T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİNİN ÜRETİMİNDE RAF ÖMRÜNÜ ETKİLEYEN PARAMETRELERİN BELİRLENMESİ VE OPTİMİZASYONU

Tuğba Elif ÇIRAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

Kimya Mühendisliği Programı

Danışman

Doç. Dr. Nil ACARALI

Şubat, 2020

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİNİN ÜRETİMİNDE RAF ÖMRÜNÜ ETKİLEYEN PARAMETRELERİN BELİRLENMESİ VE OPTİMİZASYONU

Tuğba Elif ÇIRAK tarafından hazırlanan tez çalışması çalışması 05.02.2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Kimya Mühendisliği Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Nil ACARALI

Yıldız Teknik Üniversitesi

Danışman

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Nil ACARALI, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Fatma Jale GÜLEN, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Selva ÇAVUŞ, Üye
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Danışmanım Doç. Dr. Nil ACARALI sorumluluğunda tarafımca hazırlanan Süt ve Süt Ürünlerinin Üretiminde Raf Ömrünü Etkileyen Parametrelerin Belirlenmesi ve Optimizasyonu başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Tuğba Elif ÇIRAK

İmza

Aileme

ve

sevdiklerime

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın her aşamasında bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, bana her konuda yol gösteren yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Nil ACARALI'ya, çalışmalarım boyunca bana destek olan YTÜ Gıda Mühendisliği Laboratuvarına, Gıda Mühendisliği Bölümü'nden değerli hocam Doç.Dr. Muhammed Zeki DURAK'a, Arş.Gör. Ruşen Metin YILDIRIM'a, YTÜ Merkez Laboratuvarına ve bana maddi, manevi destek olan aileme sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Tuğba Elif ÇIRAK

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ vii

KISALTMA LİSTESİ viii

ŞEKİL LİSTESİ ix

TABLO LİSTESİ x

ÖZET xi

ABSTRACT xiii

1 GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti 1

1.2 Tezin Amacı 2

1.3 Hipotez 3

2 GENEL KISIMLAR 4

2.1 Süt ve Süt Ürünlerinin Genel Özellikleri 4

2.1.1 Çiğ Süt 5

2.1.2 Kefir 7

2.2 Süt ve Süt Ürünlerinde Mikrobiyoloji 10

2.2.1 Çiğ Sütün Mikrobiyolojik Özellikleri 10

2.2.2 Kefirin Mikrobiyolojik Özellikleri 11

2.3 Süt ve Süt Ürünlerinde Kalite Parametreleri 12

2.3.1 Çiğ Sütte Kalite Parametreleri 12

2.3.2 Kefirde Kalite Parametreleri 13

2.4 Doğal Antioksidanların Kullanımı ve Özellikleri 14

2.4.1 Doğal Antioksidan Olarak Üzüm Çekirdeği Tozu 16

2.4.2 Üzüm Çekirdeği Tozunun Fenolik Özellikleri 17

2.5 Optimizasyon 18

2.6 Design Expert……19

3 KONU ile İLGİLİ LİTERATÜRDE YAPILAN ÇALIŞMALAR 21

4 DENEYİN YAPILIŞI 25

4.1 Kullanılan Malzemeler ve Kimyasallar……25
4.2 Deneylerde Kullanılan Cihazlar……25
4.3 Deneyin Yapılışı……26
4.4 Mikrobiyolojik Analiz 29
4.4.1 Çiğ Süt için Mikrobiyolojik Analiz……29
4.4.2 Kefir için Mikrobiyolojik Analiz 32
4.5 Duyusal Analiz……34
4.6 Karakterizasyon……36

5 SONUÇLAR ve TARTIŞMA 39

5.1 Design Expert Sonuçları……39
5.1.1 Çiğ Süt için Design Expert Metodu Sonuçları……39
5.1.2 Kefir için Design Expert Metodu Sonuçları 48
5.2 TG-DTA Sonuçları……56
5.2.1 Çiğ Süt için TG-DTA Sonuçları……56
5.2.2 Kefir için TG-DTA Sonuçları..... 57
5.2.3 Katkılı Çiğ Süt için TG-DTA Sonuçları……57
5.2.4 Katkılı Kefir için TG-DTA Sonuçları……58

6 SONUÇ ve ÖNERİLER 60

KAYNAKÇA 62

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR 66

SİMGE LİSTESİ

rpm	Dönüş/dakika
g	Gram
kg	Kilogram
pH	-log[H+] (H+=Hidrojen İyonu)
mPa.s	Milipaskal Saniye
ml	Mililitre
mg	Miligram
ppm	Milyonda Bir Birim
°C	Santigrad Derece

KISALTMA LİSTESİ

BHA	Bütil Hidroksianisol
BHT	Bütil Hidroksitoluen
CAC	Uluslararası Gıda Kodeks Komisyonu
CYY	Cevap Yüzey Yöntemi
DPPH	1, 1-difenil-2-pikrilhidrazil
E202	Potasyum Sorbat
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
LDL	Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
PCA	Plate Count Agar
TG-DTA	Termogravimetrik-Diferansiyel Termal Analiz
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Çiğ sütte bulunan mikroorganizmaların potansiyel kaynakları ve bunlardan bazılarının sütte bulundukları zaman rol ve önemleri.....11
Şekil 4.2 Farklı sıcaklıklarda hazırlanan numuneler.....28
Şekil 4.3 Sıcaklıkları ölçülen numuneler.....29
Şekil 4.4 Viskozite ölçümü.....29
Şekil 4.5 Peptonlu su içeren deney tüpleri.....30
Şekil 4.6 Seyrelme yapılan çiğ süt örneği.....31
Şekil 4.7 Drigalski spatülü ile muamele.....32
Şekil 4.8 İnkübatör.....32
Şekil 4.9 Mikrobiyolojik analiz için kullanılan çalışma kabini.....33
Şekil 4.10 Hazırlanan PCA çözeltisi ve petri kapları.....34
Şekil 4.11 Otomatik pipet.....35
Şekil 4.12 SII Nanotechnology – SII6000 Exstar TG-DTA 6300.....37
Şekil 4.13 Santrifüj cihazı.....38
Şekil 4.14 Santrifüj sonrası numuneler.....38
Şekil 4.15 Liyofilizatör (Christ Beta 1-8 LSCplus) dondurarak kurutma cihazı.....39
Şekil 5.1 Çiğ sütün mikrobiyolojik sayım değeri için 3D Yanıt Yüzey Grafikleri.....44
Şekil 5.2 Çiğ sütün viskozite ölçüm sonuçları için 3D Yanıt Yüzey Grafikleri.....47
Şekil 5.3 Kefirin mikrobiyolojik sayım sonuçları için 3D Yanıt Yüzey Grafikleri.....51
Şekil 5.4 Kefirde viskozite ölçüm sonuçları için 3D Yanıt Yüzey Grafikleri.....55
Şekil 5.5 5^0C/dk ısıtma hızında ölçülen kurutulmuş çiğ süt örneğinin eşzamanlı TG-DTA sonuçları.....56
Şekil 5.6 5°C/dk ısıtma hızında ölçülen kurutulmuş kefir örneğinin eşzamanlı TG-DTA sonuçları.....57
Şekil 5.7 5^0C/dk ısıtma hızında ölçülen kurutulmuş katkılı çiğ süt örneğinin eşzamanlı TG-DTA sonuçları.....58
Şekil 5.8 5^0C/dk ısıtma hızında ölçülen kurutulmuş katkılı kefir örneğinin eşzamanlı TG-DTA sonuçları.....59

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'nde belirtilen çiğ inek sütünün bileşimi 13
Tablo 2.2 Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği'nde belirtilen kefirin bileşimi.....14
Tablo 2.3 Gıda sanayinde kullanılan bazı doğal antioksidanlar.....15
Tablo 4.1 Design Expert programı deney çizelgesi çıktısı.....27
Tablo 4.2 Katkı maddesi ilavesiz kefir için duyusal analiz sonuçları.....36
Tablo 4.3 Kefir örneklerinin duyusal analiz bulguları.....36
Tablo 5.1 Çiğ süt ile yapılan deneylerin Design Expert ile gösterilen sonuçları.....41
Tablo 5.2 Design Expert programı ile bulunan istatiksel analiz sonuçları (çiğ süt için R1).....41
Tablo 5.3 Çiğ sütte mikrobiyolojik sayım değerlerine ilişkin varyans analizi.....42
Tablo 5.4 Çiğ sütte mikrobiyolojik sayım sonuçları için oluşturulan modeldeki değişkenlerin katsayıları.....43
Tablo 5.5 Design Expert programı ile bulunan istatiksel analiz sonuçları (çiğ süt için R2).....45
Tablo 5.6 Çiğ sütte viskozite değerlerine ilişkin varyans analizi.....46
Tablo 5.7 Çiğ sütte viskozite ölçüm sonuçları için oluşturulan modeldeki değişkenlerin katsayıları 46
Tablo 5.8 Kefir ile yapılan deneylerin Design Expert sonuçları.....48
Tablo 5.9 Design Expert programı ile bulunan istatiksel analiz sonuçları (kefir için R1).....49
Tablo 5.10 Kefirde mikrobiyolojik sayım değerlerine ilişkin varyans analizi.....49
Tablo 5.11 Kefirde mikrobiyolojik sayım sonuçları için oluşturulan modeldeki değişkenlerin katsayıları.....50
Tablo 5.12 Design Expert programı ile bulunan istatiksel analiz sonuçları (kefir için R2).....52
Tablo 5.13 Kefirde viskozite değerlerine ilişkin varyans analizi.....53
Tablo 5.14 Kefirde viskozite ölçüm sonuçları için oluşturulan modeldeki değişkenlerin katsayıları.....53

ÖZET

Süt ve Süt Ürünlerinin Üretiminde Raf Ömrünü Etkileyen Parametrelerin Belirlenmesi ve Optimizasyonu

Tuğba Elif ÇIRAK

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Nil ACARALI

Süt ve süt ürünleri yüksek besin içeriğinden dolayı dünya çapında tüketilen ürünlerdir. Bu gıdaların besin değerini ve bozulmaya karşı dayanıklılığını arttırmak için sürekli olarak yeni yöntemler geliştirilmektedir. Vitamin içeriği ve antioksidan özellikler gibi kalite parametrelerinin geliştirilmesi konusunda yapılan yenilikçi işleme teknolojileri aynı zamanda endüstriyel anlamda raf ömrünü uzatmaya da yardımcı olabilmektedir. Günümüzde özellikle gıda sektöründe, tüketiciler sentetik kimyasallardan uzak durarak doğal içeriklere yönelmiştir.

Bu çalışmada, artan doğal katkı maddelerine olan talebi göz önüne alarak, çiğ sütün ve kefirin raf ömrünü uzatmak amacıyla doğal antioksidan olarak üzüm (Vitis vinifera) çekirdeği tozu; yüksek fenolik içeriği, antioksidan aktivitesi ve antimikrobiyal özelliği nedeniyle kullanılmıştır. Optimizasyon çalışması için Design Expert programı kullanılarak 17 deneyden oluşan farklı sıcaklıklarda, proses sürelerinde ve katkı maddesi miktarlarıyla deney seti oluşturularak optimum proses şartları belirlenmiştir. Hazırlanan numunelerin viskozite ve duyusal analiz sonuçları incelenmiş ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Hazırlanan örneklerin ısıl bozunmalarını tespit etmek amacıyla Termogravimetrik-Diferansiyel Termal

Analiz (TG-DTA) yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda üzüm çekirdeği tozunun, çiğ sütün ve kefirin raf ömrünün uzatılması üzerinde olumlu etki yarattığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çiğ süt, antioksidan, üzüm çekirdeği tozu, kefir, optimizasyon.

ABSTRACT

Determination and Optimization of Parameters Affecting Shelf Life in Milk and Dairy Products Production

Tuğba Elif ÇIRAK

Department of Chemical Engineering

MSc. Thesis

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Nil ACARALI

Milk and dairy products are consumed worldwide due to their high nutritional content. New methods are constantly being developed to improve the nutritional value and degradation resistance of these foods. Innovative processing technologies to improve quality parameters such as vitamin content and antioxidant properties can also help to extend the shelf life in the industrial sense. Today, especially in the food sector, consumers have avoided synthetic chemicals and have turned to natural ingredients.

In this study, grape (Vitis vinifera) seed powder was used as natural antioxidant due to its high phenolic content, antioxidant activity and antimicrobial properties in order to extend the shelf life of raw milk and kefir considering the increasing demand for natural additives. Optimum process conditions were determined by using Design Expert program for optimization study by creating experiment set with different temperatures, process times and additive amounts of 17 experiments. The results of viscosity and sensory analysis for prepared samples were investigated and microbiological analyzes were performed. Thermogravimetric-Differential Thermal Analysis (TG-DTA) was performed to determine the thermal decomposition of the

prepared samples. As a result of analyzes, it was observed that grape seed powder, raw milk and kefir had a positive effect on prolonging shelf life.

Keywords: Raw milk, antioxidant, grape seed powder, kefir, optimization.

1
GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

Süt içerik olarak yaklaşık %87 su, %4,7 laktoz, %3,4 azotlu maddeler, %3,7 yağ ve %0,75 mineral madde olan, kolay bozulabilen bir gıda ürünüdür [1]. Mikro ve makro besinlerin varlığının ötesinde doğal olarak E ve C vitaminlerini, oksidasyona duyarlı olan lipit içeriklerini, B2 ve B12 gibi vitaminlerini ve beta karoten gibi farklı antioksidan gruplarını içerir. Bu da prooksidatif ve antioksidatif reaksiyonların ortaya çıkmasına neden olur [2].

Bir süt ürünü olan kefir ise yapısında; asetik asit, laktik asit ve CO_2 içeren probiyotik bir üründür. Kefirin içeriği ve kimyasal yapısı; üretiminde kullanılan süte, depolanma zamanına ve kefir tanesinin mikrobiyolojik özelliklerine göre değişkenlik gösterebilmektedir. Kefir sütten yapıldığı için süt içindeki yağ, laktoz, mineraller ve vitaminler gibi besinlerin tümünü yapısında bulundurmaktadır. Kefirde bulunan mikroorganizmalar, sütte yarattıkları değişimlerle onu daha kolay sindirilebilir hale getirmekte; laktozu parçalayarak laktik asit oluşturmakta ve böylelikle laktoz intoleransı olan kişilerin süt ürünü tüketimine olanak sağlamaktadır. Bu nedenlerden ötürü çiğ sütün, kefirin ve diğer süt ürünlerinin kalitelerinin takip edilmesi, uzun ömürlü olmalarının sağlanması önemlidir [3].

Bireylerin sağlığının korunmasında ve sürekliliğinde, yeterli ve dengeli beslenme önemli bir yer edinerek daha kaliteli bir hayatın devam ettirilmesini sağlamaktadır. Besinler, sağlıklı bir beslenme için dört ana bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler; et ve et ürünleri, süt ve süt ürünleri, sebzeler ve meyveler ile ekmek ve tahıllardan oluşmaktadır [4].

Süt ve süt ürünleri temel olarak yoğurt, kefir, peynir çeşitleri gibi sütten elde edilen besinlerden oluşmaktadır. Süt ve süt ürünleri protein, fosfor, kalsiyum, B2 vitamini ve B12 vitamini olmak üzere birçok temel bileşenin ana kaynağıdır. Her gün tüketilmesi gereken gıdaların başında gelmektedir. Özellikle kadınların yetişkin

çağına geldiklerinde sıklıkla tüketmeleri gerekir. Aynı zamanda çocukların da bir alışkanlık haline getirerek süt ve süt ürünlerinin tüketimine önem vermeleri gerekmektedir. İleri yaşlarda görülebilen osteoporoz (kemik erimesi) gibi bazı hastalıklardan korunmada süt ürünlerinin tüketilmesi elzemdir [4].

Günümüzde doğal gıdalara giderek artan talep ve bunun sonucunda fonksiyonel gıdaların beslenmemizde daha fazla yer edinmesiyle araştırmalar bu yönde hız kazanmıştır. Yapılan araştırmalar, beslenmenin toplumların sağlığını korumasında ve devam ettirmesinde önemli etkisinin olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca ilaçların hastalıkları engelleme ve tedavi etme özelliklerini doğal gıdaların da sağladığını göstermiştir. Bir fonksiyonel gıda olan kefir; antikanserojenik, bağışıklık ve sindirim sistemini düzenleyici, kolesterol düşürücü gibi insan sağlığına faydalı bir çok özellik barındırmaktadır.

Gıda sanayinde, gıdaların raf ömürlerini uzatmak amacıyla genellikle sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır. Fakat sentetik antioksidanlar toksisiteleri sebebiyle tercih edilmemektedirler. Bu nedenle, sentetik antioksidanlar yerine doğal antioksidanlara yönelim başlamıştır. Oksidasyona duyarlı, lipit içerikli ürünler olan süt, süt tozu ve tereyağı gibi gıdaların biberiye, askorbik asit gibi doğal antioksidanlar ile birlikte kullanılması ürünlerin raf ömrünü uzatırken duyusal kalitelerini de geliştirmektedir [1].

Üzüm (Vitis vinifera) çekirdeği tozu; yüksek fenolik içeriği, antioksidan aktivitesi ve antimikrobiyal özelliği nedeniyle doğal antioksidan kaynağı olarak dikkat çekmektedir.

1.2 Tezin Amacı

Süt ve süt ürünleri yüksek besin içeriğinden dolayı dünya çapında tüketilen ürünlerdir. Bu gıdaların besin değerini ve bozulmaya karşı dayanıklılığını arttırmak için sürekli olarak yeni yöntemler geliştirilmektedir.

Bu çalışmada amaç, kefire ve çiğ süte ilave edilen doğal antioksidan katkı maddesi olan üzüm çekirdeği tozunun, raf ömrünü uzatma amacıyla kullanılabilirliğini araştırmaktır. Bu çalışmanın gıda sektöründe yapılacak çalışmalara ışık tutması beklenmektedir.

1.3 Hipotez

Günümüzde özellikle gıda sektöründe, tüketiciler sentetik kimyasallardan uzak durarak doğal içeriklere yönelmiştir. Artan doğal katkı maddelerine olan talebi göz önüne alarak, çiğ sütün raf ömrünü uzatmak amacıyla doğal antioksidan olarak üzüm (Vitis vinifera) çekirdeği tozu yüksek fenolik içeriği, antioksidan aktivitesi ve antimikrobiyal özelliği nedeniyle kullanılmıştır.

Optimizasyon çalışması için Design Expert programı kullanılarak 17 deneyden oluşan farklı sıcaklıklarda, farklı proses sürelerinde ve farklı katkı maddesi miktarlarıyla deney setleri oluşturulmuş ve optimum proses şartları belirlenmiştir. Hazırlanan numunelerin viskozite değerleri takip edilmiş, duyusal testleri, mikrobiyolojik analizleri yapılmış ve TG-DTA analizleri gerçekleştirilmiştir.

Doğal antioksidan katkılı gıdalar ile ilgili gerekli bilimsel verilerin elde edilmesiyle gıda sektöründe kullanılabilirliğinin sağlanması öngörülmektedir.

Bu tez çalışması literatürde yer alan boşluğu doldurarak, doğal bir katkı maddesi olarak üzüm çekirdeği tozunun süt ve süt ürünlerinde raf ömrünün uzatılmasına olanak sağlayabilmesinin ve endüstriyel olarak kullanılabilmesinin önünü açacağı düşünülmektedir.

2
GENEL KISIMLAR

2.1 Süt ve Süt Ürünlerinin Genel Özellikleri

Süt, büyükbaş hayvanların evcilleştirilmesinden ve pastoralist bir tarımın benimsenmesinden itibaren insanlar için önemli bir gıda olmuştur. Aynı zamanda hayvansal kaynaklı gıda maddelerinin en çok yönlü olanıdır [5].

Süt, dişi memelilerin (4000'den fazla tür) meme bezinin salgılanmasıyla elde edilen bir besindir ve genellikle genç memeliler için tek besin kaynağıdır. Sütün görevi, besleyici olmak ve immünolojik koruma sağlamaktır. İnek, bufalo, koyun, keçi ve develerin ürettiği sütler, dünyanın çeşitli yerlerinde insan tüketimi için kullanılmaktadır. Dünya nüfusunun çoğu için inek sütü, insan tüketimi için işlenen sütün büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır. Süt, yaklaşık yüz bin farklı moleküler tür içeren karmaşık bir biyolojik sıvıdır, ancak çoğu tespit edilmemiştir. Bununla birlikte ana bileşen proteinlerinin, laktoz, yağ ve minerallerin çoğu ayrılabilir ve sütten nispeten kolayca izole edilebilir. Sonuç olarak, ana süt bileşenleri iyice incelenmiştir ve çeşitli bileşenlerin temel özellikleri iyi bilinmektedir. Doğal halindeki çiğ süt yüksek oranda bozulabilen bir maddedir çünkü doğal olarak oluşan enzimlerin ve bulaşıcı mikroorganizmaların etkisiyle hızlı bozulmaya karşı hassastır. Uzun yıllar boyunca sütü korumak ve kullanımını ve güvenliğini arttırmak için özellikle son yıllarda birçok süreç geliştirilmiştir.

Süt, çeşitli ileri işleme teknolojilerini kullanarak çok çeşitli süt ürünlerine dönüştürülebilmektedir. Bunlar arasında peynir çeşitleri, yoğurtlar, tereyağlar, dondurma ve süt tatlıları gibi geleneksel ürünler, aynı zamanda azaltılmış yağ içeriği ve sağlığı arttırıcı bileşenler içeren, kefir gibi, farklı süt ürünleri de bulunmaktadır. Süt ayrıca birçok gıda ürününde kullanılabilecek çok işlevli bileşenler üretmek için mükemmel bir malzemedir [6].

Kefir, kefir tanelerinin içerediği bakteri ve mayaların etkisiyle üretilen fermente bir süt ürünüdür ve eşsiz bir tada sahip, son derece faydalı özellikleri olduğu bilinen bir

içecektir. Fermantasyon esnasında, biyoaktif özellikleri olduğu gösterilen peptitler ve ekzopolisakaritler oluşur. Ayrıca, in vitro ve hayvan denemeleri, kefir ve bileşenlerinin antikarsinojenik, antimutagenik, antiviral ve antifungal niteliklere sahip olduğunu göstermiştir. Kefir Doğu Avrupa'da uzun süredir üretilip tüketilmesine rağmen, kefire atfedilen sağlık iddialarını desteklemek için bilimsel literatürde çok fazla sayıda klinik çalışma bulunmamaktadır. Kefirdeki çok sayıda mikroorganizma, fermantasyon sırasında oluşabilecek çeşitli biyoaktif bileşiklerin çeşitliliği ve kefir içmenin saygın faydalarının listesi, bu fermente süt ürününü değerli bir probiyotik yapar [7].

2.1.1 Çiğ Süt

2.1.1.1 Çiğ Sütün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Sığır sütünün termofiziksel özellikleri 19. yüzyıldan beri incelenmektedir. Çok işlenip tüketilmesinin yanı sıra, büyük bir sıcaklık ve bileşim aralığında sığır sütünün yoğunluğunun ve viskozitesinin tahmin edilebilme kapasitesi hala yetersizdir. Genellikle, yağ veya protein içeriğinin etkisinin belirli aralıklarla ya da oda sıcaklığında incelenmesiyle sınırlandırılabilmiştir.

Sığır sütünün deneysel yoğunluk ve dinamik viskozite değerleri, farklı sıcaklık ve kompozisyonlardaki ilgili sapmalarla hesaplanmaktadır. Yoğunluk değerleri 962,01 ila 1100,45 $kg \cdot m^{-3}$ arasında değişmiştir. Yoğunluk; protein, laktoz ve mineral içeriği arttıkça artmış, nem ve yağ içeriği arttıkça azalmıştır.

Dinamik viskozite değerleri 0,60 ila 63,70 mPa·s. aralığında bulunmuştur. Dinamik viskozite; yağ, protein, laktoz ve mineral içerikleri arttıkça artmış ve en yüksek nem içeriği değerlerinde düşmüştür. Her durumda, sıcaklık arttıkça her iki özelliğin de değerinin azaldığı gözlenmiştir [8].

Fiziksel parametreler farklı köylerden sütlerin toplanmasından ve örneklenmesinden sonra incelenmiştir. 100 örnekten 60'ı sarımsı beyaz, 20'si beyaz, 10'u açık sarımsı beyaz, kalan 10'u ise koyu sarımsı beyaz renklidir. Bu bulgular, normal sütün yağ, kazein ve az miktarda renklendirici maddenin varlığına bağlı olarak sarımsı beyaz bir renge sahip olduğunu bildiren raporlarla aynı

fikirdedir. Renkteki bu farklılıklar, yem tüketimindeki ya da ineğin cinsindeki ya da sütün yağ ve katı içeriğindeki farklılıklar nedeniyle olabilir.

100 süt örneğinden 86'sında normal lezzet, 10'unda tatlı aroma ve 4'ünde düz lezzet gözlenmiştir. Çiğ süt numunesinin dokusu, çoğu zaman, normal bir dokuya (serbest akan sıvı) sahiptir. Bazı süt örneklerinde ince bir doku vardır. Süt örneğindeki ince doku, sağım ineklerinin cins kalitesinden ya da süt içindeki su yüzdesinden kaynaklanabilmektedir [9].

Yapılan bir çalışmada, incelenen inek sütü örneklerinde titre edilebilir asitlik ve kuru madde içeriğinin artan süt yağı miktarı ile azaldığı görülmüştür. İnek sütündeki protein içeriği, 100 g süt başına 3,51 ila 3,57 g aralığındadır. Bu oran ineklerin beslenmesine ve laktasyonuna bağlı olarak değişmektedir. Yapılan analizler sonucunda titre edilebilir asitlik ortalama 6,54 olarak bulunmuştur. Artan sıcaklıkla sütün yoğunluğunun ve dinamik viskozitesinin azaldığı kanıtlanmıştır. Tüm inek sütü örnekleri, dinamik (ve/veya kinematik) viskozitenin sıcaklığa bağlı olduğunu göstermiştir. Süt akış davranışını daha iyi tanımlamak için, bu tür bir akışkan için daha açıklayıcı olduğundan kinematik viskozite kullanılması uygundur. Kinematik viskozite, yoğunluk ve dinamik viskozite ile uyumlu çalışmaktadır [10].

2.1.1.2 Çiğ Sütün Bileşenleri

Sütün ana bileşeni sudur. Kalan kısım ise yağ, laktoz ve protein içerir (kazein ve peynir altı suyu proteinleri). Süt ayrıca daha az miktarda mineral, spesifik kan proteinleri, enzimler ve ara maddeler içerir. Bu bileşenlerin yapıları ve özellikleri sütün özelliklerini derinden etkiler ve süt işlemede önemli sonuçlar doğurur. Sütün bileşimi süt veren hayvanların ırklarına göre değişir. Benzer laktoz seviyelerine sahiptir, ancak süt yağı ve protein oldukça değişkendir. Örneğin, bazı cinslerin süt yağı içeriği %4 ile %7 arasında değişebilir ve ortalama %5 olabilir. Bu farklılıklar kısmen genlerin, kısmen çevresel ve fizyolojik faktörlerin sonuçlarıdır [6].

2.1.1.3 Çiğ Sütün Taşıma ve Depolanması

Gelişmiş ülkelerde, çiftliklerdeki çiğ süt genellikle hızlı bir şekilde soğutulur ve toplanmadan önce 7°C'den düşük sıcaklıklara soğutulmuş dökme tanklarında depolanır. Bu tanklardaki sütün bir kısmı, sütün sağılıp toplanmasının üzerinden

yaklaşık 48 saat geçmiş olan sütlerdir. Bu nedenle, sıcaklık kontrolü mikrobiyal büyümeyi en aza indirmek için kritiktir. Normalden çok yüksek bir sıcaklıkta depolanan ve anormal bir görünüme veya kokuya sahip olan süt bozunmuştur. Bozunan sütün tüketilmesi insan sağlığını açısından uygun değildir. Sütteki bakteri sayıları, nakil sırasında, yeterince temizlenmemiş tankerlerden veya mikroorganizmaların, özellikle Pseudomonas spp.'nin büyümesinden kaynaklanan kirlenme sonucu artabilir [11].

2.1.2 Kefir

Kefir, az miktarda alkol içeren ve köklerinin Kafkas dağlarında olduğuna inanılan viskoz, hafif gazlı bir sütlü içecektir. Kefir, kiaphur, kefer, knapon, kepi ve kippi gibi çeşitli adlarla da bilinmektedir. Tüm kefirlerin tek bir orijinal başlangıç kültüründen kaynaklanıp kaynaklanmadığı açık değildir. Çünkü farklı yerlerden alınan kefir örneklerinin mikrobiyal analizleri, mikroflora popülasyon farklılıklarını göstermektedir. FAO/WHO (2001), her iki kefir tanesinin (kefir üretmek için kullanılan başlangıç kültürü) ve son kefir ürününün mikrobiyal bileşimine dayanan bir kefir tanımı önermiştir [12].

Fermente sütlerin sağlıklı özellikleri ve besin değerleri, bu tür “yeni” sütlü gıdalara olan büyük ilgiyi motive etmiştir. Kefir, 21. yüzyılın yoğurdu olarak tanımlanmıştır. Kefir, başlangıçta “taneler” şeklinde bulunan diğer fermente sütlerden farklıdır. Taneler biyolojik olarak hayati organizmalar gibi davranırlar. Büyürür, çoğalır ve özelliklerini aşağıdaki yeni nesil tanelere aktarırlar. Kefir tanelerinin mikroflorası, uygun kültürel ve fizyolojik şartlar altında korunup kuluçkalandığı takdirde yıllarca etkinliğini korur ve oldukça stabildir.

Kefir taneleri kompleks bir mikrobiyolojik bileşime sahiptir. Laktobasilli, laktik streptokoklar, mayalar ve asetik asit bakterilerinin içinde bulundukları gösterilmiştir. Kefire has olan mayalar, tat ve aroma oluşumunda önemli bir rol oynamaktadırlar. Geleneksel kefirinkine benzer özelliklere sahip bir sütlü içecek üretecek bir kefir başlangıç kültürünün oluşumu için, kefir tanelerinden izole edilen belirli kültürler hakkında daha fazla bilgi edinilmesi gerekmektedir [13].

2.1.2.1 Kefirin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Doğal kefir serinletici, mayalı ve ekşi bir tada sahiptir. Kefir ürününün aroması, viskozitesi, pH'ı, mikrobiyal ve kimyasal bileşimi; süte ilave edilen mayanın büyüklüğünden, fermantasyon esnasında herhangi bir çalkalamanın gerçekleşmesinden, soğutma ve olgunlaşma aşamalarının süresinden, sıcaklığından ve hızından etkilenebilir [12].

Kefir taneleri küçük karnabahar çiçeklerine benzemektedir. 1 ila 3 cm uzunluğundadırlar, loblu, düzensiz şekilli, beyazdan sarı-beyaz renklidirler ve sümüksü fakat sert bir dokuya sahiptirler. Taneler günlük olarak taze süte aktarılarak ve yaklaşık 20 saat boyunca büyümelerine izin verilerek canlı tutulur; bu süre zarfında, taneler kütlelerini %25 oranında arttıracaklardır. Eski ve kurutulmuş kefir tanelerinin çoğalması çok az veya hiç olmadığından, canlılıklarını korumak için bu şekilde çoğaltılmalıdırlar [12].

Kefir; organik asit ve alkoller haricinde B1, B12, biotin, folik asit, K vitamini, kalsiyum, magnezyum ve fosfordan zengin bir süt ürünüdür. pH değeri 4,2 ila 4,6 arasında değişmektedir.

Fermentasyon gerçekleşirken oluşan etanol ve CO_2 miktarı kefir üretiminin şartları ile ilişkilidir. Kefir tanesi ile üretilen kefirin CO_2 miktarının 0,85 ila 1,05 g/l olduğu bilinmektedir [14].

İçeriğinde bulunan esansiyel aminoasitler; triptofan, fenilalanin ve tirozin, lösin, isolösin, treonin, valin, lisin, metionin ve sistindir. İz elementler olarak demir, bakır, molibden, manganez ve çinko içerir. Mineral olarak ise; kalsiyum, fosfor, magnezyum ve potasyum ihtiva etmektedir [14].

2.1.2.2 Kefirin Bileşenleri

Kefir, fermantasyonu ile laktik asit ve etanol içeren içecek kategorisine giren bir süt ürünüdür. Kefirin bileşimi kullanılan sütün tipine göre oldukça değişkendir ve tipik bir kefir %89 ila 90 (ağırlık/hacim) nem; %0,2 lipit; %3,0 protein; %6,0 şeker; %0,7 karbonat ve %1,0'i laktik asit ve alkol içerir. Kefir ayrıca vitamin, makro ve mikro elementler içerir. Türk kefir örneklerinin alkol içeriği %0,3 'ün altında bulunmuştur.

İlgili ulusal düzenlemelere göre, etil alkol içeren içeceklerde alkol içeriği 3,0 g/l'den az ise alkolsüz içecekler olarak kabul edilir [15].

2.1.2.3 Probiyotik Gıda Olarak Kefir

Kefir doğal bir probiyotik süt ürünüdür. Probiyotikler, sağlığa faydalı olan canlı bakteriler ihtiva eden gıdalardır. Bir başka tanıma göre, bir probiyotik, mikrobiyal dengeyi geliştirerek konakçı hayvanı yararlı bir şekilde etkileyen ve fermente süt ürünlerinde kullanılan canlı bir mikrobiyal besin takviyesidir. Probiyotik terimi ile temel olarak çiftlik hayvanlarının bağırsak mikrobiyal dengesine katkıda bulunan herhangi bir maddeye veya organizmaya atıfta bulunulması 1965 yılına dayanmaktadır. Bu yüzyılın başında, temel probiyotik kavramı ilk önce Metchnikoff tarafından tasarlanmıştı ve kolondaki kompleks mikrobiyal popülasyonun, otointoksikasyon yoluyla konak üzerinde olumsuz bir etkisi olduğuna inanılıyordu. Daha sonra, herhangi bir maddeden ziyade, canlı bir mikrobiyal takviye kavramında ısrar etmek için revize edildi ve insanlar için daha uygun hale geldi. O zamana kadar, fermente sütler ortak bir gıda kaynağı olmuştu. Son zamanlarda, probiyotikler "belirli sayılarda yenilmesi halinde doğal temel beslenmenin ötesinde sağlığa yarar sağlayan canlı organizmalar" olarak tanımlanmaktadır. Bu revizyon, canlı mikroorganizmaların yeterli popülasyonuna duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır ve ayrıca faydaların hem mikrobiyal dengenin iyileştirilmesini hem de diğer sağlık etkilerini içerebileceğini göstermektedir [7].

Genel olarak, kefir taneleri, bir polisakkarit ve protein matrisi içine alınmış nispeten kararlı ve spesifik bir mikrobiyota içerir. Kefirdeki mikrobiyal etkileşimler, bazı baskın Lactobacillus türleri her zaman mevcut olmasına rağmen, farklı çalışmalar arasında farklı görünen kefir tanelerinin bileşimi nedeniyle karmaşıktır. Ayrıca, bireysel tanelerin spesifik popülasyonları, fermente içeceklerde bulunan belirli duyusal özelliklere katkıda bulunur gibi görünmektedir [16].

Kefir, patojen organizmaları devralmaya, sindirim sistemini çoğaltmaya ve sindirime yardım etmeye yardımcı olan çeşitli güçlü mikroorganizma türlerinden oluşan canlı flora canlılarını içerir. Mikroorganizmalar, proteinin sindirdiği ve absorbe ettiği proteini önceden ayırır ve ayrıca laktozu kullanır, böylece laktoz intoleransı sorunu olan birçok kişi kefir tüketebilir [7].

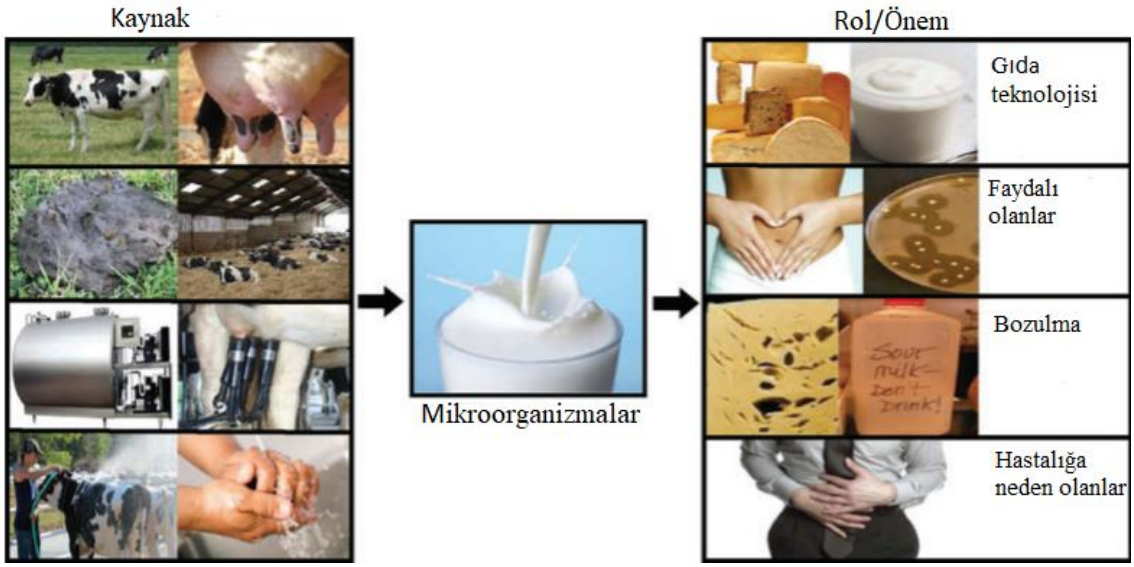
2.2 Süt ve Süt Ürünlerinde Mikrobiyoloji

Mikrobiyolojinin süt endüstrisi için önemi, patojenik organizmalar veya toksinlerle kontamine olmuş süt ve süt ürünleri tüketimi ile ilgili gıda kaynaklı salgın hastalıklar ile gösterilmiştir. İstenmeyen mikroorganizmalar, güvenlik, kalite ve süt ve süt ürünleri toptancılığının birincil tehlikesini oluşturur. Sonuç olarak, kaliteyi değerlendirmek ve güvenlik ve mevzuat uyumluluğunu sağlamak için tasarlanan süt ve süt ürünlerinin mikrobiyolojik analizlerine daha fazla önem verilmiştir. Bununla birlikte, süt mikrobiyolojisinin odağı büyük ölçüde geleneksel yöntemlerde kalır ve bu yöntemler çoğu zaman kolaylıkla bozulabilen süt ve süt ürünlerinin kalitesini ve raf ömrünü değerlendirmek için uygun değildir. Koliformlar dışında, Salmonella ve Staphylococcus aureus, süt ve süt ürünlerinde meydana gelen çeşitli organizmaların uzaklaştırılması ve karakterizasyonu, süt endüstrisinde rutin mikrobiyolojik analizlerin bir parçasıdır. Mikroorganizmaların hızlı tespiti, yalıtımı, sayımı ve karakterizasyonu için çeşitli yöntemler süt endüstrisi tarafından uyarlanmaktadır [17].

Standart Plaka Sayımı mikroorganizmaların tespiti için kullanılan yöntemlerden biridir. 48 saat 32°C'de inkübe edildiğinde, bir ml sütteki koloni oluşturan birimlerin sayısını belirtmektedir. İnek ve donanım temizliği iyi ve soğutma yeterliyse, plaka sayımı 5000'den az olmalıdır. 1000'den az ise, tüm bu alanlarda mükemmellik gösterir [18].

2.2.1 Çiğ Sütün Mikrobiyolojik Özellikleri

Çiğ süt içindeki mikrobiyal topluluk karmaşıktır. Süt, yüksek besin içeriğinden dolayı zengin bir mikrobiyota destekleyebilir. Bu mikroorganizmalar Şekil 2.1'de gösterildiği gibi çeşitli kaynaklardan süte girer. Fermantasyonları kolaylaştırmak için Lactococcus, Lactobacillus, Streptococcus, Propionibacterium gibi mikroorganizmalar sütte yer alabilir. Ya da bozulmalara neden olan bakteriler Pseudomonas, Clostridium, Bacillus gibi bakterilerdir. Sağlığı destekleyen laktobasiller ve bifidobakteriler veya hastalığa neden olan Listeria, Salmonella, Escherichia coli, Campylobacter ve mikotoksin üreten mantarlar sütte bulunabilmektedir.



Şekil 2.1 Çiğ sütte bulunan mikroorganizmaların potansiyel kaynakları ve bunlardan bazılarının sütte bulundukları zaman rol ve önemleri [19]

Çiğ sütün içindeki baskın ve alt baskın olan mikroorganizmalar, çiğ süt türevli ürünlerin lezzetleri ve dokuları üzerinde çeşitli etkilere sahip olabilir. Bu mikroorganizmaların bir kısmı ayrıca, antimikrobiyallerin üretilmesi ya da başka probiyotiklerle ilişkili özelliklere sahip olma yoluyla sağlığa katkıda bulunma potansiyeline sahiptir. Sütle ilişkili birçok mikroorganizmanın lezzet, teknolojik veya sağlıkla ilgili bir bakış açısına göre faydalı etkisine rağmen, bulunabilecek patojenlerin çiğ süt ve çiğ süt türevli ürünlerin tüketimi ile ilgili önemli risklerin olabileceği açıktır. Bu mikroorganizmaların birçoğu sütten ekipman ve/veya personelden giriş ile kontamine olabilir. Ayrıca zoonotik patojenler sağlıksız hayvanlardan süte de sokulabilir. Bu riskin bir sonucu olarak, hastalığa neden olan mikroorganizmaları gidermek için pastörizasyon veya başka işlemler kullanılmaktadır [19].

2.2.2 Kefirin Mikrobiyolojik Özellikleri

Geleneksel kefir, bir bezelye veya ceviz boyutuna benzer şekilde düz veya karnabahar benzeri granülleri olan ve beyaz ila sarımsı, sert ve jelatinimsi kütleden oluşan kefir taneleri ile üretilir. Kefir taneleri; mezofilik, homofermentrik laktik asit streptokoklar, termofilik ve mezofilik laktobasil, asetik asit bakterileri ve mayalar dâhil olmak üzere, fonksiyonel olarak farklı en az altı mikroorganizma grubunun bir

karışımından oluşan benzersiz, özellikli bir simbiyotik oluşumdur [20]. Kefir tanelerinin mikrobiyolojik kompozisyonları hala tartışmalıdır. Farklı raporlar, kefir tane mikroflorasının, tanelerin kökenine, yerel kültür koşullarına ve depolama ve detaylandırma işlemlerine güçlü bir şekilde bağlı olduğunu göstermektedir. Kefir tanelerinden izole edilen en yaygın mikroorganizmalar; Lactobacillus brevis, Lactobacillus viridescens, Lactobacillus gasseri, Lactobacillus fermentum ve Lactobacillus casei, Lactobacillus kefir, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus helveticus, Lactococcus lactis Acetobacter aceti gibi asetik asit bakterileri de tespit edilmiştir. Bazı bilim insanları maya oluşumunu incelemiştir. Farklı kökenlerden gelen taneleri tanımlayan birçok çalışma olmasına rağmen, bütün sistemi sadece kısmen analiz etmişlerdir [21].

Kefir, laktik asit bakterileri (Lactobacillus, Lactococcus, Leuconostoc, Acetobacter ve Streptococcus spp.) ve mayaları (Kluyveromyces, Torula, Candida spp.) içeren, büyürken jöle benzeri tanecikler üreten mikrobiyal karışımdır. Hem bakteriler hem de mayalar; antibakteriyel, antimikotik ve antitümör aktivitesine sahip olduğu bildirilen, suda çözünür bir dallı glukogalaktan olan kefiran adlı bir polisakarit matrisi ile çevrilidir. Kefir'in Salmonella, Helicobacter, Shigella ve Staphylococcus ve Escherichia coli cinslerine karşı etkili olduğu ve bazı anti-enflamatuar aktivitelere sahip olduğu iddia edilmektedir. Kefirin bu iki özelliği, tek veya çok dirençli bir organizma suşu ile enfekte olmuş hastalar için alternatif bir tedavi olarak kullanılabilir [22].

2.3 Süt ve Süt Ürünlerinde Kalite Parametreleri

2.3.1 Çiğ Sütte Kalite Parametreleri

Türk Standardları Enstitüsüne göre çiğ süt; bir veya daha fazla inek, keçi, koyun veya mandanın sağılmasıyla elde edilen, 40°C'nin üzerine ısıtılmamış veya eşdeğer etkiye sahip herhangi işlem görmemiş kolostrum dışındaki meme bezi salgısıdır [23].

İçme sütü üretiminde kullanılacak olan çiğ sütler üretim tesisinde sütün kabulünden sonra 4 saat içinde işlenmeyecekse, 6°C'i geçmeyen bir sıcaklığa soğutulmalı ve ısıl işlem geçirinceye kadar bu sıcaklıkta muhafaza edilmelidir. Kabulden sonra 36 saat içerisinde ısıl işlem görmeyen çiğ sütlerde direkt veya indirekt testlerle belirlenen

toplam bakteri sayısı 300000 adet/ml'yi geçmemelidir. Çiğ süt, doğal özelliklerini bozabilecek yabancı bileşenler içermemelidir ve çiğ sütün yoğunluğu yaklaşık 1,028 g/ml olmalıdır [23].

Tablo 2.1'de Türk Standardları Enstitüsüne göre çiğ sütün bileşimi verilmiştir.

Tablo 2.1 Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'nde belirtilen çiğ inek sütünün bileşimi [23]

Özellik (Ağırlıkça %)	Miktar (en az)
Titrasyon Asitliği (Laktik asit olarak)	0,135-0,2
Yağsız kuru madde	8,5
Yağ	3,5
Süt Proteini	2,8

2.3.2 Kefirde Kalite Parametreleri

Türk Standardları Enstitüsüne göre kefir; fermentasyonda özellikli olarak Lactobacillus kefiri, Leuconostoc, Lactococcus ve Acetobacter cinslerinin değişik suşları ile laktozu fermente eden (Kluyveromyces marxianus) ve etmeyen mayaları (Saccharomyces unisporus, Saccharomyces cerevisiae ve Saccharomyces exiguus) içeren starter kültürler ya da kefir tanelerinin kullanıldığı fermente süt ürününü ifade eder.

Kefirin endüstriyel ölçekte hazırlanması için, inek sütü homojenleştirilir ve daha sonra 90-95°C'de 5-10 dakika ısıtılır. Isıtmadan sonra, süt 18 ila 24°C'ye soğutulur. Kefir kültürü (%2-8) süte eklenir. Fermantasyon, 25°C'de 18 ila 24 saat boyunca gerçekleştirilir. Fermantasyon sırasında laktik asit, etil alkol ve CO_2, laktozdan oluşur ve proteinler, amino asitlere hidrolize edilir. Fermantasyondan sonra, pıhtı pompayla parçalanır. Kefir kaplarda şişelenir. Farklı üretim yöntemlerine göre, kefir 12 ila 14°C veya 3 ila 10°C'de 24 saat boyunca olgunlaştırılır. Buzdolabında saklanır [10].

Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği'ne göre kefirin kimyasal bileşiminde sadece süt proteini ve titrasyon asitliğine ait değerler belirtilmiş olup, bu değerler Tablo 2.2'de verilmiştir [24].

Tablo 2.2 Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği'nde belirtilen kefirin bileşimi [24]

Özellik	Miktar (en az)
Titrasyon Asitliği (Laktik asit olarak ağırlıkça %)	0,6
Toplam aerob mezofil genel canlı (kob/ml)	107
Mayalar (kob/ml)	104
Süt Proteini (Ağırlıkça %)	2,8

2.4 Doğal Antioksidanların Kullanımı ve Özellikleri

Gıda sanayinde daha kaliteli ve dayanıklı gıdaların üretilmesi amacıyla gerçekleştirilen bir çok çalışma vardır. Bu çalışmalar çoğunlukla gıdaları ilk günkü tazelikleriyle korumak, besin değerlerinin azalmamasını sağlamak ve uzun raf ömrüne sahip olmaları için gerçekleştirilmektedir. Bunun için gerçekleştirilen araştırmalar neticesinde işlenmiş gıdalar oldukça farklılaşmış ve üretimlerinde kullanılan gıda katkı maddeleri sayıca çoğalmıştır [25].

Oksidasyon reaksiyonlarının raf ömrünü kısalttığı ve süt ürünleri gibi yağ açısından zengin gıdalara zarar verdiği bilinmektedir. Fermente süt ürünlerinin ya da çiğ sütün oksidasyonunu sınırlamanın ve raf ömrünü uzatmanın bir yolu doğal antioksidanları kullanmaktır.

Oksijen; gıdanın bileşenlerini etkileyerek fark edilebilir kalite düşmelerine sebep olmaktadır. Gıda bileşenleri ile hava oksijeni arasında kendiliğinden gerçekleşen bu kimyasal reaksiyona otoksidasyon denilmektedir. Süperoksit radikalini, hidroksil radikalini, hidrojen peroksit ve peroksit radikalini içeren birçok reaktif oksijen türünün sadece gıda sistemlerine değil, aynı zamanda canlı sistemlere de oksidatif hasara neden olduğu bilinmektedir. Biriken kanıtlar, reaktif oksijen türlerinin ve daha sonra hücresel makromoleküllerin modifikasyonunun, kanser, ateroskleroz, hipertansiyon ve artrit gibi insan hastalıklarında önemli bir patolojik rol oynadığını göstermektedir. İnsan vücudu, peroksidantların neden olduğu zararlardan korunmak için doğal olarak bir antioksidan sisteme (süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz ve ürik asit) sahip olmakla birlikte, bu sistemler bu hasarı tamamen önlemek için yeterince etkili değildir. Bu nedenle, gıdalardan doğal antioksidanlar bulma konusuna yoğunlaşılmaktadır, çünkü insan vücudunu serbest radikallerin

saldırısından koruyabileceklerine ve birçok kronik hastalığın ilerlemesini geciktirebileceklerine inanılmaktadır. Tabii kaynaklardan elde edilen antioksidanların, kimyasal olarak üretilenlerden daha fazla arzu edilmeleri muhtemeldir, çünkü bazı sentetik antioksidanlar kanserojen olarak bildirilmiştir [25].

Önemli miktarlarda çoklu doymamış yağ asitleri içeren gıdaların tüketimi, oksidasyonu önlemek için antioksidanların önemini ve kullanımını arttırmıştır. Antioksidanların eklenmesi, özellikle lipidler ve lipid içeren gıdaların raf ömrünü uzatmak için uygun yöntemlerdendir. Bütil hidroksianisol (BHA) ve bütil hidroksitoluen (BHT) gibi sentetik antioksidanların kullanımı kanserojen olmalarından şüphelenildiği için yiyeceklerde kısıtlamıştır. Bu nedenle, özellikle bitki kökenli doğal antioksidanlar için araştırmaların önemi son yıllarda büyük ölçüde artmıştır [9].

Gıda sanayinde doğal antioksidanlar; flavonoid, tokoferol, askorbik asit, bitkisel yağ bileşeni, baharat veya bitki olarak kullanılmaktadır. Bitkilerden elde edilen antioksidanların aktif bileşenleri polifenolik bileşiklerdir. Etkili olan antioksidanlar iki ya da daha çok polifenolik grup içermektedir.

Bitkisel fenolik içerikler Tablo 2.3'de gösterildiği gibi indirgen madde olarak ya da serbest radikal yok edici olarak etki etmektedirler [1].

Tablo 2.3 Gıda sanayinde kullanılan bazı doğal antioksidanlar [1]

Doğal antioksidan	**Özellik**	**Kullanıldığı Gıdalar**
Biberiye ekstraktı	Serbest radikal yok edici	Et, kızartma, yumurta tozu
Askorbik asit	İndirgen madde	Şeftali, balık, süt tozu, bira, elma suyu, alkolsüz içecekler, süt, şekerleme
Koniferil alkol	Serbest radikal yok edici	Gıdalarda genel kullanım
Tokoferoller	Serbest radikal yok edici	Hayvansal yağlar, yumurta, et

Doğal antioksidanların katkı maddesi olarak kullanılabilmesi için, Tarım Ve Köyişleri Bakanlığının hazırladığı Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde belirtilen hükümlere uygun olması gerekmektedir [23].

2.4.1 Doğal Antioksidan Olarak Üzüm Çekirdeği Tozu

Gıda sanayinde kullanılan antioksidanlar çalışma mekanizmalarına göre farklılıklar göstermektedir. Serbest radikaller ile kompleks oluşturanlar, oksijen bağlayıcılar (indirgenler), şelatlar ya da sekonder antioksidanlar olarak sınıflanmaktadırlar. Antioksidan aktivitelerinin çoklu mekanizmaları; radikal temizleme, metal şelasyonu ve diğer antioksidanlarla birlikte çalışma kabiliyetinde ifade edilir. Serbest radikaller ile kompleks oluşturan antioksidanlar yapılarında fenolik grup bulundururlar. Fenolik hidroksit gruplarından hidrojen verip oksidasyonu inhibe ederler. Oksijen bağlayıcı antioksidanlar, hidrojen atomlarını oksijene aktararak oksijenin oksitleyici özelliğini yok eder ve ransiditeyi geciktirirler.

Doğal antioksidan olarak üzüm çekirdeği tozu içeriğindeki fenolik bileşenler ve askorbik asit ile serbest radikallerle kompleks oluşturarak veya indirgen özellik göstererek oksidasyonu önleyebilmektedir. Şarap yan ürünü olarak da elde edilebilen üzüm çekirdeği ekstresi ve üzüm suyu proantosiyanidinler bakımından zengindir. Üzüm çekirdeği ekstraktının antioksidatif aktivitesi, b-karoten linoleat ve linoleik asit peroksidasyon yöntemleri ile DPPH ve fosfomolibden kompleksi yöntemleriyle doğrulanmıştır [26].

Üzümler (Vitis vinifera), yıllık yaklaşık 58 milyon ton üretim ile, dünyanın en büyük meyve mahsulleri olarak kabul edilmektedir. Üzüm çekirdeği; (+) kateşinler, (-) epikateşin, (-) epikateşin 3-O-gallat ve dimerik, trimerik ve tetramerik prosiyanidinler gibi zengin monomerik fenolik bileşik kaynaklarıdır. Bu bileşikler, antimutajenik ve antiviral ajanlar olarak görev yaparlar. Üzüm ve kırmızı şaraplardaki fenoliklerin, insan düşük yoğunluklu lipoproteinlerinin (LDL) in vitro oksidasyonunu inhibe ettiği bildirilmiştir. Kateşinlerin ve prosiyanidinlerin bu sağlık yararlarının tanınması, üzüm ekstrelerinin diyet takviyesi olarak kullanılmasına neden olmuştur [27].

2.4.2 Üzüm Çekirdeği Tozunun Fenolik Özellikleri

Bitkiden türetilen fenolik bileşiklerin, serbest radikal süpürme, lipit peroksidasyonu ve metal iyonlarının şelatı dahil olmak üzere çeşitli mekanizmalarla antioksidan aktivite gösterdiği iyi bilinmektedir. Farklı çözücülerle ekstrakte edilen üzüm çekirdeği tozu incelendiğinde, toplam fenolik içeriğinin farklılaştığı gözlenmektedir. Yapılan çalışmalarda toplam fenolik içeriğin 0,75-4,04 g GAE/100 g kuru madde arasında değiştiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Sindirim enzimatik ekstraktlarındaki toplam fenoliklerin miktarı, genel solvent ekstraktlarındakilerden önemli ölçüde daha yüksektir. Solvent özütlerinde ise; aseton:su ile ekstre etme (70:30) en yüksek fenolik içeriği sağlarken, su en düşük fenolik içeriği vermiştir. Bu sonuç, asetonun sulu çözeltisinin, toplam fenoliğin bitki malzemelerinden çıkarılması için tek bileşenli bir çözücü sistemden daha iyi olduğunu göstermiştir. Aşağıdaki gibi en yüksek polifenol içeriğine sahip tüm ekstraktların sırasını belirleyebiliriz:

Sindirim enzimatik ekstraktlar> aseton: su> etanol: su> retentat> metanol> dializat> su [28].

HPLC ile belirlenen bireysel fenolik içerik incelendiğinde; kateşin içeriği 88,7-274 mg/100 g, epikateşin içeriği 69,2-219,4 mg/100 g ve gallik asit içeriği 6,7-35,1 mg/100 g üzüm çekirdeği tozu arasında değişmiştir. Bireysel fenolik içerik arasında, kateşin ve epikateşin miktarları gallik asit içeriğinden daha yüksektir. Diyalizatlar ve retentaları içeren sindirim enzimatik özütlerinde üç ayrı fenolik, genel çözücüler özütlerinden çok daha yüksektir. Üzüm tohumları, üzümün farklı kısımlarından daha yüksek miktarda monomerik, oligomerik ve polimerik flavan-3-ol içerir [28].

Üzüm çekirdeği, yaklaşık %40 lif, %16 yağ, %11 protein ve tanenleri içeren %7 kompleks fenolleri, şekerlerin yanı sıra, mineral tuzlarını, vb. içeren kompleks bir matrikstir. Hidrolize edilebilir fenolikler ve yoğunlaştırılmış tanenler, kısmen enzimatik ve asit muameleleriyle hidrolize edilebilir. Tüm bu sonuçlar, fenolik bileşiklerin gastrointestinal kanalda salınmasının sadece kantitatif değil aynı zamanda kimyasal özütlemede olduğundanü, kalitatif olarak farklı olduğunu göstermektedir [28].

Yapılan çalışmalar sonucunda; üzümden, BHT ile kıyaslandığında, doğal bir antioksidan aktiviteye sahip polifenolik maddelerin elde edilmesinin mümkün olduğu anlaşılmaktadır. Çok düşük konsantrasyonlarda (20 ppm) bile, ekstraktlar ortalama %43'ten daha yüksek bir antioksidan aktivite göstermektedir. Bu nedenle, kırmızı üzümün şarap üreten ülkelerde milyonlarca ton kullanıldığını göz önünde bulundurarak, üzüm işleme yan ürünlerinden (tohum veya kabuk gibi) ekstrakte edilen polifenolik bileşikler, doğal antioksidan kaynakları olarak kullanılabilmektedirler [29].

2.5 Optimizasyon

Deneysel tasarım veya deney tasarımı, deneysel değişkenlerin sistem üzerindeki etkilerini belirlemeye yönelik yapılandırılmış ve sistematik bir yaklaşımdır. Deneysel tasarım, çok çeşitli mühendislik sistemlerini geliştirmek ve optimize etmek için kullanışlıdır. Genel olarak, deneysel tasarım için karşılaştırmalı, tarama/karakterizasyon, modelleme ve optimizasyon gibi dört farklı alan vardır.

Geleneksel ve klasik yöntemler zaman alıcıdır ve incelenecek optimum durumun belirlenmesi için çok sayıda deney gerektirir. Bu yöntemlerin sınırlamaları, yanıt yüzey metodu gibi deneysel tasarımla tüm etkilenen parametreleri optimize ederek elimine edilebilir [30].

Endüstriyel açıdan önem taşıyan, zaman ve maliyet artışı olmadan sistem performansını geliştirmek ve proses verimini artırmak için kullanılan yöntem “optimizasyon” olarak adlandırılmaktadır. Sistem için en iyi yanıtları sağlayan koşulları tespit etmek, istenilen cevabı sağlayacak parametrelerin kesin değerlerini belirlemek optimizasyonun temel amacıdır. Kullanılan program tarafından farklı koşullar için önerilen sayısal değerler optimizasyon sonuçları olarak kullanılmaktadır. Geçmişte proseslerin optimizasyonu, bütün parametreler sabit seviyede tutulurken ve sadece tek bir parametrede yapılan değişikliğin yanıt üzerindeki etkisi araştırılarak gerçekleştirilmekteydi. Bu yöntemin dezavantajı; değişkenler arasındaki ilişkinin açıklanamaması ve tüm parametrelerin proses üzerindeki toplam etkisinin tanımlanamamasıdır [31].

Gıda mühendisliğinde optimizasyon, proseslerde işlem verimi ve ürün kabulünün yüksek olması için tercih edilmektedir. Yanıt yüzey yöntemi, optimizasyonu da içeren istatistiksel bir tekniktir. Cevap yüzey yöntemi olarak da bilinen bu yöntem (CYY), matematiksel ve istatistiksel verileri bir arada inceleyen bir algoritmaya sahiptir. Endüstriyel bir çok alanda kullanılmasının yanında literatür çalışmalarında optimum deney koşullarını belirlemek amacıyla da kullanılmaktadır [32].

2.6 Design Expert

Design Expert yazılımı ile önemli faktörler ve bileşenler incelenebilmekte, etkileşimler karakterize edilebilmekte ve nihayetinde optimum işlem ayarları ve ürün tarifleri yapılabilmektedir. Etkileşimli iki boyutlu grafikleri ve dönebilen üç boyutlu grafikleriyle yanıt yüzeyi tüm açılardan görselleştirilebilmektedir. Ek olarak, tüm yanıtlar için eşzamanlı olarak aynı anda istenen yanıtı en üst düzeye çıkarabilmekte ve tüm spesifikasyonları karşılayan noktayı görmeyi sağlayabilmektedir.

Design Expert programı çok faktörlü test araçlarının uygulanmasını kolaylaştırmaktadır. Araştırmaları hızlandırmakla birlikte prosesin, karışımın ya da faktörlerin ve bileşenlerin birleşimiyle ilgili ideal bir deney oluşturmak için araçlar sunmaktadır. Design Expert programı neyin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ortaya çıktığını ve sonuçların en doğru şekilde nasıl modelleneceğini görmeyi kolaylaştırmaktadır. Sunum yapmak ve bulguları yayınlamak için gereken güveni sağlamaktadır. Bununla birlikte sonuçları görselleştirmek için yardımcı olan çok çeşitli grafikler sunmaktadır [33].

Design Expert programında optimizasyon modülü, cevapların ve faktörlerin gereksinimlerini karşılayan farklı faktör seviyelerinin kombinasyonlarını araştırır. Optimizasyonun uygulanabilmesi için her cevap analiz edilerek en uygun model kurulmalıdır. Bir tek cevabın veya çoklu cevapların optimizasyonu grafiksel ya da sayısal olarak elde edilebilir. Ayrıca bütün cevap modelleri için bağımsız değişkenlerin herhangi bir değeri tahmin düğüm noktası analizi ile hesaplanabilir.

Optimizasyonda her parametre için minimum ve maksimum seviyeler belirlenmelidir. Amaçların önem sırası, amaçlar karşılaştırılarak belirlenebilir ve

değiştirilebilir. Amaçlar genel fonksiyon içinde Design Expert programı tarafından bir araya getirilerek maksimize edilir. Tarama sırasında herhangi bir noktadan başlayarak maksimum eğime doğru işlemler gerçekleştirilir. Sayısal optimizasyonda tercih oranını maksimum yapacak noktalar belirlenmeye çalışılır. Amacın niteliği, ağırlık oranı veya önem sırası ile değiştirilebilir. Cevap yüzeylerin eğriliğine ve fonksiyondaki kombinasyonlara bağlı olarak birden fazla maksimum elde edilebilir. Design Expert programı tasarımdaki birçok noktadan başlayarak en iyi yerel maksimumu bularak çözülmesi sağlanır [34].

3
KONU ile İLGİLİ LİTERATÜRDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Chouchouli vd. (2012) yaptıkları çalışmada tam yağlı ve yağsız yoğurt takviyesinin, iki farklı üzüm çeşidinden elde edilen üzüm çekirdeği ekstraktlarıyla fizibilitesini incelemişlerdir. Güçlendirilmiş yoğurtlar, 3-4 haftalık soğuk depolamanın ardından bile daha yüksek antioksidan aktivite göstermiştir. Tam yağlı yoğurtlar, yağsız olanlardan daha yüksek bozulma oranları ve daha düşük yarı ömürler sergilemiştir. Test edilen takviye seviyelerinde, takviyenin fermantasyondan önce sütte değil fermente ürün içinde gerçekleştirildiği göz önüne alındığında, üzüm çekirdeği antioksidanları ile fonksiyonel yoğurt üretiminin mümkün olduğu sonucuna varılmıştır [35].

Siwach vd. (2015) yaptıkları çalışmada susuz inek sütü yağında, doğal bir antioksidan olarak likopenin potansiyelini araştırmışlardır. Beş farklı seviyede likopen (30, 60, 90, 120 ve 150 ppm) ve bütillenmiş hidroksil anisol (200 ppm) susuz inek sütü yağına dahil edilmiştir. Susuz inek sütü yağının raf ömrünü uzatma potansiyeli olan likopen ekstraktı, ortam koşullarında (30^0C) 12 aylık depolama süresince serbest yağ asitleri, peroksit değeri, tiyobarbitürik asit değeri ve renk değeri ölçülerek değerlendirilmiştir. Sonuçta, likopen önemli ölçüde ($p<0,05$) oksidatif rankiditenin gelişmesini önlemiştir. Likopen içeren örnekler, kontrole kıyasla duyusal özellikler açısından önemli ölçüde daha yüksek puan almıştır [36].

Altın (2016) tarafından yapılan araştırmada ayran, kakao kabuğu atıklarından ekstrakte edilen enkapsüllenmiş fenolik bileşenler ile zenginleştirilmiştir. Kapsülleme için kitosan kaplı (ikincil) lipozomlar ve nano-lipozomal sistemler kullanılmıştır. Sonuçta; ayran örnekleri karşılaştırıldığında, püskürtmeli kurutulmuş lipozomlardaki kakao fenoliliklerinin raf ömrü boyunca biyoyararlılıklarının en az 7 kat arttığı saptanmıştır [37].

Sofu ve Ekinci (2007) yaptıkları araştırmada yoğurdun mikrobiyal sayımlarını ve pH değerlerini; 1, 7 ve 14 gün depolama sonrasında incelemişlerdir. Depolama sırasında renk değişiklikleri, bir makine görme sistemi kullanılarak sayısallaştırmış ve elde edilen veriler, tam yağlı yoğurdun raf ömrünün tahmini için yapay bir sinir ağı ile modellenmiştir. Modelleme sonuçları, deneysel veriler ile öngörülen değerlerin uyumlu olduğunu göstermiştir. Model, etiketlemede gösterilen yoğurtun son kullanma tarihini kontrol etmek ve tüketicilere daha güvenli bir gıda tedariki sağlamak için kullanılabilir sonucuna ulaşılmıştır [38].

Caleja vd. (2016) Matricaria recutita L. (papatya) ve Foeniculum vulgare Mill. (rezene) bitkilerini doğal katkı maddesi olarak yoğurda ilave etmiş ve antioksidan kapasitelerini araştırmışlardır. Sentetik bir katkı maddesi olarak potasyum sorbat (E202) kullanarak doğal katkı maddesi ilaveli yoğurtlar ile kıyaslamışlardır. Sonuç olarak takviye edilmiş yoğurtlar, özellikle doğal katkı maddeleri olan yoğurtlar (ve bunlar arasında papatya kaynatma olanları) daha yüksek antioksidan aktivite göstermiştir [39].

Karaarslan vd. (2011) yaptıkları çalışmada dört farklı üzüm çeşidinin (Cabernet sauvignon, Chardonnay, Shyrah ve Merlot) asitlendirilmiş etanol özlerini ve üzüm kallusunu fonksiyonel bileşenler olarak yoğurt içine eklemişlerdir. Yoğurtların toplam fenolik maddeleri, toplam antosiyanin içeriği ve antioksidan aktivitesi kimyasal analizler kullanılarak ölçülmüştür. Kırmızı üzüm ve kallus özleri ile aşılanan yoğurtlar, yüksek fenolik-antosiyanin içeriği sergilemişlerdir. Gaz kromatografisi analizi, kallus yoğurtunda en az 10 ayrı biyoaktif fenolik bileşiğin bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar, üzüm kallus kültürünün, kanser ve kardiyovasküler hastalık gibi kronik hastalıkların gelişme riskini azaltmada rol oynamak için bir gıda takviyesi olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir [40].

Bertolino vd. (2015) yaptıkları araştırmada yoğurt üretiminde diyet lifi ve polifenol içeriğini arttırmak için kavrulmuş fındığın üç farklı çeşidinden elde edilen fındık zarını kullanmışlardır. 4^0C'de 3 haftalık depolama sırasında fiziko-kimyasal özellikler, antioksidan kapasite, fenolik bileşikler ve şeker ve organik asit içeriği üzerindeki etkiler değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, fındık zarı miktarı ve kullanılan

çeşitlilik tüm parametreleri önemli ölçüde etkilemiş ve tüketici tercihi ile ilişkilendirilmiştir. Her ne kadar %6 fındık zarı içeren yoğurtlar en yüksek fonksiyonel kabiliyeti gösterse de, tüketici tercihinde azalma gözlenmiştir [41].

Rehman ve Salariya (2006) tarafından yapılan araştırmada sentetik antioksidanların taze khoanın depolama stabilitesi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Bütil hidroksi anisol (BHA) ve bütil hidroksi toluen (BHT), depolama ömrünü uzatmak için taze hazırlanmış khoa'ya ilave edilmiştir. 45°C'de 30 günlük depolamadan sonra, 200 ppm BHA ve BHT içeren taze hazırlanmış khoa ve kontrol örnekleri karşılaştırılmıştır. Sonuçlar sentetik antioksidanların, khoa'nın depolanması sırasında rankidite gelişimini inhibe ettiğini göstermektedir. Khoa'nın depolama ömrü, BHA ve BHT ilavesiyle 30 gün boyunca kolayca uzatılabilmiştir yorumu yapılabilmektedir [42].

El- Said vd. (2014) yaptıkları çalışmada nar kabuklarını (dış, iç ve bütün) fırınlamış ve güneşte kurutmuşlardır. Kurutulmuş kabuklardan sulu özütler hazırlamış ve antioksidan aktivitelerini belirlemiştir. Kurutulmuş bütün kabuğun sulu özütü, diğer nar kabuğu ekstraktlarına kıyasla en yüksek antioksidan aktivitesini göstermiştir. Katkılar yoğurda eklenmiştir ve katkının yüzdesinin arttırılması, karıştırılmış yoğurdun antioksidan aktivitesini %25'e kadar arttırmıştır. Katkı ilave edilmesinin, kontrol örneğine kıyasla duyusal özellikler (görünüş, doku ve lezzet) üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır. İlave edilen katkının yüzdesinin arttırılması, karıştırılmış yoğurtun viskozitesinde azalmayla sonuçlanmıştır [43].

Sullivan vd. (2016) yaptıkları araştırmada yoğurda katkı maddesi olarak ilave etmek üzere, Ascophyllum nodosum (su yosunu)'dan ve Fucus vesiculosus (esmer su yosunu)'tan hazırlanmış özler (%0,25 ve %0,5 (ağ/ağ)) üretmişlerdir. Yoğurttaki özütlerinin bileşimi, raf ömrü parametreleri, stabilitesi ve biyoaktivitesi 28 gün boyunca incelenmiştir. Sonuçta; yoğurttaki pH, mikrobiyoloji ve peynir altı suyu ayrımı, deniz yosunu özü ilavesinden etkilenmemiştir. Yoğurttaki deniz yosunu ekstraktlarının antioksidan aktivitesi (DPPH), saklama süresinin bir fonksiyonu olarak sabit kalmıştır. Yoğurt ve digestatlar, antioksidan durumunu etkilememiş veya DNA hasarına karşı koruma sağlamamıştır [44].

Oussalah vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada %1 kekik ve kırmızı biber esansiyel yağ karışımı içeren süt proteini bazlı yenilebilir filmler, patojenik bakterilerin büyümesini kontrol etmek ve 4^0C'de yapılan depolamada raf ömrünü arttırmak için sığır kas dilimleri üzerine uygulanmıştır. Sığır kas dilimleri ve süt proteini bazlı film, 7 gün boyunca mikrobiyolojik ve biyokimyasal analizlere tabi tutulmuştur. Depolama sırasında filmlerin antioksidan özellikleri; N, N-dietil-p-fenilendiamin kolorimetrik yöntemin modifiye edilmiş bir prosedürü izlenerek değerlendirilmiştir. Sonuçta, Escherichia coli veya Pseudomonas spp. içeren et yüzeylerine biyoaktif filmlerin uygulanması, kekik içeren filmin her iki bakteriye karşı en etkili olduğunu, kırmızı biber yağları içeren filmin ise en az etkili olduğunu göstermiştir [45].

Fiorda vd. (2016) yaptıkları araştırmada, başlangıç kültürü olarak kefir taneleri kullanılarak yeni probiyotik içecekler tasarlamak için farklı fonksiyonel substratların (soya fasulyesi hidrolize ekstraktı, kolostrum ve bal) kullanımını değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Fermantasyonlar, 24 saat boyunca 30^0C'de gerçekleştirilmiştir. Kefir taneleri ile fermantasyon işlemlerinin, değerlendirilen tüm substratların fonksiyonel kalitesini arttırdığı bulunmuştur. Bal bazlı kefir içeceği daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip bulunmuştur. Ek olarak, bal bazlı kefir içeceği DNA hasarı üzerinde koruma etkisi göstermiş ve geleneksel kefir içeceğine kıyasla yüksek duyusal kaliteye sahip olmuştur. Sonuçlar, balın fonksiyonel içeceklerin üretiminde ideal bir alternatif substrat olabileceğini göstermiştir [46].

Lagouri vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada, kefire nar suyu ve ekstraktları ilave edilmiştir. Kefir numuneleri ile zenginleştirilmiş narda, toplam fenol, pH değerleri, viskozite ve akış davranış indeksi değerlerini belirlemek için spektrofotometrik ve enstrümantal yöntemler kullanılmıştır. Ayrıca, kefir numuneleri 7, 14, 21 ve 28 gün boyunca 4^0C'de saklanmış ve test edilmiştir. Sonuçta; kefire katkı ilavesi, pH değerlerinde ve viskozitede bir azalmaya neden olurken, akış davranışı endeksinde bir artışa neden olmuştur. Kefir ürününün antioksidan aktivitesini ve toplam fenollerini arttırmış ve 4^0C'de, 28 günlük toplam depolama süresi boyunca özelliklerini korumuştur [47].

4
DENEYİN YAPILIŞI

4.1 Kullanılan Malzemeler ve Kimyasallar

Deneylerde, Merck standartlarında PCA (Plate Count Agar), %70 etanol çözeltisi (beher içinde drigalski spatülü ile), saf su, Merck standartlarında pepton, steril petri kapları, cam numune şişeleri, balık, pens, sterilize edilmiş pipet uçları, bek alevi, deney tüpleri, pH kağıtları, çiğ süt, marketten temin edilmiş kefir ve katkı maddesi olarak aktardan temin edilmiş olan üzüm çekirdeği tozu kullanılmıştır.

4.2 Deneylerde Kullanılan Cihazlar

Analitik terazi: Ohaus Pioneer

Isıtıcılı manyetik karıştırıcı: Heidolph MR3001

Vortex karıştırıcı: WiseMix VM-10

Biyogüvenlik kabini: Cryste

Otomatik pipet: Socorex Acura

İnkübatör: WiseCube

Otoklav cihazı: HMC Hirayama

Viskozitemetre cihazı: Lamy Rheology RM100

Santrifüj cihazı: Hettich Zentrifugen- EBA20

-80^{0}C buzdolabı: Esco Lexicon ULT Freezer

TG-DTA cihazı: SII Nanotechnology – SII6000 Exstar TG-DTA 6300

Liyofilizatör dondurarak kurutma cihazı: Christ Beta 1-8 LSCplus

4.3 Deneyin Yapılışı

Design Expert programında çıktı olarak viskozite ve mikrobiyolojik sayım değerleri kullanılmıştır. Deney çizelgesi Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1 Design Expert programı deney çizelgesi çıktısı

No	Sıcaklık (^{0}C)	Karıştırma Süresi (dk)	Katkı Maddesi (mg/kg)
1	0	-1	-1
2	0	0	0
3	-1	0	1
4	0	0	0
5	-1	1	0
6	0	0	0
7	0	1	-1
8	1	-1	0
9	-1	-1	0
10	0	-1	1
11	1	0	1
12	1	1	0
13	0	0	0
14	-1	0	-1
15	1	0	-1
16	0	1	1
17	0	0	0

Organik gıdalar satılan marketten temin edilen çiğ süt, plastik şişede ve kapalı bir kapta, uygun sıcaklıkta laboratuvara ulaştırılmıştır. 25 ml ölçekli koyu renkli cam numune şişelerine dağıtılmıştır. Design Expert programı ile oluşturulan 17 farklı deneyden oluşan sette 20^{0}C, 40^{0}C ve 60^{0}C sıcaklıklara ulaştırılan numunelere; 5, 10 ve 15'er dakikalık karıştırma süreleriyle, 75 mg/kg ve 150 mg/kg katkı maddesi miktarıyla veya hiç katkı maddesi ilave edilmeden muamele edilmiştir.

Kefir piyasadan üretim tarihleri ve son kullanma tarihleri dikkate alınarak satın alınmış, soğutucu kapların içinde 4-6^{0}C sıcaklıkta muhafaza edilerek laboratuvara ulaştırılmıştır. 25 ml ölçekli koyu renkli cam numune şişelerine dağıtılmıştır. Design Expert programı ile oluşturulan 17 farklı deneyden oluşan sette 4^{0}C, 20^{0}C ve 36^{0}C

sıcaklıklara ulaştırılan numunelere; 5,10 ve 15'er dakikalık sürelerde muamele edilmiştir.

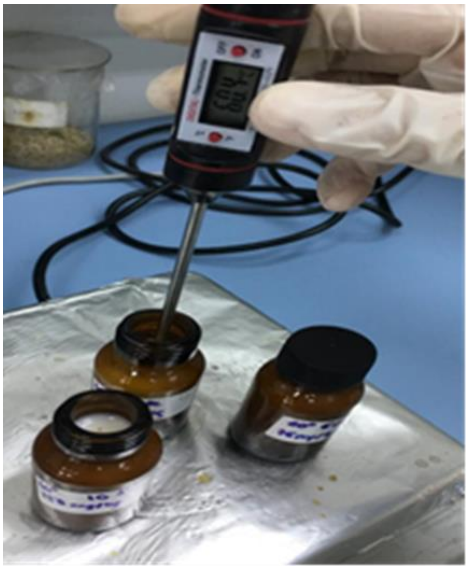
Aktardan alınan siyah üzüm çekirdeği tozu katkı maddesi olarak kullanılmıştır. 75 mg/kg veya 150 mg/kg katkı maddesi numunelere ilave edilirken bazı numunelere ise katkı maddesi ilave edilmemiştir.

Yönetmeliğe göre [48], üzüm çekirdeği tozunun katkı maddesi olarak kullanılabilmesi için izin verilen sınır 150mg/kg olarak belirtilmiştir. Numune kaplarında hazırlanan 25 ml (25,85 g) süt için (yoğunluğu 1,034 g/ml) yaklaşık olarak 4 mg ve 2 mg üzüm çekirdeği tozu tartılarak ilave edilmiştir. Numune kaplarında hazırlanan 25 ml (398 g) kefir için (yoğunluğu 15,92 g/ml) yaklaşık olarak 30 mg ve 60 mg üzüm çekirdeği tozu tartılarak ilave edilmiştir. Katkı maddesi ilave edilmiş çiğ süt örnekleri Şekil 4.2'de görüldüğü gibi karıştırıcılarda 300 rpm sabit karıştırma hızı ile karıştırılmıştır.



Şekil 4.2 Farklı sıcaklıklarda hazırlanan numuneler

Şekil 4.3'de sıcaklık kontrolü yapılan numuneler istenilen sıcaklığa ulaştıktan sonra karıştırıcıdan alınmıştır.



Şekil 4.3 Sıcaklıkları ölçülen numuneler

İstenilen sıcaklığa getirilmiş ve katkı maddesi ilave edilmiş numunelerin viskozite ölçümleri Şekil 4.4'de görülen Lamy Rheology RM100 viskozimetre cihazı ile yapılmıştır.



Şekil 4.4 Viskozite ölçümü

Viskozite ölçümü yapılan numuneler dökülmüş, mikrobiyolojik analiz yapılmadan önce istenilen sıcaklıklarda ve katkı maddeleri ile steril şartlarda numuneler yeniden hazırlanmıştır.

4.4 Mikrobiyolojik Analiz

4.4.1 Çiğ Süt için Mikrobiyolojik Analiz

Yapılan deneylerde hammadde olarak çiğ süt, doğal antioksidan kaynağı olarak üzüm çekirdeği tozu kullanılmıştır. Çiğ süt, koyu renkli cam numune şişelerinde ısıtılmış ve katkı maddesi ilavesi yapılmıştır. Katkılı numuneler karıştırıcılarda farklı sıcaklıklara getirilip karıştırılmıştır. Koyu renkli cam şişeler, peptonlu su konulacak cam tüpler, tartım için kullanılacak kağıt ve pens otoklav ile 121,5^{0}C'de 15 dakikada tamamen steril hale getirilmiştir. Çalışma kabini ve kullanılacak diğer laboratuvar malzemelerinin sterilizasyonu %70 etanol çözeltisi ile sağlanmıştır.

Süt ürünlerinde toplam bakteri sayımı için Plate Count Agar kullanılır. Hazırlanan numunelerin mikrobiyolojik analizi için pepton çözeltisi ve PCA (Plate Count Agar) kullanılmıştır. Öncelikle pepton çözeltisi hazırlanmıştır. 300 ml için 0,3 g pepton tartılmıştır. 300 ml pepton çözeltisi 700 rpm karıştırma hızı ile karıştırılmış ve Şekil 4.5'de görüldüğü gibi 4,5 ml olarak deney tüplerine dağıtılmıştır.

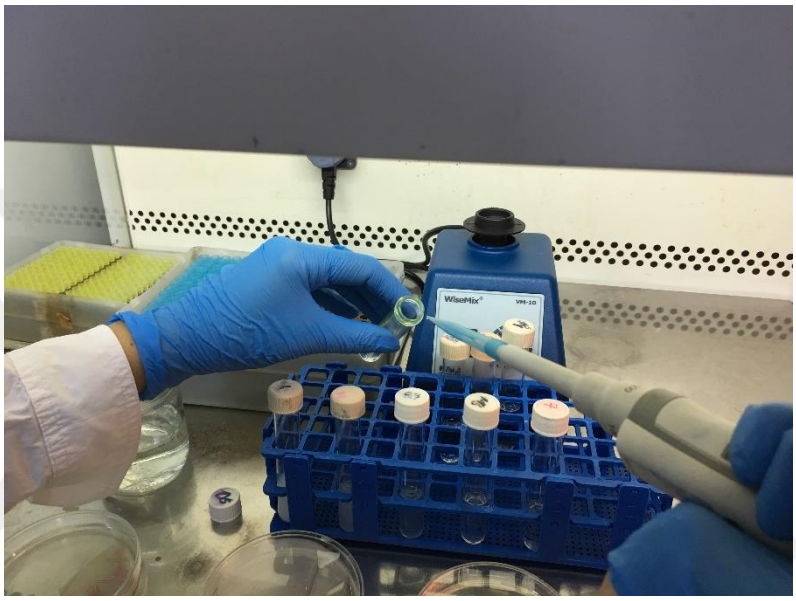


Şekil 4.5 Peptonlu su içeren deney tüpleri

PCA çözeltisi 1 litre saf su ve 22,5 g PCA oranıyla hazırlanmıştır. 500 ml saf su ile 11,25 g PCA karıştırılarak çözelti hazırlanmıştır. 50^{0}C'deki PCA çözeltisi steril petri kaplarına yaklaşık 12,5 ml döküldükten sonra ters çevirilmiş ve donması

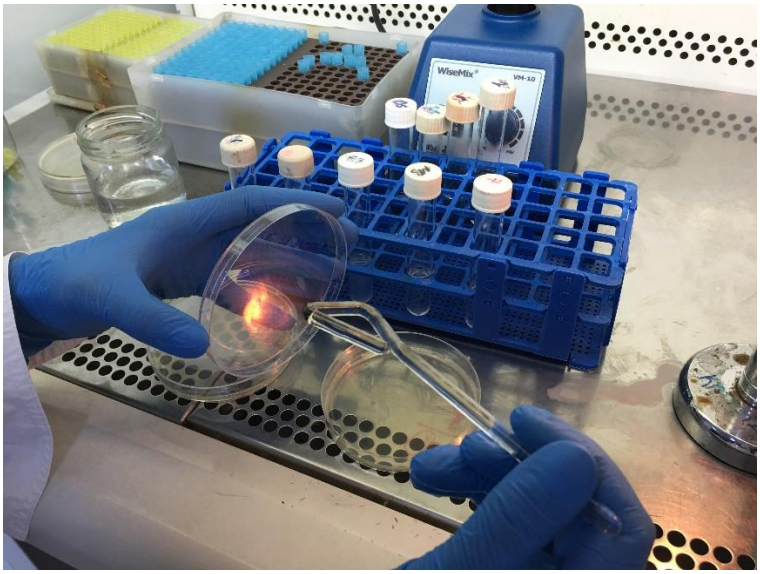
beklenmiştir. Hazır haldeki besiyeri berrak ve hafif sarımsıdır. 25^0C'de pH'ı yaklaşık 7'dir. Donan petri kapları üst üste konarak buzdolabında $+4^0$C'de bekletilmiştir.

Çiğ süt için mikrobiyolojik analiz yapılırken 100 kat seyreltme yapılabilir. Gerekli seyreltmeler için tüplere 4,5 ml olarak dağıtılan peptonlu su kullanılmıştır. Homojen karışım elde etmek için vortex karıştırıcıdan faydalanılmıştır. Otomatik pipet yardımıyla Şekil 4.6'da görüldüğü gibi her bir tüpten 500 mikrolitre (0,5 ml) alınarak 10^{-6}, 10^{-7}, 10^{-8}, 10^{-9} seviyelerine seyreltme yapılmıştır.



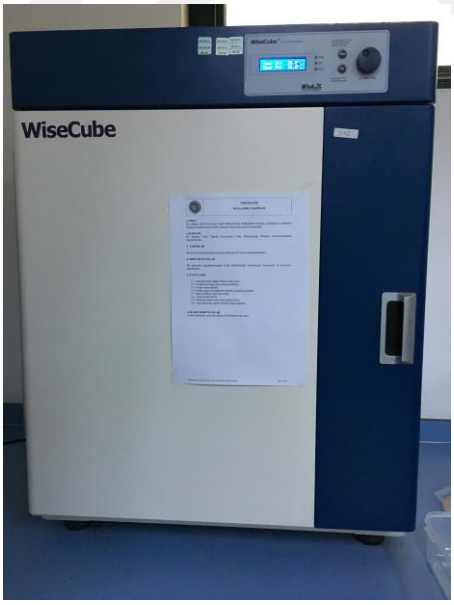
Şekil 4.6 Seyrelme yapılan çiğ süt örneği

10^{-6}, 10^{-7}, 10^{-8}, 10^{-9} seviyelerine seyreltilen çiğ süt örneğinden 100 mikrolitre (0,1'er ml) alınıp besiyerine ilave edilmiştir. Besiyerine damlatılan örneğin homojen bir dağılım göstermesi için Şekil 4.7'de gösterildiği gibi bek alevinde %70 alkol ile muamele edilmiş drigalski spatülü kullanılmıştır. Bu, her bir deney için 17 kez tekrar edilmiştir.



Şekil 4.7 Drigalski spatülü ile muamele

Her bir petri kabının üzerine numunenin sıcaklığı, ilave edilen katkı maddesi miktarı, karıştırma süresi ve hangi oranda seyreltildiği, tarih ile birlikte not edilmiştir. Örnekler, petri kaplarında 28°C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon için Şekil 4.8'de gösterilen WiseCube marka cihaz kullanılmıştır. İnkübasyondan sonra besiyerinde oluşan tüm koloniler sayılmıştır.

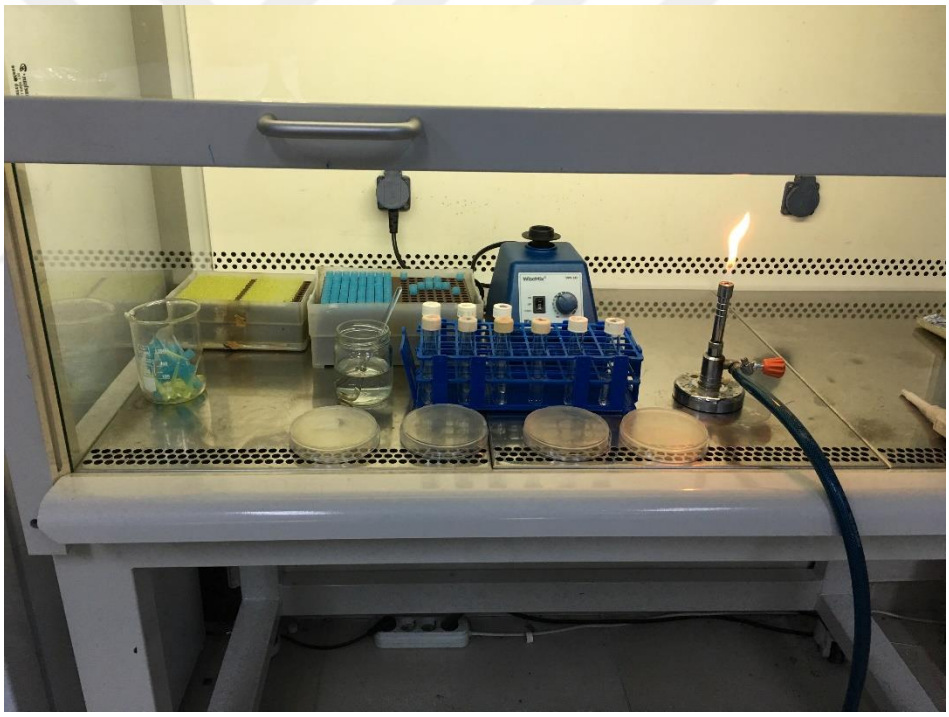


Şekil 4.8 İnkübatör

4.4.2 Kefir için Mikrobiyolojik Analiz

Yapılan deneylerde hammadde olarak kefir, doğal antioksidan kaynağı olarak üzüm çekirdeği tozu kullanılmıştır. Örnekler piyasadan üretim tarihleri ve son kullanma tarihleri dikkate alınarak satın alınmış, soğutucu kapların içinde 4 ila 6^0C sıcaklıkta muhafaza edilerek laboratuvara ulaştırılmıştır. Örnekler analiz edilmeden önce karıştırıcılar ile homojen hale getirilmişlerdir.

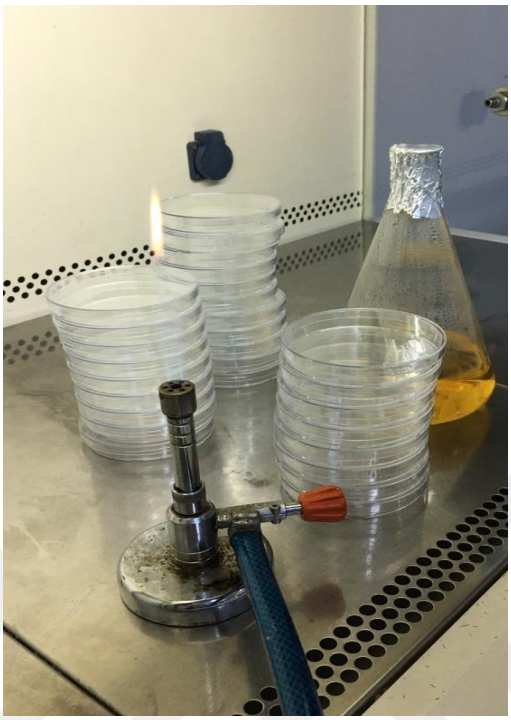
Kefire, koyu renkli cam numune şişelerinde katkı maddesi ilavesi yapılmıştır. Katkılı numuneler karıştırıcılarda farklı sıcaklıklara getirilip karıştırılmıştır. Koyu renkli cam şişeler, peptonlu su konulacak cam tüpler, tartım için kullanılacak kağıt ve pens otoklav ile 121,5^{0}C'de 15 dakikada tamamen steril hale getirilmiştir. Çalışma kabini Şekil 4.9'da gösterildiği gibidir ve kullanılacak diğer laboratuvar malzemelerinin sterilizasyonu %70 etanol çözeltisi ile sağlanmıştır.



Şekil 4.9 Mikrobiyolojik analiz için kullanılan çalışma kabini

Hazırlanan numunelerin mikrobiyolojik analizi için pepton çözeltisi ve PCA (Plate Count Agar) kullanılmıştır. Öncelikle pepton çözeltisi hazırlanmıştır. 300 ml için 0,3 g pepton tartılmıştır. 300 ml pepton çözeltisi 700 rpm karıştırma hızı ile karıştırılmış ve 4,5 ml olarak tüplere dağıtılmıştır. PCA çözeltisi 1 litre saf su ve 22,5 g PCA oranıyla Şekil 4.10'da gösterildiği gibi hazırlanmıştır. 500 ml saf su ile 11,25

g PCA karıştırılarak çözelti hazırlanmıştır. 50^0C'deki PCA çözeltisi steril petri kaplarına yaklaşık 12,5 ml döküldükten sonra ters çevirilmiş ve donması beklenmiştir.



Şekil 4.10 Hazırlanan PCA çözeltisi ve petri kapları

Kefir için seyreltme yapılırken tüplere 4,5 ml olarak dağıtılan peptonlu su kullanılmıştır. Homojen karışım elde etmek için vortex karıştırıcıdan faydalanılmıştır. Otomatik pipet yardımıyla her bir tüpten 500 mikrolitre (0,5 ml) alınarak 10^{-4}, 10^{-5}, 10^{-6}, 10^{-7} seviyelerinde seyreltme yapılmıştır. Bu seviyelere seyreltilen kefir örneğinden Şekil 4.11'de gösterilen otomatik pipet ile 100 mikrolitre (0,1'er ml) alınıp besiyerine ilave edilmiştir.



Şekil 4.11 Otomatik pipet

Besiyerine damlatılan örneğin homojen bir dağılım göstermesi için Şekil 4.7'de gösterildiği gibi bek alevinde %70 alkol ile muamele edilmiş drigalski spatülü kullanılmıştır. Bu, her bir deney için 17 kez tekrar edilmiştir. Her bir petri kabının üzerine numunenin sıcaklığı, ilave edilen katkı maddesi miktarı, karıştırma süresi ve hangi oranda seyreltildiği, tarih ile birlikte not edilmiştir. Örnekler, petri kaplarında 28^0C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra besiyerinde oluşan tüm koloniler sayılmıştır.

4.5 Duyusal Analiz

Duyusal analiz; gıdaların görme, dokunma, tatma, işitme ve koklama duyularıyla algılanması, yorumlanması ve ölçülmesi anlamına gelen bilimsel bir disiplindir. Gıdalardaki duyusal özelliklerin çeşitli farklılıklarının nedenleri arasında genetik özellikler, gıda işleme yöntemleri, depolama ve pazarlama şartlarında görülen değişiklikler vardır.

Farklılık testleri; çeşitli aşamalarında gıdalarda fiziksel, kimyasal değişimler sonucu oluşan duyusal farklılıkları belirlemek için uygulanır ve iki veya daha fazla örnek arasındaki farklılığın algılanması esasına dayanır [49].

Kefirlere farklı miktarlarda katkı maddesi eklenmiş ve tüketicilerin değerlendirmesi istenmiştir. Beş panelist, katkı maddesi ilave edilmiş ve hiç katkı maddesi ilave edilmemiş kefirlerin renk ve görünüş, şekil ve yapı, tat ve koku niceliklerine göre puanlama yapmışlardır. Verilen örneklerde her bir niteliğe 0 ile 10 arasında puan vermesi istenmiştir.

Panelistlerce, katkı maddesi ilave edilmemiş kefirde görünüm, şekil ve yapı kriterleri oldukça iyi olarak değerlendirilirken, tat ve koku özellikleri iyi kalite olarak değerlendirilmiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2 Katkı maddesi ilavesiz kefir için duyusal analiz sonuçları

Panelist No	Renk ve Görünüş	Şekil ve Yapı	Tat ve Koku
1	9	7	8
2	9	9	7
3	9	9	8
4	10	10	9
5	9	9	7
Ortalama	9,2	8,8	7,8

Katkı maddesi ilave edilen kefirlerde ise panelistlerin yaptığı değerlendirmelerin ortalamaları Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3 Kefir örneklerinin duyusal analiz bulguları

	Katkısız	75mg/kg	100mg/kg	150mg/kg
Renk ve Görünüş	9,2	9,4	9,8	9
Şekil ve Yapı	8,8	8,2	8,8	8,4
Tat ve Koku	7,8	7,2	7,4	7,4

Fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları oldukça iyi olsa da gıda ürünlerinin kalite kontrolünde duyusal analizler, gıda maddesi ile ilgili karar vermede son söze sahiptirler. Gıda ürünü tüketici tarafından beğeni ve talep görmezse o ürün ile ilgili rapor olumlu olmayacaktır.

Toplam puanlar dikkate alınarak yapılan değerlendirmede, incelenen örneklerin çoğunun beğenilmekle birlikte duyusal niteliklerinin katkı maddesi miktarı ile fazla ilişkili olmadığı kanaatine varılmıştır.

4.6 Karakterizasyon

TG-DTA sistemleri ile aynı numune üzerinden aynı fırın ünitesi içerisinde TG ve DTA sinyalleri aynı anda ölçülmektedir. Böylelikle, numunenin ağırlık değişimleri ve ısı akışı eş zamanlı olarak sıcaklığın veya zamanın bir fonksiyonu olarak ölçülebilmektedir. SII Nanotechnology – SII6000 Exstar TG-DTA 6300 marka cihaz ile YTÜ Merkez Laboratuvarında ölçüm yapılmıştır. Şekil 4.12'de görülen cihaz ile oda sıcaklığından 1500^0C'ye çıkabilen eş zamanlı ölçümler yapılabilmektedir.



Şekil 4.12 SII Nanotechnology – SII6000 Exstar TG-DTA 6300

TG-DTA (Termogravimetrik Analiz ve Diferansiyel Termal Analiz) öncesinde süt ve kefir örneklerine kurutma işlemi uygulanmıştır. Katkı maddesi ilave edilmemiş çiğ süt ile 40^0C'de 150mg/kg katkı maddesi ilaveli ve 5 dk süre ile karıştırılmış çiğ süt örneğine santrifüj uygulanmıştır. Aynı şekilde, katkı maddesi ilave edilmemiş kefir ile 20^0C'de 75mg/kg katkı maddesi ilaveli ve 10 dk süre ile karıştırılmış kefir örneğine santrifüj Şekil 4.13'de gösterilen Hettich Zentrifugen- EBA20 santrifüj cihazı ile 10 dk süre ve 5000 rpm hızla uygulanmıştır.



Şekil 4.13 Santrifüj cihazı

Santrifüj cihazından çıkan numuneler Şekil 4.14'de görüldüğü gibidir.



Şekil 4.14 Santrifüj sonrası numuneler

Santrifüj sonrası numunelere dondurarak kurutma işlemi uygulanmıştır. Esco Lexicon ULT Freezer marka buzdolabında -80^{0}C'ye dondurulan numuneler daha

sonra Şekil 4.15'de görülen Christ Beta 1-8 LSCplus marka liyofilizatör dondurarak kurutma cihazında (-25^{0}C) bekletilmiştir. Düşük sıcaklıklarda gerçekleşen bir uygulama olduğu için, gıda ürününün moleküler ve fiziksel yapısına zarar vermeden dehidrasyonu sağlayan bir kurutma tekniği olarak, katkı maddesi içeren ve katkı maddesi içermeyen süt ve kefir numuneleri için uygun bir yöntemdir. Kurutulan numuneler TG-DTA analizleri yapılmak üzere YTÜ Merkez Laboratuvarına gönderilmiştir.



Şekil 4.15 Liyofilizatör (Christ Beta 1-8 LSCplus) dondurarak kurutma cihazı

5
SONUÇLAR ve TARTIŞMA

5.1 Design Expert Sonuçları

Design Expert® 6.0 paket programı yardımı ile gerçekleştirilen bu çalışmada uygulanan tasarım üç değişkenlidir ve tasarımın amacı yanıt üzerine farklı parametrelerin etkilerini araştırmaktır.

Design Expert programında çıktı olarak viskozite ve mikrobiyolojik sayım değerleri kullanılmıştır. Sıcaklık, karıştırma süresi ve katkı maddesi miktarı bağımsız parametreler olarak ele alınmıştır ve bu çalışma için en önemli parametreler olarak sınıflandırılmışlardır. R1 mikrobiyolojik sayım değerlerini, R2 ise viskozite ölçüm sonuçlarını temsil etmektedir.

Design Expert tasarımında kullanılan parametreler üç kod ile belirtilmiştir. Bunlar, -1 ve +1 ile kodlanan faktöriyel noktalar (parametrelerin en düşük ve en yüksek düzeyleri), 0 olarak ifade edilen merkez noktalardır (en düşük ve en yüksek düzeylerin orta noktası).

Üç değişkenle yapılan optimizasyon deneylerinde, değişkenlerin değerleriyle birlikte olan, tasarım için tavsiye edilen deney ve elde edilen neticeler Tablo 5.1'de ve Tablo 5.8'de verilmiştir.

5.1.1 Çiğ Süt için Design Expert Metodu Sonuçları

Çiğ süt ile farklı sıcaklıklarda, karıştırma süreleriyle ve katkı maddesi miktarlarıyla 17 deney tasarlanmıştır.

Deneylerin Design Expert ile gösterilen sonuçları Tablo 5.1'de verilmiştir.

Tablo 5.1 Çiğ süt ile yapılan deneylerin Design Expert ile gösterilen sonuçları

No	Sıcaklık (^{0}C)	Karıştırma Süresi (dk)	Katkı Maddesi (mg/kg)	Mikrobiyolojik Sayım (bakteri sayısı)	Viskozite (mPa.s)
1	20	10	150	110	2,46
2	60	5	75	185	0,91
3	60	15	75	188	1,02
4	40	10	75	175	1,51
5	40	5	150	70	1,03
6	40	10	75	173	1,5
7	20	10	0	188	2,17
8	60	10	150	145	0,8
9	40	5	0	117	2,24
10	40	10	75	176	1,52
11	20	15	75	163	2,66
12	60	10	0	85	1,83
13	40	10	75	174	1,49
14	40	15	0	115	2,66
15	20	5	75	165	1,95
16	40	15	150	140	1,85
17	40	10	75	177	1,48

5.1.1.1 Çiğ Süt İçin R1 Sonuçları

Modele ait R – kare değeri; Tablo 5.2'de görüldüğü gibi 0,9027 olarak bulunmuş olup deneysel verilerdeki değişkenliğin %90,27'sinin bu model ile açıklanabildiğini göstermektedir. 4'ten büyük olması istenen yeterli tahminleme (Adequate Precision) değeri ise 7,897 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla uygun bulunan bu model yeni gözlemlerin tahminlenmesinde yeterli bulunmuştur.

Tablo 5.2 Design Expert programı ile bulunan istatiksel analiz sonuçları (çiğ süt için R1)

Standart Sapma (Std. Dev.)	17,60
R-kare (R-Squared)	0,9027
Yeterli Tahminleme (Adeq Precision)	7,897

Design Expert® 6.0 paket programı yardımı ile gerçekleştirilen istatiksel analizler sonucunda en uygun mikrobiyolojik sayım değerini tanımlayan modelin kuadratik

model olduğuna karar verilmiştir. Bunun nedeni diğer modellere göre en küçük p değerine sahip olan model kuadratik modeldir.

Yanıt yüzey kuadratik modele ait ANOVA tablosu Tablo 5.3'te verilmiştir. p değerinin 0,05'ten küçük olduğu veriler önem arz etmektedir. Bu durumda AC ve C^2 önem teşkil eden model terimleridir. Çiğ süt için mikrobiyolojik analiz değerlerine ait varyans analizinde modele ait p değeri 0,0081 bulunmuştur ve modelin anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Bağımsız değişkenlerin kuadratik etkilerinin mikrobiyolojik sayım sonuçlarını etkilediği gözlenmiştir. Bağımsız değişkenlerden A (sıcaklık) ve C (katkı maddesi miktarı)'nin yanıt üzerinde kuadratik olarak etkili olduğu anlaşılmıştır ($p<0,05$). B (karıştırma süresi)'nin mikrobiyolojik sayım sonuçları üzerinde herhangi bir etkisi yoktur ($p>0,05$).

Tablo 5.3 Çiğ sütte mikrobiyolojik sayım değerlerine ilişkin varyans analizi

	Kareler Toplamı	f değeri	p değeri
Model	20135,81	7,22	0,0081*
AA	66,16	0,21	0,6581
BB	595,13	1,92	0,2084
CC	200,00	0,65	0,4482
AB	6,25	0,020	0,8911
AC	4761,00	15,36	0,0058
BC	1296,00	4,18	0,0801
A^2	497,00	1,61	0,2455
B^2	475,33	1,53	0,2555
C^2	12221,12	39,44	0,0004
Kalıntı	2169,25		
Uyum Eksikliği	2159,25	287,90	<0,0001*
Saf Hata	10,00		
Toplam	22305,06		

A: Sıcaklık; B: Karıştırma süresi; C: Katkı maddesi miktarı, (*Önemli)

Regresyon modelindeki değişken katsayıları ve yanıt yüzey grafikleri incelendiğinde sıcaklığın (A) ve katkı maddesi miktarının (C) ilişkilendirildiği görülmektedir.

Çiğ sütte mikrobiyolojik sayım sonuçları için oluşturulan regresyon modelindeki değişkenlerin katsayıları Tablo 5.4'te verilmiştir.

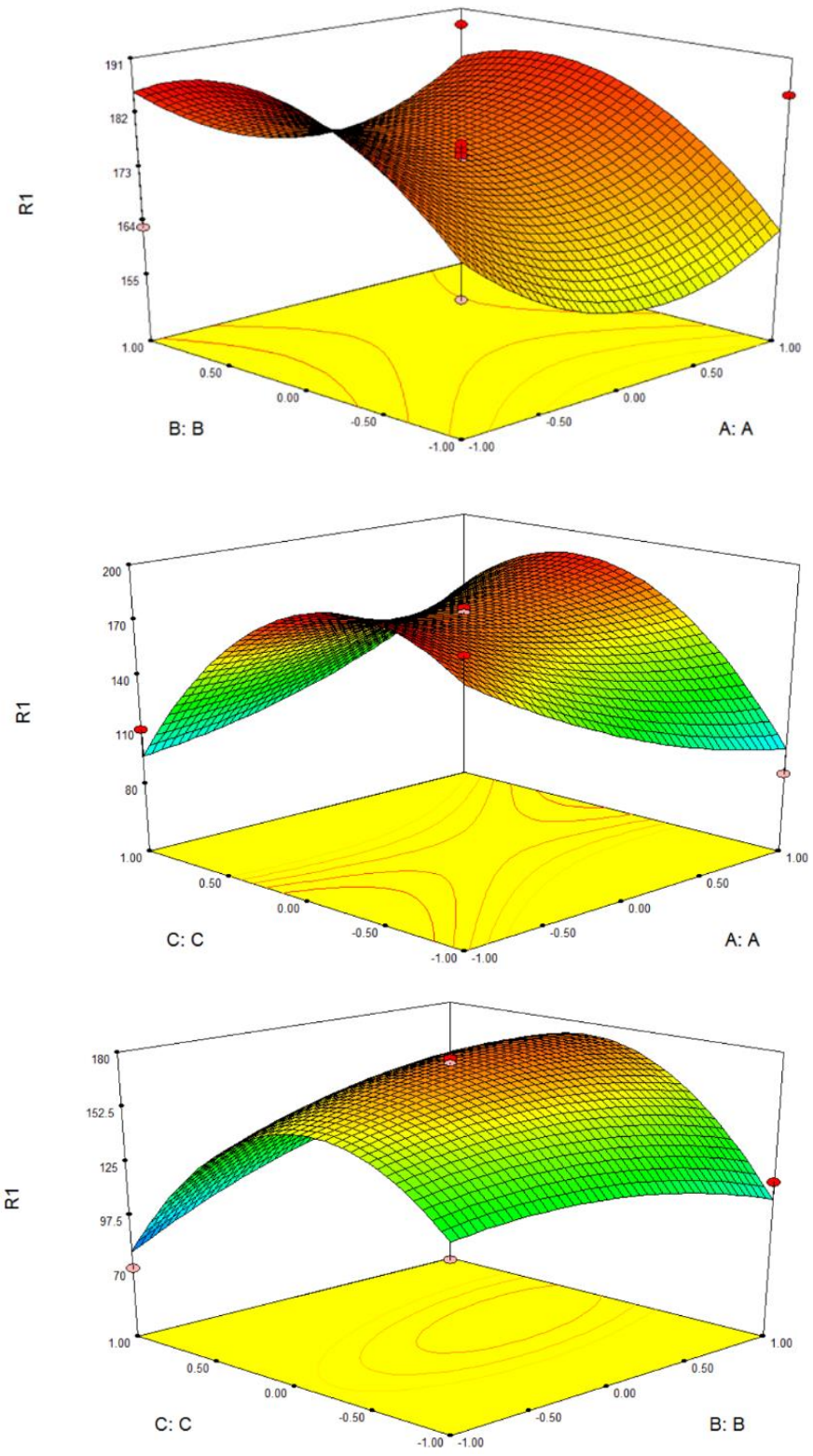
Tablo 5.4 Çiğ sütte mikrobiyolojik sayım sonuçları için oluşturulan modeldeki değişkenlerin katsayıları

Değişkenler	Katsayılar
Sabit	175,00
A	-2,87
B	8,63
C	-5,00
AB	1,25
AC	34,50*
BC	18,00
A^2	10,87
B^2	-10,63
C^2	-53,87*

Mikrobiyolojik sayım değeri için belirlenmiş kuadratik regresyon modeli aşağıdaki gibidir:

$$\text{Mikrobiyolojik sayım} = +175{,}00 + (34{,}50 \times \text{Sıcaklık} \times \text{Katkı maddesi miktarı}) - (53{,}87 \times \text{Katkı maddesi miktarı} \times \text{Katkı maddesi miktarı}) \quad (5.1)$$

Şekil 5.1'de görüldüğü gibi, sıcaklığın artmasıyla mikrobiyolojik sayım değerlerinin düştüğü gözlenmektedir. Katkı maddesi miktarı ile sıcaklığın pozitif interaksiyon etkisinden dolayı bu etkileşim mikrobiyolojik analiz sonuçlarında artmaya neden olmuştur. En önemli parametrelerin sıcaklık ve katkı maddesi miktarı olduğu görülmektedir. Ek olarak mikrobiyolojik sayım değerleri üzerine karıştırma süresinin etkisi önemsiz bulunmuştur.



Şekil 5.1 Çiğ sütün mikrobiyolojik sayım değeri için 3D Yanıt Yüzey Grafikleri

5.1.1.2 Çiğ Süt İçin R2 Sonuçları

Modele ait R-kare değeri Tablo 5.5'te gösterildiği üzere 0,9488 olarak bulunmuş olup deneysel verilerdeki değişkenliğin %94,88'inin bu model ile açıklanabildiğini göstermektedir.

4'ten büyük olması istenen yeterli tahminleme (Adequate Precision) değeri ise 13,377 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla uygun bulunan bu model yeni gözlemlerin tahminlenmesinde yeterli bulunmuştur.

Tablo 5.5 Design Expert programı ile bulunan istatiksel analiz sonuçları (çiğ süt için R2)

Standart Sapma (Std. Dev.)	0,20
R-kare (R-Squared)	0,9488
Yeterli Tahminleme (Adeq Precision)	13,377

Design Expert® 6.0 paket programı yardımı ile gerçekleştirilen istatiksel analizler sonucunda en uygun viskozite değerini tanımlayan model belirlenmiştir.

En uygun modelin kuadratik model olduğuna karar verilmiştir. Bunun nedeni diğer modellere göre en küçük p değerine sahip olan model kuadratik modeldir.

Yanıt yüzey kuadratik modele ait ANOVA tablosu Tablo 5.6'da verilmiştir. p değerinin 0,05'ten küçük olduğu veriler önem arz etmektedir. Bu durumda A, B, C, AC ve C^2 önem teşkil eden model terimleridir.

Çiğ süt için viskozite değerlerine ait varyans analizinde modele ait p değeri 0,001 bulunmuştur ve modelin anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Bağımsız değişkenlerin kuadratik etkilerinin mikrobiyolojik sayım sonuçlarını etkilediği gözlenmiştir.

Bağımsız değişkenlerden A (sıcaklık), B (karıştırma süresi), C (katkı maddesi miktarı)'nin yanıt üzerinde kuadratik olarak etkili olduğu anlaşılmıştır ($p<0,05$).

Tablo 5.6 Çiğ sütte viskozite değerlerine ilişkin varyans analizi

	Kareler Toplamı	f değeri	p değeri
Model	5,29	14,41	0,0010*
AA	2,74	67,09	<0,0001
BB	0,53	13,00	0,0087
CC	0,95	23,33	0,0019
AB	0,09	2,21	0,1811
AC	0,44	10,67	0,0137
BC	0,04	0,98	0,3551
A^2	2,632E-005	6,449E-004	0,9804
B^2	0,074	1,81	0,2203
C^2	0,41	10,08	0,0156
Kalıntı	0,29		
Uyum Eksikliği	0,28	379,53	<0,0001*
Saf Hata	1,000E-003		
Toplam	5,58		

A: Sıcaklık; B: Karıştırma süresi; C: Katkı maddesi miktarı (*Önemli)

Çiğ sütte viskozite ölçüm sonuçları için oluşturulan regresyon modelindeki değişkenlerin katsayıları Tablo 5.6'da verilmiştir.

Tablo 5.7 Çiğ sütte viskozite ölçüm sonuçları için oluşturulan modeldeki değişkenlerin katsayıları

Değişkenler	Katsayılar
Sabit	1,5
A	-0,58*
B	0,26*
C	-0,35*
AB	-0,15
AC	-0,33*
BC	0,10
A^2	2,500E-003
B^2	0,13
C^2	0,31*

A: Sıcaklık; B: Karıştırma süresi; C: Katkı maddesi miktarı

* %5 seviyesinde önemlidir.

Yanıt yüzey grafikleri incelendiğinde etkili olan parametrelerin sıcaklık (A), karıştırma süresi (B) ve katkı maddesi miktarı(C) olduğu görülmüştür.

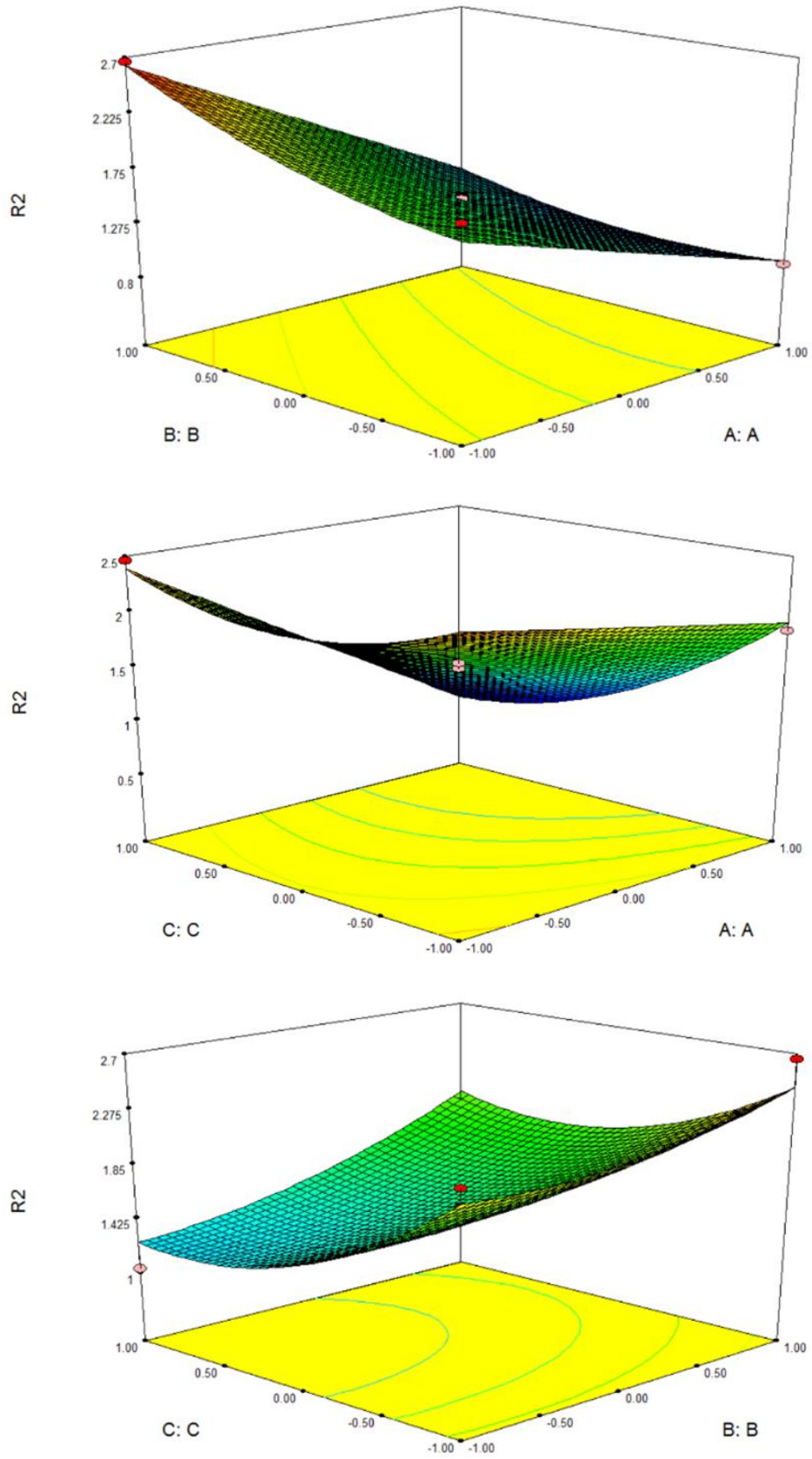
Çiğ sütte viskozite ölçüm sonuçları için belirlenmiş kuadratik regresyon modeli aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned}\text{Viskozite değeri} = {} & +1{,}5 - (0.58 \times \text{Sıcaklık}) + (0{,}26 \times \text{Karıştırma süresi}) \\ & -(0{,}35 \times \text{Katkı maddesi miktarı}) - (0{,}33 \times \text{Sıcaklık} \times \text{Katkı maddesi} \\ & \text{miktarı}) + (0{,}31 \times \text{Katkı maddesi miktarı} \times \text{Katkı maddesi miktarı}\end{aligned} \quad (5.2)$$

Şekil 5.2'de görüldüğü gibi, sıcaklığın artmasıyla çiğ sütte viskozite değerlerinin azaldığı gözlenmektedir. Ayrıca katkı maddesi miktarı arttıkça viskozite değerlerinin azaldığı izlenmiştir.

Karıştırma süresi arttıkça viskozite artmıştır. Katkı maddesi miktarı ve sıcaklığın ikili etkileşiminin viskozite değeri üzerinde etkili olduğu görülmektedir.

Katkı maddesi miktarı ile sıcaklığın negatif interaksiyon etkisinden dolayı bu etkileşim viskozite sonuçlarında azalmaya neden olmuştur.



Şekil 5.2 Çiğ sütün viskozite ölçüm sonuçları için 3D Yanıt Yüzey Grafikleri

5.1.2 Kefir İçin Design Expert Metodu Sonuçları

Kefir ile farklı sıcaklıklarda, karıştırma süreleriyle ve katkı maddesi miktarlarıyla 17 deney tasarlanmıştır. Deneylerin Design Expert ile gösterilen sonuçları Tablo 5.8'de verilmiştir.

Tablo 5.8 Kefir ile yapılan deneylerin Design Expert sonuçları

No	Sıcaklık (^{0}C)	Karıştırma Süresi (dk)	Katkı Maddesi (mg/kg)	Mikrobiyolojik Sayım (bakteri sayısı)	Viskozite (mPa.s)
1	4	5	75	32	295,7
2	20	15	0	60	274
3	4	15	75	28	242
4	20	15	150	27	335,3
5	20	10	75	20	228,3
6	4	10	0	67	222,7
7	20	10	75	23	224,2
8	20	5	150	29	230,3
9	36	10	0	52	184,6
10	36	5	75	21	183,3
11	20	10	75	24	211,8
12	4	10	150	31	228,8
13	20	5	0	62	264
14	36	10	150	19	184,6
15	20	10	75	22	225,5
16	20	10	75	25	232,2
17	36	15	75	26	194,2

5.1.2.1 Kefir İçin R1 Sonuçları

Modele ait R-kare değeri; Tablo 5.9'da görüldüğü gibi 0,9894 olarak bulunmuş olup deneysel verilerdeki değişkenliğin %98,94'ünün bu model ile açıklanabildiğini göstermektedir. 4'ten büyük olması istenen yeterli tahminleme (Adequate Precision) değeri ise 23,523 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla uygun bulunan bu model yeni gözlemlerin tahminlenmesinde yeterli bulunmuştur.

Tablo 5.9 Design Expert programı ile bulunan istatiksel analiz sonuçları (kefir için R1)

Standart Sapma(Std. Dev.)	2,49
R-kare(R-Squared)	0,9894
Yeterli Tahminleme(Adeq Precision)	23,523

Design Expert® 6.0 paket programı yardımı ile gerçekleştirilen istatiksel analizler sonucunda en uygun mikrobiyolojik sayım değerini tanımlayan modelin kuadratik model olduğuna karar verilmiştir. Bunun nedeni diğer modellere göre en küçük p değerine sahip olan model kuadratik modeldir.

Yanıt yüzey kuadratik modele ait ANOVA tablosu Tablo 5.10'da verilmiştir. p değerinin 0.05'ten küçük olduğu veriler önem arz etmektedir. Bu durumda A, C, B^2 ve C^2 önem teşkil eden model terimleridir. Kefir için mikrobiyolojik analiz değerlerine ait varyans analizinde modele ait p değeri <0,0001 bulunmuştur ve modelin anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Bağımsız değişkenlerden A (sıcaklık) ve C (katkı maddesi miktarı)'nin yanıt üzerinde kuadratik olarak etkili olduğu anlaşılmıştır ($p<0,05$).

Tablo 5.10 Kefirde mikrobiyolojik sayım değerlerine ilişkin varyans analizi

	Kareler Toplamı	f değeri	p değeri
Model	4046,57	72,27	<0,0001*
AA	200,00	32,15	0,0008
BB	1,13	0,18	0,6834
CC	2278,13	366,17	<0,0001
AB	20,25	3,25	0,1142
AC	2,25	0,36	0,5665
BC	0,00	0,00	1,00
A^2	3,04	0,49	0,5069
B^2	40,46	6,50	0,0381
C^2	1456,67	234,14	<0,0001
Kalıntı	43,55		
Uyum Eksikliği	28,75	2,59	0,1902
Saf Hata	14,80		
Toplam	4090,12		

A: Sıcaklık; B: Karıştırma süresi; C: Katkı maddesi miktarı (*Önemli)

Kefirde mikrobiyolojik sayım sonuçları için oluşturulan regresyon modelindeki değişkenlerin katsayıları Tablo 5.11'de verilmiştir. Yanıt yüzey grafikleri incelendiğinde sıcaklığın (A) ve katkı maddesi miktarının (C) etkili olduğu görülmektedir.

Tablo 5.11 Kefirde mikrobiyolojik sayım sonuçları için oluşturulan modeldeki değişkenlerin katsayıları

Değişkenler	Katsayılar
Sabit	22,80
A	-5,00*
B	-0,38
C	-16,88*
AB	2,25
AC	0,75
BC	0,00
A^2	0,85
B^2	3,10*
C^2	18,60*

A: Sıcaklık; B: Karıştırma süresi; C: Katkı maddesi miktarı

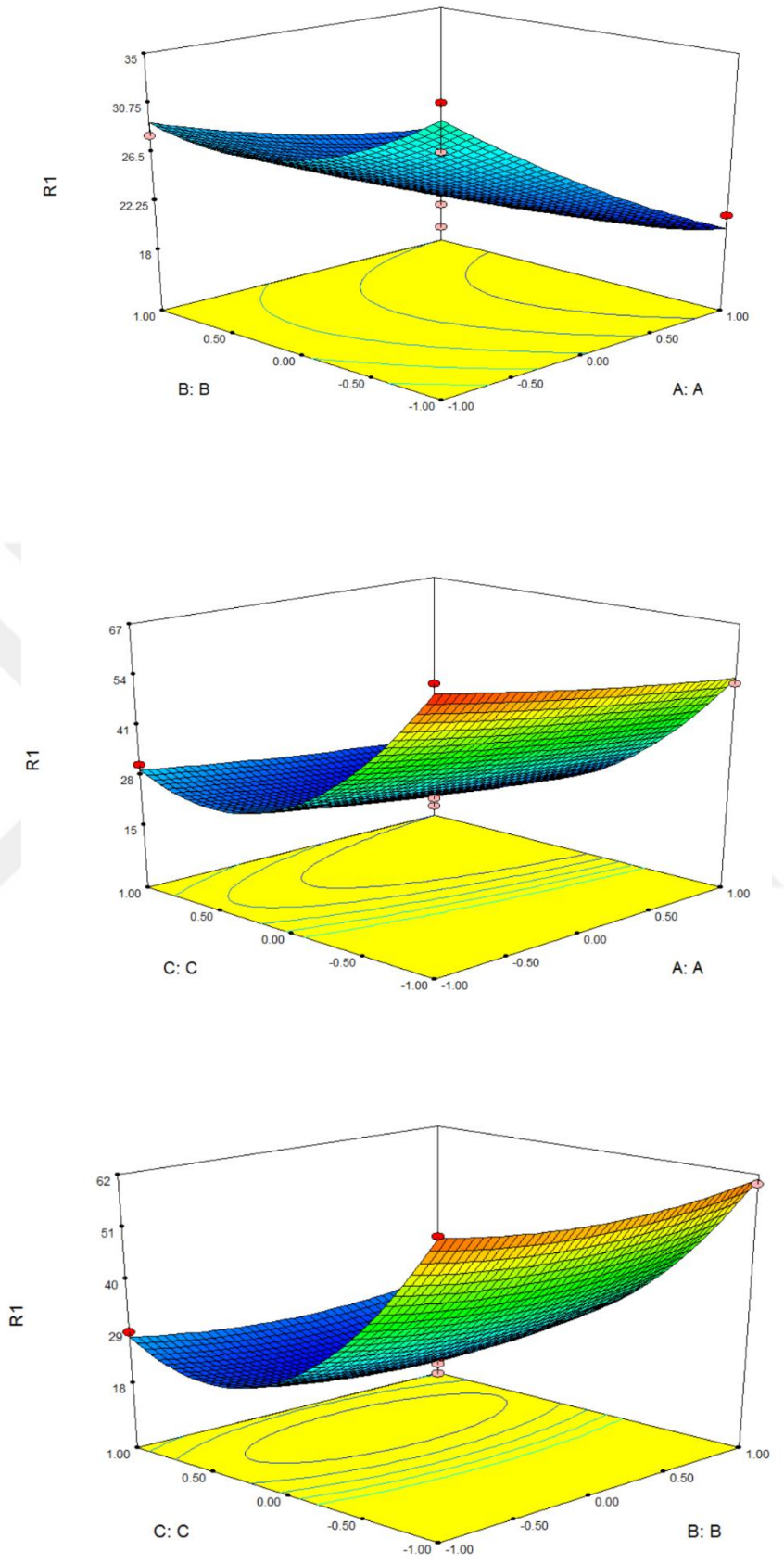
* %5 seviyesinde önemlidir.

Mikrobiyolojik sayım değeri için belirlenmiş kuadratik regresyon modeli aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned}\text{Mikrobiyolojik sayım} = {} & +22{,}80 - (5{,}00 \times \text{Sıcaklık}) - (16{,}88 \times \text{Katkı} \\ & \text{maddesi miktarı}) + (3{,}10 \times \text{Karıştırma süresi} \times \text{Karıştırma süresi}) \\ & + (18{,}60 \times \text{Katkı maddesi miktarı} \times \text{Katkı maddesi miktarı})\end{aligned} \qquad (5.3)$$

Şekil 5.3'te görüldüğü gibi, sıcaklığın artmasıyla kefirde mikrobiyolojik sayım değerlerinin düştüğü gözlenmektedir. Katkı maddesi miktarının artması da kefirde mikrobiyolojik sayım sonuçlarını azaltmıştır.

Sıcaklık, karıştırma süresi ve katkı maddesi miktarının önemli parametreler olduğu görülmektedir.



Şekil 5.3 Kefirin mikrobiyolojik sayım sonuçları için 3D Yanıt Yüzey Grafikleri

5.1.2.2 Kefir için R2 Sonuçları

Modele ait R-kare değeri Tablo 5.12'de gösterildiği üzere 0,8429 olarak bulunmuş olup deneysel verilerdeki değişkenliğin %84,29'unun bu model ile açıklanabildiğini göstermektedir.

4'ten büyük olması istenen yeterli tahminleme (Adequate Precision) değeri ise 7,521 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla uygun bulunan bu model yeni gözlemlerin tahminlenmesinde yeterli bulunmuştur.

Tablo 5.12 Design Expert programı ile bulunan istatiksel analiz sonuçları (kefir için R2)

Standart Sapma(Std. Dev.)	24,39
R-kare(R-Squared)	0,8429
Yeterli Tahminleme(Adeq Precision)	7,521

Design Expert® 6.0 paket programı yardımı ile gerçekleştirilen istatiksel analizler sonucunda en uygun viskozite değerini tanımlayan modelin kuadratik model olduğuna karar verilmiştir. Bunun nedeni diğer modellere göre en küçük p değerine sahip olan model kuadratik modeldir.

Yanıt yüzey kuadratik modele ait ANOVA tablosu Tablo 5.13'te verilmiştir.

p değerinin 0,05'ten küçük olduğu veriler önem arz etmektedir. Bu durumda A, A^2 ve B^2 önem teşkil eden model terimleridir.

Kefir için viskozite değerlerine ait varyans analizinde modele ait p değeri 0,0364 bulunmuştur ve modelin anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Bağımsız değişkenlerin kuadratik etkilerinin viskozite sayım sonuçlarını etkilediği gözlenmiştir. Bağımsız değişkenlerden A (sıcaklık)'nın yanıt üzerinde kuadratik olarak etkili olduğu anlaşılmıştır ($p<0,05$).

Tablo 5.13 Kefirde viskozite değerlerine ilişkin varyans analizi

	Kareler Toplamı	f değeri	p değeri
Model	22352,10	4,17	0,0364*
AA	7350,78	12,35	0,0098
BB	651,60	1,10	0,3301
CC	141,96	0,24	0,6402
AB	1043,29	1,75	0,2270
AC	9,30	0,016	0,9040
BC	2256,25	3,79	0,0925
A^2	4630,53	7,78	0,0269
B^2	5940,81	9,98	0,0159
C^2	817,91	1,37	0,2794
Kalıntı	4165,00		
Uyum Eksikliği	3928,94	22,19	0,0059*
Saf Hata	236,06		
Toplam	26517,10		

A: Sıcaklık; B: Karıştırma süresi; C: Katkı maddesi miktarı (*Önemli)

Kefirde viskozite ölçüm sonuçları için oluşturulan regresyon modelindeki değişkenlerin katsayıları Tablo 5.14'te verilmiştir.

Tablo 5.14 Kefirde viskozite ölçüm sonuçları için oluşturulan modeldeki değişkenlerin katsayıları

Değişkenler	Katsayılar
Sabit	224,40
A	-30,31*
B	9,03
C	4,21
AB	16,15
AC	-1,53
BC	23,75
A^2	-33,16*
B^2	37,56*
C^2	19,94

A: Sıcaklık; B: Karıştırma süresi; C: Katkı maddesi miktarı

* %5 seviyesinde önemlidir.

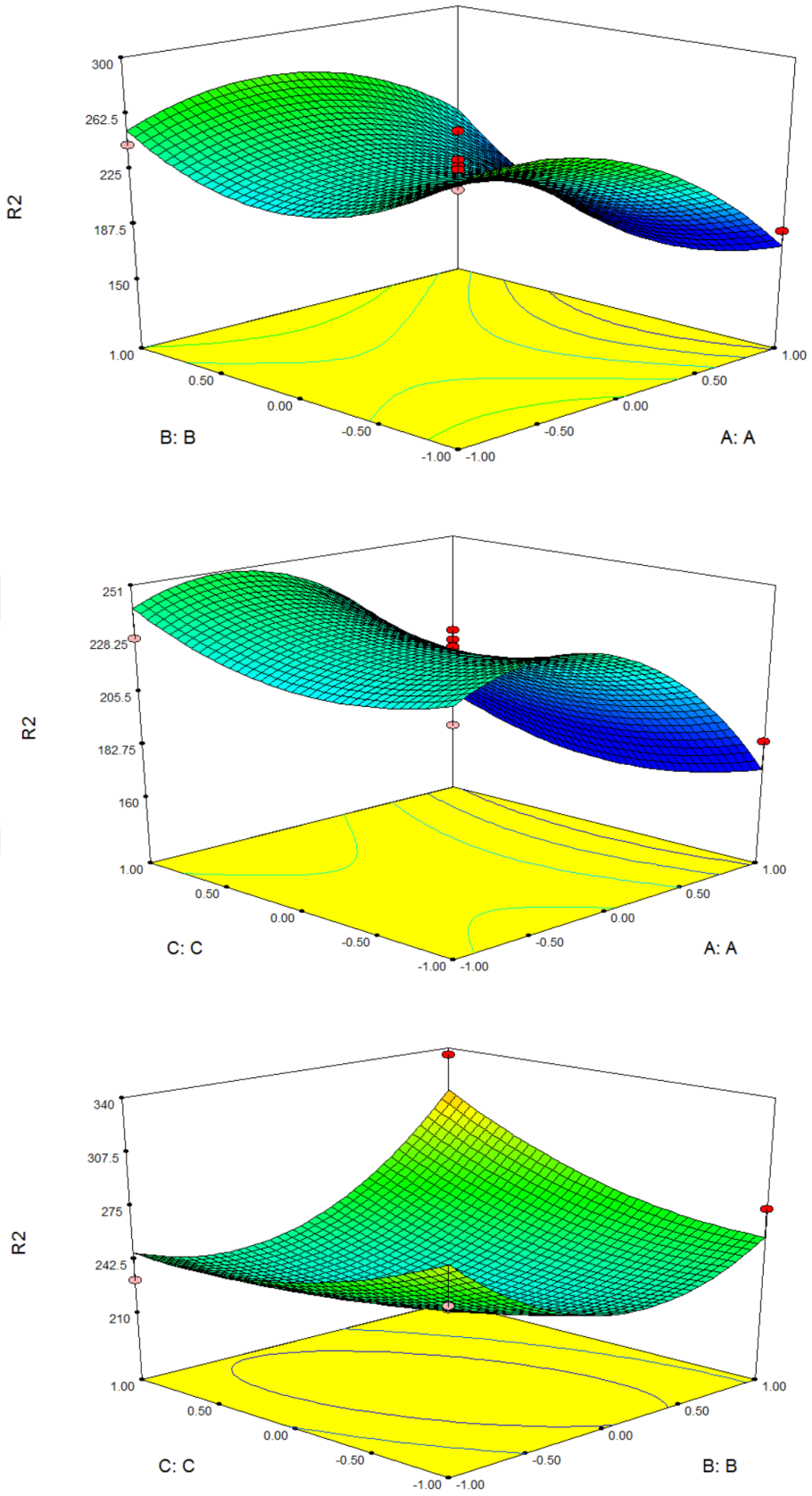
Yanıt yüzey grafikleri incelendiğinde sıcaklığın (A) ve karıştırma süresinin (B) etkili olduğu görülmektedir.

Kefirde viskozite ölçüm sonuçları için belirlenmiş kuadratik regresyon modeli aşağıdaki gibidir:

$$\text{Viskozite değeri} = +224{,}40 - (30{,}31 \times \text{Sıcaklık}) - (33{,}16 \times \text{Sıcaklık} \times \text{Sıcaklık}) - (37{,}56 \times \text{Karıştırma süresi} \times \text{Karıştırma süresi}) \quad (5.4)$$

Şekil 5.4'te görüldüğü gibi, kefirde sıcaklığın artmasıyla viskozite değerlerinin düştüğü gözlenmektedir.

En önemli parametrelerin sıcaklık ve karıştırma süresi olduğu görülmektedir. Ek olarak viskozite değerleri üzerine katkı maddesi miktarının etkisi önemsiz bulunmuştur.



Şekil 5.4 Kefirde viskozite ölçüm sonuçları için 3D Yanıt Yüzey Grafikleri

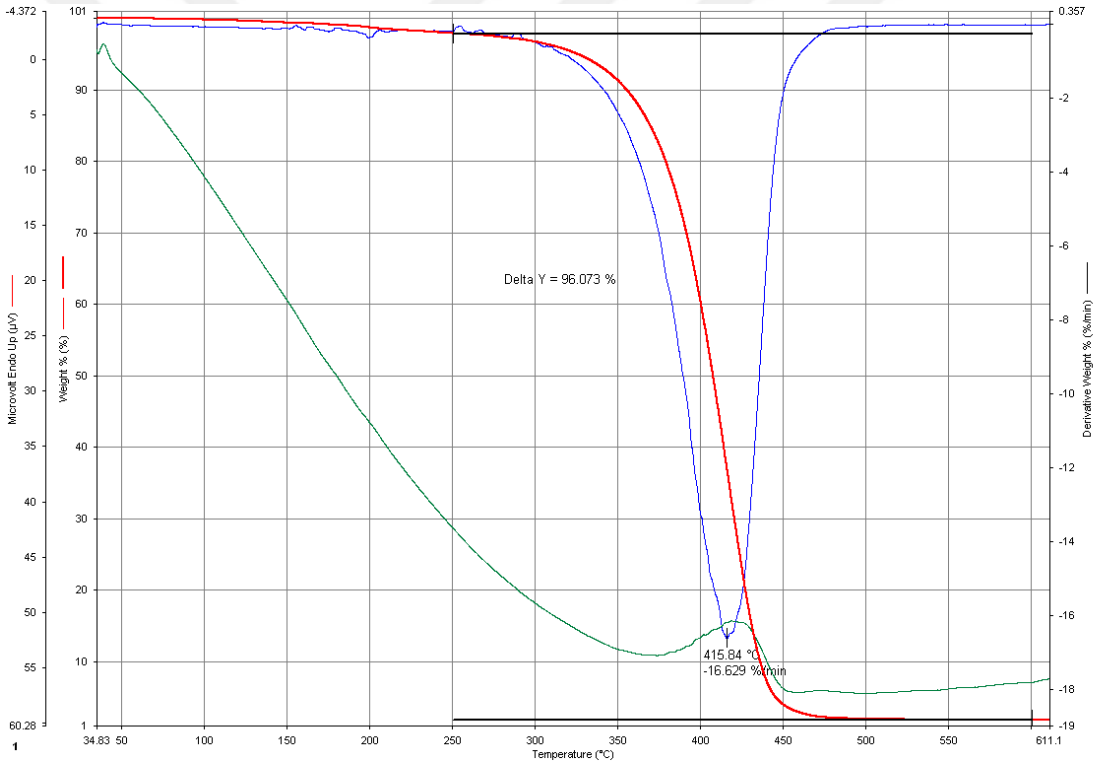
5.2 TG-DTA Sonuçları

SII6000 Exstar TG-DTA 6300 test cihazı kullanılarak süt ve kefir örneklerinin termal davranışları incelenmiştir.

Çiğ süt ve kefir örneklerinin testi 25–800^{0}C sıcaklığı arasında 5^{0}C/dk ısıtma hızında ve nitrojen akışı altında yürütülmüştür. Ağırlık kayıpları sıcaklığın ve zamanın bir fonksiyonu olarak kaydedilmiştir.

5.2.1 Çiğ Süt için TG-DTA Sonuçları

Eşzamanlı TG-DTA kayıtlarının bir örneği, Şekil 5.5'te, kurutulmuş çiğ süt bozunması için 5^{0}C/dk ısıtma hızında gösterilmiştir. DTA kaydına bakıldığında bozunmanın yaklaşık 350-450°C aralığında gerçekleştiği görülmektedir.

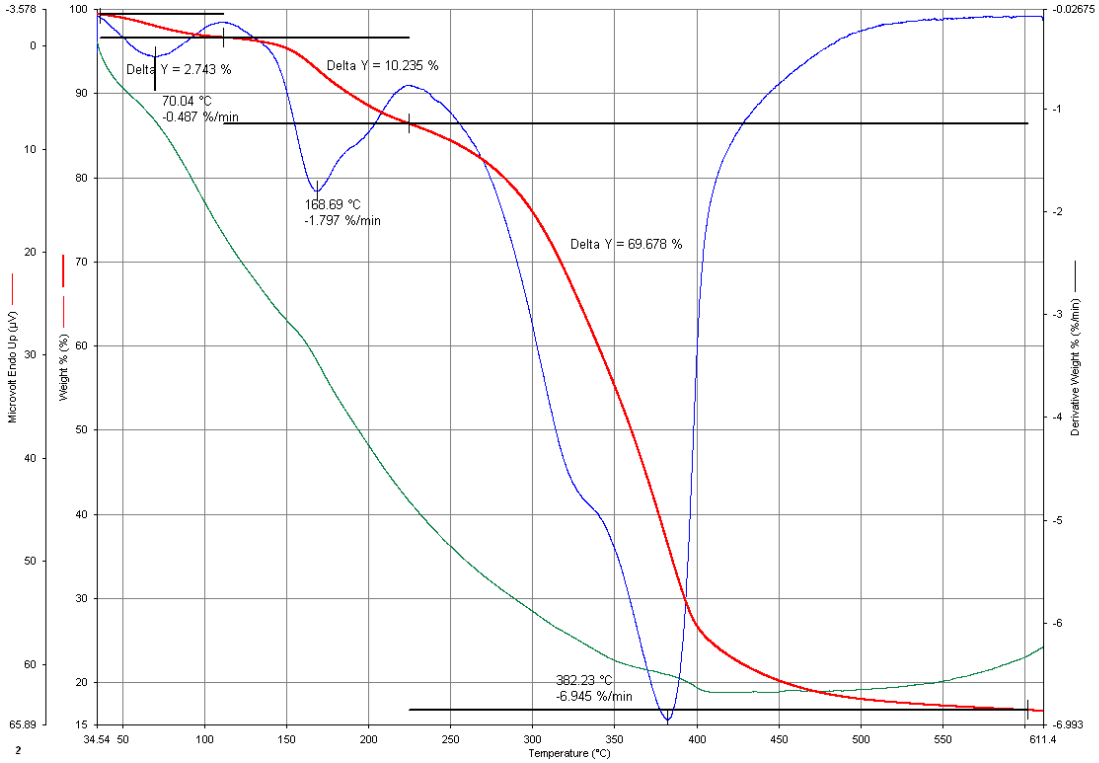


Şekil 5.5 5^{0}C/dk ısıtma hızında ölçülen kurutulmuş çiğ süt örneğinin eşzamanlı TG-DTA sonuçları

Kurutulmuş çiğ sütün TG eğrisinde 100-350^{0}C sıcaklık aralığında yaklaşık %5'lik kütle azalmasına karşılık gelen pik, su kaybına karşılık gelmektedir. 350-475^{0}C sıcaklık aralığında ise yaklaşık %90'lık ağırlık kaybı, sütteki yağ, laktoz vb. yapıların bozunmasını ifade etmektedir.

5.2.2 Kefir için TG-DTA Sonuçları

Eşzamanlı TG-DTA kayıtlarının bir örneği, Şekil 5.6'da, kurutulmuş kefir bozunması için 5^0C/dk ısıtma hızında gösterilmiştir. DTA kaydına bakıldığında bozunmanın yaklaşık 250-450^{0}C aralığında gerçekleştiği görülmektedir.

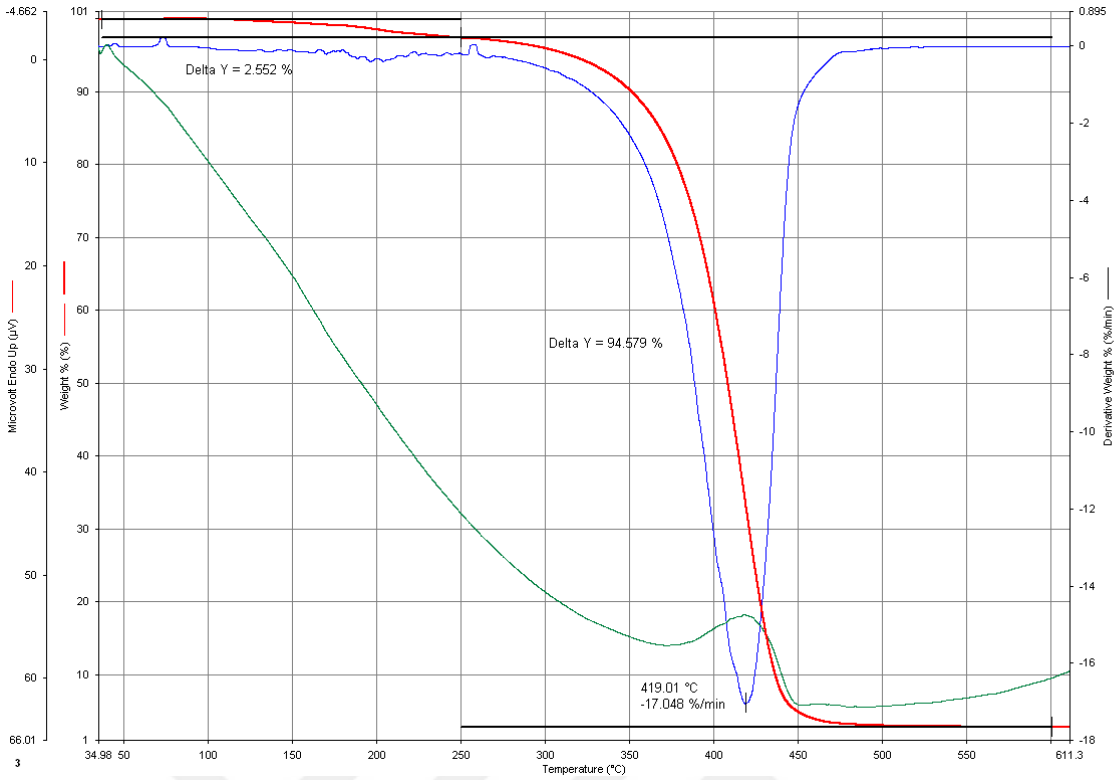


Şekil 5.6 5°C/dk ısıtma hızında ölçülen kurutulmuş kefir örneğinin eşzamanlı TG-DTA sonuçları

70-225^{0}C arasında, bozunmanın çok aşamalı bir işlem olduğunu gösteren iki ekzotermik pik görülmektedir. Yaklaşık %83'lük ağırlık kaybı, kefirdeki yağ, protein vb. yapıların bozunmasını ifade etmektedir.

5.2.3 Katkılı Çiğ Süt için TG-DTA Sonuçları

Eşzamanlı TG-DTA kayıtlarının bir örneği, Şekil 5.7'de, kurutulmuş katkılı çiğ süt bozunması için 5^0C/dk ısıtma hızında gösterilmiştir. DTA kaydına bakıldığında bozunmanın yaklaşık 300-450^{0}C aralığında gerçekleştiği görülmektedir.

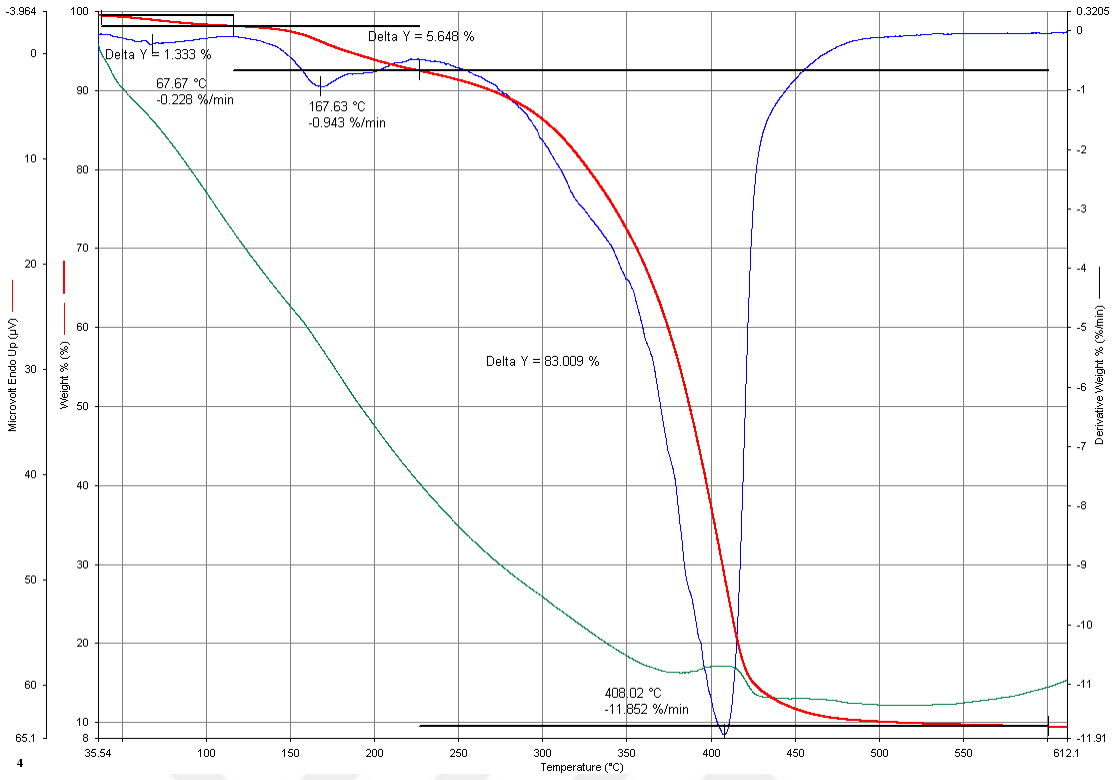


Şekil 5.7 5^0C/dk ısıtma hızında ölçülen kurutulmuş katkılı çiğ süt örneğinin eşzamanlı TG-DTA sonuçları

Yaklaşık %95'lik ağırlık kaybı, katkılı sütteki yağ, laktoz vb. yapıların bozunmasını ifade etmektedir.

5.2.4 Katkılı Kefir için TG-DTA Sonuçları

Eşzamanlı TG-DTA kayıtlarının bir örneği, Şekil 5.8'de, kurutulmuş katkılı kefir tozu bozunması için 5^0C/dk ısıtma hızında gösterilmiştir. DTA kaydına bakıldığında bozunmasının yaklaşık 300-460^0C aralığında gerçekleştiği görülmektedir. Yaklaşık %90'lık ağırlık kaybı, katkılı kefirdeki yağ, protein vb. yapıların bozunmasını ifade etmektedir.



Şekil 5.8 5^0C/dk ısıtma hızında ölçülen kurutulmuş katkılı kefir örneğinin eşzamanlı TG-DTA sonuçları

6
SONUÇ ve ÖNERİLER

Design Expert programı ile yapılan optimizasyon çalışması sonucunda çiğ süt ve kefir için mikrobiyolojik sayım ve viskozite değerlerinin sonuçları incelenmiştir. Ayrıca; oluşan duyusal farklılıkları belirlemek için katkı maddesi ilave edilmiş kefire ve kontrol ürününe duyusal test yapılmıştır. Ek olarak TG-DTA yöntemiyle kefirin, çiğ sütün, katkı maddesi ilave edilmiş kefirin ve katkı maddesi ilave edilmiş çiğ sütün termal davranışları ve eş zamanlı ağırlık kayıpları incelenmiştir.

Çiğ süt için mikrobiyolojik sayım sonucunda optimum değerler; 40^0C'de, 150mg/kg katkı maddesi miktarı ve 5 dakika karıştırma süresi ile 64, 68 bakteri sayımı olarak bulunmuştur. Aynı şekilde, viskozite ölçümünde optimum değerler; 20^0C'de, 75 mg/kg katkı maddesi miktarı ve 5 dakika karıştırma süresi ile 1,96781 mPa.s olarak bulunmuştur.

Kefir için mikrobiyolojik sayım sonucunda optimum değerler; 20^0C'de, 75 mg/kg katkı maddesi miktarı ve 10 dakika karıştırma süresi ile 22,8 bakteri sayımı olarak bulunmuştur. Aynı şekilde, viskozite ölçümünde optimum değerler; 20^0C'de, 75 mg/kg katkı maddesi miktarı ve 10 dakika karıştırma süresi ile 224,4 mPa.s olarak bulunmuştur.

Gerçekleştirilen mikrobiyolojik analiz sonucunda katkı maddesi ilave edilen kefir ve çiğ sütün bozunma sürelerinin, katkı maddesi ilave edilmemiş kefir ve çiğ süte göre arttığı gözlenmiştir. Katkı maddeli çiğ süt ve kefirde üreyen bakteri sayısının daha az olduğu belirlenmiştir. Böylelikle doğal antioksidan olan üzüm çekirdeği tozunun süt ve süt ürünlerinin raf ömrünü uzattığı yorumu yapılabilmektedir.

Katkı maddesi ilave edilmiş kefire duyusal testler yapılmıştır. Panelistlerce yapılan değerlendirmenin sonucunda katkı maddeli kefir ve katkı maddesi içermeyen kefir arasında belirgin bir fark olmadığı rapor edilmiştir. Gıda ürünü tüketici tarafından beğenilir ve talep görürse, ürün ile ilgili geri dönüşler olumlu olacaktır. Dolayısıyla

katkı maddesi içeren kefirin tüketiciler tarafından rahatlıkla tercih edilebileceği kanaatine varılmıştır.

Çiğ süte, katkı maddesi içeren çiğ süte, kefire ve katkı maddesi içeren kefire yapılan TG-DTA eş zamanlı analizinde; katkısız çiğ sütte bozunma sıcaklığı 415^0C iken katkılı çiğ sütte bozunma sıcaklığının 419^0C'ye yükseldiği görülmektedir. Katkısız kefirde bozunma sıcaklığı 382^0C iken katkılı kefir örneğinde bozunma sıcaklığının 408^0C'ye yükseldiği görülmektedir. Bu sonuçlar, elde edilen mikrobiyolojik analiz sonuçlarını raf ömrünü uzatması açısından bakıldığında desteklemektedir.

Bu çalışmanın devamı olarak farklı süt ürünlerinde katkı maddesi miktarı, katkı maddesi çeşidi, optimizasyon metodu gibi değişkenler çeşitlendirilerek çalışmaların devamının sağlanabileceği ve gelecekteki çalışmalara ışık tutabileceği ön görülmektedir.

KAYNAKÇA

[1] E. Baladura ve B. Şimşek, "Doğal antioksidanlar ve süt ve süt ürünlerinde kullanımı," U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2013, Cilt 27, Sayı 2, 155-162.

[2] S. Sharabi, Z. Okun ve A. Shpigelman, "Changes in the shelf life stability of riboflavin, vitamin C and antioxidant properties of milk after (ultra) high pressure homogenization: Direct and indirect effects," Innovative Food Science & Emerging Technologies, Cilt 47, Sayfa 161-169, Haziran 2018.

[3] S. Kabakçı, "Antosiyaninlerce zengin meyve ve sebze suyu eklenmiş kefirlerin özelliklerinim belirlenmesi ve kefir kültürü ile siyah havuç suyundan fermente içecek üretimi,'' Ankara Üniversitesi, 2019.

[4] R. Ünal ve T.Besler, "Beslenmede sütün önemi,'' Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, 2008.

[5] A. Varnam, "Milk and milk products: Technology, chemistry and microbiology," Springer Science & Business Media, 451, 2012.

[6] H. Singh ve R.J. Bennett, "Milk and milk processing. Dairy microbiology handbook," 1–38.

[7] E. Farnworth, "Kefir – a complex probiotic," Food Science & Technology Bulletin Functional Foods 2, Food Research and Development Center, Kanada, 2006.

[8] L. A. P. Alcântara, R. da C. I. Fontan, R.F.C. Bonomo, J.R. Souza, V.S. Sampaio ve R.G. Pereira,"Density and dynamic viscosity of bovine milk affect by temperature and composition," International Journal of Food Engineering, 2012.

[9] M. Siddique, M. Khan, M. Zinnah, M. Rashid, M. Islam ve K. Choudhury, "Physical and microbial qualities of raw milk collected from Bangladesh Agricultural University dairy farm and the surrounding villages," Bangladesh Journal of Veterinary Medicine, 2009.

[10] V. Kumbár, "Viscosity and analytical differences between raw milk and UHT milk of Czech cows," Mendel Üniversitesi, Brno, Çek Cumhuriyeti, 2005.

[11] R. Fernandes (Ed.), Microbiology Handbook Dairy Products, MEDTECH,2017.

[12] S. Otles, "Kefir: A probiotic dairy-composition, nutritional and therapeutic aspects," Gıda Mühendisliği, Ege Üniversitesi, Bornova - İzmir, 2003.

[13] E. Simova, "Lactic acid bacteria and yeasts in kefir grains and kefir made from them," Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, Cilt 28, 1–6, 2002.

[14] A. Dinç, "Kefirin bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi," Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2008.

[15] Ö. Özdestan, "Biogenic amine content of kefir: a fermented dairy product," European Food Research and Technology, Cilt 231, 101–107, 2010.

[16] A. M. de O. Leite, M. A. L. Miguel, R.S. Peixoto, A.S. Rosado, J. T. Silva ve V. M. F. Paschoalin, "Microbiological, technological and therapeutic properties of kefir: a natural probiotic beverage," Brazilian Journal of Microbiology, 44(2), 341–349, 2013.

[17] P. Vasavada, "Rapid methods and automation in dairy microbiology1," Journal of Dairy Science, Cilt 76, Sayfa 3101-3113, 1993.

[18] D. Reinemann, "Troubleshooting high bacteria counts in farm milk," Resources Milk Money, 3-100, 2005.

[19] L. Quigley, O. O'Sullivan, C. Stanton, T. P. Beresford, R. P. Ross, G. F. Fitzgerald ve P. D. Cotter, "The complex microbiota of raw milk," Teagasc Moorepark Food Research Centre, İrlanda, 2013.

[20] I. Vujivic, M. Vulic ve T. Konyves, "Assimilation of cholesterol in milk by kefir cultures," Biotechnol Lett 14:847–850, 1992.

[21] G. L. Garrote, A. G. Abraham ve G. L. De Antoni, "Chemical and microbiological characterisation of kefir grains," Journal of Dairy Research, 68(04), 2001.

[22] K. L. Rodrigues, L. R. G. Caputo, J. C. T. Carvalho, J. Evangelista, ve J. M. Schneedorf, "Antimicrobial and healing activity of kefir and kefiran extract," International Journal of Antimicrobial Agents, 25(5), 404–408, 2005.

[23] Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt Ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği, http://www.istanbulsaglik.gov.tr/w/mev/mev_tebl/tebl_temel_saglik/cig_sut.pdf , 25.12.2019.

[24] Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği, https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/02/20090216-8.htm, 2.9.2019.

[25] J. R. Liu, M. J. Chen ve C. W. Lin, "Antimutagenic and antioxidant properties of milk–kefir and soymilk–kefir," Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(7), 2005.

[26] M. Mielnik, E. Olsen, G. Vogt, D. Adeline ve G. Skrede, "Grape seed extract as antioxidant in cooked, cold stored turkey meat," LWT - Food Science and Technology, 39(3), 191–198, 2006.

[27] G.K. Jayaprakasha, T. Selvi ve K. K. Sakariah, "Antibacterial and antioxidant activities of grape (Vitis vinifera) seed extracts," Food Research International, 36(2), 117–122, 2003.

[28] H. Li, X. Wang, P. Li, Y. Li ve H. Wang, "Comparative study of antioxidant activity of grape (vitis vinifera) seed powder assessed by different methods", Journal of Food and Drug Analysis, Cilt 16, Numara 6, 2008.

[29] C. Negro, L. Tommasi ve A. Miceli, "Phenolic compounds and antioxidant activity from red grape marc extracts," Bioresource Technology, Cilt 87, 41-44, Mart 2003.

[30] M. Pehlivan, "Synthesis of aluminium oxide nanoparticles and iron based magnetic aluminium oxide nanocomposites by solution combustion method and applications," Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2018.

[31] B. Gürel, "Yeni bir ürün: Tavuk rulo üretiminin yanıt yüzey yöntemiyle (RSM) optimizasyonu," Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Gıda Teknolojisi Bilim Dalı, Manisa, 2018.

[32] B. Koç ve F. Kaymak-Ertekin, "Yanıt yüzey yöntemi ve gıda işleme uygulamaları," Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir, 2009.

[33] Design Expert 2002. Version 6.0.4 by Stat-Ease, inc., MN, USA.

[34] O. Okur, "Peynir altı atık suyundan etil alkol üretilmesinin modellenmesi," Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 2006.

[35] V. Chouchouli, N. Kalogeropoulos, S. J. Konteles, E. Karvela, D. P. Makris ve V. T. Karathanos, "Fortification of yoghurts with grape (Vitis vinifera) seed extracts," LWT - Food Science and Technology, Atina, 2012.

[36] R. Siwach, J. Tokas ve R. Seth, "Use of lycopene as a natural antioxidant in extending the shelf-life of anhydrous cow milk fat," Food Chemistry, Hindistan, 2015.

[37] G. Altın, "Fortification of ayran (drinking yoghurt) with encapsulated cocoa hull waste extract by nano-liposomal sytems, shelf life and bioaccessibility studies," İstanbul Teknik Üniversitesi, 2016.

[38] A. Sofu ve F. Y. Ekinci, "Estimation of storage time of yogurt with artificial neural network modeling," Süleyman Demirel Üniversitesi, Gıda Mühendisliği, Isparta, 2007.

[39] C. Caleja, L. Barros, A. L. Antonio, M. Carocho, M. B. P. P. Oliveira ve I. C. F. R. Ferreira, "Fortification of yogurts with different antioxidant preservatives: A comparative study between natural and synthetic additives, " Food Chemistry, 2016.

[40] M. Karaaslan, M. Ozden, H. Vardin ve H. Turkoglu, "Phenolic fortification of yogurt using grape and callus extracts," LWT - Food Science and Technology, Cilt 44, Sayfa 1065-1072, 2011.

[41] M.Bertolino, S.Belviso, B.Dal Bello, D.Ghirardello, M.Giordano, L.Rolle ve V.Gerbi, "Influence of the addition of different hazelnut skins on the physicochemical, antioxidant, polyphenol and sensory properties of yogurt, " LWT – Food Sci Tech, 2015.

[42] Z. Rehman ve A. M. Salariya, "Effect of synthetic antioxidants on storage stability of Khoa – a semi-solid concentrated milk product," Food Chemistry, Sayfa 122-125, 2006.

[43] M. M. El-Said, H.F.Haggag, H. M. F. El-Din, A.S.Gad ve A. M. Farahat, "Antioxidant activities and physical properties of stirred yoghurt fortified with pomegranate peel extracts," Annals of Agricultural Sciences, Cilt 59, Sayfa 207-212, 2014.

[44] A. O'Sullivan, M. N. O'Grady, Y. O'Callaghan, T. Smyth, N. M. O'Brien ve J. Kerry, "Seaweed extracts as potential functional ıngredients in yogurt," Innovative Food Science & Emerging Technologies, Cilt 37, 2016.

[45] M. Oussalah, S.Caillet, S. Salmiéri, L. Saucier ve M. Lacroix, "Antimicrobial and antioxidant effects of milk protein-based film containing essential oils for the preservation of whole beef muscle," Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2004.

[46] F. A. Fiorda, G. V. M. Pereira, V. Thomaz-Soccol, A. P. Medeiros, S. K. Rakshit ve C. R. Soccol, "Development of kefir-based probiotic beverages with DNA protection and antioxidant activities using soybean hydrolyzed extract, colostrum and honey," LWT - Food Science and Technology, Cilt 68, Sayfa 690-697, 2016.

[47] V. Lagouri, D. Georgia ve A. Kouvatsi, "Effects of greek pomegranate extracts in the antioxidant properties and storage stability of kefir," Current Bioactive Compounds, Cilt 15, Numara 4, 437-441(5), 2019.

[48] Gıda Katkıları, http://www.fao.org/gsfaonline/additives/details.html?id=109 , 25.12.2019.

[49] Duyusal Test Teknikleri, Gıda Teknolojileri, MEB, Ankara, 2002.

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

İletişim Bilgisi: tugbaelifcirak@hotmail.com

Konferans Bildirileri

1. T. E. Çırak ve N. Acaralı, "Çiğ sütün raf ömrünü etkileyen parametrelerin belirlenmesi ve optimizasyonu," 31. Ulusal Kimya Kongresi, İstanbul, Türkiye, 10-13 Eylül 2019, ss.291.

2. T. E. Çırak ve N. Acaralı, "Üzüm çekirdeği tozu içeren kefirin mikrobiyolojik bozunması üzerine bir araştırma," 31. Ulusal Kimya Kongresi, İstanbul, Türkiye, 10-13 Eylül 2019, ss.292.