C. (2006). Fonksiyonel süt ürünleri teknolojisindeki gelişmeler. *Türkiye*, 9, 24-26.
- Sezgin, E., Yıldırım, Z., ve Karagül, Y. (1994). L. acidophilus ve B. bifidum kullanılarak yapılan bazı fermente süt ürünleri üzerinde araştırmalar. *TUBİTAK Veterinerlik ve Hayvancılık Araştırma Grubu, Proje No: VHAG-953*, Ankara.
- Shahani, K. M., ve Chandan, R. C. (1979). Nutritional and healthful aspects of cultured and culture-containing dairy foods. *Journal of Dairy science*, 62(10), 1685-1694.
- Shete, B. S., ve Shinkar, N. P. (2013). Dairy industry wastewater sources, characteristics & its effects on environment. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 3(5), 1611-1615.
- Siro, I., Kápolna, E., Kápolna, B., ve Lugasi, A. (2008). Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance—A review. *Appetite*, 51(3), 456-467.
- Srikantha, P., ve Mohajeri, M. H. (2019). The possible role of the microbiota-gut-brain-axis in autism spectrum disorder. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(9), 2115.
- Stepaniak, L., ve A. Fetliński. (2003). Fermented milks: Kefir. Pages 1049–1054 in *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Vol. 2. H. Roginski, J. W. Fuquay, and P. F. Fox, ed. Academic Press, London, UK.
- Tamai, Y., Yoshimitsu, N., Watanabe, Y., Kuwabara, Y., ve Nagai, S. (1996). Effects of milk fermented by culturing with various lactic acid bacteria and a yeast on serum cholesterol level in rats. *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 81(2), 181-182.
- Tamime, A. Y., ve Deeth, H. C. (1980). Yogurt: technology and biochemistry. *Journal of Food Protection*, 43(12), 939-977.
- Tamime, A. Y., ve Robinson, R. (1999). Yoghurt. *Science and Technology*, 2(4).
- Tok E, Aslım B, (2007). Probiyotik olarak kullanılan bazı laktik asit bakterilerinin kolesterol asimilasyonu ve safra tuzları dekonjugasyonundaki rolleri, *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 37 (1): 62-68
- Tomar, O., Çağlar, A., ve Akarca, G. (2017). Kefir ve sağlık açısından önemi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(2), 834-853.
- Tsao, R., ve Akhtar, M. H. (2005). Nutraceuticals and functional foods: I. Current trend in phytochemical antioxidant research.
- TSE, (2002). TS 1018 Çiğ İnek Sütü Standartı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. 15 s.
- Turkmen, N. (2017). Kefir as a functional dairy product. In *Dairy in Human Health and Disease Across the Lifespan* (pp. 373-383). Academic Press.

- Üçüncü, M. (1983). Yoğurda işlenecek süte eklenecek süttozu miktarının hesaplanması. *Gıda* 8:15.
- Ünsal A., (2007). *Silivri 'm kaymak! Türkiye 'nin yoğurtları*. Yapı Kredi Kültür Sanat Yayıncılık ve Ticaret A.Ş, Mas Matbaacılık A.Ş., İstanbul.
- Ünver, İ. H. (2014). *Saccharomyces boulardii kullanarak probiyotik yoğurt üretimi ve bazı prebiyotiklerin yoğurtların çeşitli nitelikleri üzerine etkisinin incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi) İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Yıldız, F. (2009). *Farklı yağ oranlarının ve farklı starter kültürlerin kefirin nitelikleri üzerine etkisi* (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, L. (2006). *Yoğurt benzeri fermente süt ürünleri üretiminde farklı probiyotik kültür kombinasyonlarının kullanımı*. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.