

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**MİKROBİYAL TRANSGLUTAMİNAZIN DEVE VE İNEK
SÜTÜ KARIŞIMINDAN KEFİR ÜRETİMİNDE KULLANIMI
VE BU ENZİMİN KEFİRİN BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Selin AKBULUT TOPEL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Selda BULCA

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından MF 20009 proje numarası ile desteklenmiştir.

AYDIN-2022

KABUL VE ONAY

T.C. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Yüksek Lisans Programı öğrencisi Selin AKBULUT TOPEL tarafından hazırlanan “MİKROBİYAL TRANSGLUTAMİNAZIN DEVE VE İNEK SÜTÜ KARIŞIMINDAN KEFİR ÜRETİMİNDE KULLANIMI VE BU ENZİMİN KEFİRİN BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI” başlıklı tez, aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi 11/02/2022

Üye (T.D.): Dr. Öğr. Üyesi Selda BULCA Aydın Adnan Menderes Üniversitesi
Üye: Doç. Dr. Aslı YORULMAZ Aydın Adnan Menderes Üniversitesi
Üye: Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU İnönü Üniversitesi

ONAY:

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Fen Bilimleri Enstitüsünün tarih ve sayılı oturumunda alınan numaralı Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Gönül AYDIN

TEŞEKKÜRLER

Yüksek lisans tez çalışmam süresince bana yol gösteren, tecrübesi ve önerileri ile bana her zaman her türlü konuda destek olan, bilgi ve görüşlerini esirgemeyen danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Selda BULCA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımnda her aşamada yardımlarını esirgemeyen, Öğr. Gör. Mehmet ÇELEBİ'ye; SDS-PAGE analizlerinde Öğr. Gör. Mürüvvet ABBAK'a; protein analizlerinde destek olan Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Bölümündeki hocalarıma ve Araş. Gör. Cemil ŞAHİNER'e; Prof. Dr. Ferit ÇOBANOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Tezimi, MF-20009 proje numarası ile maddi olarak destekleyen Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans yapmamda beni destekleyen Köşk İlçe Tarım ve Orman Müdürüm Bülent GÜNER'e ve mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Bütün hayatım boyunca, başarılarımla beraber, her türlü zor zamanlarıma da ortak olan annem ve babam Aysel-Selahattin AKBULUT'a, ablam Dr. Öğr. Üyesi Işıl AKBULUT GÖK'e, bana maddi-manevi her konuda destek oldukları ve güvendikleri için sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca sevgili eşim Hakan TOPEL'e bütün stresli zamanlarımda anlayış gösterdiği ve beni her zaman desteklediği için teşekkür ederim. Senin desteğin olmasaydı yapamazdım.

Selin AKBULUT TOPEL

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY.....	i
TEŞEKKÜRLER.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
2.1. Deve Sütü.....	4
2.2. Kefir.....	6
2.3. Mikrobiyal Transglutaminaz Enzimi.....	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	9
3.1. Materyal.....	9
3.1.1. Çiğ Deve ve İnek Sütü.....	9
3.1.2. Starter Kültür.....	9
3.1.3. Mikrobiyal Transglutaminaz Enzimi.....	9
3.1.4. Kullanılan Kimyasallar.....	9
3.2. Yöntem.....	10
3.2.1. Deve ve İnek Sütünün Fizikokimyasal Analizleri.....	10
3.2.1.1. Kuru Madde Tayini.....	10
3.2.2.2. Kül Tayini.....	10
3.2.1.3. Yağ Tayini.....	11

3.2.1.4. Protein Analizi.....	11
3.2.2. Kefir Üretimi.....	12
3.2.3. Kefirde pH Tayini.....	16
3.2.4. Kefirde Soxhlet Henkel (SH) ve Laktik Asit Tayini.....	16
3.2.5. Kefirde Viskozite Ölçümü.....	16
3.2.6. Depolama Analizleri	17
3.2.6.1. Serum Ayrılması.....	17
3.2.6.2. Su Tutma Kapasitesi.....	17
3.2.7. SDS-PAGE Analizi.....	17
3.2.8. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi.....	19
3.2.9. Uçucu Bileşenlerin Analizi.....	19
3.2.10. Duyusal Analiz.....	20
3.2.11. İstatistiksel Analiz.....	21
4. BULGULAR.....	22
4.1. Çiğ Sütlerin Kimyasal Analiz Sonuçları.....	22
4.2. Farklı Oranlarda Deve: İnek Sütü Karışımlarından Üretilen mTGaz Enzimi İlavesiz Kefirin pH, SH, % Laktik Asit Sonuçları.....	23
4.3. Yanıt Yüzey Metoduna Göre Üretilen Kefirlerin % Laktik Asit, Viskozite, SH ve pH Değeri Sonuçları.....	27
4.3.1. %80 Deve Sütü %20 İnek Sütü Karışımıyla üretilen Kefirlerin pH, SH, % laktik asit ve rölatif viskozite verilerinin Yanıt Yüzey Metoduyla Analiz Edilmesi.....	27
4.3.1.1. pH Değeri	28
4.3.1.2. SH Değeri.....	30
4.3.1.3. Laktik Asit Değeri.....	32
4.3.1.4. Rölatif Viskozite Değeri.....	34
4.3.2. %70 Deve Sütü %30 İnek Sütü Karışımıyla üretilen Kefirlerin pH, SH, % laktik asit ve rölatif viskozite verilerinin Yanıt Yüzey Metoduyla Analiz Edilmesi.....	36

4.3.2.1. pH Değeri.....	36
4.3.2.2. SH Değeri.....	39
4.3.2.3. %Laktik Asit Değeri.....	41
4.3.2.4. Rölatif Viskozite Değeri.....	43
4.4. mTGaz Enzimli %70 Deve: %30 İnek ve %80 Deve: %20 İnek Sütü Karışımından Üretilen Kefirlerden % Laktik Asit, Rölatif Viskozite, SH ve pH Değeri Verilerine Göre Belirlenen Kefirlerin Saptanması.....	45
4.5. SDS-PAGE Analizi Sonuçları.....	47
4.6. Depolama Analizleri Sonuçları.....	50
4.7. Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) Analizi Sonuçları.....	53
4.8. Uçucu Bileşenlerin Analiz Sonuçları.....	56
4.9. Duyusal Analiz Sonuçları.....	58
5. TARTIŞMA	59
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	63
KAYNAKLAR	65
EKLER.....	73
EK-1.....	73
EK-2.....	77
EK-3.....	79
BİLİMSEL ETİK BEYANI.....	81
ÖZ GEÇMİŞ	82

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

α	: Alfa
ADÜ	: Aydın Adnan Menderes Üniversitesi
β	: Beta
κ	: Kapa
mTGaz	: Mikrobiyal Transglutaminaz
KO	: Kareler Ortalaması
KT	: Kareler Toplamı
P	: Anlamlılık Değeri
PG	: Fas Sakızı
SD	: Serbestlik Derecesi
SDS PAGE	: Sodyum Dodesil Sülfat-Poliakrilamid Jel Elektroforez
SEM	: Taramalı Elektron Mikroskobu
STK	: Su Tutma Kapasitesi
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
U	: Birim
YYM	: Yanıt Yüzey Metodu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Deve ve inek sütü karışımlarının kefir üretimi için uygunluğunun taranması.....	13
Şekil 3.2. Deve ve inek sütünden transglutaminaz ilaveli kefir üretim akış şeması.....	14
Şekil 4.1. Starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun oranlarının kefirlerdeki pH değeri üzerindeki etkisi	29
Şekil 4.2. Starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun oranlarının kefirlerdeki SH değeri üzerindeki etkisi.....	31
Şekil 4.3. Starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun oranlarının kefirlerdeki % laktik asit değeri üzerindeki etkisi.....	33
Şekil 4.4. Starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun oranlarının kefirlerdeki rölatif viskozite değerleri üzerindeki etkileri.....	35
Şekil 4.5. Starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun oranlarının kefirlerdeki pH değerleri üzerindeki etkisi	38
Şekil 4.6. Starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun oranlarının kefirlerdeki SH değerleri üzerindeki etkisi.....	40
Şekil 4.7. Starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun oranlarının kefirlerdeki %laktik asit değerleri üzerindeki etkisi	42
Şekil 4.8. Starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun oranlarının kefirlerdeki rölatif viskozite değerleri üzerindeki etkisi	44
Şekil 4.9. Protein işaretleyici (M) kullanılarak α , β , κ -kazein standartlarının moleküler ağırlık seviyelerinin SDS-PAGE analiziyle saptanması.....	47
Şekil 4.10. SDS-PAGE analizinde kullanılan protein işaretleyici marker, α , β , κ - kazein standartları ve analiz sonucu oluşan bant yoğunlukları.....	48
Şekil 4.11. Seçilen 6 kefir örneğinin SEM analizi görüntüleri.....	54

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Yanıt yüzey yöntemiyle %70 deve sütü: %30 inek sütü ve %80 deve sütü: %20 inek sütü karışımlarında mTGaz konsantrasyonunun 0-6 U/g protein ve kefir starter kültürünü %0-0,2 oranında varyasyona tabi tutarak deneme deseniyle kefir üretimi.....	15
Çizelge 3.2. Aroma bileşen analizi uygulama şartları.....	20
Çizelge 4.1. Çiğ deve ve inek sütlerinin kimyasal bileşimi ve pH değerleri.....	22
Çizelge 4.2. Karışım sütlerinden üretilen kefirlerin pH, SH ve %laktik asit değerleri.....	23
Çizelge 4.3. Karışım sütlerinden üretilen kefirlerin görünür ve rölatif viskozite değerleri.....	25
Çizelge 4.4. Ticari kefir örneklerinin görünür viskozite değerleri.....	26
Çizelge 4.5. %80 deve sütü ve %20 inek sütü karışımlarından üretilen kefirlerde starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun kefirlerdeki pH değeri üzerindeki etkilere ait varyans analizi sonuçları.....	28
Çizelge 4.6. %80 deve sütü ve %20 inek sütü karışımından üretilen kefirlerde starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun kefirlerdeki SH değeri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları.....	30
Çizelge 4.7. %80 deve sütü ve %20 inek sütü karışımından üretilen kefirlerde starter kültür ve mTGaz enzim konsantrasyonunun kefirlerdeki %laktik asit değeri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	32
Çizelge 4.8. %80 deve sütü ve %20 inek sütü karışımından üretilen kefirlerde starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun kefirlerdeki rölatif viskozite değeri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları.....	34
Çizelge 4.9. %70 deve sütü ve %30 inek sütü karışımından üretilen kefirlerde starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun kefirlerdeki pH değeri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları.....	37
Çizelge 4.10. %70 deve sütü ve %30 inek sütü karışımından üretilen kefirlerde starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun kefirlerdeki SH değeri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları.....	39

Çizelge 4.11. %70 deve sütü ve %30 inek sütü karışımından üretilen kefirlerde starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun kefirlerdeki %laktik asit değeri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları.....	41
Çizelge 4.12. %70 deve sütü ve %30 inek sütü karışımından üretilen kefirlerde starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun kefirlerdeki %laktik asit değeri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları.....	43
Çizelge 4.13. Deneme desenine göre belirlenen kefir grupları.....	45
Çizelge 4.14. Deneme desenine göre belirlenen kefir gruplarının pH, SH, %laktik asit ve rölatif viskozite sonuçları.....	46
Çizelge 4.15. Deneme desenine göre belirlenen kefir örnekleride depolama sırasındaki değişimler.....	52
Çizelge 4.16. Kefir örneklerinde uçucu bileşen miktarları.....	57
Çizelge 4.17. Kefirlerin görünüş, koku ve tat -aroma puanlarının ortalaması.....	58

ÖZET

MİKROBİYAL TRANSGLUTAMİNAZIN DEVE VE İNEK SÜTÜ KARIŞIMINDAN KEFİR ÜRETİMİNDE KULLANIMI VE BU ENZİMİN KEFİRİN BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Akbulut Topel S. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 2022.

Amaç: Gerek terapötik açıdan gerekse önemli bir protein kaynağı olmasından dolayı besleyici öneme sahip deve sütünün inek sütüne göre serum proteini ve kazein oranlarının ile protein profilinin farklı olması bu sütün fermente süt ürünlerine işlenebilmesinde zorluklar yaratmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada deve sütünün inek sütüyle karıştırılarak kefir üretiminde kullanımı hedeflenmiştir. Ayrıca çalışmada istenilen viskozitede kefir üretimini sağlamak amacıyla mikrobiyal transglutaminaz enzimi kullanımının etkisi araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem: Çalışmada çiğ deve ve inek sütlerine fiziksel ve kimyasal analizler uygulanarak deve ve inek sütlerinin %80 : %20 ve %70 : %30 olduğu karışımlar kefir üretimi için seçilmiş olup yanıt yüzey metoduyla kefir starter kültür oranı ile mTGaz konsantrasyonu varyasyona tabi tutulmuştur. Denemeler sonucunda en yüksek viskoziteye sahip starter kültür ve enzim konsantrasyonlarından 4 farklı kefir üretimi yapılmış ve mTGaz ilave edilmeden üretilmiş 2 kefir örneğiyle sodyum dodesil sülfat-poliakrilamid jel elektroforezi, depolama analizleri, mikroyapı, uçucu bileşenler ve duyuşal açıdan karşılaştırılmıştır.

Bulgular: Üretim için seçtiğimiz 6 adet kefir örneğinin 24 saatlik inkübasyon sonunda relatif viskoziteleri; %70 deve sütü %30 inek sütü %0,2 starter kültür 3 U/g protein mTGaz ilaveli örnekte 33,60; %70 deve sütü %30 inek sütü %0,17 starter kültür 5,12 U/g protein mTGaz ilaveli örnekte 66,21; %70 deve sütü %30 inek sütü %0,1 starter kültür 0 U/g protein mTGaz ilaveli örnekte 1,85; %80 deve sütü %20 inek sütü %0,2 starter kültür 3 U/g protein mTGaz ilaveli örnekte 31,25; %80 deve sütü %20 inek sütü %0,17 starter kültür 5,12 U/g protein mTGaz ilaveli örnekte 26,30; %80 deve sütü %20 inek sütü %0,1 starter kültür 0 U/g protein mTGaz ilaveli örnekte ise 2,68 olmuştur. mTGaz ilavesiyle üretilen kefir örneklerinde sodyum dodesil sülfat-poliakrilamid jel elektroforezi analizi sonucunda, mTGaz konsantrasyonunun

artışıyla proteinlerin polimerizasyon oranının artışı kazein bantlarının yoğunluğunun azalması üzerinden yorumlanmıştır. Depolama analizleri sonucunda su tutma kapasitesi ve serum ayrılmasının depolama süresince arttığı görülmüştür. Serum ayrılması ve su tutma kapasitesinin depolama süresine bağlı değişimi istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($P > 0,05$). Kullanılan süt karışımı, starter kültür oranı ve mTGaz konsantrasyonuna bağlı olarak kefirlerde oluşan uçucu bileşen miktarlarının ve çeşitlerinin değiştiği saptanmıştır. mTGaz ilave edilen kefirlerin mikro yapısının mTGaz ilave edilmeyen kefiirlere göre daha sıkı olduğu tespit edilmiştir. Üretilen kefir örneklerinin tamamı %laktik asit (en az %0,6) oranı bakımından Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ Numarası 2009/25)' ne uygun bulunmuştur. Kefir örneklerine yapılan duyuusal analiz sonucunda örneklerin tamamı panelistlerce beğenilmiştir.

Sonuç: Deve sütünün inek sütüyle karıştırılarak mTGaz ilavesiyle kefir üretiminin yapılması kefirlerin bazı özelliklerini iyileştirmiş ve mTGaz ilavesinin deve sütünden kefir üretiminde umut vadeci iyileştirme sağladığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Deve sütü, İnek sütü, Kefir, Mikroyapı, SDS-PAGE, Transglutaminaz, Uçucu bileşikler

ABSTRACT

THE USE OF MICROBIAL TRANSGLUTAMINASE IN THE PRODUCTION OF KEFIR PRODUCED WITH THE MIXTURE OF CAMEL AND COW'S MILK AND THE INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THIS ENZYME ON SOME PROPERTIES OF KEFIR

Akbulut Topel S. Aydın Adnan Menderes University, Institute of Science and Technology, Department of Food Engineering, Master Thesis, Aydın, 2022.

Objective: The fact that the composition of camel milk, which has nutritional importance due to its therapeutic and important protein source, is different from cow's milk, creates difficulties in processing this milk into fermented milk products. Therefore, in this study, it is aimed to use camel milk mixed with cow's milk in kefir production. In addition, the effect of using microbial transglutaminase in order to produce kefir with the desired viscosity was investigated in the study.

Material and Method: In the study, physical and chemical analyzes were applied to raw camel and cow's milk, and mixtures of 80%: 20% and 70%: 30% of camel and cow's milk were selected for kefir production, and kefir starter culture ratio and mTGase concentration were varied by response surface method. As a result of the experiments, 4 different kefirs were produced from the starter culture and enzyme concentrations with the highest viscosity, and 2 kefir samples produced without adding mTGase were compared with sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis, storage analysis, microstructure, volatile components and sensorial properties.

Results: Relative viscosities of 6 kefir samples selected for production after 24 hours of incubation; 70% camel milk 30% cow milk 0.2% starter culture 3 U/g protein 33.60 in the sample with mTGase added; 70% camel milk 30% cow milk 0.17% starter culture 5.12 U/g protein 66.21 in the sample with mTGase; 70% camel milk 30% cow milk 0.1% starter culture 0 U/g protein 1.85 in the sample with mTGase added; 80% camel milk 20% cow milk 0.2% starter culture 3 U/g protein 31.25 in the sample with mTGase added; 80% camel milk 20% cow milk 0.17% starter culture 5.12 U/g protein 26.30 in the sample with added mTGase; 80%

camel milk 20% cow milk 0.1% starter culture 0 U/g protein in the sample with mTGase added, it was 2.68. As a result of sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis analysis in kefir samples produced with the addition of mTGase, it was observed that the polymerization rate of proteins increased with the increase in mTGase concentration, and the density of casein bands decreased. As a result of storage analysis, it was observed that water holding capacity and serum separation increased during storage. The changes in serum separation and water holding capacity depending on the storage time were found to be statistically significant ($P > 0.05$). It has been observed that the amount and types of volatile components formed in kefir change depending on the milk mixture used, starter culture ratio and mTGase concentration. It has been determined that the microstructure of kefir with added mTGase is tighter than kefir without enzyme. All of the kefir samples produced were found to comply with the Turkish Food Codex Communiqué on Fermented Dairy Products (Communiqué Number 2009/25) in terms of %lactic acid (at least 0.6%). As a result of the sensory analysis performed on kefir samples, all of the samples were appreciated by the panelists.

Conclusion: The production of kefir by mixing camel milk with cow's milk and adding mTGase improved some properties of kefir and demonstrated that mTGase is a promising technique in the production of kefir from camel milk.

Keywords: Camel milk, Cow milk, Kefir, Microstructure, SDS-PAGE, Transglutaminase, Volatile compounds

1. GİRİŞ

Günümüzde, tüketicilerinin eğitim seviyelerinin artması yaşam koşullarının da değişmesine yol açmıştır. Bunun sonucunda gıda tüketimindeki tercihleri değişerek doğal, geleneksel ve/veya fonksiyonel gıda kavramları gündelik hayatımızda yerini almıştır (Vural, 2004; Hacıoğlu ve Kurt, 2012). Fonksiyonel gıdaları, besleyici özelliğinin yanında insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde ek faydalar sağlayan, böylelikle hastalıklardan korunmada ve daha sağlıklı bir yaşama ulaşmada etkinlik gösteren gıda ya da gıda bileşenleri olarak tanımlanmak mümkündür (Vural, 2004; Hacıoğlu ve Kurt, 2012).

İnsanlığın başlangıcından beri var olan fermantasyonun amacı uzun süre bozulmadan saklanabilen ürün üretmektir. Fermente bir süt ürünü olan kefir, ilk kez Elbrus Dağları eteklerinde üretilmiştir. Son yıllarda fonksiyonel gıdalara artan ilgi ile beraber kefire de ilgi artmıştır. Kendine has karakteristik kokusu bulunan, fermente süt ürünü olan kefirin üretimi ve tüketimi teşvik edilmektedir. Bunun sebebi, sindirim yollarında bulunan bağırsak kaynaklı bakteriler ile üretilen fermente süt ürünlerinin insan sağlığında ve beslenmesinde çok yararlı olduğu konusunda yeni bilgiler edinilmesidir (Yılmaz, 2006; Özden, 2008; Kahraman, 2011; Bellikçi-Koyu ve Büyüktuncer-Demirel, 2018).

'Kefir' kelimesi Türkçe kelimedenden türetilmiştir ve "Keif", "iyi hissetme" anlamına gelir. (John ve Deeseenthum, 2015). Kefir; kefir starter kültürü, kefir daneleri ya da kefir kültürü kullanılarak sütün fermente edilmesi ile elde edilen asitli ve alkollü, köpüklü fermente süt içeceğidir (Sezer, 2003). Geleneksel olarak üretilen kefir ise; maya ve bakterilerin simbiyotik olarak yaşadığı spesifik ve karmaşık bir bileşime sahip olan kefir daneleriyle üretilmektedir. "Peygamber darısı" da denilen kefir daneleri mini karnabaharı andırmakta olup boyutları, 1-2 mm ile 3-6 mm arasında değişebilmektedir. Kefir daneleri, polisakkarit, iz miktarda yağ ve kazein içerir. Süte katılan bu danelerde bulunan mikroorganizmalar sütün bulunduğu ortama geçerek mayalanmayı gerçekleştirirler. Kefirin mikrobiyal bileşimi ve besin ögesi örüntüsü, üretim metoduna, kullanılan sütün özelliklerine ve kefir kültürünün mikrobiyal florasına, mayalanma şartlarına, muhafaza şartlarına ve süresine bağlı olarak kefirin bileşiminde değişiklikler göstermektedir. Ayrıca, yapılmış olan çalışmalar sonucunda koliform ve patojen mikroorganizmaların kefir kültüründe çoğalamadığı tespit edilmiştir (Özden, 2008; Tomar vd., 2017; Bellikçi-Koyu ve Büyüktuncer-Demirel, 2018).

Kefir; inek, koyun, keçi ve manda gibi çeşitli hayvanların sütlerden üretilebilmektedir. Deve sütü de kefirin üretildiği süt çeşitlerinden olup, dünyada kurak iklimlerde yaşayan insanlar için çok önemli protein kaynağıdır. Ülkemizde Aydın, Denizli, Antalya ve Burdur yörelerinde çok rastlanmakta olan deve yetiştiriciliği daha çok güreş için ve turistik olarak yapılmaktadır (Yerlikaya vd., 2016). Çeşitli türleri olan devenin, cinsine göre süt bileşiminde farklılıklar olmakla beraber, deve sütündeki kuru madde ortalaması %13,4 tür. Kuru maddenin, %3,4 protein, %4,5 laktoz, %4,5 yağ, %0,8 mineraller olmak üzere diğer maddelerden oluşmaktadır (Yerlikaya vd., 2016). Deve sütünün, doymamış yağ asitleri içeriğinin yüksek olması nedeniyle beslenmeye, beyin gelişimi ve sağlığına katkı sağladığı rapor edilmiştir (Yerlikaya vd., 2016). Ayrıca, deve sütünde bulunun yüksek yoğunluktaki antimikrobiyal maddeler, sütün mikrobiyal bulaşmalara karşı dayanıklı olduğunu da göstermektedir (Othman, 2016).

Deve sütü, laktoferrin, lizozim ve immünoglobulinler gibi mikrobiyal inhibitörler içermektedir (Konuspayeva vd., 2007; Benkerroum, 2008). Bu inhibitörlerin, bir laktik asit kültüründe 18 saatlik inkübasyondan sonra deve sütünün jel benzeri yapı oluşturmasını engellediği gözlemlenmiştir (Gran vd., 1991; El-Agamy vd., 1992). Deve sütünden üretilen bir yoğurt denemesinde lizozimin antibakteriyel aktivitesi nedeniyle fermantasyona neden olan mikrobiyal aktivitenin baskılandığı ve bunun da sulu bir kıvama yol açtığı tespit edilmiştir. (Jumah vd., 2001; Abdel-Rahman vd., 2009).

Son yıllarda enzimolojideki gelişmeler sonucunda, proteinlerin fonksiyonel özellikleri ile birlikte besin değerini geliştirmek için enzimatik modifikasyonlar kullanılmaya başlanmıştır. Bu gelişmeler gıda endüstrisi için çok önemli girişimlerdir (Serdaroğlu ve Turp, 2003). Deve sütü bileşiminden kaynaklanan bazı farklılıklardan dolayı jel oluşturmada yetersiz kalmaktadır (Chen vd., 2019). Ancak fermente süt ürünlerinde, serum ayrılması ve viskozite önemli bir kalite kriteridir (Şanlı vd., 2011) Bu nedenle deve sütünün asit jel oluşturmadaki sorununu çözmek için farklı yollar aranmıştır (Chen vd., 2019). Enzimolojideki çalışmalar ışığında, deve sütünün jel oluşturmadaki yetersizliğinin, mikrobiyal transglutaminaz enzimi ilavesi ile çözülebileceği düşünülmektedir (Chen vd., 2019). Mikrobiyal transglutaminaz enzimi, proteinlerin lisin ve glutamin restleri arasında gerek inter gerekse intra moleküler olarak çapraz bağlar oluşturarak kıvamı artırmakta ve jelin su tutma kapasitesini geliştirmektedir (Yüksel ve Erdem, 2008). Ayrıca, mikrobiyal transglutaminaz enzimi, mekanik dayanımı artırma, proteinlerde emülsiyon oluşturma ve jelleştirme gibi bazı fonksiyonel özelliklerde de modifikasyonları sağlamaktadır (Yüksel ve Erdem, 2007; Eren-Karahan, 2015).

Bu çalışmanın asıl çıkış noktası deve sütünün fermente ürünlere dönüştürülmesinde karşılaşılan problemler ve bu problemlerin kefir üretiminde, gerek deve sütüne inek sütü ilave edilerek gerekse mTGaz kullanarak giderilmesidir. Bu amaçla çalışmanın 1. aşamasında; çiğ deve ve inek sütleri, %100 inek; %80 inek: %20 deve; %70 inek: %30 deve; %60 inek: %40 deve; %50 inek: %50 deve; %40 inek: %60 deve; %30 inek: %70 deve; %20 inek: %80 deve; %100 deve sütü olacak oranlarda karıştırılarak kefir üretiminde kullanılmıştır. Çalışmamızda deve sütünün besleyici ve terapötik özelliklerinden yararlanmak için deve sütü oranının yüksek olduğu 2 karışım seçilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmanın 2. aşamasında seçilen iki karışım sütü (%30 inek: %70 deve; %20 inek: %80 deve) %0-0,2 starter kültür ve 0-6 U g/protein mTGaz konsantrasyonu ile yanıt yüzey metoduyla varyasyona tabi tutulmuştur. Bu varyasyon sonuçlarına göre her örnek için 12 adet olmak üzere toplam 24 adet deneme deseni oluşturulmuştur. Deneme desenine göre üretilen kefir örneklerinden, her süt karışımı için en yüksek rölatif viskozitenin görüldüğü mTGaz ilaveli 4 kefir örneği seçilmiştir. Bu 4 örneği, mTGaz ilavesiz 2 kefir örneği ile karşılaştırmak için çalışmamızın 3. aşamasına geçilmiştir. Çalışmamızın 3. aşamasında; bu karşılaştırmayı yapabilmek için başlıca çapraz bağlanmanın kantitatif olarak SDS-PAGE ile analizi, depolama analizleri, uçucu bileşenlerin analizleri, duyuusal analizler ve mikro yapının SEM ile görüntülenmesi gerçekleştirilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Deve Sütü

İnek, manda, koyun, keçi ve deveden özellikle fermente edilerek elde edilen süt ürünleri toplam günlük enerjiye katkıda bulunan yüksek protein içeriği nedeniyle en besleyici gıdalar kategorisinde yer almaktadır (Windarsih vd., 2021). Dünyada, çok eski tarihlerden beri fermente gıdalar üretilmekte ve bu şekilde üretilen gıdaların daha uzun süre bozulmadan saklanabildiği görülmektedir. Bununla birlikte söz konusu ürünlerin süt endüstrisinde gelişmiş ülkelerde daha çok olmak koşuluyla yöresellikten çıkıp endüstriyel olarak üretiminin yapıldığı görülmektedir (Karagözlü vd., 2006). Toplumlar, son yıllarda beslenme alanında daha bilinçli hale gelmektedir. İnsan sağlığına fayda sağlayan, hastalıklardan koruyabilen ve fonksiyonel gıda olarak tanımlanan ürünlere ulaşma isteği artmış ve alternatif kaynak arayışları da başlamıştır (Koroğlu vd., 2015).

“Çölün gemisi” olarak anılan, bazı toplumlarda kültürel miras kabul edilen deve, günümüzden 5000-6000 yıl önce Arap çöllerinde evcilleştirilip bu zaman kadar da insanlığa birçok fayda sağlamış bir hayvandır (Koç, 2016).

Ülkemizde deve yetiştiriciliği özellikle deve güreşleriyle daha da popüler hale gelmiş olup, Çanakkale-Antalya arasındaki kıyı bölgelerde kalan birçok il ve ilçede yapılmaktadır. Bu da deve sayısındaki artışa yol açmış olup, deve sütü üretiminin artmasını tetiklemiştir. Böylece deve sütü, dünyada inek sütü, koyun sütü, keçi ve manda sütünden sonra en çok tüketilen süt çeşidi olma konumuna gelmiştir (Ateş ve Beyaz, 2019; Bulca ve Koç, 2020). Son yıllarda popüler olmaya başlayan deve sütünü kimyasal açıdan değerlendirecek olursak, deve sütünün sağımdan sonraki pH'sı 6,5-6,7 olup, bu değer koyun sütü ve inek sütüne yakındır (Bulca ve Koç, 2020; Sharma vd., 2021). Ancak deve sütü içerik olarak; yağ asitleri, proteinler, vitaminler ve mineraller bakımından daha farklı bir bileşime sahiptir. İnek sütüyle karşılaştırınca, protein oranı bakımından benzer oldukları fakat orta zincirli yağ asitleri bakımından ise farklı oldukları görülmüştür. Ayrıca, deve sütünde bulunan yüksek oranda doymamış yağ asidi içeriği sütün besleyicilik değerini oldukça artırmaktadır (Bulca ve Koç, 2020).

Deve sütünde, antimikrobiyal ve antioksidan özelliği bulunan laktoperoksidaz, laktoprotein, laktoferrin, lizozim, immunoglobulin ve C vitamini konsantrasyonlarının diğer tür

sütlerden daha fazla olduğu çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir (Konuspayeva vd., 2007; Saygılı ve Karagözlü, 2017). Ayrıca deve sütü, diğer süt türleri ile karşılaştırıldığında protein açısından en zengin sütlerdir (Benmeziante-Derradji, 2021). Deve sütünün içerdiği biyoaktif bileşenler nedeni ile antikanserojen, antidiyabetik, antiobezite gibi terapötik ve tedavi edici etkilere de sahip olduğu belirtilmiştir (Zhang vd., 2022).

Diğer tür sütlere göre deve sütünün yüksek oranlarda antimikrobiyal maddeler içerdiği ve bunun da süte dışarıdan bulaşma ihtimali olan patojen mikroorganizmaları doğal olarak inhibe ettiği tespit edilmiştir. Bu nedenle özellikle gıda kaynaklı patojenlerin inaktive olması çığ deve sütünden, ısıl işleme tabi tutulmadan peynir, yoğurt, içme sütü üretimini sağladığı belirtilmiştir (Saygılı ve Karagözlü, 2017; Rasheed, 2017). Ayrıca deve sütünde bulunan bu antimikrobiyal maddeler, deve sütünden asit jel oluşumunu da zorlaştırmaktadır (Gran vd., 1991; El-Agamy vd., 1992).

Deve sütünün, içeriğindeki yüksek demir oranı sayesinde bağışıklık sistemi olumlu olarak etkilediği ve bu nedenle insan beslenmesinde çok önemli besin olduğu yapılan bazı çalışmalarda saptanmıştır (Tegin ve Gönülalan, 2014). Ayrıca Benmeziante-Derradji (2021) yaptığı çalışmada, deve sütünün düşük kolesterol, yüksek protein içerdiğini ve kalsiyum, koruyucu protein, demir, bakır ve çinko gibi oligo elementleri de içerdiğini bildirmiştir.

Deve sütünden kefir üretimi konusunda Kavas (2015) tarafından yapılan çalışmada gerek inek sütü gerekse deve sütünden kefir üretimi gerçekleştirilerek üretilen kefirlerin bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri araştırılmıştır. Bu çalışmadaki en önemli sonuç ise; deve sütünden üretilen kefirin viskozitesinin inek sütünden üretilen kefiirlere göre çok düşük olduğudur.

Kamal vd. (2017), yaptıkları çalışmada, deve sütünün asit jel oluşturmasındaki zorlukların, inek sütüne göre daha az κ -kazein içermesinden kaynaklandığını bildirmiştir. Ayrıca deve sütünde bulunan, lizozim, laktoferrin, laktoperoksidaz gibi birçok antimikrobiyal ajanlarında, pıhtılaşma süresini uzattığını tespit etmişlerdir.

Abdel-Aziz (2022), deve sütünün süt ürünlerine (peynir-yoğurt) dönüştürülme olasılığını tespit etmek amacıyla yaptığı çalışmada %100 deve sütü ve %50 deve: %50 manda sütü kullanarak peynir ve yoğurt üretmiştir. Bu amaçla deve sütü kullanılarak deve sütünden yoğurt ve yumuşak beyaz peynir üretilmiştir. Rennet enzimi ilave edilen ve sadece deve sütünden üretilen peynirin yumuşak bir peynir olduğu tespit edilirken, sadece deve sütünden üretilen peynir randımanının, karışım sütünden üretilen peynire göre daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca karışım sütü ile oluşan peynirin üretimi için gerekli sürenin sadece

deve sütü kullanılan peynir üretimine göre daha kısa olduğu bildirilmiştir. Çalışma sonucunda, deve sütünün enzimatik pıhtılaşma mekanizmasının araştırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

2.2. Kefir

Geleneksel olarak laktik asit bakterileri ve maya dengesine sahip olan ‘‘kefir daneleri’’ nin süte aşılanması sonucu oluşan mikrobiyal aktivite ile üretilen kefirin, sağlık açısından pek çok faydasının olduğu bilinmektedir (zden, 2008; Esen ve Gzeler, 2019). Serinletici bir içecek olan kefirin, etil alkol oranı fermantasyon süresine bağlı olarak üretilmesinden dolayı orta sert kefirde %0,7 olurken çok sert olarak adlandırılan kefirde %1,1’dir (zden, 2008; Güzel-Seydim vd., 2011).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt rnleri Tebliği (Tebliğ No: 2009/25) ’ne göre kefir; fermentasyonda spesifik 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 danelerinin kullanıldığı fermente süt ürünü olarak ifade edilmektedir.

İyi bir kefirin; akıcı kıvamda, homojen olması, parlak görünüme sahip olması ve serinletici his vermesi istenmektedir. Kefir için topaklı bir yapı kusur sayılmaktadır. Kefirin içildiği zaman hafif mayalı tadı ve aroması hissedilmelidir. Depolaması sırasında kefirde asitlik, CO₂ ve alkol oranı artabilmektedir. Bu yüzden kefir; tatlı, orta, sert ve çok sert kefir olarak sınıflandırılır. Kefirin lezzeti ve içeriği, kullanılan sütün kaynağına (inek, deve, keçi, koyun, kısırak), sütün yağ miktarına (yağlı, az yağlı, yağsız), kullanılan granülün veya starterin kompozisyonuna ve uygulanan üretim yöntemine bağlı olarak büyük değişiklik gösterebilmektedir. Kefir aynı anda farklı süt türlerinden (inek, deve, manda, koyun, keçi gibi) retilbilir ve pH değeri 4,2 ile 4,6 arasında değişebilmektedir (Karatepe ve Yalçın, 2014). Ayrıca kefir, B1, B12 vitamini, bazı mineraller, aminoasitler ve folikasit içeriği bakımından zengindir, fosfor ve biyotin kaynağıdır (Ulaş-Kadioğlu, 2017). Aljutaily vd. (2022), yaptıkları çalışmada, fermente süt rnlerinin COVID-19 enfeksiyonundan koruma sağladığını da tespit etmişlerdir.

2.3. Mikrobiyal Transglutaminaz Enzimi

Deve sütünden asit jel oluşturmanın zorluğu dolayısıyla, deve sütünün doğal bileşiminden kaynaklanan problemi çözmek için farklı yollar aranmış ve bu sorunun çözümünde mikrobiyal transglutaminaz enziminin kullanılabileceği düşünülmüştür. Bu enzim mikrobiyal olarak *Streptoverticillium mobarense* ve *Streptoverticillium ladakanum* tarafından hücre dışı olarak sentezlenirken, *Bacillus subtilis* ve *Physarum polycephalum* tarafından ise hücre içi sentezlenmesinden dolayı mikrobiyal transglutaminaz enzimi olarak tanımlanmaktadır. Transglutaminaz enzimi, birincil aminler ile glutamin kalıntıları arasında kovalent bağ oluşumunu katalize etmede rol oynayan bir transferazdır. Transglutaminaz, gıdaların besin değeriyle beraber reolojik özelliklerini de geliştirmek için kullanılmaktadır (Eren Karahan, 2015; Chen vd., 2019). Transglutaminaz enziminin optimum çalıştığı pH aralığı 5-8 dir. Bunun yanı sıra pH 4-9 arasında da enzimatik aktivite göstermektedir. Enzim aktivitesi için optimum sıcaklığın 50 °C olduğu bilinmektedir. Transglutaminaz enziminin aktivitesi, 50 °C sıcaklıkta 10 dakika bekletildiği zaman artmaktadır. 70 °C sıcaklıkta enzim aktivitesini kaybetmektedir. Donma noktası gibi düşük sıcaklıklarda ise aktivitesini korumakta olup özellikle düşük kalorili dondurma üretiminde de kullanılmaktadır (Eren-Karahan, 2015). Aşağıda kefir üretiminde mTGaz kullanımı konusunda yapılmış bazı çalışmalara yer verilmiştir.

Wroblewska vd. (2009), mikrobiyal transglutaminaz enzimi ilavesinin kefirin duyuşal özellikleri üzerine etkisini araştırmak için yaptıkları çalışmada, geleneksel olarak hazırlanan kefir içerisine mTGaz ilave etmişlerdir. Kefir numuneleri hem mTGaz ilaveli hem de mTGaz ilavesiz olarak üretilmiş olup, enzim ilaveli kefirlerin hem duyuşal açıdan hem de depolama analizleri açısından daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

Baranowska vd. (2012) yaptığı çalışmada, mTGaz ilave edilmiş inek sütünden üretilen kefirlerin fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir. mTGaz ilave edilmiş kefir örneklerinin viskozite ve dokusal özelliklerinin ilave edilmemiş örneklere göre daha iyi olduğu bulunmuştur. Ayrıca mTGaz ilave edilen örneklerin organoleptik özelliklerinin edilmeyenlere göre daha yüksek puan aldığı belirlenmiş olup enzim ilave edilen kefirlerin daha pürüzsüz kıvamda olduğu görülmüştür.

Temiz ve Dağyıldız (2017), inek sütü ve soya sütü karışımından mTGaz ilavesiyle üretilen kefirin fizikokimyasal, mikrobiyal ve duyuşal özelliklerini incelemiştir. Çalışma sonucunda gerek süt gerekse soya proteinlerinin mTGaz ile çapraz bağlanmasının, kefirin özellikleri üzerinde olumlu etki yaptığı tespit edilmiştir. Enzim kullanımıyla üründe sineresizin

azaldığı ve viskozitenin arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca mTGaz ilavesiyle üretilen kefirlerde, duyuusal özelliklerin mTGaz ilavesiz kefirlerle göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Bunun sonucunda kefir üretiminde mTGaz ilavesinin kefir üretiminde istenilen özelliklerin sağlanmasında alternatif bir yöntem olduğu saptanmıştır.

Sabooni vd. (2018) yaptıkları çalışmada, yağsız inek sütünden ksantan gam ve mTGaz ilave edilerek üretilen kefirin organoleptik, fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. mTGaz ilaveli kefirlerde sineresizin önemli ölçüde azaldığı ve örneklerin organoleptik özelliklerinin olumlu olarak arttığı belirlenmiştir. Ayrıca en fazla probiyotik bakteri sayısının, en yüksek enzim konsantrasyonu ve ksantan gam ilavesiyle üretilen kefirlerde olduğu tespit edilmiştir.

Beirami-Serizkani vd. (2019), yaptıkları çalışmada, mTGaz ilavesi ile kefir üretmişler ve kefirde 1 aylık depolama süresince sineresizi ve uçucu bileşen miktarındaki değişiklikleri gözlemlemişlerdir. Depolama süresince sineresizin azaldığını ve uçucu bileşenlerin bazılarının miktarının artarken bazılarının miktarının azaldığını belirtmişlerdir.

Beirami-Serizkani vd. (2021), yaptıkları çalışmada, mTGaz ile Fars sakızının (PG) kefirin fizikokimyasal, mikrobiyal ve duyuusal özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Kefire mTGaz-PG ilavesinin, pH, partikül boyutu ve viskozitede artışa neden olduğu saptanırken, SH da artış ve sineresizde azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışma sonucunda ilave edilen mTGaz-PG nin kefirin kalite özelliklerinde iyileşmeye yol açtığı bildirilmiştir.

Darnay vd. (2021), yaptıkları çalışmada inek, keçi ve eşek sütünden mTGaz ilavesi ile kefir üretmişlerdir. Kefirlerin bazı özelliklerini saptamışlar ve mTGaz konsantrasyonunun artmasının kefirlerin pH düşüşünü hızlandığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, enzim konsantrasyonunun artmasının jel sertliğini ve viskoziteyi olumlu olarak etkilediğini belirlemişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çiğ Deve ve İnek Sütü

Çalışmada kullanılan hammadde deve sütü, İncirliova İlçesindeki Kaya Deve Çiftliğinden, inek sütü ise Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesinde bulunan Zootečni bölümünden temin edilmiştir. Taze sağılan ve soğutulan deve ve inek sütleri, plastik şişeler ile soğuk zincir kırılmayacak şekilde laboratuvara getirilmiştir.

3.1.2. Starter Kültür

Çalışmada liyofilize formdaki kefir starter kültürü Chr-Hansen (FD-DVS eXactKEFIR 1) kullanılmıştır. Kullanılan starter kültürün mikroflorasında; *Debaryomyces hansenii*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Leuconostoc* gibi mikroorganizmaları içerdiği firma tarafından belirtilmiştir.

3.1.3. Mikrobiyal Transglutaminaz Enzimi (mTGaz)

Çalışmada kullanılan mTGaz Ajinomoto Foods Deutschland'den (ACTIVA MP, Fransa) temin edilmiştir.

3.1.4. Kullanılan Kimyasallar

Çalışmamızda kullandığımız kimyasal malzemelerin ürün üzerinde yazan kodları aşağıda verilmiştir.

Akrilamid (Sigma-A3553-100G), Amonyum Persülfat (Sigma-A3678-25G), Asetik asit (Sigma-695092-2.5L), Bromfenol Mavisi (Sigma-B0126), Borik asit (Tekkim Ürün Kod:

TK.020100.01002), Coomassie® Brilliant Blue (Sigma–B8647-1EA), Etanol (Tekkim Kimya–020118185001), Gliserol (Sigma–G2025-100ML), Glisin (Sigma–G8898-500G), Hidroklorik asit %32' lik (Merck Ürün kod: 1.00319.2500), Kjeldahl tablet (Merck Ürün kod: 1.15348.0250), Metanol (Sigma-Aldrich–24229-2.5L-R), Metilen Kırmızısı (Sigma-Aldrich–32654-25G), Metilen Mavisi (Sigma-Aldrich–66720-100G), n-amil alkol (Merck Ürün kod: 56725600341), N’N’-bis-metilen-akrilamid (Sigma–M7279-25G), Sodyum Dodesil Sülfat (Sigma–L3771-25G), Sodyum Hidroksit (Tekkim Ürün Kod: TK.170510.25006), Sülfirik asit (%90-91) (Merck Ürün kodu: Z249229147),

3.2. Yöntem

3.2.1. Deve ve İnek Sütünün Fizikokimyasal Analizleri

3.2.1.1. Kuru Madde Tayini

Kurutma için kullanılacak kaplar, 105 °C’ deki etüvde 120 dakika kurutularak sabit ağırlığa getirilmiştir. Sabit ağırlığa gelen kaplar desikatör içerisine alınıp sıcaklığı oda sıcaklığına gelene kadar bekletilip boş kap ağırlıkları alınmış ve homojen hale getirilen süt örnekleri kurutma kaplarının her birine 3 ml ilave edilerek kaplar 105 °C sıcaklıktaki etüvde ağırlığı sabit olana kadar kurutulmuştur. Ağırlığı sabit hale gelen örneklerin % kuru madde miktarları aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Ertekin, 2008).

$$\text{Kurumadde (\%)} = [(m_1 - m_2) : (m_2 - m)] \times 100 \quad (1)$$

m= Kurutma kabının darası (g).

m₁= Kurutulmuş örneğin ağırlığı (g).

m₂= Kap ve süt örneğinin kurutma öncesi ağırlığı (g).

3.2.1.2. Kül Tayini

Porselen malzemeden olan krozeler 105 °C sıcaklıktaki etüve alınarak 2 saat bekletilmiştir. Desikatöre alınarak soğutulduktan sonra darası alınmıştır. Darası alınan krozelere ayrı ayrı 3’ er mL deve ve inek sütü ilave edilmiştir. Sütlere, etüvde 105 °C’ de 2 saat

ön yakma işlemi uygulanmıştır. Kül fırınına konulan krezeler, 550 °C sıcaklığa gelene kadar kademeli olarak yakma işlemi uygulanarak örneklerin içindeki organik maddeler tümüyle yanıp homojen hale gelen kül beyazımsı gri renk alana kadar bekletilmiştir. Desikatöre alınan örnekler soğutulduktan sonra tartılarak aşağıdaki formülle hesaplanmış olup aradaki fark kül miktarı (%) olarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kül} = [(\text{Örneklerin Son Ölçümü} - \text{Dara}) / \text{örnek miktarı}] \times 100 \quad (2)$$

3.2.1.3. Yağ Tayini

Süt örneklerinin yağ miktarı içeriği Gerber Yöntemi ile saptanmıştır. Bütirometreye, 1,82 g/mL' lik sülfirik asitten 10 mL konulmuştur. Bütirometre çeperinden, 11 mL süt aside yavaşça ilave edilerek 1 mL amil alkol ilave edilmiştir. Bütirometrenin tıpası kapatıldıktan sonra yavaşça çalkalanarak hareket ettirilmiş ve sütün ilk olarak asitte yanması gerçekleştirilmiştir. 5 dakika boyunca 1100 rpm/dk hızıyla santrifüjlenen örneklerin sonuçları bütirometredeki yağ göstergesinden okunmuştur.

3.2.1.4. Protein Analizi

Sütün içerisindeki protein miktarını bulmak için Kjeldahl metodu uygulanmış ve Gerhardt Vapodest cihazı ile analizlenmiştir (AOAC, 2012). Analiz için, süt örneklerinden 2' şer mL tartılmıştır. Örneklerin üstüne 25 mL %95-97'lik derişik sülfirik asit ilave edilip gaz çıkışının bitmesi için (yaklaşık 10 dakika) bir süre beklenmiştir. 400-420 °C'de tüpler berraklaşmaya kadar yakılarak sıcaklığı oda sıcaklığına gelene kadar soğutulmuştur. Daha sonra tüplerin içine 50 mL distile su ve 50 mL %40'lık NaOH ilave edilip destile edilmiştir. Destilatın üzerine 1 mL metilen mavisi ve metilen kırmızısı ilave edilmiş ve 50 mL %4' lük borik asit üzerine toplama işlemi yapılmıştır. Destilat 0,1 N HCl ile titre edilmiş ve toplam azot 6,38 faktörü ile çarpılarak örneklerin protein içeriği % olarak bulunmuştur.

$$\% \text{Azot} = [0,014 \times N \times (V_1 - V_2) \times 100] / m \quad (3)$$

V_1 = Titrasyonda harcanan HCl asit çözeltisinin hacmi mL

V_2 = Şahit deneyde titrasyonda harcanan HCl asit çözeltisinin hacmi mL

N = Ayarı yapılan hidroklorik asit çözeltisinin derişimi

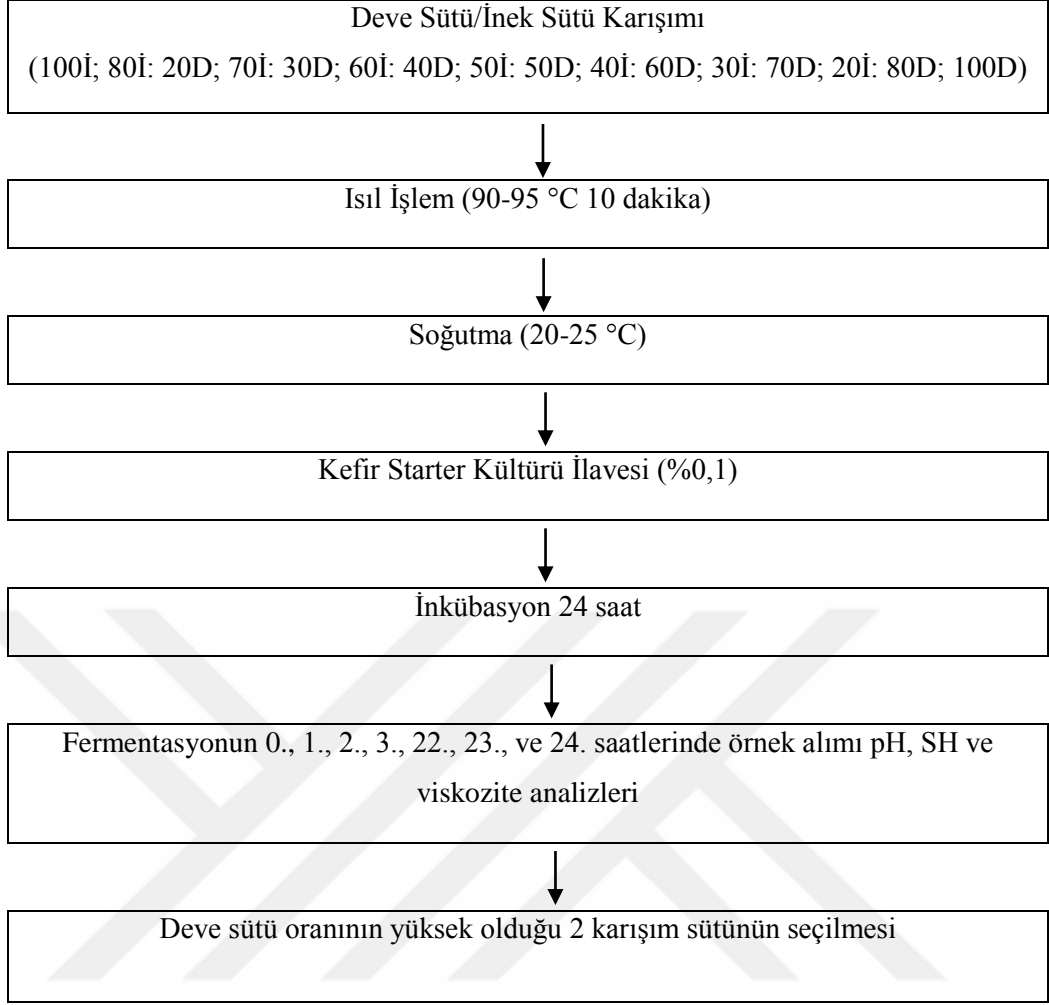
$m = \text{Alınan örneğin ağırlığı, g}$

$\% \text{Protein} = \% \text{Azot} \times F \text{ (4)}$

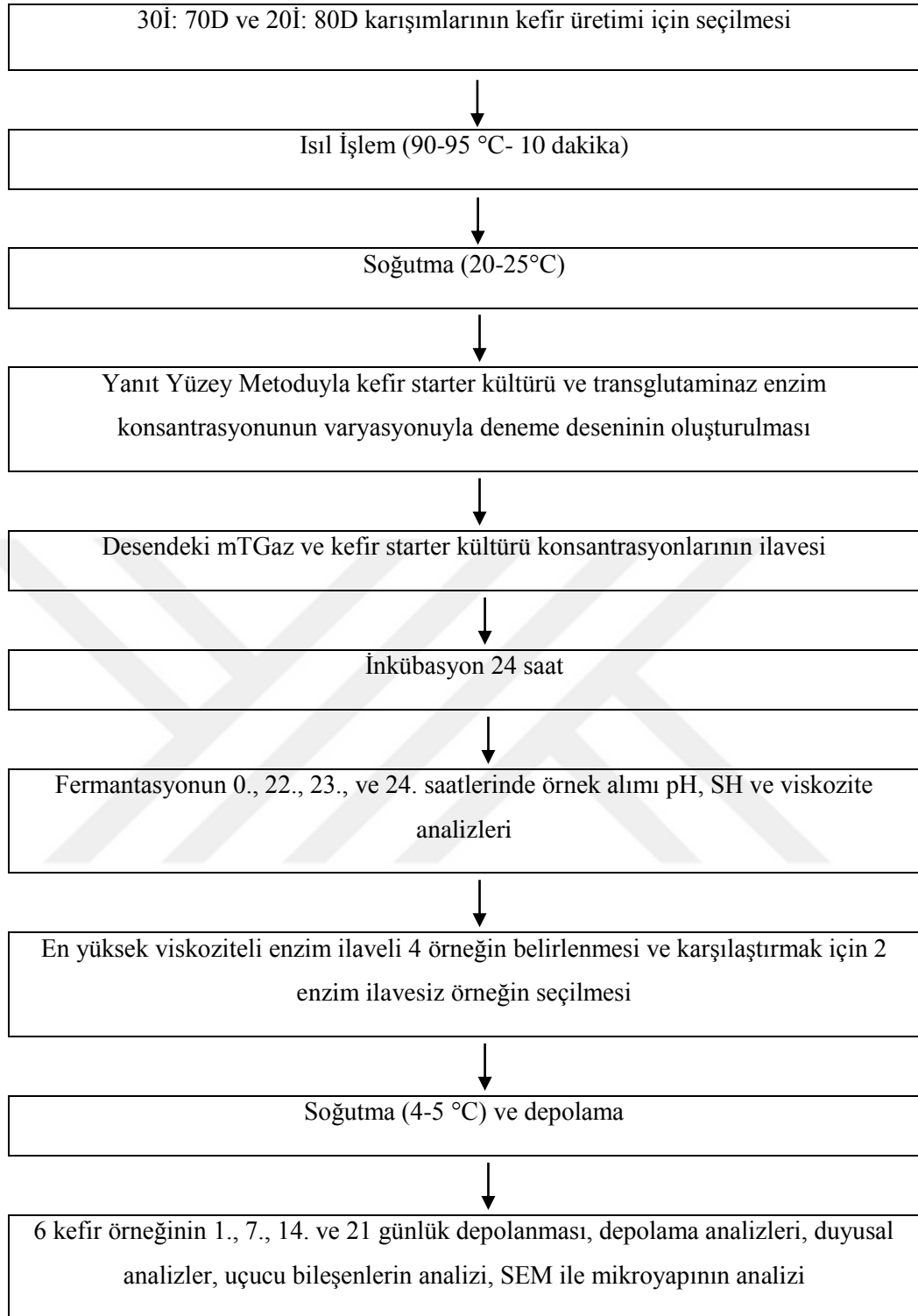
F: Protein çevirme faktörü, 6,38

3.2.2. Kefir Üretimi

Fizikokimyasal analizleri yapılmış deve ve inek sütü farklı oranlarda karıştırılmış (100İ; 80İ: 20D; 70İ: 30D; 60İ: 40D; 50İ: 50D; 40İ: 60D; 30İ: 70D; 20İ: 80D; 100D) ve bu sütlere 90-95 °C sıcaklıkta 10 dakika ısıl işlem uygulanmıştır. Isıl işlem gören süt karışımları 22-25 °C 'ye soğutulup %0,1 oranında toz haldeki kefir kültürü ile inoküle edilerek 24 saatlik inkübasyona bırakılmıştır. Bu şekilde bir tarama çalışması yapılmıştır. Üretime ait akış şeması Şekil 3.1' de verilmiştir. Çalışmanın 2. aşamasında bu deneme sonuçlarından deve sütü oranının yüksek olduğu (30İ: 70D; 20İ: 80D) iki farklı süt karışımı seçilmiştir. Seçilen bu süt karışımlarına Yanıt Yüzey Metoduyla (RSM) mTGaz konsantrasyonu 0-6U g/protein ve kefir starter kültür konsantrasyonu %0-0,2 arasında varyasyona tabi tutularak 12 deneme planından oluşan bir deneme deseni oluşturulmuştur. 24 saatlik fermentasyon sonunda bu desende yer alan parametrelerle üretilen kefir örneklerinde 0., 22., 23. ve 24. saatlerde pH, SH ve viskozite analizleri yapılmış ve bu parametrelere göre deneme deseni sonuçlarından elde edilen en yüksek viskoziteli 4 adet mTGaz ilaveli kefir örneği ve 2 adet mTGaz ilavesiz kefir örneği seçilmiştir. Çalışmanın 3. aşamasında, bu 6 örnekte fermentasyonun 0. ve 24. saatlerinde SDS-PAGE analizi, depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde su tutma kapasitesi ve serum ayrılması gibi depolama analizleri, fermentasyonun 24. saatinde, duyusal analizler, uçucu bileşiklerin analizi ve SEM ile mikroyapının analizleri yapılmıştır. Bu çalışmaya ait akış şeması Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Deve ve inek sütü karışımlarının kefir üretimi için uygunluğunun taranması



Şekil 3.2. Deve ve inek sütünden transglutaminaz ilaveli kefir üretim akış şeması

Çalışmanın birinci aşamasında; 9 farklı süt karışımından (100İ: 80İ: 20D; 70İ: 30D; 60İ: 40D; 50İ: 50D; 40İ: 60D; 30İ: 70D; 20İ: 80D; 100D) mTGaz ilavesiz olarak kefir üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen kefir örneklerinden 24 saatlik fermantasyonun, 0., 1., 2., 3., 22., 23. ve 24. saatlerinde numuneler alınarak SH, pH ve viskoziteleri analiz edilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında yanıt yüzey metodu kullanılarak yukarıdaki tarama sonucundan elde edilen uygun iki karışım olan 30İ: 70D ve 20İ: 80D karışımlarından 12' şer grupluk deneme desenleri oluşturulmuştur. Çizelge 3.1' de deneme desenlerinde belirtilen oranlarda kefir örneklerine mTGaz ve starter kültür ilave edilerek kefir üretiminde kullanılmıştır. Daha sonra sütler 20-25 °C' de inkübasyona bırakılmış ve fermantasyon süresince 0., 22., 23. ve 24. saatlerde % laktik asit miktarı, viskozitesi, SH ve pH değerleri tespit edilmiştir.

Çizelge 3.1 Yanıt yüzey metoduyla 30İ: 70D ve 20İ: 80D karışımlarında mTGaz konsantrasyonunun 0-6 U/g protein ve kefir starter kültürünün %0-0,2 oranında varyasyona tabi tutarak deneme deseniyle kefir üretimi

Deneme gurubu	Starter kültür (%)	mTGaz (U g/ protein)
1. Grup	0,10	3
2. Grup	0,10	0
3. Grup	0,20	3
4. Grup	0,17	0,88
5. Grup	0,10	3
6. Grup	0,00	3
7. Grup	0,10	3
8. Grup	0,17	5,12
9. Grup	0,03	0,88
10. Grup	0,10	3
11. Grup	0,10	6
12. Grup	0,03	5,12

Çalışmanın üçüncü aşamasında, yanıt yüzey metodu kullanılarak değerlendirilen verilerle çıkan sonuçlara göre, toplam 6 adet kefir örneği seçilmiştir. Bu 6 adet kefir örneği üretilerek 4°C de 1., 7., 14. ve 21. günlerde depolama yapılmıştır. Her kefir örneğine, depolama analizlerinden olan su tutma kapasitesi ve serum ayrılması analizleri yapılmıştır. Ayrıca bu 6 kefir örneğine, mTGaz etkisiyle oluşabilen protein polimerizasyonunu saptamak için SDS-

PAGE, SEM ile mikroyapının analizi, uçucu bileşen analizi ve görünüş, koku, tat-aroma kriterlerini değerlendirebilmek için de duyusal analiz uygulanmıştır.

3.2.3. Kefirde pH Tayini

Kefir örneklerinin 24 saatlik fermantasyon süresinin, 0., 1., 2. ve 3. saatleri ile 22., 23. ve 24. saatlerinde pH metre (Hanna Edge) ile pH değerleri ölçülmüştür. Cihazın kalibrasyonunda pH standartı olan tampon çözeltileri kullanılmış olup sıcaklığı 20°C olan pH 4 ve pH 7 olarak kalibrasyon işlemi yapıp pH metrenin elektrodu örneğin içerisine daldırılmıştır. Örneğin pH'ı sabit değere gelinceye kadar beklenmiş ve çıkan sonuç kaydedilmiştir.

3.2.4. Kefirde Soxhelet Henkel (SH) ve Laktik Asit Tayini

SH derecesi cinsinden asitlik, 100 mL süt örneğinin asitliğini nötrlemek için fenolfitaleyn indikatörü ilave edilerek 0,25 N sodyum hidroksit çözeltisinden harcanan miktar olarak tanımlanabilmektedir. Çalışmada SH değeri 1. formüle göre, % laktik asit miktarı da 2. formüle göre hesaplanmıştır (Öner ve Aloğlu, 2018).

$$\text{Soxhelet Henkel (SH)}=4*V \quad (5)$$

$$V = 0.25 \text{ Normalite sodyum hidroksit çözeltisinden harcanan miktarın mL değeri}$$

$$\% \text{Laktik asit} = \text{SH} \times 0,0225 \quad (6)$$

3.2.5. Kefirde Viskozite Ölçümü

Kefirin 24 saatlik inkübasyonunda, 0., 1., 2., 3., 22., 23. ve 24. saatlerde kültürlenmiş sütün viskozitesi TR11 spindle ile 1 rpm hızda (Fungilab Expert V301002) tespit edilmiştir. Rölatif viskozite ölçümü ise her saatte ölçülen viskozite değerinin 0. saatteki viskozite değerine bölünmesi ile bulunmuştur.

$$\text{Rölatif Viskozite} = \text{belirli bir saatte tespit edilen viskozite} / 0. \text{ saatte ölçülen viskozite} \quad (7)$$

3.2.6. Depolama Analizleri

3.2.6.1. Serum Ayrılması

Üretilen kefir ürünlerinden 25 g örnek alınarak; 1., 7., 14., 21. günlük depolama işlemi süresince +4°C' de bekletilmiştir. Süre sonunda alınan örnekler, (Macherey-Nagel, Düren, Almanya, 615 numara) filtre kâğıdından süzölmüş ve serum ayrılmasının ml cinsinden miktarı belirlenmiştir. Sonuçlar mL/25 g olarak verilmiştir (Yılmaz-Ersan ve Topçuoğlu, 2019).

3.2.6.2.Su Tutma Kapasitesi

Üretilen kefir örnekleri 4 °C' de depolanmış olup, 1., 7., 14., 21. günlük depolama süresince STK' lara bakılmıştır. Kefir örnekleri 10 g olarak falkon tüplerine tartılmıştır. Tüpler 2750 g' de 4 °C de 30 dk santrifüjlenmiştir (Centurion Scientific K3 Series markalı Max 6000 rpm BRK 5308). Hesaplamalar aşağıdaki formöle göre yapılmıştır (Ünal vd., 2020).

$$STK = (1 - W_1/W_2) \times 100 \quad (8)$$

STK= Su Tutma Kapasitesi

W₁= Santrifüjlemeden sonra kefirde ayrılan serumun ağırlığı

W₂= Kefirden tartılan örnek miktarı.

3.2.7.SDS-PAGE Analizi

SDS-PAGE analizi, kefir ürünü proteinlerinin elektriksel alanda ayrılmalarını incelemek için uygulanmıştır. Bu analiz için Laemli (1970) tekniği kullanılmıştır. İlk olarak proteinlerin yürütöleceği jeller hazırlanmıştır. Akrilamid/bis çözeltilisinin hazırlanması için %29,2'lik akrilamid ile N'N'-bis-metilen-akrilamid karıştırılıp deiyonize su ile tamamlanmış ve SDS çözeltilisi ise %10 (w/v) konsantrasyonunda hazırlanmıştır. Elektroforez sistemine dökölecek elektrot tamponu için tris bazı, glisin ve SDS ile karıştırılmıştır. Üst jel için %18,15'lik 27,23 g tris bazı ile 40 mL deiyonize su karıştırılarak kullanılmıştır. 5 N hidroklorik asit ile pH değeri 8,8 yapılarak son hacmi 100 mL olacak şekilde tamamlanmıştır. Alt jel için ise 6 g tris bazı 40

mL deiyonize su ile karıştırılmış, 5 N hidroklorik asitle pH değeri 6,8 yapılmıştır. Son hacmi 100 mL olacak şekilde tamamlanmış ve 0,5 M Tris-HCl, pH 6,8 olarak elde edilmiştir. Örnek tamponu, 3,75 mL deiyonize su, 1,25 mL 0,5 M Tris-HCl, 2,5 mL gliserol, %10'luk 2 mL SDS, %0,5 (w/v)' lik bromfenol mavisi karıştırılarak toplamda 9,5 mL olarak hazırlanmıştır (Abbak, 2019). Elektroforez sistemine konulacak elektrot tamponu için; 10 g SDS, 144 g glisin ve 30,3 g tris bazıyla karıştırılarak son hacim 1 litre olacak şekilde tamamlanmıştır. Daha sonra jeller, yürütme jeli olan alt jel %10' luk ve üst jel %4' lük olacak şekilde hazırlanmıştır. Bu amaçla, hazırlanan çözeltilerden üst jel eldesi için 1,3 mL akrilamid/bis, 2,5 mL 0,5 M Tris-HCl, 0,1 mL %10'luk SDS ve 6,1 mL deiyonize su karıştırılmış ve 50 µL %10'luk amonyum persülfat çözeltisi ile 5 µL TEMED ilave edilmiştir. Alt jel eldesi için de 2,5 mL 1,5 M Tris-HCl, 3,3 mL akrilamid/bis, 0,1 mL %10'luk SDS ve 4,1 mL deiyonize su karıştırılmış ve 50 µL %10'luk amonyum persülfat çözeltisi ile 10 µL TEMED ilave edilmiştir. Örnek tamponu, kullanımdan önce 95:5, v/v oranında β-merkaptotanol ile karıştırılmıştır. Elektroforez sistemine önce alt jel dökülüp üzerine 100 µL n-prapanol ilave edilerek 15-25 dakika donması beklenmiştir. Donma gerçekleşince n-prapanol filtre kâğıdı ile temizlenerek üst jel dökülmüştür. Üst jel donma süresi için de 15-25 dakika arası beklenmiştir. Alt-üst jel donduktan sonra, üst jelde bulunan tarak kısmı hafifçe çıkarılıp örnek yüklenecek oyuklar elde edilmiştir (Abbak, 2019).

Elektroforez sistemine yüklenmeden önce 150 µL örnek alınıp sonikatörde homojenize edilerek 1:1 oranında sulandırılıp denatürasyon işlemi uygulanmış (5 dakika 95 °C sıcaklık) ve 2000 rpm hızda 2 dakika santrifüjlenmiştir (Abbak, 2019).

Jeldeki kuyucuklar için 2,5 µL örnek yüklenerek (Bio-rad PowerPac Basic, ABD) elektroforez sistemi 100 V akım ile ortalama 4 saat çalıştırılıp proteinlerin elektrik alanda yürütülmesi sağlanmıştır.

Yürütme işlemi bitiminde jel, Coomassie® Brilliant Blue içinde bir saat süre ile hafifçe çalkalanıp içerisinde boya uzaklaştırma çözeltisi bulunan (asetik asit: metanol: su, 1:4:5, v/v/v) çalkalayıcıda 12 saat süreyle bekletilmiştir. Analiz sonucunda protein bantlarının bulunduğu jel, (Syngene G: Box) fotoğraflanmıştır. SDS-PAGE analizi protein standardı olarak, 8 kDa-240 kDa kütle arasında protein işaretleyicileri, blueEye prestained protein markerı (Sigma-94964-500 UL) kullanılmıştır.

3.2.8.Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi

Belirlenen 6 adet kefir örneğine -45 °C sıcaklıkta 48 saat (Labconco FreeZone freze dryer, Missouri, ABD) liyofilizasyon yapılmıştır. Toz halindeki örnekler pH 7.2' de 24 saat boyunca örnekleri sabitlemek için solusyon içinde bekletilmiştir. %30 luk gliserol ile muamele edilen örnekler metal yüzeydeki kırılmalarını gözlemlemek için sıvı nitrojene konulmuştur. Daha sonra altın ile kaplanan örnekler taramalı elektron mikroskobu ile incelenerek 5000x ve 10000x boyutlarında fotoğraflanmıştır (Magalhaes vd., 2011; Setyawardani vd., 2014).

3.2.9. Uçucu Bileşenlerin Analizi

Kefir örneklerinin uçucu bileşenlerinin belirlenmesinde HS-SPME (Tepe Boşluğu – Katı Faz Mikro Ekstraksiyon) tekniği kullanılmış ve aroma profili GC-MS (Gaz Kromatografisi Kütle Spektroskopisi) (Shimadzu (Japan) ile analiz edilmiştir. SPME örnek şişesine tartılan 3 gr kefir örneği silikon septa ile kapatılarak ısıtıcıya yerleştirilmiştir. Isıtıcıya yerleştirilen örnek 60 °C'de 15 dakika tutularak örneğin dengeye gelmesi sağlanmıştır. CAR/PDMS (Karboksen/Polidimetil 25 Siloksan) fiber şişeye daldırıldıktan sonra 45 dakika beklenerek, tepe boşluğundaki uçucu aroma bileşenlerinin fibere adsorbe edilmesi sağlanmıştır. Daha sonra fiber, gaz kromatografi cihazının enjeksiyon bloğunda 5 dakika bekletilerek, adsorbe edilen uçucu aroma bileşenleri desorbsiyonla kolona gönderilmiştir. Sonuçlar Wiley, Nist, FFNSC kütüphaneleri taranarak alan (%) olarak belirlenmiştir (Çevik, 2014). Uygulama şartları Çizelge 3.2' de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Aroma bileşen analizi uygulama şartları

Uygulama Şartları	
Kullanılan Dedektör:	Shimadzu (Japan) GC- 2010 Plus Shimadzu GCMS-QP2010 SE (Dedektör)
Enjeksiyon bloğu sıcaklığı:	250 °C
Dedektör sıcaklığı:	250 °C
Taşıyıcı Gaz:	Helyum
Akış Hızı (mL/dakika):	1,61
Dedektör:	70 eV
İyonlaştırma Türü:	EI (Elektron Impact)
Kullanılan Kolon:	Restek Rx-5 SilMS 30 m, 0.25 mm, 0.25 um
Kullanılan Kütüphaneler:	Wiley, Nist, FFNSC
SPME şartları:	Fused silica SPME fiber CAR/PDMS, 3 gram numune 60 °C' de fibersiz 15 dakika fiber ile 45 dakika bekletilip 250 °C' de desorbe edilir. Katalog no: supelco 57318
SPME VIAL:	Supelco 27159 15 mL clear PTFE /Silicone septa Cap

3.2.10. Duyusal Analiz

Kefirlerin duyusal yönden değerlendirilmesi için üretilen kefir numunelerine, +4°C' de 1 günlük depolama yapılmıştır. 1 gün bekletilen kefirlerin duyusal analizleri, ADÜ Gıda Mühendisliği bölümünde yapılmıştır. Analize, bölümdeki öğretim üyeleri ve öğrencilerinden oluşan 10 panelist katılmıştır. Örneklerin yanında ağız temizleyici olarak su ve tuzsuz kraker verilmiştir.

3.2.11. İstatiksel Analiz

Deneme deseni planı, yanıt yüzeyi Design-Expert (Design-Expert 7.0, ABD yazılımı) metodu ile gerçekleştirilmiştir. Yanıt yüzeyi metodu ve merkezi bileşik tasarım 22 (CCD) olarak tasarlanmıştır.

İstatistiksel analiz, SPSS paket programı (IBM SPSS Statistics, Version 22) ile ANOVA varyans analizi gerçekleştirilerek incelenmiştir. Elde edilen veriler Duncan Çoklu Karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir.



4. BULGULAR

4.1. Çiğ Sütlerin Kimyasal Analiz Sonuçları

Çalışmamızda kullanılan deve ve inek sütünün kimyasal özellikleri Çizelge 4.1' de verilmiştir. Aşağıdaki çizelgede görüldüğü gibi, deve sütünün kimyasal bileşimi inek sütüne çok yakındır. Deve sütünün protein ve pH değeri inek sütünden daha düşükken, yağ oranı, kül miktarı, % kuru madde ve % laktik asit miktarı inek sütünden daha yüksek olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.1 Çiğ deve ve inek sütlerinin kimyasal bileşimi ve pH değerleri

Deve Sütü	Protein (%)	3,39±0,01
	Yağ (%)	4±0,25
	Kuru madde (%)	13,15±0,05
	Kül (%)	1±0
	Laktik asit (%)	0,25±0,05
	pH	6,40±0
İnek Sütü	Protein (%)	3,61±0,01
	Yağ (%)	3,6±0,25
	Kuru madde (%)	12,56±0,21
	Kül (%)	0,66±0
	Laktik asit (%)	0,18±0
	pH	6,67±0

*Standart sapma değerleri ortalama değerlere eklenmiştir

4.2. Farklı Oranlarda Deve: İnek Sütü Karışımlarından Üretilen mTGaz İlavessiz Kefirin pH, SH ve % Laktik Asit Sonuçları

Çiğ deve ve inek sütleri, 100İ; 80İ: 20D; 70İ: 30D; 60İ: 40D; 50İ: 50D; 40İ: 60D; 30İ: 70D; 20İ: 80D; 100D oranlarında karıştırılıp kefir üretiminde kullanılmıştır. Bu örneklerden numune alınarak 24 saatlik fermantasyonun 0, 1, 2, 3 ve 22, 23, 24. saatlerinde pH, SH, % laktik asit değerleri ölçülmüştür. Böylece çalışmamızın ikinci aşamasında kullanılacak karışım sütlerini tespit etmek amacıyla bir tarama yapılmıştır.

Çizelge 4.2 Karışım sütlerinden üretilen kefirlerin pH, SH ve % laktik asit değerleri

Saat		Örnek								
		100İ	80İ: 20D	70İ: 30D	60İ: 40D	50İ: 50D	40İ: 60D	30İ: 70D	20İ: 80D	100D
0. Saat	pH	6,67±0	6,80±0,04	6,59±0,02	6,64±0	6,59±0,01	6,47±0,01	6,52±0	6,51±0,01	6,25±0,01
	SH	7,80±0,28	8,20±0,28	8,20±0,14	11±0,14	10,20±0,14	8±0	10,20±0,14	9,40±0,14	8,20±0,14
	%Laktik Asit	0,17±0	0,18±0,01	0,19±0,01	0,25±0,01	0,23±0,01	0,18±0	0,23±0,01	0,21±0,01	0,18±0,01
1. Saat	pH	6,57±0,02	6,51±0,01	6,54±0,03	6,58±0,02	6,52±0,02	6,38±0,01	6,47±0,01	6,46±0,03	6,18±0,01
	SH	9,20±0,56	11,40±0,28	9,80±0,14	11,40±0,14	10,80±0	9,80±0,14	10,80±0	10,40±0,28	9,80±0,14
	%Laktik Asit	0,21±0,01	0,26±0,01	0,23±0,01	0,26±0,01	0,24±0	0,22±0,01	0,24±0	0,23±0,01	0,22±0,01
2. Saat	pH	6,43±0,021	6,41±0,01	6,40±0,03	6,45±0,042	6,43±0,01	6,27±0,014	6,35±0,02	6,32±0,04	6,04±0,01
	SH	10,20±0,28	11,80±0,28	11,80±0,14	11,80±0,14	12,60±0,14	11±0,14	11,20±0	11,40±0,14	10,60±0,14
	%Laktik Asit	0,23±0,01	0,26±0,01	0,27±0,01	0,26±0,01	0,28±0,01	0,25±0,01	0,25±0	0,26±0,01	0,24±0,01
3. Saat	pH	6,32±0,03	6,34±0,01	6,31±0,01	6,28±0,04	6,31±0,01	6,13±0,01	6,17±0,01	6,18±0,04	5,94±0,01
	SH	11,60±0	12,40±0	12,40±0	12,60±0,14	14±0	11,80±0,14	12,20±0,14	12,20±0,14	12,60±0,14
	%Laktik Asit	0,26±0	0,28±0	0,28±0	0,28±0,01	0,32±0	0,26±0,01	0,27±0,01	0,27±0,01	0,24±0,01
22. Saat	pH	4,52±0,01	4,58±0	4,54±0,035	4,57±0,02	4,66±0,02	4,53±0,01	4,57±0,01	4,55±0,01	4,48±0
	SH	24,60±0,85	25±0,28	40,20±0,14	40,20±0,14	40,40±0,28	41,40±0,14	45±0,14	44,80±0,28	41±0,14
	%Laktik Asit	0,55±0,02	0,56±0,01	0,91±0,01	0,90±0,01	40,40±0,28	0,93±0,01	1,01±0,01	1,01±0,01	0,92±0,01
23. Saat	pH	4,49±0,007	4,55±0,01	4,48±0,014	4,57±0,01	4,64±0,03	4,52±0,01	4,56±0,01	4,54±0,01	4,47±0
	SH	26,60±0,85	26,20±0,28	41,60±0,28	41,60±0,28	41,40±0,42	42,20±0,14	45,40±0,14	45,20±0,28	41,40±0,14
	%Laktik Asit	0,60±0,02	0,59±0,01	0,94±0,01	0,94±0,01	0,93±0,02	0,95±0,01	1,01±0,01	1,02±0,01	0,93±0,01
24. Saat	pH	4,46±0,01	4,52±0,01	4,46±0,01	4,54±0,03	4,61±0,02	4,49±0,01	4,55±0,01	4,53±0,01	4,45±0,01
	SH	35,40±0,85	30±0,56	44,20±0,14	43,20±0,28	43,20±0,28	43,80±0,14	45,80±0,14	45,60±0,28	43±0,14
	%Laktik Asit	0,8±0,02	0,67±0,01	1±0,01	0,97±0,01	0,97±0,01	0,98±0,01	1,03±0,01	1,03±0,01	0,97±0,01

*Standart sapma değerleri ortalama değerlere eklenmiştir

Çizelge 4.2' de görüldüğü gibi bütün örneklerle %0,1 oranında kefir kültürü ilave edilmiş olup 100İ örneğine 24 saatlik fermantasyon sonucunda pH 4,50' nin altına düşerken laktik asit konsantrasyonu %0,8' lik artış göstermiştir. 80İ: 20D karışımından üretilen kefirlerin 24 saatlik fermantasyon sonucunda pH 4,52 değerine düşerken %laktik asit konsantrasyonu 0,67 düzeyine ulaşmıştır. 70İ: 30 D örneğinde pH 4,46 olurken %laktik asit konsantrasyonu 1 seviyesine çıkmıştır. 60İ: 40D örneğinde fermantasyon sonucu pH 4,54' e düşerken %laktik asit değeri 0,97 olmuştur. 50İ: 50 D örneğinde fermantasyon bitiminde pH 4,61 değerine düşmüş olup %laktik asit konsantrasyonu 0,97 olmuştur. 40İ: 60 D örneğinde pH 4,49 değerine düşmüş olup %laktik asit değeri 0,98 düzeyine ulaşmıştır. 70İ: 30D örneğinde pH 4,55' e düşmüş olup laktik asit konsantrasyonu %1,03 değerine ulaşmıştır. 80İ: 20D örneğinde fermantasyon sonucunda pH 4,53 değerine düşmüş olup laktik asit değeri %1,03 düzeyine ulaşmıştır. 100D örneğinde fermantasyon sonucunda pH değeri 4,45 değerine düşmüş olup %laktik asit değeri 0,97 düzeyine ulaşmıştır.

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ No 2009/25) ne göre üretilen kefirin % laktik asit konsantrasyonunun en az %0,6 olması gerektiği belirtilirken üst oran hakkında herhangi bir açıklama yapılmamıştır. Bu veriler değerlendirildiğinde bütün süt karışımlarından elde edilen kefirlerde %laktik asit konsantrasyonları Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ Numarası 2009/25)' ne uygunluk göstermektedir.

Bu denemelerin yanı sıra aynı süt karışımlarından üretilen kefirlerde fermentasyonun 0., 1., 2., 3. ve 22., 23., 24. saatlerinde alınan örneklerinden görünür ve rölatif viskoziteleri de saptanmış olup aşağıdaki Çizelge 4.3' te sonuçlar verilmiştir.

Çizelge 4.3 Karışım sütlerinden üretilen kefirlerin görünür ve rölatif viskozite değerleri

		Örnek								
Saat		100İ	80İ: 20D	70İ: 30D	60İ: 40D	50İ: 50D	40İ: 60D	30İ: 70D	20İ: 80D	100D
0. Saat	Görünür Viskozite	1169±134,35	1040±131,52	1040±131,52	744,5±70	985±5,65	1843,5±188,79	773,5±142,12	998±220,61	1182±5,65
	Rölatif Viskozite	1±0	1±0	1±0	1±0	1±0	1±0	1±0	1±0	1±0
1. Saat	Görünür Viskozite	1241,5±119,5	1116±15,55	1118±14,53	1033,5±27,57	1019,5±60,10	2315,5±156,27	937±39,59	988±29,69	1282,5±79,9
	Rölatif Viskozite	1,06±0,02	1,08±0,01	1,08±0,02	1,4±0,016	1,03±0,05	1,26±0,042	1,23±0,18	1,01±0,197	1,08±0,06
2. Saat	Görünür Viskozite	1445,5±106,77	1233,5±24,74	1240,6±24,74	1152±24,04	1131±53,74	2483±124,45	920,5±33,23	949±22,62	1450,5±12,02
	Rölatif Viskozite	1,24±0,05	1,19±0,17	1,20±0,18	1,55±0,11	1,14±0,04	1,35±0,07	1,21±0,17	0,98±0,24	1,23±0,01
3. Saat	Görünür Viskozite	1650,5±318,9	1351,5±57,27	1360,57±57,27	1264,5±58,68	1166,5±101,11	2399,5±12,02	891±134,35	876±76,36	1408±15,55
	Rölatif Viskozite	1,43±0,04	1,31±0,11	1,30±0,10	1,7±0,08	1,18±0,09	1,31±0,14	1,16±0,03	0,89±0,12	1,19±0,01
22. Saat	Görünür Viskozite	8521±538,81	5005±468,3	5004±468,1	854±73,53	1054,5±47,37	1616,5±4,94	1061,5±48,79	1067±12,72	1463,5±57,27
	Rölatif Viskozite	7,31±0,04	4,83±0,16	4,82±0,12	1,15±0,01	1,07±0,04	0,88±0,08	1,41±0,32	1,1±0,25	1,24±0,04
23. Saat	Görünür Viskozite	11107±2732,26	5504±65,77	5501,5±65,76	1034,5±81,31	1054,5±102,53	1923±151,32	1291,5±28,99	1372±22,62	1408,5±20,5
	Rölatif Viskozite	9,43±1,25	5,29±0,10	5,34±0,74	1,39±0,02	1,07±0,09	1,04±0,021	1,69±0,27	1,41±0,33	1,20±0,02
24. Saat	Görünür Viskozite	13008±2840,38	5809±72,63	5768±57,27	1187±8,48	1106,5±84,14	1952,5±48,79	1222±59,39	1395,5±19,09	1562,5±43,13
	Rölatif Viskozite	11,12±0,56	5,58±0,11	5,54±0,12	1,60±0,16	1,12±0,09	1,06±0,13	1,62±0,37	1,43±0,29	1,32±0,04

*Standart sapma değerleri ortalama değerlere eklenmiştir.

Çizelge 4.3' te görüldüğü gibi, 100İ örneğinde fermantasyonun 24. saatinde görünür viskozite değeri 13008±2840,38 olurken, rölatif viskozite değeri 11,12±0,56 kat artış göstermiştir. 80İ: 20D örneğinde fermantasyonun 24. saatinde görünür viskozitenin 5809±72,63 olduğu, rölatif viskozite değerinin ise 5,58±0,11 kat artış gösterdiği tespit edilmiştir. 70İ: 30D örneğinde fermantasyonun 24. saatinde görünür viskozitenin 5768±57,27 olduğu, rölatif viskozitenin 5,54±0,12 kat arttığı görülmüştür. 60İ: 40D örneğinde fermantasyonun 24. saatinde görünür viskozite 1187±8,48 olurken, rölatif viskozitede 1,60±0,16 kat artış görülmüştür. 50İ: 50D örneğinde fermantasyonun 24. saatinde görünür viskozite 1106,5±84,14 olurken, rölatif viskozite 1,12±0,09 kat artış göstermiştir. 40İ: 60D örneğinde fermantasyonun 24. saatinde görünür viskozite 1952,5±48,79 olurken, rölatif viskozite 1,06±0,13 kat artış göstermiştir. 30İ: 70D örneğinde fermantasyonun 24. saatinde görünür viskozitenin 1222,5±59,39 olduğu, rölatif viskozite değerinin ise 1,62±0,37 kat arttığı görülmüştür. 20İ: 80D örneğinde fermantasyonun 24. saatinde görünür viskozite 1395,5±19,09 olurken, rölatif viskozite 1,43±0,29 kat artış göstermiştir. 100D örneğinde fermantasyonun 24.

saatinde görünür viskozite değeri $1562,5 \pm 43,13$ olurken, rölatif viskozite değeri $1,32 \pm 0,04$ kat artış göstermiştir. En yüksek rölatif viskozite değeri %100 inek sütüyle üretilen kefirde $11,12 \pm 0,56$ olurken en düşük rölatif viskozite değerinin %40 inek sütü %60 deve sütünden üretilen kefirde $1,06 \pm 0,13$ olduğu görülmektedir.

Çalışmamızın 2. aşamasında kullanılacak kefir örnekleri seçilirken, çalışma amacımıza uygun olması için düşük rölatif viskoziteye sahip deve sütü oranının fazla olduğu kefirlerin seçilmesi tercih edilmiştir.

Çizelge 4.4' te ticari olarak üretilen marketten alınmış 2 farklı sade kefirin görünür viskoziteleri analiz edilmiştir.

Çizelge 4.4 Ticari sade kefirlerin görünür viskozite değerleri

Deneme Sayısı	Ticari Örnek 1 (Görünür Viskozite- centi Poise)	Ticari Örnek 2 (Görünür Viskozite- centi Poise)
1	4486	6508
2	4128	6817
3	4247	7044
4	4106	6995

Çizelge 4.4' te görüldüğü gibi ticari sade kefirlerin görünür viskoziteleri markaya bağlı olarak değişmekle beraber Ticari Örnek 2 sade kefirlerinde viskozite, Ticari Örnek 1 kefirlerine göre daha düşük değer göstermektedir. Çalışmamızda ürettiğimiz kefir numunelerini karşılaştıracak olursak, en yüksek görünür viskozite değeri $13008 \pm 2840,38$ ile 100İ kefirinin fermantasyonunun 24. saatinde görülmekte olup ticari kefirlerden daha viskoz bir yapıda olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 80İ: 20D kefirinin görünür viskozitesi $5809 \pm 72,63$; 70İ: 30D kefirinin görünür viskozitesi $5768 \pm 57,27$ olup ticari kefiirlere daha yakın bir değerde olduğu sonucuna varılmaktadır.

4.3. Yanıt Yüzey Metoduna Göre Üretilen Kefirlerin % Laktik Asit, Viskozite, SH ve pH Değeri Sonuçları

Çalışmamızın 2. aşamasında seçilen 2 farklı oranda deve: inek sütü karışımlarının viskozitesini artırabilmek ve daha kıvamlı bir ürün elde edebilmek için mTGaz ilavesi yapılmıştır. Denemede enzim ve kefir starter kültürü oranları yanıt yüzey metoduyla varyasyona tabi tutulmuş ve bu deneme deseninde elde edilen kefirlerin % laktik asit miktarı, viskozitesi, SH ve pH değerleri ölçülmüştür. Grupların tümünde % laktik asit miktarı, viskozitesi, SH ve pH değerleri analizlerinin 0., 22., 23. ve 24. saatindeki sonuçları EK-1' de verilmiştir.

Çalışmamızın 2. aşamasında üretilen toplam 24 adet kefir örneği, %0-0,2 starter kültür ve 0-6 U g/protein mTGaz konsantrasyonunda yanıt yüzey metodu ile varyasyona tabi tutulmuş, SH, pH, %laktik asit ve rölatif viskozite verileri EK-1' de verilmiş olup seçilen 6 adet kefir örneği için veriler yorumlanmıştır.

Çalışmamızın 3. aşamasında; deneme desenine göre üretilen kefir örneklerinde, her iki süt karışımı için 1 adet enzim ilavesiz örneğimiz bulunmakta olup karşılaştırma amacı ile bu örneklerimiz üretime dahil edilmiştir. Diğer örnekler için, her iki süt karışımında da en yüksek rölatif viskozitenin tespit edildiği örnekler alınmıştır. EK-1' deki tablodan da anlaşıldığı üzere, her iki süt karışımında da en yüksek rölatif viskozite, %0,2 starter kültür ve 3 U g/ protein mTGaz ilaveli örnekler ile %0,17 starter kültür ve 5,12 U g/protein mTGaz ilaveli örneklerde görülmüştür. Yine bu 6 kefir örneğinden fermantasyonun 0. ve 24. saatlerinde numune alınarak SDS-PAGE analizi yapılmış ve örneklerin band yoğunlukları incelenmiştir. Söz konusu kefir örneklerinden fermantasyonun 24. saati sonunda alınan numunelerde SEM ile mikroyapı ve uçucu bileşenleri analizlenmiştir. Örnekler; 1, 7, 14 ve 21 gün depolanarak su tutma kapasitesi ve serum ayrılması analizleri yapılmıştır. Kefirlerden 24 saatlik fermantasyon sonucunda hazırlanan örnekler 1 gece +4 °C' de bekletilmiş ve örneklerde duyu analizi yapılmıştır.

4.3.1. %80 Deve Sütü %20 İnek Sütü Karışımıyla üretilen Kefirlerin pH, SH, % laktik asit ve rölatif viskozite verilerinin Yanıt Yüzey Metoduyla Analiz Edilmesi

%80 deve sütü ve %20 inek sütü karıştırılarak 12 farklı starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunda kefir üretilmiş olup çalışmamızın 3. aşamasında kullandığımız kefir

örneklerine ait veriler yorumlanmıştır. Deneme desenine göre farklı enzim ve starter kültür konsantrasyonuyla üretilen kefirlerin % laktik asit miktarı, viskozitesi, SH ve pH değerleri 0., 22., 23. ve 24. saatlerde ölçülmüş olup sonuçlar EK-1’ de verilmiştir. Aşağıdaki varyans analizi tablosu ve grafiklerinde sadece fermantasyon sonucundaki değişiklikleri belirlemek üzere 24. saat verileri kullanılmıştır.

4.3.1.1. pH Değeri

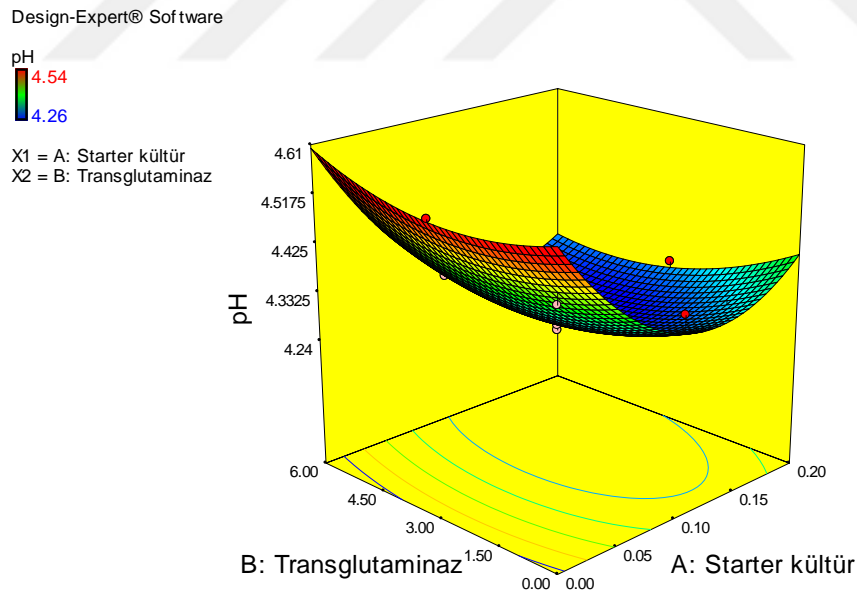
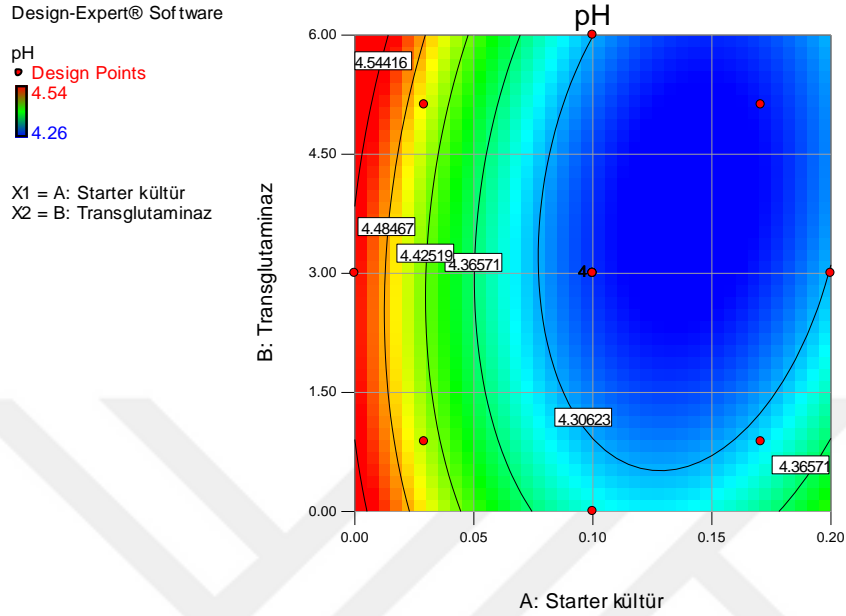
Saptanan değişiklikler için kuadratik modelin regresyon parametrelerini gösteren varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5’ de verilmiştir. Çizelgeden, starter kültür oranının kefir pH değeri üzerinde lineer etkisinin ($P<0,05$) istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. mTGaz oranının etkisinin ise istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($P> 0,05$).

Çizelge 4.5. %80 deve sütü ve %20 inek sütü karışımından üretilen kefirlerde starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun kefirlerdeki pH değeri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	KT	Sd	KO	F Değeri	P değeri
Model	0,089	5	0,018	30,74	0,003
A(Starter kültür)	0,051	1	0,051	88,26	<0.0001*
B(Transglutaminaz)	8,64	1	8,64	1,48	0,2689
AB	1,225	1	1,225	2,10	0,1971
A ²	0,035	1	0,035	60,81	0,0002*
B ²	3,803	1	3,803	6,53	0,432
Uyum eksikliği	3,218	3	1,073	11,70	0,0366
Genel		11			

* $P<0,05$

Starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun oranlarının kefirlerdeki pH değeri üzerindeki etkisi Şekil 4.1' de gösterilmektedir.



Şekil 4.1 Starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun oranlarının kefirlerdeki pH değeri üzerindeki etkisi

Starter kültür miktarı oranının artışına bağlı olarak pH değerinde azalma olduğu Şekil 4.1' deki yanıt yüzey grafiğinde görülmektedir. %0,1-0,2 arasında starter kültür ve 0-5,12 U

mTGaz ilave edilen kefirlerde pH 4,54-4,26' ya düşmüştür. Grafikten anlaşıldığı üzere pH düşüşünde etkili olan faktör starter kültür miktarıdır.

4.3.1.2. SH Değeri

Gözlemlenen değişiklikler için kuadratik modelin regresyon parametrelerini gösteren varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6' da verilmiştir. Çizelgeden, starter kültür oranının kefir SH'ı üzerinde lineer etkisinin ($P<0,05$) istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. mTGaz oranınınsa istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($P> 0,05$).

Çizelge 4.6 %80 deve sütü ve %20 inek sütü karışımından üretilen kefirlerde starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun kefirlerdeki SH değeri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

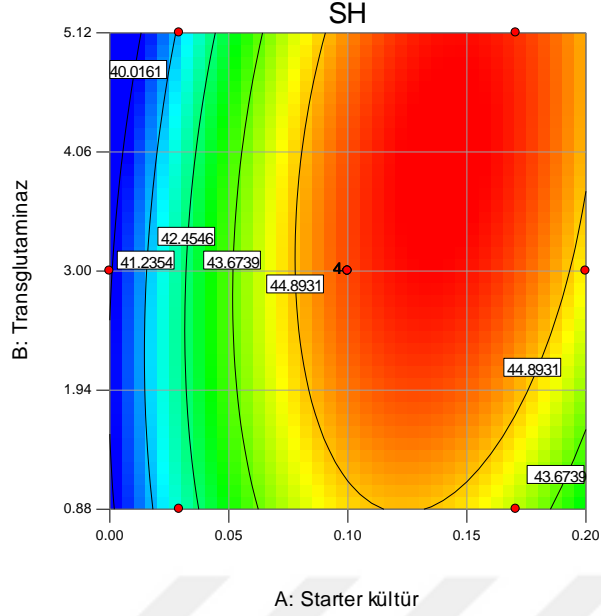
Kaynak	KT	Sd	KO	F Değeri	P değeri
Model	0,24	5	0,048	18,56	0,0014
A(Starter kültür)	0,13	1	0,13	49,29	0,0004*
B(Transglutaminaz)	2,541	1	2,541	0,98	0,3610
AB	7,031	1	7,031	2,70	0,1512
A ²	0,10	1	0,10	38,82	0,0008*
B ²	0,013	1	0,013	4,94	0,0679
Uyum eksikliği	0,013	3	4,381	5,36	0,1008
Genel		11			

* $P<0,05$

Design-Expert® Software

SH
● Design Points
46
40

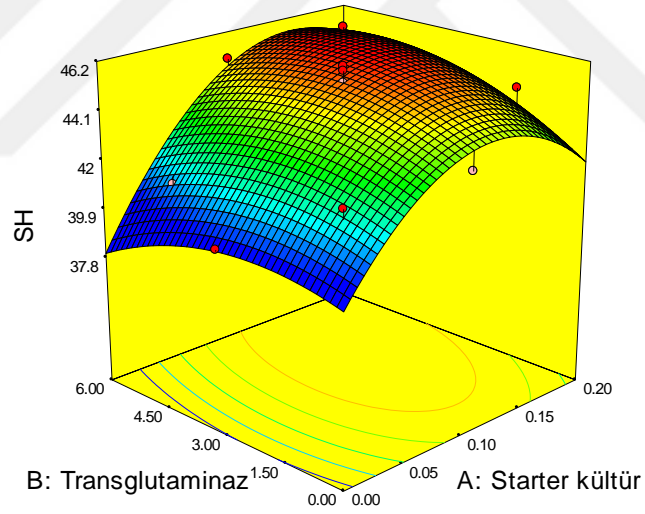
X1 = A: Starter kültür
X2 = B: Transglutaminaz



Design-Expert® Software

SH
46
40

X1 = A: Starter kültür
X2 = B: Transglutaminaz



Şekil 4.2 Starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun oranlarının kefirlerdeki SH değeri üzerindeki etkisi

Starter kültür miktarı oranının artışına bağlı olarak SH değerindeki azalma Şekil 4.2' deki yanıt yüzey grafiğinde görülmektedir. 0-5,12 U mTGaz ve %0,1-0,2 arasında starter kültür ilave edilmiş kefirlerde SH değeri 40-46 arasında değişmiştir. Grafikten anlaşıldığı üzere SH düşüşünde etkili olan faktör starter kültür miktarıdır.

4.3.1.3. Laktik Asit Değeri

Gözlemlenen değişiklikler için kuadratik modelin regresyon parametrelerini gösteren varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7' de verilmiştir. Çizelgeden, starter kültür oranının kefir %laktik asit üzerindeki lineer etkisinin ($P<0,05$) istatistiksel olarak anlamlı olduğu anlaşılmıştır. mTGaz oranının ise istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.7 %80 deve sütü ve %20 inek sütü karışımından üretilen kefirlerde starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun kefirlerdeki %laktik asit değeri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

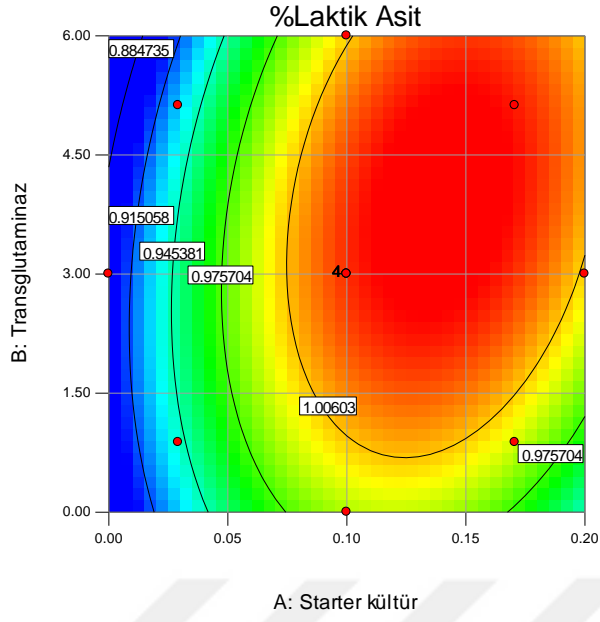
Kaynak	KT	Sd	KO	F Değeri	P değeri
Model	0,021	5	4,238	18,92	0,0013
A(Starter kültür)	0,011	1	0,011	50,97	0,0004*
B(Transglutaminaz)	2,464	1	2,464	1,10	0,3347
AB	5,063	1	5,063	2,26	0,1835
A ²	8,732	1	8,732	38,97	0,0008*
B ²	1,243	1	1,243	5,55	0,0566
Uyum eksikliği	1,208	3	4,025	8,83	0,0534
Genel		11			

* $P<0,05$

Design-Expert® Software

%Laktik Asit
● Design Points
1.03
0.9

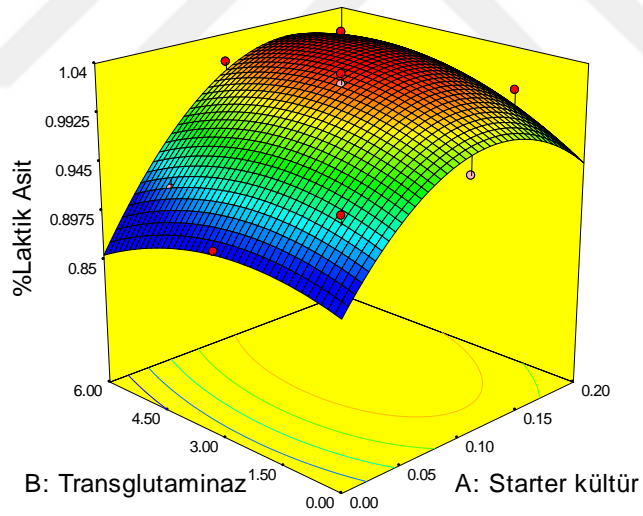
X1 = A: Starter kültür
X2 = B: Transglutaminaz



Design-Expert® Software

%Laktik Asit
1.03
0.9

X1 = A: Starter kültür
X2 = B: Transglutaminaz



Şekil 4.3 Starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun oranlarının kefirlerdeki % laktik asit değeri üzerindeki etkisi

Starter kültür miktarı oranının artışına bağlı olarak % laktik asitteki azalma Şekil 4.3’deki yanıt yüzey grafiğinde görülmektedir. %0,1-0,2 arasında starter kültür ve 0-5,12 U mTGaz

ilave edilmiş kefirlerde % laktik asit miktarı 0,9 ile 1,03 arasında değişmiştir. Grafikten anlaşıldığı üzere % laktik asit düşüşünde etkili olan faktör starter kültür miktarıdır.

4.3.1.4. Rölatif Viskozite Değeri

Starter kültür ve mTGaz enzim konsantrasyonunun oranlarının kefirlerdeki rölatif viskozite değerleri üzerindeki etkileri Çizelge 4.8' deki varyans analiz sonuçlarında verilmiştir. Starter kültür ve mTGaz oranının rölatif viskoziteye etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,05$).

Çizelge 4.8. %80 deve sütü ve %20 inek sütü karışımından üretilen kefirlerde starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun kefirlerdeki rölatif viskozite değeri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	KT	Sd	KO	F Değeri	P değeri
Model	882,77	5	176,55	42,01	0,0001
A(Starter kültür)	639,61	1	639,61	152,20	<0.0001*
B(Transglutaminaz)	122,78	1	122,78	29,22	0,0017*
AB	20,48	1	20,48	4,87	0,0694
A ²	77,37	1	77,37	18,41	0,0051*
B ²	8,36	1	8,36	1,99	0,2080
Uyum eksikliği	25,01	3	8,34	120,65	0,0013
Genel		11			

* $P<0,05$

Design-Expert® Software

Relatif Viskozite

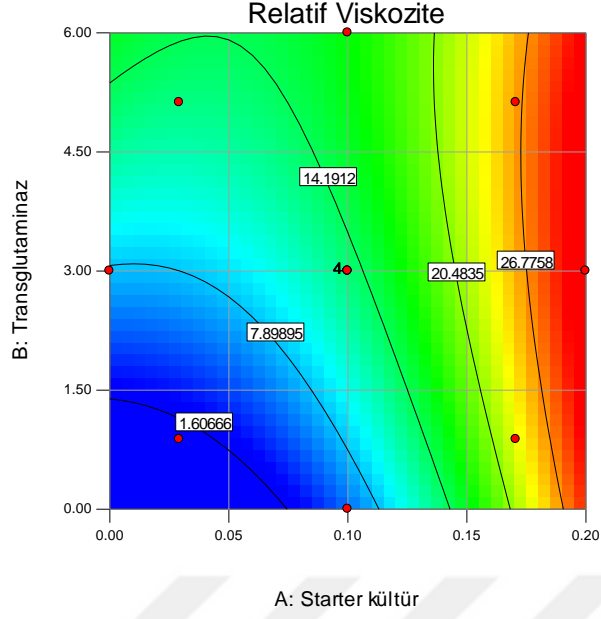
● Design Points

31.25

2.2

X1 = A: Starter kültür

X2 = B: Transglutaminaz



Design-Expert® Software

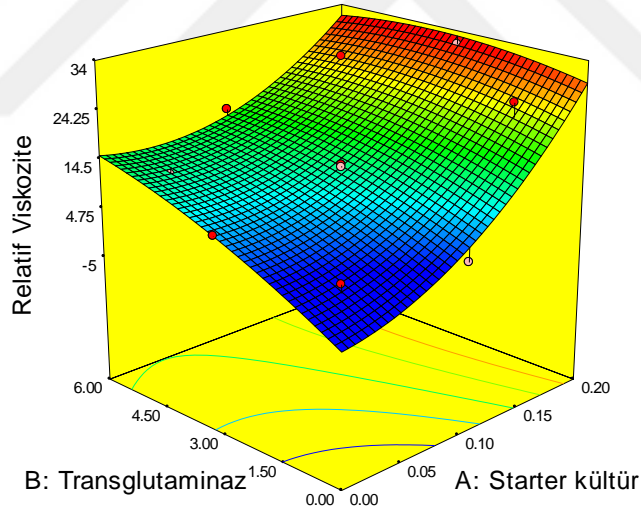
Relatif Viskozite

31.25

2.2

X1 = A: Starter kültür

X2 = B: Transglutaminaz



Şekil 4.4 Starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun oranlarının kefirlerdeki rölatif viskozite değerleri üzerindeki etkileri

Starter kültür ve mTGaz enzim konsantrasyonunun oranlarının kefirlerdeki rölatif viskozite değerleri üzerindeki etkileri Şekil 4.4' te gösterilmektedir. Starter kültür ve mTGaz enzim konsantrasyonunun artışıyla beraber rölatif viskozitenin de arttığı Şekil 4.4' deki yanıt

yüzey grafiğinde görülmektedir. Rölatif viskozite değerinin 2,2 ile 31,25 değer aralığında değiştiği saptanmıştır.

4.3.2. %70 Deve Sütü %30 İnek Sütü Karışımıyla üretilen Kefirlerin pH, SH, % laktik asit ve rölatif viskozite verilerinin Yanıt Yüzey Metoduyla Analiz Edilmesi

%70 deve sütü ve %30 inek sütü karıştırılarak 12 farklı starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunda kefir üretilmiş olup çalışmamızın 3. aşamasında kullandığımız kefir örneklerine ait veriler yorumlanmıştır. Deneme desenine göre farklı enzim ve starter kültür konsantrasyonuyla üretilen kefirlerin % laktik asit miktarı, viskozitesi, SH ve pH değerleri 0., 22., 23. ve 24. saatlerde ölçülmüş olup sonuçlar EK-1' de verilmiştir. Aşağıdaki varyans analizi tablosu ve grafiklerinde sadece fermantasyon sonucundaki değişiklikleri belirlemek üzere 24. saat verileri kullanılmıştır.

4.3.2.1. pH Değeri

Starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun oranlarının kefirlerdeki, pH değerleri üzerindeki etkisi Çizelge 4.9' daki varyans analizi sonuçlarında gösterilmektedir. Kefirlerin pH değerleri üzerinde mTGaz ve starter kültür oranı istatistiksel olarak anlamlı ($P>0,05$) bulunmamıştır.

Çizelge 4.9 %70 deve sütü ve %30 inek sütü karışımından üretilen kefirlerde starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun kefirlerdeki pH değeri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

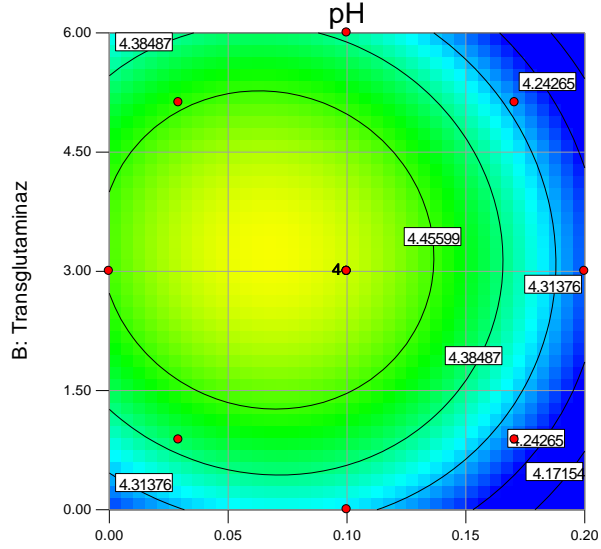
Kaynak	KT	Sd	KO	F Değeri	P değeri
Model	0,10	5	0,020	1,42	0,3381
A(Starter kültür)	0,037	1	0,037	2,57	0,1600
B(Transglutaminaz)	2,239	1	2,239	0,16	0,7061
AB	2,250	1	2,250	0,016	0,9043
A ²	0,034	1	0,034	2,35	0,1761
B ²	0,041	1	0,041	2,86	0,1416
Uyum eksikliği	0,028	3	9,422	0,49	0,7132
Genel		11			

* $P < 0,05$

Design-Expert® Software

pH
● Design Points
4.63
4.23

X1 = A: Starter kültür
X2 = B: Transglutaminaz

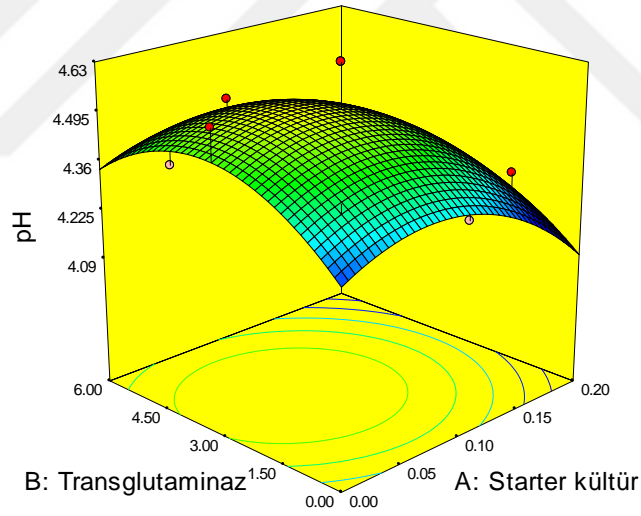


A: Starter kültür

Design-Expert® Software

pH
4.63
4.23

X1 = A: Starter kültür
X2 = B: Transglutaminaz



Şekil 4.5 pH değerlerine Starter kültür ve mTGaz konsantrasyonu oranı değişiminin etkisi

Starter kültür ve mTGaz farklı oranlarda kullanılmasının kefirlerdeki pH değerleri üzerindeki etkisi Şekil 4.5' deki yanıt yüzey grafiğinde görülmektedir. Fermantasyon bitiminde en düşük pH değeri; 5,12 U mTGaz konsantrasyonu ve starter kültür oranı %0,17 (4,29) ve 3 U mTGaz konsantrasyonu ve starter kültür oranı %0,2 (4,23) olan kefirlerde görülmüştür.

4.3.2.2. SH Değeri

Starter kültür ve mTGaz oranının, kefirlerin SH değerleri üzerindeki etkisi izelge 4.10' a ait varyans analizi sonuçlarında gösterilmektedir. Kefirlerin SH değerleri üzerinde istatistiksel olarak starter kültür ve mTGaz oranı anlamlı ($P>0,05$) bulunmamıştır.

Çizelge 4.10 %70 deve sütü ve %30 inek sütü karışımından üretilen kefirlerde starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun kefirlerdeki SH değeri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

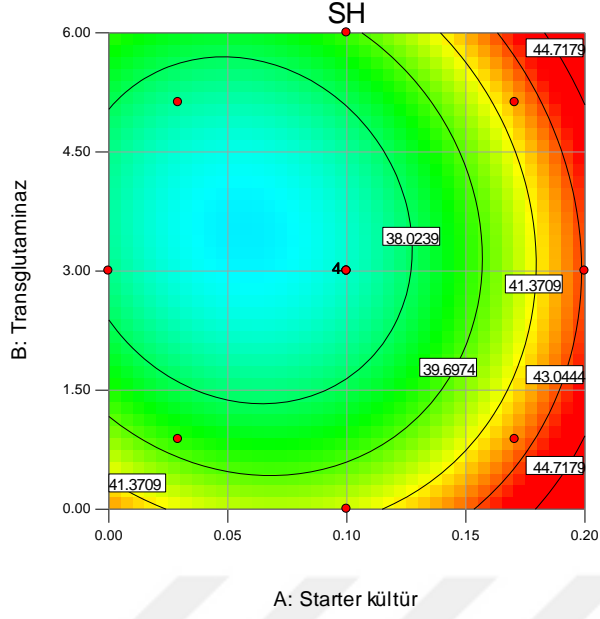
Kaynak	KT	Sd	KO	F Değeri	P değeri
Model	62,86	5	12,57	1,22	0,4027
A(Starter kültür)	31,32	1	31,32	3,03	0,1323
B(Transglutaminaz)	2,36	1	2,36	0,23	0,6494
AB	0,56	1	0,56	0,054	0,8232
A ²	17,96	1	17,96	1,74	0,2354
B ²	16,38	1	16,38	1,59	0,2546
Uyum eksikliği	27,72	3	9,24	0,81	0,5670
Genel		11			

* $P<0,05$

Design-Expert® Software

SH
● Design Points
44
34

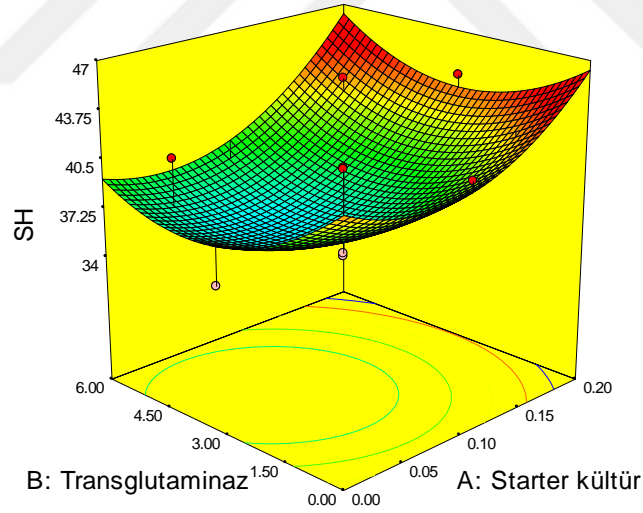
X1 = A: Starter kültür
X2 = B: Transglutaminaz



Design-Expert® Software

SH
44
34

X1 = A: Starter kültür
X2 = B: Transglutaminaz



Şekil 4.6 Starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun oranlarının kefirlerdeki SH değerleri üzerindeki etkisi

mTGaz ve starter kültür miktarının kefirlerdeki SH değerine etkisi Şekil 4.6' daki yanıt yüzey grafiğinde görülmektedir. SH değeri, mTGaz oranı 3 U ve starter kültür miktarı %0,2 ilave edilmiş kefirlerde 44 olarak en yüksek değere ulaşmıştır.

4.3.2.3. %Laktik Asit Değeri

Starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun % laktik asit değerlerine etkisi izelge 4.11’deki varyans analizi sonuçlarında verilmiştir. Starter kültür ve mTGaz konsantrasyonu istatistiksel açıdan anlamlı ($P>0,05$) bulunmamıştır.

Çizelge 4.11 %70 deve sütü ve %30 inek sütü karışımından üretilen kefirlerde starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun kefirlerdeki %laktik asit değeri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

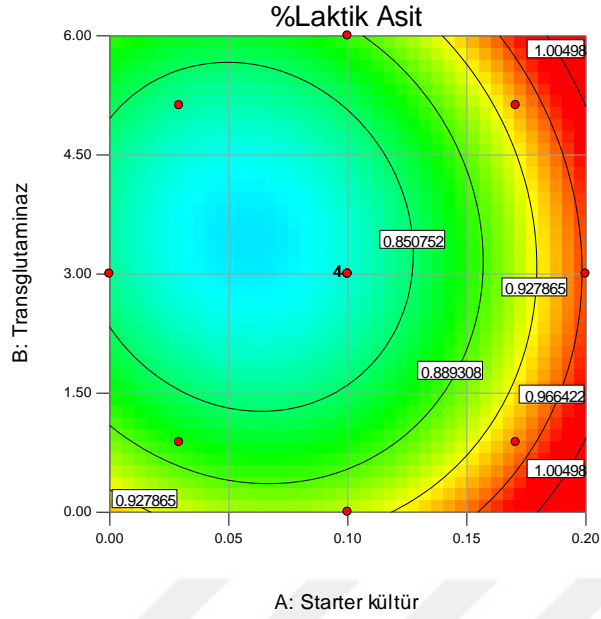
Kaynak	KT	Sd	KO	F Değeri	P değeri
Model	0,033	5	6,626	1,22	0,4005
A(Starter kültür)	0,017	1	0,017	3,11	0,1284
B(Transglutaminaz)	1,045	1	1,045	0,19	0,6759
AB	2,250	1	2,250	0,042	0,8452
A ²	9,610	1	9,610	1,77	0,2312
B ²	8,410	1	8,410	1,55	0,2592
Uyum eksikliği	0,014	3	4,740	0,78	0,5792
Genel		11			

* $P<0,05$

Design-Expert® Software

%Laktik Asit
● Design Points
0.99
0.76

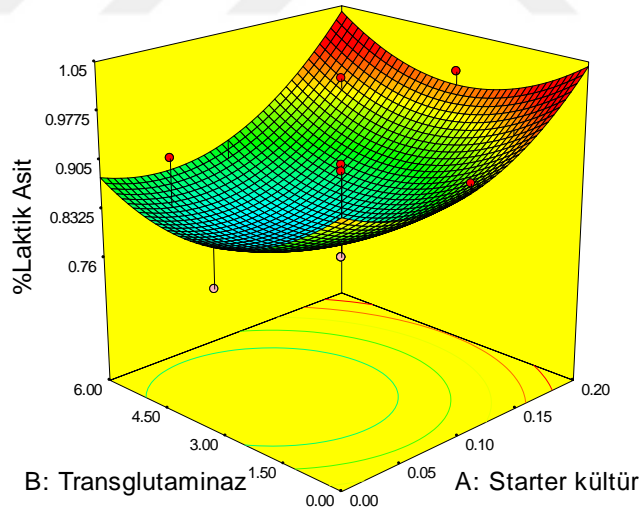
X1 = A: Starter kültür
X2 = B: Transglutaminaz



Design-Expert® Software

%Laktik Asit
● Design Points
0.99
0.76

X1 = A: Starter kültür
X2 = B: Transglutaminaz



Şekil 4.7 Starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun oranlarının kefirlerdeki %laktik asit değerleri üzerindeki etkisi

Starter kültür ve mTGaz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak % laktik asit değerinin değişimi Şekil 4.7' deki yanıt yüzey grafiğinde gösterilmektedir. mTGaz konsantrasyonu 3 U,

starter kültür oranı %0,2 olan kefirlerde % laktik asit konsantrasyonunun en yüksek olduğu tespit edilmiştir.

4.3.2.4. Rölatif Viskozite Değeri

Starter kültür ve mTGaz konsantrasyonun, rölatif viskozite değerlerine etkisi Çizelge 4.12' deki varyans analizi sonuçlarında verilmiştir. Kefirlerin rölatif viskozitesi üzerinde, mTGaz ve starter kültür oranının istatistiksel açıdan anlamlı ($P>0,05$) olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.12 %70 deve sütü ve %30 inek sütü karışımından üretilen kefirlerde starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun kefirlerdeki rölatif viskozite değeri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	KT	Sd	KO	F Değeri	P değeri
Model	2525,71	5	505,14	2,69	0,1302
A(Starter kültür)	1047,41	1	1047,41	5,58	0,0562
B(Transglutaminaz)	419,02	1	419,02	2,23	0,1859
AB	74,56	1	74,56	0,40	0,5519
A ²	940,22	1	940,22	5,01	0,0666
B ²	0,16	1	0,16	8,654	0,9775
Uyum eksikliği	1093,78	3	364,59	32,90	0,0085
Genel		11			

* $P<0,05$

Design-Expert® Software

Relatif Viskozite

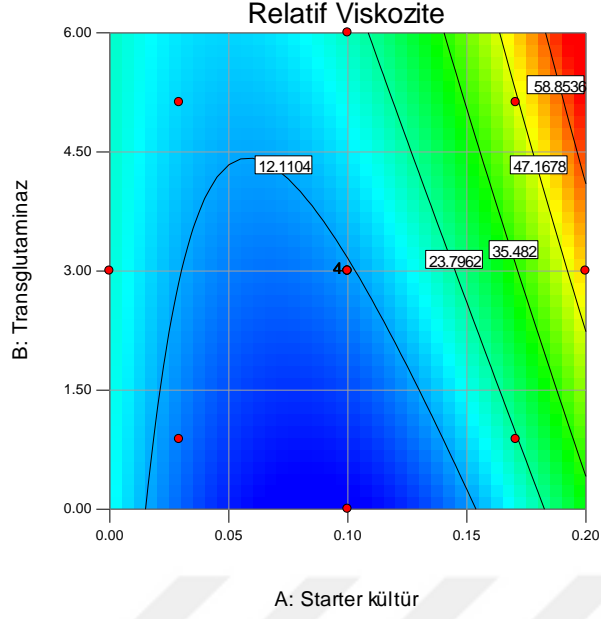
● Design Points

66.21

1.66

X1 = A: Starter kültür

X2 = B: Transglutaminaz



Design-Expert® Software

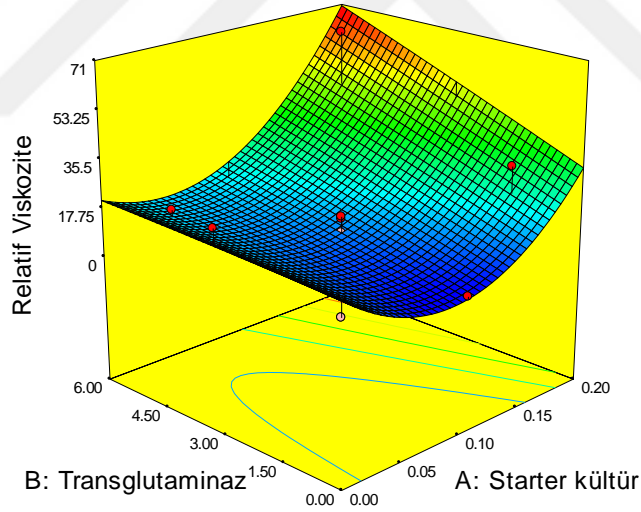
Relatif Viskozite

66.21

1.66

X1 = A: Starter kültür

X2 = B: Transglutaminaz



Şekil 4.8 Starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun oranlarının kefirlerdeki rölatif viskozite değerleri üzerindeki etkisi

Kefirlerdeki rölatif viskozite değerleri üzerinde starter kültür ve mTGaz konsantrasyonunun etkisi Şekil 4.8’ de verilmiştir. En yüksek rölatif viskozite değerinin, mTGaz oranı 5,12 U ve %0,17 starter kültür ilave edilmiş olan kefirlerde 66,21 olduğu görülmüştür.

4.4. mTGaz İlaveli ve İlavesiz Olark Üretilen %70 Deve: %30 İnek ve %80 Deve: %20 İnek Sütü Karışımlarından Üretilen Kefirlerden % Laktik Asit, Rölatif Viskozite, SH ve pH Değeri Verilerine Göre Belirlenen Kefirlerin Sonuçları

Her iki süt karışımından elde edilen deneme deseni sonuçları pH, SH, %laktik asit ve rölatif viskozite değerleri açısından birbirleriyle karşılaştırılırsa söz konusu değerler birbirine yakın olmasına karşın %70 deve: %30 inek sütü karışımından üretilen kefirlerde rölatif viskozitede 66 kat artış olurken bu oran %80 deve: %20 inek sütü karışımından üretilen kefirlerde 31 kat olarak kalmıştır. Bu da üretilen kefir sütü karışımında deve sütü oranının %10 oranında artmasının kefirlerin rölatif viskozitesinin azalmasına neden olduğu anlamına gelmektedir. Bu durum, deve sütünün fermente süt ürünlerine işlenebilmesindeki zorluklar ve özellikle antimikrobiyal bileşenlerin konsantrasyonunun yüksek olmasıyla açıklanabilmektedir.

Deneme deseni sonuçlarından toplamda farklı starter ve mTGaz konsantrasyonuna göre 6 adet kefir örneği üretim için seçilmiş olup (Çizelge 4.13) daha sonraki analizler bu 6 kefir örneği üzerinden yürütülmüştür. Çizelge 4.13’ de seçilen bu kefirler ile bunların kefir starter kültürü konsantrasyonu ve mTGaz konsantrasyonu gösterilmiştir.

Çizelge 4.13 Deneme desenine göre belirlenen kefir grupları

Kod	Starter Kültür (g/ml)	mTGaz (Unit/g protein)	Süt Karışımı
1.	0,2	3	70D: 30İ
2.	0,17	5,12	70D: 30İ
3.	0,1	0	70D: 30İ
4.	0,2	3	80D: 20İ
5.	0,17	5,12	80D: 20İ
6.	0,1	0	80D: 20İ

İlk 3 örnekte %70 deve sütü ve %30 inek sütü, ikinci 3 örnekte ise %80 deve sütü ve %20 inek sütü karıştırılmış olup fermantasyonun 24. saatine ait veriler Çizelge 4.15’ te verilmiştir. Bu sütlere, 3 farklı oranda starter kültür ve mTGaz ilave edilmiştir. Bu kombinasyonlardan kefir üretimi yapılması durumunda duyu analizi, uçucu bileşikler analizi, mikroyapı ve depolama analizleri sonuçlarının da farklı olabileceği düşünülmüştür.

Çizelge 4.14 Deneme desenine göre belirlenen kefir gruplarının pH, SH, % laktik asit ve rölatif viskozite sonuçları

Kod	Starter Kültür (g/ml)	mTGaz (Unit/g protein)	Süt Karışımı	pH	SH	%Laktik Asit	Rölatif Viskozite
1.	0,2	3	70D: 30İ	4,23	44	0,99	33,6
2.	0,17	5,12	70D: 30İ	4,29	42,9	0,97	66,21
3.	0,1	0	70D: 30İ	4,31	41,7	0,94	1,85
4.	0,2	3	80D: 20İ	4,32	44	0,99	31,25
5.	0,17	5,12	80D: 20İ	4,27	45,9	1,03	26,3
6.	0,1	0	80D: 20İ	4,37	43,2	0,97	2,68

1.deneme deseni olan %70 deve sütü %30 inek sütü kefirleri:

✓ 0,2 starter kültür 3 U/g mTGaz ilave edilen kefir örneği için % laktik asit, rölatif viskozite, SH ve pH değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P > 0,05$).

✓ 0,17 starter kültür 5,12 U/g mTGaz ilave edilen kefir örneği için, % laktik asit, rölatif viskozite, SH ve pH değeri üzerine etkisi anlamlı bulunmamıştır ($P > 0,05$).

✓ 0,1 starter kültür 0 U/g mTGaz ilave edilen kefir örneği için, % laktik asit, rölatif viskozite, SH ve pH değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P > 0,05$).

2. deneme deseni olan %80 deve sütü %20 inek sütü kefirleri:

✓ 0,2 starter kültür 3 U/g mTGaz ilave edilen kefir örneği için, % laktik asit, rölatif viskozite, SH ve pH değerlerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,05$).

✓ 0,17 starter kültür 5,12 U/g mTGaz ilave edilen kefir örneği için, % laktik asit, rölatif viskozite, SH ve pH değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,05$).

✓ 0,1 starter kültür 0 U/g mTGaz ilave edilen kefir örneği için, % laktik asit, rölatif viskozite, SH ve pH değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,05$).

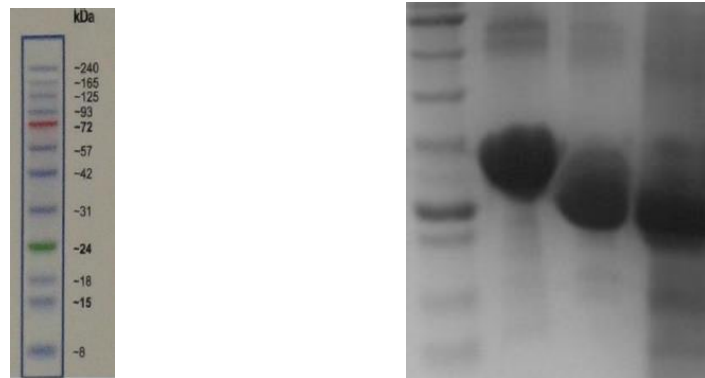
Bu verilerden çıkarılabilecek esas sonuç gerek deve sütü gerekse inek sütü proteinlerinin mTGaz ile çapraz bağlar oluşturabilme potansiyeline sahip olduğudur ve enzim konsantrasyonu değişimi ile beraber rölatif viskozitede de değişikliklere yol açmıştır.

Çalışmanın daha sonraki aşamalarında ise seçilen bu 6 farklı kefir kombinasyonlarıyla (Çizelge 4.13) üretilen kefirlerde depolama (serum ayrılması ve su tutma kapasitesi), SDS-PAGE, SEM ile mikroyapı görüntüleme, uçucu bileşenlerin analizi ve duyu analizi yapılmıştır.

4.5. SDS-Page Analizi Sonuçları

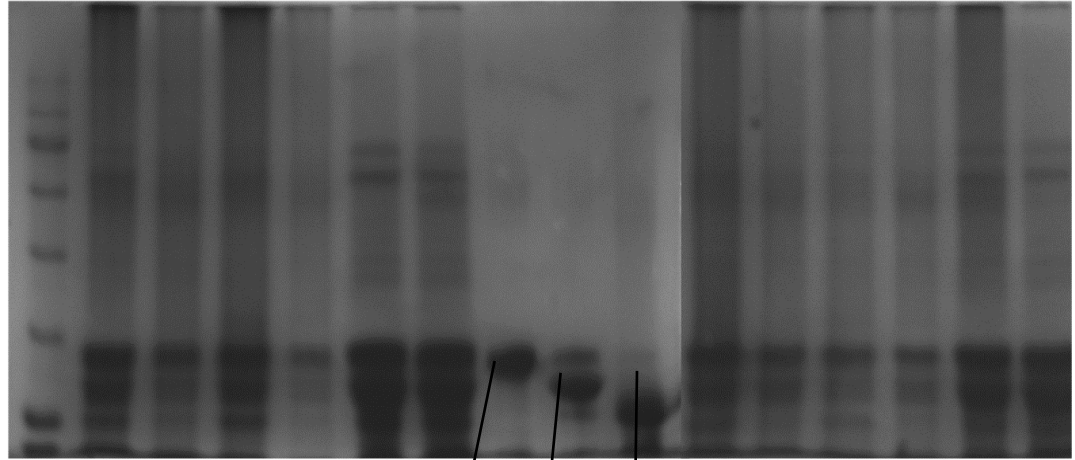
Bu çalışmada amaç, deve ve inek sütlerindeki proteinlerin mTGaz ile oluşturdukları çapraz bağlanma sonucunda arda kalan reaksiyona katılmayan bandların yoğunluğu üzerinden polimerizasyon derecesi hakkında bir bilgi edinebilmektir.

Transglutaminaz enzimiyle oluşan oligomerler kovalent bağ yapısında olmaları nedeniyle parçalanamamış ve moleküler ağırlıklarının yüksek olması nedeniyle jel üzerinde görülebilmiştir. Bundan dolayı sadece jele yüklediğimiz örneklerin bant yoğunluğunun artış ve azalışı üzerinden polimerizasyon tespit edilebilmiştir. Band yoğunluğunun azalması polimerizasyonun fazla olduğunun bir göstergesi olmasından dolayı SDS-PAGE üzerinde değerlendirmeler yapılabilmektedir. Bu analiz ile polimerizasyonun kalitatif olarak tespitinin yapılması hedeflenmiştir. Şekil 4.9'da protein işaretleyici (M) ve α s, β , κ -kazein standartlarının moleküler ağırlık seviyeleri verilmiştir. Şekil 4.10'da, Çizelge 4.15'e göre saptanan farklı deve: inek sütü karışımları ve farklı kefir kültürü ve mTGaz konsantrasyonu ilavesiyle üretilen 6 adet kefir örneklerinin fermentasyonun 0. ve 24. saati sonrası SDS-PAGE profilleri, marker ve kazein fraksiyonlarının moleküler ağırlıkları gösterilmiştir.



Şekil 4.9 Protein işaretleyici (M) kullanılarak α s, β , κ -kazein standartlarının moleküler ağırlık seviyelerinin SDS-PAGE analiziyle saptanması

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16



α s-kazein β -kazein κ -kazein

Şekil 4.10 SDS-PAGE Analizinde kullanılan protein işaretleyici marker, α s, β , κ - kazein standartları ve analiz sonucu oluşan bant yoğunlukları

1: Protein İşaretleyici marker

2: %70 deve sütü ve %30 inek sütü karışımı, %0,2 Starter kültür ve 3 U/ g protein mTGaz fermantasyonun 0. saati

3: %70 deve sütü ve %30 inek sütü karışımı, %0,2 Starter kültür ve 3 U/ g protein mTGaz fermantasyonun 24. saati

4: %70 deve sütü ve %30 inek sütü karışımı, %0,17 Starter kültür ve 5,12 U/ g protein mTGaz fermantasyonun 0. saati

5: %70 deve sütü ve %30 inek sütü karışımı, %0,17 Starter kültür ve 5,12 U/ g protein mTGaz fermantasyonun 24. saati

6: %70 deve sütü ve %30 inek sütü karışımı, % 0,1 Starter kültür ve 0 U/ g protein mTGaz fermantasyonun 0. saati

7: %70 deve sütü ve %30 inek sütü karışımı, % 0,1 Starter kültür ve 0 U/ g protein mTGaz fermantasyonun 24. saati

8: α s-kazein Standart

9: β -kazein Standart

10 κ -kazein Standart

11: %80 deve sütü ve %20 inek sütü karışımı, %0,2 Starter kültür ve 3 U/ g protein mTGaz fermantasyonun 0. saati

12: %80 deve sütü ve %20 inek sütü karışımı, %0,2 Starter kültür ve 3 U/ g protein mTGaz fermantasyonun 24. saati

13: %80 deve sütü ve %20 inek sütü karışımı, %0,17 Starter kültür ve 5,12 U/ g protein mTGaz fermantasyonun 0. saati

14: %80 deve sütü ve %20 inek sütü karışımı, %0,17 Starter kültür ve 5,12 U/ g protein mTGaz fermantasyonun 24. saati

15: %80 deve sütü ve %20 inek sütü karışımı, % 0,1 Starter kültür ve 0 U/ g protein mTGaz fermantasyonun 0. saati

16: %80 deve sütü ve %20 inek sütü karışımı, % 0,1 Starter kültür ve 0 U/ g protein mTGaz fermantasyonun 24. Saati

Sodyum dodesil sülfat–poliakrilamid jel elektroforez (SDS-PAGE), mTGaz ilave edilerek üretilen kefirlerin proteinlerinde oluşan enzimatik değişiklikler sonucundaki çapraz bağlanmalarını niteleyici olarak saptayan bir analiz yöntemidir. Şekil 4.10’da 6 adet kefir örneğinin SDS-PAGE profilleri verilmiştir. Bu örneklerden 4 adeti mTGaz ilaveli 2 adeti de mTGaz ilavesiz olarak üretilmiştir. Kefirlerin fermentasyonun 0. ve 24. saatlerindeki numunelerinin, inek sütü bazlı protein standartları olan, α_s , β ve κ -kazein, protein işaretleyicisi marker (1. band) kullanılarak elde edilen proteinlerin elektriksel alanda yürütüldüğü jelin görüntüleri Şekil 4.10’da verilmiştir. SDS-PAGE analizinde amaç, mTGaz ile oluşan çapraz bağlanmaların ve/veya polimerizasyonun oluştuğunu saptamaktır. Ancak yüksek moleküler ağırlıklı polimerlerin kullanmış olduğumuz jel gradienti nedeniyle jel üzerinde görünmemesinden dolayı bu polimerizasyon reaksiyonları protein fraksiyonlarının band yoğunluklarının azalması üzerinden analizlenmiştir. mTGaz konsantrasyonu arttıkça, protein fraksiyonlarına karşılık gelen bandların band yoğunluklarının azaldığı ve jelde daha silik göründükleri saptanmıştır.

Şekil 4.10’ da mTGaz konsantrasyonu en düşük olan %70 deve: %30 inek sütü karışımından, 3 U/g protein mTGaz ve %0,2 starter kültür ile üretilen 1. kefirin 0. saati (kolon 2) ile 24. saati (kolon 3) arasındaki band yoğunluk farkının en az olduğu tespit edilmiştir. Yine aynı deve: inek sütü karışımında 5,12 U/g protein mTGaz ilaveli %0,17 starter kültür ilaveli 2. kefirin (kolonlar 4, 5) band yoğunluğu farkının en fazla olduğu gözlemlenmiştir.

Şekil 4.10’ da %80 deve: %20 inek sütü karışımından elde edilen mTGaz konsantrasyonu en düşük olan 3 U/g protein mTGaz enzimi ve %0,2 starter kültür ile üretilen 4. kefirin 0. saati (kolon 11) ile 24. saati (kolon 12) arasındaki band yoğunluğu farkının az olduğu tespit edilmiştir. Yine aynı deve: inek sütü karışımında 5,12 U/g protein mTGaz ilaveli %0,17 starter kültür ilaveli 5. kefirin (kolonlar 13, 14) band yoğunluğu farkının fazla olduğu gözlemlenmiştir.

Şekil 4.10’ da %70 deve: %30 inek sütü karışımından, 3 U/g protein mTGaz ve %0,2 starter kültür ile üretilen 1. kefirin; 0. saati (kolon 2), 24. saati (kolon 3) ve %80 deve: %20 inek sütü karışımından, 3 U/g protein mTGaz ve %0,2 starter kültür ile üretilen 4. kefirin 0. saati (kolon 11) ile 24. saati (kolon 12) karşılaştırıldığında; band yoğunluğu farkının %80 deve: %20 inek sütü karışımındaki kefirlerde daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 4.10' da %70 deve: %30 inek sütü karışımından, 5,12 U/g protein mTGaz ve %0,17 starter kültür ile üretilen 2. kefirin; 0. saati (kolon 4), 24. saati (kolon 5) ve %80 deve: %20 inek sütü karışımından, 5,12 U/g protein mTGaz ve %0,17 starter kültür ile üretilen 5. kefirin 0. saati (kolon 13) ile 24. saati (kolon 14) karşılaştırıldığında; band yoğunluğu farkının %70 deve: %30 inek sütü karışımındaki kefirlerde daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 4.10'da mTGaz ilave edilmeden %70 deve: %30 inek sütü ve %80 deve: %20 inek sütü karışımlarından üretilen %0,1 starter kültür ve 0 U mTGaz kullanılarak üretilen kefirlerin (kolonlar 6, 7, 15, 16) 0. ve 24. saat örneklerinde band yoğunluklarında herhangi bir değişiklik olmadığı görülmektedir.

Sonuç olarak mTGaz konsantrasyonu arttıkça proteinlerin çapraz bağ yapma oranının arttığı ve fermantasyonun 0. ve 24. saatlerinde band yoğunluğunun azaldığı görülmektedir. Süt karışım oranlarının değişmesinin de band yoğunluğunun üzerinde etkisi olabildiği düşünülmektedir.

4.6. Depolama Analizi Sonuçları

Çalışmamızın 3. aşamasında belirlenen 6 adet kefir örneği üretilerek 21 gün boyunca +4 °C de depolanmıştır. Bu örneklerden, 1., 7., 14. ve 21. günlerde numune alınarak su tutma kapasitesinin (STK) ve serum ayrılmasının (sineresiz) süt karışımı, starter kültür ve mTGaz konsantrasyonları ile zamana bağlı değişimi analizlenmiştir. Çizelge 4.15' de depolama boyunca veriler incelendiğinde; STK' nın %45-66 arasında değiştiği görülmüştür. Kefir örneklerinde; süt karışımı, starter kültür ve mTGaz konsantrasyonları ile depolama süresinin su tutma kapasitesine etkisi incelendiğinde veriler istatistiksel olarak ($P<0,05$) anlamlı bulunmuştur. Çizelge 4.15'de su tutma kapasitesi için; süt karışımı, starter kültür ve mTGaz konsantrasyonları ile depolama süresi verileri Duncan çoklu karşılaştırma testi ile analizlenmiş olup değişimin istatistikî farkı harfler ile gösterilmiştir. En düşük su tutma kapasitesi değeri; %70 deve sütü %30 inek sütü %0,17 starter kültür 5,12 U/g protein mTGaz ve %80 deve sütü %20 inek sütü %0,2 starter kültür 3 U/g protein mTGaz örneklerinin 1 günlük depolamasında görülürken, en yüksek su tutma kapasitesi ise %80 deve sütü %20 inek sütü %0,1 starter kültür 0 U/g protein mTGaz örneğinin 21 günlük depolamasında görülmüştür.

Çizelge 4.15' de depolama süresince veriler incelendiğinde; serum ayrılmasının 5,4 mL/25 g ile 11,6 mL/25 g arasında değiştiği görülmüştür. Kefir örneklerinde; süt karışımı,

starter kültür ve mTGaz konsantrasyonlarının serum ayrılmasına etkisi incelendiğinde veriler istatistiksel olarak ($P > 0,05$) anlamlı bulunmamış olup depolama süresinin serum ayrılmasına etkisi incelendiğinde veriler istatistiksel olarak ($P < 0,05$) anlamlı bulunmuştur. Çizelge 4.15’de serum ayrılması için; süt karışımı, starter kültür ve mTGaz konsantrasyonları ile depolama süresi verileri Duncan çoklu karşılaştırma testi ile analizlenmiş olup değişimin istatistikî farkı harfler ile gösterilmiştir. En düşük serum ayrılması değeri; %70 deve sütü %30 inek sütü %0,1 starter kültür 0 U/g protein mTGaz örneğinin 1 günlük depolamasında görülürken, en yüksek serum ayrılması ise %80 deve sütü %20 inek sütü %0,17 starter kültür 5,12 U/g protein mTGaz örneğinin 7 günlük depolamasında görülmüştür.



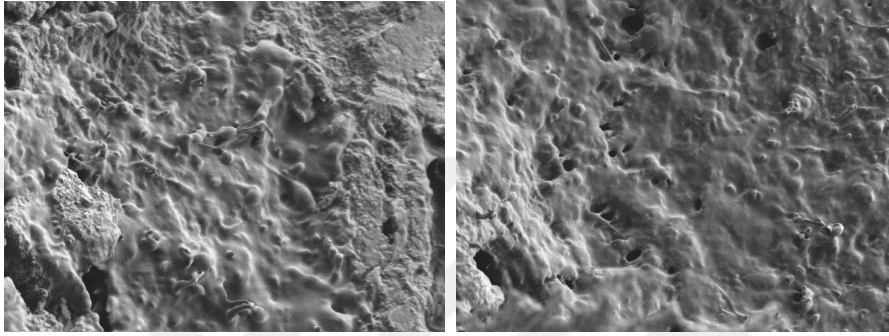
Çizelge 4.15 Deneme desenine göre belirlenen 6 kefir örneğinde depolama sırasındaki değişimler

Örnekler	Depolama Süresi	Sineresiz	Su Tutma Kapasitesi (%)
%70 deve sütü %30 inek sütü %0,2 starter kültür 3 U/g protein mTGaz	1	10,5±0,14 ^{Ac}	50±2,82 ^{Aab}
	7	10,9±0,42 ^{Ac}	52±1,41 ^{ABab}
	14	11,1±0,14 ^{Ac}	55±1,41 ^{BCab}
	21	11,4±0,28 ^{Ac}	64±0 ^{Cab}
%70 deve sütü %30 inek sütü %0,17 starter kültür 5,12 U/g protein mTGaz	1	10,1±0,42 ^{Ac}	45±0 ^{Aab}
	7	10,6±0,14 ^{Ac}	50±2,82 ^{ABab}
	14	10,8±0 ^{Ac}	60±1,4 ^{BCab}
	21	11,1±0,14 ^{Ac}	62±2,82 ^{Cab}
%70 deve sütü %30 inek sütü %0,1 starter kültür 0 U/g protein mTGaz	1	5,4±0,28 ^{Aa}	50±0 ^{Aab}
	7	6,8±0,56 ^{Aa}	53±3,53 ^{ABab}
	14	7,5±0,28 ^{Aa}	54±4,24 ^{BCab}
	21	8,3±0 ^{Aa}	58±2,96 ^{Cab}
%80 deve sütü %20 inek sütü %0,2 starter kültür 3 U/g protein mTGaz	1	11,1±0 ^{Ac}	45±3,53 ^{Aa}
	7	11,4±0,28 ^{Ac}	49±1,41 ^{ABa}
	14	11,5±0,7 ^{Ac}	50±2,82 ^{BCa}
	21	11,4±0,56 ^{Ac}	51±2,82 ^{Ca}
%80 deve sütü %20 inek sütü %0,17 starter kültür 5,12 U/g protein mTGaz	1	11,3±0,28 ^{Ac}	46,5±3,53 ^{Aab}
	7	11,6±0,14 ^{Ac}	49±1,41 ^{ABab}
	14	11,3±0 ^{Ac}	51±5,65 ^{BCab}
	21	11,5±0,28 ^{Ac}	51,5±2,12 ^{Cab}
%80 deve sütü %20 inek sütü %0,1 starter kültür 0 U/g protein mTGaz	1	7,2±0,56 ^{Ab}	50±0 ^{Ab}
	7	8,5±0,42 ^{Ab}	56±2,82 ^{ABb}
	14	9,2±0,28 ^{Ab}	60,5±2,12 ^{BCb}
	21	10±0 ^{Ab}	66±4,94 ^{Cb}

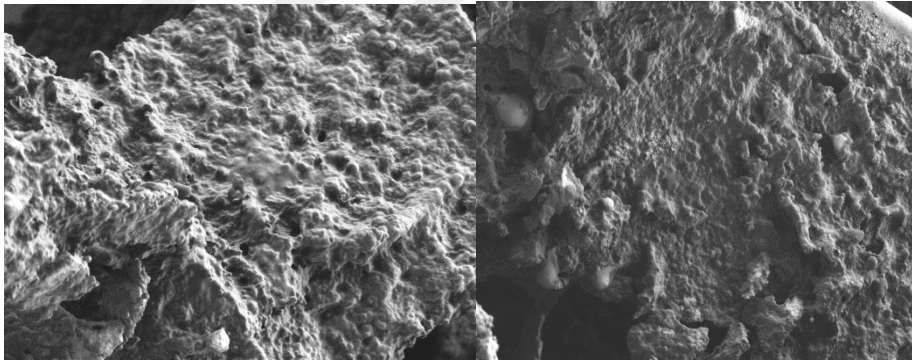
*Aynı sütündeki büyük harfler (A, B, C) süt karışımı, starter kültür ve mTGaz konsantrasyonları, küçük harfler (a, b, c) ise depolama süresi arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($P<0,05$)

4.7. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi Sonuçları

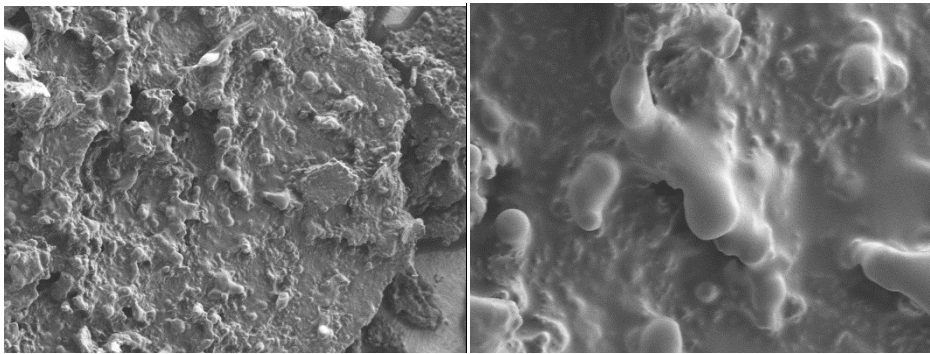
İki farklı deve: inek sütünden elde edilen 6 adet kefir örneklerinden fermantasyonun 24. saatinde numune alınarak liyofilizasyona tabi tutulmuştur. Liyofilize edilen kefir numuneleri, toz ürünlerin partikül boyutu ve şeklini analiz eden taramalı elektron mikroskop (SEM) yardımıyla görüntülenmiştir (Nale, 2013). Görüntüler, solda 5000x ve sağda 10000x oranlarıyla fotoğraflanmıştır.



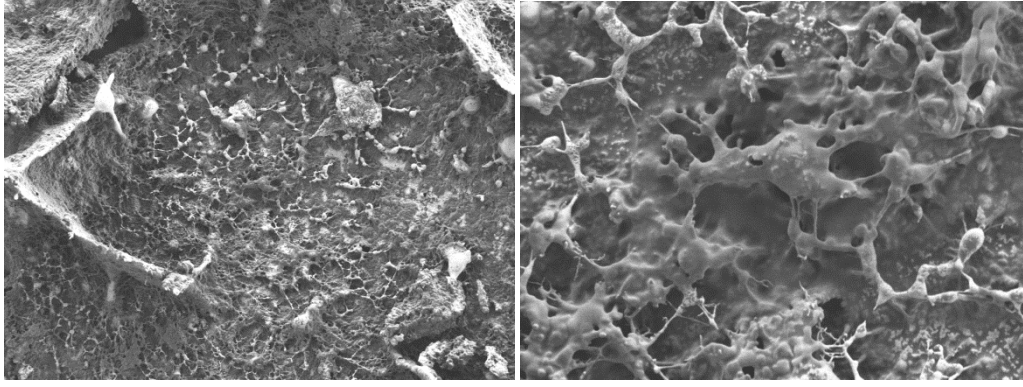
1.Örnek: %70 deve sütü ve %30 inek sütü karışımı, %0,2 Starter kültür ve 3 U/g protein mTGaz



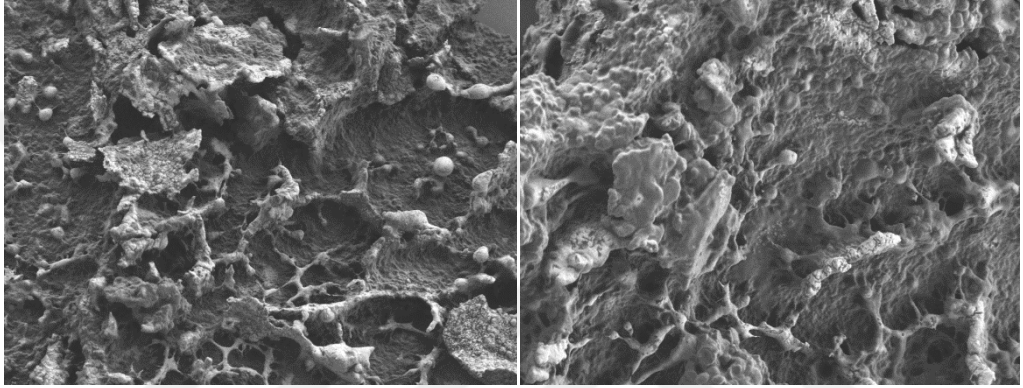
2. Örnek %70 deve sütü ve %30 inek sütü karışımı, %0,17 Starter kültür ve 5,12 U/g protein mTGaz



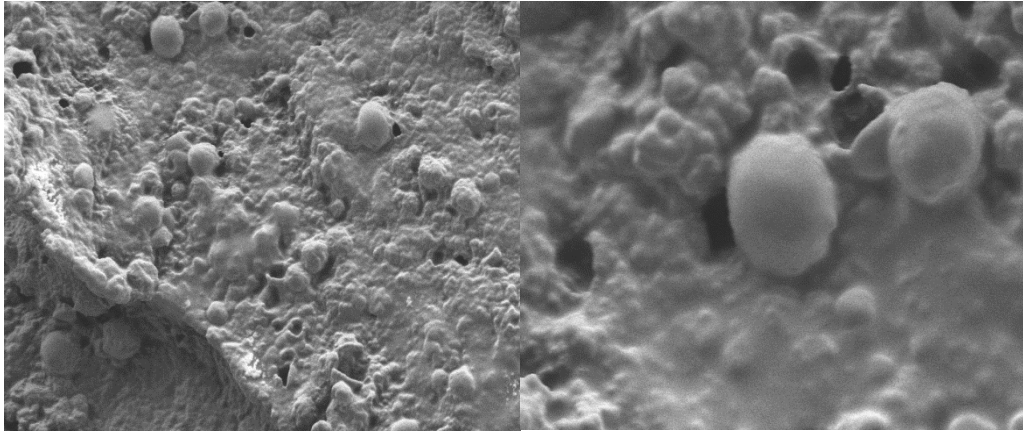
3. Örnek %70 deve sütü ve %30 inek sütü karışımı, %0,1 Starter kültür ve 0 U/g protein mTGaz



4.Örnek: %80 deve sütü ve %20 inek sütü karışımı, %0,2 Starter kültür ve 3 U/g protein mTGaz



5. Örnek: %80 deve sütü ve %20 inek sütü karışımı, %0,17 Starter kültür ve 5,12 U/g protein mTGaz



6. Örnek: %80 deve sütü ve %20 inek sütü karışımı, %0,1 Starter kültür ve 0 U/g protein mTGaz

Şekil 4.11: Seçilen 6 kefir örneğinin SEM görüntüleri

%70 deve: %30 inek sütü karışımından, 3 U/g protein mTGaz enzimi ve %0,2 starter kültür ile üretilen 1. kefir ile %80 deve: %20 inek sütü karışımından, 3 U/g protein ve %0,2 starter kültür ile üretilen 4. kefir numunelerinin SEM görüntüleri karşılaştırıldığı zaman; 4. kefir örneğinde por büyüklüklerinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Deve sütü

konsantrasyonunun fazla olmasının daha gevşek bir yapı oluşumuna neden olduğu düşünülmektedir.

%70 deve: %30 inek sütü karışımından, 5,12 U/g protein ve %0,17 starter kültür ile üretilen 2. kefir ile %80 deve: %20 inek sütü karışımından, 5,12 U/g protein ve %0,17 starter kültür ile üretilen 5. kefir numunelerinin SEM görüntüleri karşılaştırıldığı zaman; 5. kefir örneğinde por büyüklüklerinin daha fazla olduğu ancak 3 U/g protein ve %0,2 starter kültür kullanılarak üretilen kefiirlere göre ise daha sıkı bir yapı görüldüğü tespit edilmiştir.

%70 deve: %30 inek sütü karışımından, 0 U/g protein mTGaz enzimi ve %0,2 starter kültür ile üretilen 3. kefir ile %80 deve: %20 inek sütü karışımından, 3 U/g protein mTGaz enzimi ve %0,2 starter kültür ile üretilen 6. kefir numunelerinin SEM görüntüleri karşılaştırıldığı zaman; 6. kefir örneğinde por büyüklüklerinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca en gevşek yapıya sahip olan kefir numunesinin de 6. kefir olduğu bunu da 3. kefirin takip ettiği anlaşılmıştır.

mTGaz konsantrasyonu arttıkça por büyüklükleri arasında azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca deve: inek sütü karışımında deve sütü miktarının artmasının da daha gevşek yapıya yol açtığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, mTGaz konsantrasyonun en yüksek olduğu 2. ve 5. örneklerde diğer örneklerle göre daha sıkı bir yapı gözlemlenirken, en gevşek yapının hiç enzim ilavesi olmayan 3. ve 6. örneklerde görüldüğü anlaşılmıştır. 1. ve 4. örneklerin de 2. ve 5. örnekler kadar olmasa da sıkı bir yapı gösterdiği gözlemlenmiştir. Böylece SEM sonuçları bize mTGaz ile muamele edilmiş örneklerin protein matrislerinin enzim ilavesi olmayan örneklerle göre daha düzenli kümelenme ile daha sıkı bir yapı oluşmasına yol açtığını göstermiştir.

4.8. Uçucu Bileşenlerin Analiz Sonuçları

Fermente süt ürünlerinden elde edilen uçucu bileşikler çok çeşitlidir ve lezzet üzerinde ferahlatıcı bir etkisi bulunmaktadır (Dan vd., 2017). Kefirde bulunan organik asitler fermente bir süt ürünü olduğu için biyokimyasal ve bakteriyel metabolik prosesler sonucu meydana gelmektedir. Fermantasyonda rol alan mikroorganizmaların metabolik yollarına göre sentezlenen son ürünler de (organik asit vb.) farklılık göstermektedir (Özdemir, 2012).

Kefir ürününün, mikroflorasının %65-80 'inin laktobasillerden, %20' sinin streptokoklardan ve %5' inin de mayalardan oluştuğunu yapılan çalışmalar göstermiştir (Tomar

vd., 2017). Kefir fermantasyonunun başlıca metabolik ürünleri, etanol, laktik asit ve CO₂' dir. Fermantasyon sonucunda oluşan minör bileşenler ise genellikle diasetil, asetaldehit ve aminoasitlerdir. Ancak mikrofloranın, kullanılan kefir danesinin ve starter kültürün çeşidine göre değişmesinden dolayı son üründe açığa çıkan metabolik ürünler de değişebilmektedir (Tomar vd., 2017).

Bu çalışmada, Çizelge 4.16 incelendiğinde, 1. örnekte etanol miktarı, %40,46; 2. örnekte, %36,28; 3. örnekte, %27,89; 4. örnekte, %3,97; 5. örnekte, %43,45; 6. örnekte, %33,29 olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek etanol içeriğine sahip örnek olan 4. örnek, %80 deve sütü ve %20 inek sütü içermektedir. Ayrıca, %0,2 starter kültür ve 3 U/g protein mTGaz konsantrasyonunda üretilmiştir.

1. örnekte asetik asit miktarı, %31,42; 2. örnekte, %32,18; 3. örnekte, %8,59; 4. örnekte, %32,94; 5. örnekte, %24,01; 6. örnekte, %29,58 olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek etanol içeriğine sahip örnek olan 4. örnek, %80 deve sütü ve %20 inek sütü içermektedir. Ayrıca, %0,2 starter kültür ve 3 U/g protein mTGaz konsantrasyonunda üretilmiştir.

Örneklerin heksanal miktarını incelediğimizde, 1. örnekte heksanal miktarı, %2,27; 2. örnekte, %6,96; 3. örnekte, %26,68; 4. örnekte, %4,55; 5. örnekte, %7,29 ve 6. örnekte, %13,92 dir. En yüksek heksanal miktarına sahip olan 3. örnek, %70 deve sütü ve %30 inek sütü içermektedir. Ayrıca %0,1 starter kültür ve 0 U/g protein mTGaz konsantrasyonunda üretilmiştir.

Kullanılan süt karışımı, starter kültür oranı ve mTGaz konsantrasyonu değiştikçe, ürünlerin uçucu bileşen miktarlarının ve çeşitlerinin değiştiği gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.16 Kefir örneklerinde uçucu bileşen miktarları

Uçucu Bileşikler	Örnekler (%)					
	%70 deve sütü %30 inek sütü %0,2 starter kültür 3 U/g protein (1)	%70 deve sütü %30 inek sütü %0,17 starter kültür 5,12 U/g protein (2)	%70 deve sütü %30 inek sütü %0,1 starter kültür 0 U/g protein (3)	%80 deve sütü %20 inek sütü %0,2 starter kültür 3 U/g protein (4)	%80 deve sütü %20 inek sütü %0,17 starter kültür 5,12 U/g protein (5)	%80 deve sütü %20 inek sütü %0,1 starter kültür 0 U/g protein (6)
Etanol	40,46	36,28	27,89	53,97	43,45	33,29
Asetik asit	31,42	32,18	18,59	32,94	24,01	29,58
Heksanal	2,27	6,96	26,68	4,55	7,29	13,92
Dekan				3,07	2,01	2,27
Dodekan				5,48	4,93	
Tetradekan					0,83	2,64
B-mirsen	0,96					
p-simen	1,71					
dl-limonen	1,35					
Sinamik asit metil esteri	21,82	19,77	4,86			
Nonanal		2,1	5,93			2,08
Dodekan		1,44				6,17
Dekan, 2,3,5,8-Tetrametil		1,28				
Pentanal			2,12			0,95
N Heptanal			3,44			1,5
2-Heptenal,			1,06			
Nona-2,4 dienal			0,88			
Oktanal			2,76			1,53
2 Oktanal			2,28			
Nonenal			1,83			
2-Dekenal			1,69			
Heksan					17,47	6,07

4.9. Duyusal Analiz Sonuçları

Duyusal değerlendirme, 6 farklı kefir örneğini 1'den 5'e kadar olan bir skalada tat-aroma, koku, görünüş açısından değerlendiren on kişiden oluşan panelistler tarafından yapılmıştır.

Kefir örneklerinde; görünüş kriterinde en yüksek puanı, %0,1 starter kültür ve 0 U/g protein mTGaz ilaveli %80 deve sütü ve %20 inek sütü karışımından üretilen örnek, koku kriterinde en yüksek puanı, %0,2 starter kültür ve 3 U mTGaz ilaveli %80 deve sütü ve %20 inek sütü karışımından üretilen örnek, tat-aroma açısından en yüksek puanı, %0,2 starter kültür ve 3 U mTGaz ilaveli %80 deve sütü ve %20 inek sütü karışımından üretilen ve %0,17 starter kültür ve 5,12 U mTGaz enzimi %70 deve sütü ve %30 inek sütü karışımından üretilen örnekler almıştır. Çizelge 4.17' de belirtilen sonuçları göre kefir örneklerinin tamamının panelistler tarafından beğenildiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.17 Kefirlerin görünüş, koku ve tat -aroma puanlarının ortalaması

Örnekler	n	Görünüş	Koku	Tat-Aroma
%70 deve sütü %30 inek sütü %0,2 starter kültür 3 U/g protein (169)	10	3,1±0,87 ^a	3,2±0,78 ^a	3,4±1,07 ^a
%70 deve sütü %30 inek sütü %0,17 starter kültür 5,12 U/g protein (256)	10	3±0,81 ^a	3,2±1,31 ^a	3,7±0,82 ^a
%70 deve sütü %30 inek sütü %0,1 starter kültür 0 U/g protein (315)	10	3,4±1,07 ^a	3,1±1,66 ^a	3,5±1,26 ^a
%80 deve sütü %20 inek sütü %0,2 starter kültür 3 U/g protein (423)	10	3±0,81 ^a	3,5±1,26 ^a	3,7±1,05 ^a
%80 deve sütü %20 inek sütü %0,17 starter kültür 5,12 U/g protein (504)	10	3,1±0,99 ^a	3,4±0,96 ^a	3,4±0,69 ^a
%80 deve sütü %20 inek sütü %0,1 starter kültür 0 U/g protein (617)	10	3,5±0,97 ^a	3,2±1,31 ^a	3,3±1,33 ^a

*Aynı sütündeki küçük harfler (a) örnekler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (P<0,05)

5. TARTIŞMA

Çalışmada, laktoz, yağ ve protein içeriği açısından çok benzer olan deve sütü ve inek sütü karışımları kullanılarak deve sütünden yapılan ürünlerdeki düşük viskoziteli ürün sorununa çözüm bulmak amaçlanmıştır (Polidori vd., 2021).

Kavas (2015) yaptığı çalışmada, deve sütünde yağ oranını %3,6±0,08; protein oranını %3,05±0,03; pH' yı 6,46±0,32; kül oranını %2,932±0,1; %laktik asidi %0,127±0,02; kuru maddeyi %12,73±0,12; inek sütünde yağ oranını %3,5±0,06; protein oranını %3,21±0,03; pH' yı 6,44±0,27; kül oranını %1,461±0,09; %laktik asidi %0,132±0,02; kuru maddeyi %12,80±0,09 olarak bulmuştur. Bizim çalışmamızda da deve sütünde yağ oranı %4±0,25; protein oranı %3,39±0,01; pH 6,40±0; kül oranı %1±0; %laktik asit %0,25±0,05; kuru madde %13,15±0,05; inek sütünde yağ oranı %3,6±0,25; protein oranı %3,61±0,01; pH 6,67±0; kül oranı %0,66±0; %laktik asit %0,18±0; kuru madde %12,56±0,21 olarak bulunmuştur. Bu da bizim kullandığımız deve ve inek sütleri ile Kavas (2015) çalışma sonuçlarının benzer olduğunu göstermiştir. Kavas (2015) yaptığı çalışmada, deve sütünün yağ içeriğinin inek sütünden daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Ancak pH, kuru madde ve viskozitesinin inek sütünden daha düşük olduğunu belirtmiştir.

Deve sütü, inek sütü ile karşılaştırıldığında daha iyi besin özellikleri ve kolay sindirimi nedeniyle süt ürünleri üretimi için yeni bir kaynak olarak kabul edilmektedir (Chen vd., 2019). Ancak deve sütü içerisinde bulunan antimikrobiyal bileşenlerin varlığı bakteri gelişimini inhibe ederek düşük viskoziteli ürün üretimine neden olmaktadır. Bu nedenle deve sütü fermantasyon sırasında zayıf bir yapı oluşturmaktadır (Chen vd., 2019). Bu da deve sütü kullanılarak üretilen kefir ürünü için gerekli olan ve arzu edilen jeli oluşturmanın zorluğuna yol açmıştır. Bunun sebebinin inek sütü ile kıyaslandığında daha düşük κ -kazein içeriğine sahip olması, daha büyük boyutta kazein misellerine sahip olması ve β -laktoglobulin eksikliğine sahip olmasına bağlı olduğu tespit edilmiştir. Fermente süt ürünlerinde tüketici tarafından alışlagelmiş yapı, ürünün kalitesini ve alımını etkilemektedir. Bu nedenle deve sütünden asit jeli oluşturmak için bir yöntem geliştirmek gerekliliği doğmuştur. Böylece hem kefirde jel oluşumunu sağlayan hem de besin değeri ve sindirilebilirliği etkilemeyen mTGaz kullanılmıştır (Chen vd., 2019). Ayrıca bu çalışmada deve sütü, inek sütü ile karıştırılarak üretilen kefirde düşük viskoziteye çözüm bulmak amaçlanmıştır.

Abou-Soliman vd., (2021) yoğurt ile yaptıkları çalışmada, mTGaz eklenmesinin çapraz bağlanmayı teşvik ettiği, pıhtı matrisi içindeki serbest hacmi artırarak daha ince bir protein ağı üretilen pıhtının daha fazla su tutmasına neden olduğu yönünde sonuç bulmuşlardır. Bu çalışmada da mTGaz ilavesinin çapraz bağlanmayı olumlu yönde etkileyerek kefirin viskozitesinin artırdığı saptanmıştır.

Çalışmada üretilen kefir numunelerinin SH verileri ile %laktik asit oranları hesaplanmış olup % laktik asit oranları Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği' ne (Tebliğ Numarası 2009/25) uygun bulunmuştur.

Chen vd., (2019) yaptıkları çalışmada, mTGaz ilave edilen örneklerde, jeldeki serbest amino gruplarının içeriğinin azaldığını tespit etmişlerdir. Böylece mTGaz ilave edilmesinin kazeinlerin kovalent bağlanmasını desteklediği görülmüştür. Bundan da deve sütünün asit jel yapısında iyileşmeye yol açtığı sonucu çıkarılmıştır. Sonuçlar ayrıca asit jellerinin tekstürel özellikleri, reolojisi ve sertliği ile ilgili olanlara benzer eğilimler göstermiştir. Bizim çalışmamızda da enzim ilave edilen kefir numunelerinin reolojik özellikleri, ilave edilmeyen kefirlerle göre iyileşme göstermiştir. Enzim ilave edilen kefir örneklerinde daha sıkı bir pıhtı oluşumu gözlemlenmiştir. Böylece çalışmamız Chen vd. (2019) yaptıkları çalışma ile paralellik göstermiştir.

Abou-Soliman vd., 2021 yaptıkları çalışmada, SDS-Page analizi sonucunda mTGaz ilave edilen örneklerde jel üzerindeki kazein bantlarının yoğunluğunun azaldığını ve bunun da süt proteinlerinin mTGaz için tercih edilen substrat olduğunu gösterdiğini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızdaki kefirlerin fermantasyonunun 0. ve 24. saatlerindeki bant yoğunlukları kıyaslandığında, enzim ilave edilen örneklerin bant yoğunluklarının 24. saatinde azaldığı ancak enzim ilavesi olmayan örneklerin bant yoğunluğunda herhangi bir değişim olmadığı görülmüştür. Darnay vd., (2021), yaptıkları çalışmada, mTGaz ilave edilmiş inek, keçi ve eşek sütünden ürettikleri kefirlerde SDS-PAGE analizinde değişen enzim konsantrasyonlarında bant yoğunluklarının görülebildiğini tespit etmişlerdir. Böylece çalışmamız, mTGaz ilavesinin süt proteinleri üzerine aynı etkiye sahip olduğu diğer çalışmalar ile uyumlu bulunmuştur.

Sokolinska vd., (2008) yaptıkları çalışmada kefiri 21 gün depolamışlardır. Bu depolama esnasında kefirin asitliğindeki değişikliklerin, sineresiz ve su tutma kapasitesini etkilediğini belirtmişlerdir. Darnay vd., (2021), inek, keçi ve eşek sütünden kefir üreterek yaptıkları çalışmada mTGaz enzimi ilavesinin kefirlerin serum ayrılmasına etkisini istatistiksel açıdan önemli bulmamışlardır. Bunun sütün yağ seviyesiyle açıklanabileceğini belirtmişlerdir. Çelikel

(2012) yaptığı çalışmada, yarım yağlı ayranlara farklı oranlarda mTGaz enzim ilave etmiş ve 20 günlük depolamaya tabi tutmuştur. Ayranların, düşük enzim konsantrasyonlarında serum ayrılmasının devam ettiğini tespit etmiştir. Bizim yaptığımız çalışmada da kefir örneklerinde; süt karışımı, starter kültür ve mTGaz konsantrasyonları ile depolama süresinin su tutma kapasitesine etkisi incelendiğinde veriler istatistiksel olarak ($P < 0,05$) anlamlı bulunmuştur. Kefir örneklerinde; süt karışımı, starter kültür ve mTGaz konsantrasyonlarının serum ayrılmasına etkisi incelendiğinde veriler istatistiksel olarak ($P > 0,05$) anlamlı bulunmamış olup depolama süresinin serum ayrılmasına etkisi incelendiğinde veriler istatistiksel olarak ($P < 0,05$) anlamlı bulunmuştur.

Sokolinska vd., (2008) yaptıkları çalışmada farklı süt türlerinden üretilen kefirde, fermantasyon sonucu asetik, propiyonik, bütirik ve laktik asitin açığa çıktığını tespit etmişlerdir. Ayrıca asetaldehit, diasetil, asetoin, etanol, karbondioksit ve serbest yağ asitleri de tespit edilmiştir. Ning vd. (2011) yaptıkları çalışmada, Uygur Özerk Bölgesinde yaygın olarak tüketilen fermente deve sütünde uçucu bileşen analizi yapmışlardır. Analiz sonucunda; 30 ester, 20 asit, 18 doymuş alkol, 15 doymamış alifatik alkol, 8 doymuş keton, 9 doymuş aldehit, 8 doymamış alifatik aldehit, 6 furan, 5 kükürt içeren bileşik olmak üzere toplam 133 uçucu bileşen tespit etmişlerdir. Bizim yaptığımız çalışmada da 6 farklı süt bileşimi, starter kültür ve mTGaz konsantrasyonu kullanılmıştır. Ürünlerden fermantasyonunun 24. saatinde alınan numuneler için yapılan uçucu bileşen analizi sonuçları; değişik süt türlerinden, farklı starter kültür ve mTGaz konsantrasyonlarında açığa çıkan aroma bileşiklerinin ve oranlarının da farklı olduğunu göstermiştir.

Ayrıca Savinova vd. (2022) yaptıkları çalışmada, Rusya’ da çok yaygın tüketilen kefir ile Güney Afrika’nın geleneksel içeceği olan ve yoğurt benzeri bir ürün olan amasinin uçucu bileşenlerini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda, kefir ürünlerinin ana uçucu bileşenlerinin alkollerden oluştuğunu tespit etmişlerdir. Asetik asit bileşenini ise sadece kefir ürününde tespit etmişlerdir. Bizim yaptığımız çalışmada da kefirde en çok bulunan bileşenlerin etanol ve asetik asit olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda da bütün kefir numunelerinde etanol, asetik asit ve heksanale (kapro aldehit) rastlanmıştır.

Farnsworth vd. (2006) yaptıkları çalışmada, keçi sütünden üretilen yoğurda mTGaz ilave etmiş ve yoğurtların SEM görüntülerini kontrol yoğurtları ile kıyaslamışlardır. Yapılan çalışmada, enzim ilaveli numunelerin mikro yapısının kontrol grubuna göre daha yoğun olduğunu ve enzim ilavesinin yoğurdun mikro yapısını iyileştirdiğini tespit etmişlerdir. Böylece

mTGaz ilavesi ile süt proteinlerinin enzimatik çapraz bağlanmasının fermente süt ürünlerinin fonksiyonel özelliklerini geliştirmek için kullanılabileceği sonucuna varmışlardır. Bizim yaptığımız çalışmada da mTGaz ilave edilen kefirlerin mikro yapısının edilmeyen kefiirlere göre daha sıkı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca alışmamızda, mTGaz konsantrasyonu arttıa kefirlerin mikro yapısının sıklık oranının da arttığı görülmüştür. SEM görüntüleme sonucu, mTGaz ilavesinin, küçük kazein partiküllerinin yüksek seviyede kovalent çapraz bağlanmaya sahip olacağını göstermiştir. Böylece bu sonuçlar, deve sütü ürünlerinin üretiminde daha iyi tekstürel özelliklerde fermente ürün oluşturabileceğini göstermiştir (Chen vd., 2019).

Benzer-Gürel vd., (2021) yaptıkları çalışmada, sadece keçi sütü, sadece inek sütü ve 1:1 oranında keçi-inek sütü karışımından kefir üretmişler ve duyuusal analize tabi tutmuşlardır. Keçi sütünden üretilen kefirlerin viskozitesinin inek sütünden ve 1:1 oranındaki karışım sütlerinden üretilen kefirlerden daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. İnek sütü ve keçi: inek karışımından yapılan kefirlerin duyuusal olarak daha çok hoşa gittiğini tespit etmişlerdir. Ancak duyuusal analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Bizim yaptığımız çalışmada da deve sütü ve inek sütü karışımından üretilen kefiirlere duyuusal analiz uygulanmıştır. Duyusal analiz sonucunda, görünüş olarak en yüksek puanı mTGaz ilavesiz kefirler almış olmasına rağmen, koku ve tat-aromada en yüksek puan mTGaz ilaveli olan kefiirlere verilmiştir. mTGaz ilave edilmesi kefir örneklerinin tektürel özelliklerini geliştirerek duyuusal analiz açısından olumlu bir etki yaratmıştır. Çalışmamızda verilen puanlar göz önüne alındığında deve sütü oranının artması panelistler açısından olumlu bir algı yaratmıştır. Genel olarak tüm kefir örneklerimiz panelistler tarafından beğenilmiştir. Sonuçlar arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($P>0,05$).

Yaptığımız alışmalar sonucunda, mTGaz konsantrasyonunun arttığı örneklerde viskozitenin piyasada bulunan kefir örneklerine göre yaklaşık 10 kat daha kıvamlı olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle üretilen kefir örneklerinin ticari olarak pazarlanmasında seyreltme işlemi yapılmasının uygun olacağı mtalaas edilmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda deve sütü, tedavi edici özelliği, besleyici olması ve alerjik olmayan yapısı gibi özelliklere sahip olması nedeni ile diyetlerde daha çok kullanılarak rağbet görmeye başlamıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda fermente süt ürünleri içerisinde bulunan kefirin de tüketiciler tarafından daha çok tercih edilmeye başlandığı tespit edilmiştir.

Çalışmada hem kefirin tüketici diyetlerine girmesini hem de deve sütüne gereken değerin verilmesini sağlamak amaçlanmıştır. Ancak deve sütünün inek sütüne göre bileşiminden kaynaklanan bazı farklılıklarından dolayı, deve sütünden üretilen kefirde düşük viskozite problemi görülmektedir. Deve sütünün asit jel oluşturmadaki yetersizliğini gidermek ve bu teknolojik soruna çözüm bulmak için, kefirin besin değerini değiştirmeyecek bir enzim olan ve son yıllarda ülkemizde de kullanımı artan mTGaz ilave edilmiştir.

Bu çalışmamızda; deve ve inek sütlerinin farklı oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen sütlerden kefirler, farklı starter kültür ve mTGaz konsantrasyonlarında üretilmiştir. Çalışmamızda, %70 deve sütü: %30 inek sütü ve %80 deve sütü: %20 inek sütü karışımları kullanılmış olup bu karışım sütlerinden farklı starter kültür ve mTGaz konsantrasyonlarında kefir üretimi yapılmıştır. Bu örneklerin 24 saatlik inkübasyon sonunda relatif viskoziteleri; %70 deve sütü %30 inek sütü %0,2 starter kültür 3 U/g protein mTGaz ilaveli örnekte 33,60; %70 deve sütü %30 inek sütü %0,17 starter kültür 5,12 U/g protein mTGaz ilaveli örnekte 66,21; %70 deve sütü %30 inek sütü %0,1 starter kültür 0 U/g protein mTGaz ilaveli örnekte 1,85; %80 deve sütü %20 inek sütü %0,2 starter kültür 3 U/g protein mTGaz ilaveli örnekte 31,25; %80 deve sütü %20 inek sütü %0,17 starter kültür 5,12 U/g protein mTGaz ilaveli örnekte 26,30; %80 deve sütü %20 inek sütü %0,1 starter kültür 0 U/g protein mTGaz ilaveli örnekte ise 2,68 olmuştur. 80 deve sütü: %20 inek sütünden üretilen kefir örneklerinde %laktik asit, SH ve pH değerleri üzerinde starter kültür konsantrasyonunun istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmüştür ($P<0,05$). Ayrıca hem starter kültür konsantrasyonu hem de mTGaz konsantrasyonunun değişikliğinin kefirin rölatif viskozitesini etkilediği görülmüştür ($P<0,05$). %70 deve sütü ve %30 inek sütü ilave edilen kefir örneklerinde rölatif viskozite, %laktik asit, SH ve pH değerleri üzerinde starter kültür konsantrasyonu ve mTGaz konsantrasyonunun anlamlı bir fark yaratmadığı görülmüştür ($P>0,05$). mTGaz ilaveli kefir örneklerinin görünür viskozite değerleri piyasadaki ticari kefirlerden daha yüksekken, enzim ilavesiz kefir örneklerinin viskozitesinin piyasadaki ticari kefirlerden daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

SDS-PAGE analiz sonuçlarında; mTGaz konsantrasyonunun artışıyla proteinlerin polimerizasyon oranının arttığı ve bant yoğunluğunun azaldığı tespit edilmiştir. Kefir örneklerinde; süt karışımı, starter kültür ve mTGaz konsantrasyonları ile depolama süresinin su tutma kapasitesine etkisi incelendiğinde veriler istatistiksel olarak ($P < 0,05$) anlamlı bulunmuştur. Kefir örneklerinde; süt karışımı, starter kültür ve mTGaz konsantrasyonlarının serum ayrılmasına etkisi incelendiğinde veriler istatistiksel olarak ($P > 0,05$) anlamlı bulunmamış olup depolama süresinin serum ayrılmasına etkisi incelendiğinde veriler istatistiksel olarak ($P < 0,05$) anlamlı bulunmuştur. Uçucu bileşen analizi sonucunda kefirlerin baskın olarak etanol, asetik asit ve heksanal bileşenlerini içerdiği görülmüştür. SEM analizi sonucunda mTGaz ilaveli örneklerde daha sıkı bir yapı gözlenmiş ve enzim konsantrasyonunun artmasının bu sıkı yapıyı daha da geliştirdiği gözlemlenmiştir. Enzim ilavesi olmayan 2 örnekte daha gevşek bir yapı görülmüştür. Duyusal analiz sonuçlarında görünüş kriterinde mTGaz ilave edilmemesinin panelistlerden daha yüksek puan aldığı görülürken, enzim ilavesinin koku, tat- aroma kriterini geliştirdiği tespit edilmiştir.

İlerde yapılacak çalışmalarda, kefir ürününe meyve konsantresi ilave edilerek çocuklar için oldukça besleyici bir ürün elde edilmesi sağlanabilir. Deve sütünün, yaygın olmaması sebebi ile maliyetli bir ürün olmasından dolayı, içerisine inek sütü ya da çeşitli sütler ilave edilerek ticari açıdan da uygun maliyetli ürün üretimi gerçekleştirilebilir. Böylece tüketicilerin sağlıklı ürünlere uygun maliyetle ulaşması sağlanabilir.

Bu çalışmada farklı deve: inek sütü karışımı ve farklı kefir starter kültür ve mTGaz konsantrasyonu kombinasyonlarıyla kefirler üretilmiş ve kefirlerin mTGaz vasıtasıyla viskozitelerinde artış görüldüğü saptanmıştır. Üretilen kefirlerin laktik asit konsantrasyonunun da Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliğine (en az %0,6) uygun olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, farklı kombinasyonlarda mTGaz ve kefir starteri kullanılarak üretilen kefirlerin duyusal, depolama, uçucu bileşikler, mikroyapı üzerine olumlu etkiler sağladığı ve bu nedenle mTGaz deve sütünden kefir üretiminde umut vadeci bir uygulama olduğu belirlenmiştir. Çalışmamız deve sütü ile ilgili yapılan çalışma sayısının az olduğu göz önüne alındığında, gelecekte yapılacak diğer çalışmalara temel oluşturacak niteliktedir.

KAYNAKLAR

- Abbak, M. (2019). Ratlarda Yangı Şiddetinin Bazı Akut Faz Proteinleri ve Gen Ekspresyonlarına Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Aydın.
- Abdel Rahman, I. E, Dirar, H. A., Osman, M. A. (2009). Microbiological and biochemical changes and sensory evaluation of camel milk fermented by selected bacterial starter cultures. *African Journal of Food Science*. 3(12): 398–405.
- Abdel-Aziz, F. R. (2022). The Possibility of Converting Camel (*Camelus dromedaries*) Milk into Milk Products (Cheese-Yogurt). *Arab Journal of Agriculture Sciences*. (5):13, 55-76.
- Abou-Soliman, N. H. I., Awad, S., El-Sayed, M.I. (2020). The Impact of Microbial Transglutaminase on the Quality and Antioxidant Activity of Camel-Milk Soft Cheese. *Food and Nutrition Sciences*. 11: 153-171.
- Aljutaily, T., Barakat, H., Moustafa, M. M. A., Rehan, M. (2022). Incorporation of Sukkari Date in Probiotic-Enriched Fermented Camel Milk Improves the Nutritional, Physicochemical, and Organoleptical Characteristics. *Fermentation*. 8 (5): 1-17.
- Ateş, H. G., Beyaz, D. (2019). Diyabette Deve Sütünün Önemi. III. Uluslararası Selçuk-Efes Devecilik Kültürü ve Deve Güreşleri Sempozyumu. II. Cilt Fen ve Sağlık Bilimleri. 79-87.
- Baranowska, M. ; Staniewski, B. ; Bohdziewicz, K. (2012). Effect of transglutaminase on selected properties of kefir. *Milchwissenschaft*. 67(4): 424-427.
- Beirami-Serizkani, F., Hojiati, M., Jooyandeh, H. (2019). Study Of Adding Microbial Transglutaminase Enzyme On The Volatile Compounds Of Traditional Kefir Beverage. *Iranian Journal of Food Science and Technology*. 16(91): 31-43.
- Beirami-Serizkani, F., Hojiati, M., Jooyandeh, H. (2021). The effect of microbial transglutaminase enzyme and Persian gum on the characteristics of traditional kefir drink. *International Dairy Journal*. 112: 104843. 31-42.

- Bellikçi-Koyu, E., Büyüktuncer-Demirel, Z. (2018). Fonksiyonel Bir Besin: Kefir. *Beslenme ve Diyet Dergisi*. 46(2): 166-175.
- Benkerroum, N. (2008). Antimicrobial activity of lysozyme with special relevance to milk. *African Journal of Biotechnology*. 7: 4856-4867
- Benmeziiane-Derradji, F. (2021). Evaluation of camel milk: gross composition- a scientific overview. *Tropical Animal Health and Production*. 53:308, 1-15.
- Benzer-Gürel, D., Ildız, M., Sabancı, S., Koca, N., Çağındı, Ö., İçier, F. (2021). The Effect of Using Cow and Goat Milk on Antioxidant, Rheological and Sensory Properties of Kefir. *Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology*. 9(1): 7-14.
- Bulca, S., Koç, A. (2020). Camel milk: As a New Protein Source to Us efor Yoghurt Production. *Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology*. 8(2): 449-456.
- Carrillo-Lopez, L. M., Garcia-Galicia, I. A., Tirado-Gallegos, J. M., Sanchez-Vega, R., Huerta-Jimenez, M., Ashokkumar, M., Alarcon-Rojo, A. D. (2021). Recent advances in the application of ultrasound in dairy products: Effect on functional, physical, chemical, microbiological and sensory properties. *Ultrasonics Sonochemistry*. 73: 105467.
- Chen, C., Wang, P., Zhang, N., Zhang, W., Ren, F. (2019). Improving the textural properties of camel milk acid gel by treatment with trisodium citrate and transglutaminase. *LWT- Food Science and Technology*. 103:53-59.
- Çapanoğlu-Güven, E., Yüce, H. (2015). Su Kefiri Taneleri İle Fermente Edilen Vişne, Nar Ve Üzüm Suyunun Antioksidan Profili, Miktarı Ve İn-vitro Biyoerişilebilirliğinde Meydana Gelen Değişimler. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (basılmamış), İstanbul.
- Çelikel, A. (2012). Farklı Oranlarda Mikrobiyal Transglutaminaz ile İşlem Görmüş Sütlerden Üretilen Yarım Yağlı Ayranların Bazı Özellikleri. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.
- Çevik, Ş. (2014). Naturel Sızma Zeytinyağı Aroma Profili Optimizasyonu. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Darnay, L., Toth, A., Csehi, B., Szepessy, A., Horvath, M., Pasztor-Huszar, K., Laczay, P. (2021). The Effect of Microbial Transglutaminase on the Viscosity and Protein Network of Kefir Made from Cow, Goat, or Donkey Milk. *Fermentation*. 7(214): 1-12.

- Dinç, A. (2008). Kefirin Bazı Mikrobiyolojik ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (basılmamış), Ankara.
- El-Agamy E. I., Ruppner, R., Ismail, A., Champagne, C. P., Assaf, R. (1992). Antibacterial and antiviral activity of camel milk protective proteins. *Journal of Dairy Research*. 59: 169-175.
- Ercoşkun, H., Kırılan, M., Yorulmaz, A. (2017). Aroma Analizleri İçin Örnek Hazırlama Teknikleri. *Akademik Gıda*. 26-33.
- Eren-Karahan, L. (2015). Mikrobiyal Transglutaminaz Enzimi ve Süt Ürünlerinde Kullanımı. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*. 5(2): 200-216.
- Ergin, F., Öz, G., Özmen, Ü., Erdal, Ş., Çavana, E., Küçükçetin, A. (2017). Sütün Homojenizasyonunun Kefirin Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. *Akademik Gıda*. 15(4): 368-376.
- Ertekin, B. (2008). Yağ İkame Maddeleri Kullanımının Kefir Kalite Kriterleri Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (basılmamış), Isparta.
- Esen, M. K., Güzeler, N. (2019). Peyniraltı Suyu Tozu Kullanılarak Üretilen Kefir Yoğurdunun Depolama Süresince Bazı Özellikleri. *Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi*. 34(1): 1-16.
- Farnsworth, J. P., Li, J., Hendricks, G.M., Guo, M. R. (2006). Effects of transglutaminase treatment on functional properties and probiotic culture survivability of goat milk yogurt. *Small Ruminant Research*. 65(1-2): 113-121.
- Gran, S. O., Mohamed, M. O., Sheriha, A. M., & Igwegbe, A. O. (1991). A comparative study of the fermentability of camel and cow milk by lactic acid culture. *In: Proceeding of the International Conference on Camel Production and Improvement*. 10-13 Dec. 1990, Tubruk. Libya. The Arab Center for the studies of arid Zones and Dry Lands, Damascus, Syria, pp. 317-388.
- Güzeler, N., Ari, E., Konuray, G., Özbek, Ç. (2019). Physicochemical and Microbiological Properties of Kefir, Kefir Yogurt and Chickpea Yogurt. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Nutrition and Food Engineering*. 13(7): 189-192.

- Güzel-Seydim, Z. B., Kok Taş, T., Greene, A. K., Seydim, A. C. (2011). Review: Functional Properties of Kefir. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 51(3): 261-268.
- Hacıoğlu, G., Kurt, G. (2012). Tüketicilerin Fonksiyonel Gıdalara Yönelik Farkındalığı, Kabulü ve Tutumları: İzmir İli Örneği. *International Journal of Economics and Business Research*. 3(1):161-171.
- Hamida, R. S., Shami, A., Ali, M. A., Almohawes, Z. N., Mohammed, A. E., Bin-Meferij, M. M. (2021). Kefir: A protective dietary supplementation against viral infection. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 133: 110974.
- Ibrahim, H. R., Isono, H., Miyata, T. (2018). Potential antioxidant bioactive peptides from camel milk proteins. *Animal Nutrition*. 4: 273-280.
- Ismaili, M. A., Saidi, B., Zahar, M., Hamama, A., Ezzaier, R. (2019). Composition and microbial quality of raw camel milk produced in Morocco. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 18: 17-21.
- Jacob, M. Nöbel, S., Jaros, D., Rohm, Harald. (2011). Physical properties of acid milk gels: Acidification rate significantly interacts with cross-linking and heat treatment of milk. *Food Hydrocolloids*. 25: 928-934.
- John, S. M., Deeseenthum, S. (2015). Properties and benefits of kefir -A review. *Songklanakarın Journal of Science and Technology*. 37(3): 275-282.
- Jumah, R., Shaker, R., Abu-Jadayil, B. (2001). Effect of milk source on the rheological properties of yogurt during the gelation process. *International Journal of Dairy Technology*. 54(3): 89-93.
- Kahraman, C. (2011). Production Of Kefir From Bovine And Oat Milk Mixture. İzmir İleri teknoloji Enstitüsü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (basılmamış), İzmir.
- Kamal, M., Foukani, M., Karoui, R. (2017). Rheological and physical properties of camel and cow milk gels enriched with phosphate and calcium during acid-induced gelation. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*. 54(2): 439-446.
- Karabıyıklı, Ş., Daştan, S. (2016). Geleneksel ve Fonksiyonel Bir Gıda Olan Kefirin Mikrobiyolojik Profili. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 33(1): 75-83.

- Karagözlü, C., Ender, G., Yerlikaya, O., Akbulut, N. (2006). Dünyada ve Türkiye'de Tüketimi Artan Fermente Süt İçecekleri. Türkiye 9. Gıda Kongresi. 24-26 Mayıs, Bolu. 149-152.
- Karatepe, P., Yalçın, H. (2014). Kefirli Sağlık. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 4(2): 23-30.
- Karatepe, P., Yalçın, H., Patır, B., Aydın, I. (2012). Kefir ve Kefirin Mikrobiyolojisi. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR*. 10(1): 1-10.
- Kavas, G. (2015). Kefirs manufactured from Camel (*Camelus Dromedarius*) milk and cow milk: comparison of some chemical and microbial properties. *Italian Journal Food Science*. 27: 357-365.
- Koç, A. 2016. Giriş. I. *Uluslararası Selçuk-Efes Devecilik Kültürü ve Deve Güreşleri Sempozyumu Bildirileri*, Cilt II, (17-19 Kasım 2016), pp. 4-5, İzmir.
- Kok, C. R., Hutkins, R. (2018). Yogurt and other fermented foods as sources of health-promoting bacteria. *Nutrition Reviews*. 76:4-15.
- Konuspayeva, G., Faye, B., Loiseau, G., Levieux, D. (2007). Lactoferrin and Immunoglobulin Contents in Camel's Milk (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius*, and Hybrids) from Kazakhstan. *Journal of Dairy Science*. 90: 38-46.
- Köroğlu, Ö., Bakır, E., Uludağ, G., Köroğlu, S., Dayısoylu, K. S. (2015). Kefir ve Sağlık. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*. 18(1): 26-30.
- Laureys, D., Leroy, F., Hauffman, T., Raes, M., Aerts, M., Vandamme, P., De Vuyst, L. (2021). The Type and Concentration of Inoculum and Substrate as Well as the Presence of Oxygen Impact the Water Kefir Fermentation Process. *Frontiers in Microbiology*. 12: 628599.
- Lee, M. C., Jhang, W. L., Lee, C. C., Kan, N. W., Hsu, Y. J., Ho. C. S., Chang, C. H., Cheng, Y. C., Lin, J. S., Huang, C. C. (2021). The Effect of Kefir Supplementation on Improving Human Endurance Exercise Performance and Antifatigue. *Metabolites*. 11: 1-14.
- Magalhaes, K. T., De Melo Pereira, G. V., Campos, C. R., Dragone. G., Schwan, R. F. (2011). Brazilian Kefir: Structure, Microbial Communities and Chemical Composition. *Brazilian Journal of Microbiology*. 42: 693-702.
- Mohammadabadi, T., Hussain, T. (2021). Is camel milk lactoferrin effective against COVID-19. *World Journal of Pharmaceutical Sciences*. 9 (2): 91-97.

- Ning, L., Fu-ping, Z., Hai-tao, C., Si-yuan, L., Chen, G., Zhen-yang, S., Bao-guo, S. (2011). Identification of volatile components in Chinese Sinkiang fermented camel milk using SAFE, SDE and HS-SPME-GC/MS. *Food Chemistry*. 129(2011): 1242-1252.
- Othman, A.S. (2016). Detection of bactericidal activity of camel's milk compared with raw and processed cow's milk against pathogenic bacteria. *Egyptian Pharmaceutical Journal*. 15:31-37.
- Özden, A. (2008). Diğer Fermente Süt Ürünleri (Biyoyoğurt-Probiyotik Yoğurt). *Güncel Gastroenteroloji*. 12(3): 169-181.
- Polidori, P., Cammertoni, N., Santini, G., Klimanova, Y., Zhang, J. J., Vincenzetti, S. (2021). Nutritional Properties of Camelids and Equids Fresh and Fermented Milk. *Dairy*. 2: 288-302.
- Rasheed, Z. (2017). Medicinal values of bioactive constituents of camel milk: A concise report. *International Journal of Health Sciences*. 11(5): 1-2.
- Romeih, E., Walker, G. (2017). Recent advances on microbial transglutaminase and dairy application. *Trends in Food Science & Technology*. 62: 133-140.
- Sabooni, P., Pourahmad, R., Adeli, H. R. M. (2018). Improvement of Viability of Probiotic Bacteria, Organoleptic Qualities and Physical Characteristics in Kefir Using Transglutaminase and Xanthan. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 17(2): 141-148.
- Saviona, O. S., Begunova, A.V., Ijabadeniyi, O. A., Moiseenko, K. V., Fedorova, T. V. (2022). Functional Properties and Metabolic Profile of National Fermented Products of Russia and South Africa. *KnE Life Sciences*. 271-284.
- Saygılı, D., Karagözlü, C. (2017). Deve Sütü ve Diyabet Tedavisindeki Önemi. *Akademik Gıda*. 15(2): 204-210.
- Setyawardani, T., Rahardjo, A. H., Sulistyowati, M., Wasito, S. (2014). Physiochemical and Organoleptic Features of Goat Milk Kefir Made of Different Kefir Grain Concentration on Controlled Fermentation. *Animal Production*. 16: 48-54.
- Sezer, Ç. (2003). Kefirde Laktik Asit Bakterilerinin Tür Düzeyinde Araştırılması. Kafkas Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (basılmamış). Kars.

- Sharma. A., Lavania. M., Singh. R., Lal. B. (2021). Identification and probiotic potential of lactic acid bacteria from camel Milk. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 28: 1622-1632.
- Sokolinska. D. C., Dankow. R., Pikul. J. (2008). Pysicochemical and Sensory Characteristics of Sheep Kefir During Storage. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*. 7(2): 63-73.
- Songun, E. G. (2016). İnülin Takviyesi ile Üretilmiş İnek-Keçi Sütü Kefirinin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (basılmamış). Balıkesir.
- Srivastava, S. (2015). Food adulteration affecting the nutrition and health of human beings. *Journal of Biological Sciences and Medicine*. 1(1): 65-70.
- Tegin, R. A. A., Gönülalan, Z. (2014). Bütün Yönleriyle Doğal Fermente Ürün, Kımız. *MANAS Journal of Engineering*. 2(1): 23-34.
- Temiz, H., Dağyıldız, K. (2017). Effects of Microbial Transglutaminase on Physicochemical, Microbial and Sensorial Properties of Kefir Produced by Using Mixture Cow's and Soymilk. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 37(4): 606-616.
- TGK, (2009). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği. Tebliğ No: 2009/25 T.C. *Resmi Gazete 16.02.2019*. Sayı: 27143.
- Tomar, O., Çağlar, A., Akarca, G. (2017). Kefir ve Sağlık Açısından Önemi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 17: 834-853.
- Ulaş-Kadıoğlu, B. (2017). Probiyotik Süt Ürünü Olarak Kefirin Sağlıklı Beslenmedeki Yeri. *The Journal of Academic Social Sciences*. 60(60):135-145.
- Ünal, F. N., Kalyas, A., Gürbüz-Kaçan, Z., Şengül, M. Ürkek, B. (2020). Ticari Kefirlerin Bazı Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. *GIDA*. 45(3): 555-563.
- Vural, A. (2004). Fonksiyonel Gıdalar ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi*. 6: 51-58.
- Windarsih. A., Rohman. A., Irnawati., Riyanto. S. (2021). The Combination of Vibrational Spectroscopy and Chemometrics for Analysis of Milk Products Adulteration. *Food Science*. 1-15.

- Wroblewska, B., Kolakowski, P., Pawlikowska, K., Troszynska, A., Kaliszewska, A. (2009). Influence of the addition of transglutaminase on the immunoreactivity of milk proteins and sensory quality of kefir. *Food Hydrocolloids*. 23(8): 2434-2445.
- Yaman, H., Elmalı, M., Kamber, U. (2010). Observation of Lactic Acid Bacteria and Yeast Populations During Fermentation and Cold Storage in Cow's, Ewe's and Goat's Milk Kefirs. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 16: 113-118.
- Yerlikaya, O., Saygılı, D., Karagözlü, C. (2016). Deve Sütü: Bileşimi, Sağlık Üzerine Etkileri, Deve Sütü Ürünleri. *I. Uluslararası Selçuk-Efes Devecilik Kültürü ve Deve Güreşleri Sempozyumu Bildirileri*, Cilt II, (17-19 Kasım 2016), pp. 31-43, İzmir.
- Yılmaz, L. (2006). Yoğurt Benzeri Fermente Süt Ürünleri Üretiminde Farklı Probiyotik Kültür Kombinasyonlarının Kullanımı. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. Bursa.
- Yılmaz-Ersan, L., Topçuoğlu, E. (2019). Badem Sütü ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik ve Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 33(2): 321-339.
- Yurdakök, M. (2013). Yoğurdun Öyküsü, Probiyotiklerin Tarihi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*. 56-43-60.
- Yüksel, Z., Erdem, Y.K. (2007). Gıda Endüstrisinde Transglutaminaz Uygulamaları: 1. Enzimin Genel Özellikleri. *GIDA*. 32(6): 287-292.
- Yüksel, Z., Erdem, Y.K. (2008). Gıda Endüstrisinde Transglutaminaz Uygulamaları: 2. Enzimin Gıda Süreçlerinde Kullanım Olanakları. *GIDA*. 33(3): 143-149.
- Zhang, L., Han, B., Lu., B., Ni, Y., Bansal, N., Zhou, P. (2022). Characterization of endogenous peptides from Dromedary and Bactrian camel milk. *European Food Research and Technology*. OnlineFirst, 1-12.

EKLER

Ek-1

Deneme Desenleri %80 deve sütü ve %20 inek sütü

Grup	Starter Kültür (%)	mTGaz U g/ protein	Saat	pH	SH	%Laktik asit	Rölatif viskozite
1	0,1	3	0	6,45	12,4	0,28	1
2	0,1	0	0	6,34	10,4	0,23	1
3	0,2	3	0	6,50	13,8	0,31	1
4	0,17	0,88	0	6,38	11,3	0,25	1
5	0,1	3	0	6,47	12,3	0,28	1
6	0	3	0	6,46	9,30	0,21	1
7	0,1	3	0	6,44	12,10	0,27	1
8	0,17	5,12	0	6,39	11,50	0,26	1
9	0,03	0,88	0	6,29	12,20	0,27	1
10	0,1	3	0	6,44	11	0,25	1
11	0,1	6	0	6,46	9,40	0,21	1
12	0,03	5,12	0	6,36	12	0,27	1
1	0,1	3	22	4,37	44	0,99	12,10
2	0,1	0	22	4,39	42,30	0,95	1,99
3	0,2	3	22	4,40	41,80	0,94	29,88
4	0,17	0,88	22	4,34	44,40	1	24,46
5	0,1	3	22	4,36	44	0,99	12,01
6	0	3	22	4,55	39,50	0,88	6,95
7	0,1	3	22	4,35	44,10	0,99	11,87
8	0,17	5,12	22	4,31	45,40	1,02	24,98
9	0,03	0,88	22	4,45	41,20	0,93	2,01
10	0,1	3	22	4,33	44,30	0,99	12,74
11	0,1	6	22	4,36	44,10	0,99	15,89
12	0,03	5,12	22	4,50	40,70	0,92	11,03

Deneme Desenleri %80 deve sütü ve %20 inek sütü (devam)

Grup	Starter Kültür (%)	mTGaz U g/ protein	Saat	pH	SH	%Laktik asit	Rölatif viskozite
1	0,1	3	23	4,33	44,50	1	12,90
2	0,1	0	23	4,40	42,50	0,96	2,44
3	0,2	3	23	4,38	42	0,95	30,72
4	0,17	0,88	23	4,32	44,80	1,01	24,46
5	0,1	3	23	4,32	44,90	1,01	12,85
6	0	3	23	4,52	39,90	0,89	7,35
7	0,1	3	23	4,33	44,70	1,01	12,13
8	0,17	5,12	23	4,29	45,70	1,03	25,81
9	0,03	0,88	23	4,43	42,10	0,95	2,11
10	0,1	3	23	4,31	45	1,01	13,29
11	0,1	6	23	4,33	44,60	1,01	16,99
12	0,03	5,12	23	4,48	40,90	0,92	11,34
1	0,1	3	24	4,28	45,30	1,02	13,12
2	0,1	0	24	4,37	43,20	0,97	2,68
3	0,2	3	24	4,32	44	0,99	31,25
4	0,17	0,88	24	4,29	45,10	1,01	25,86
5	0,1	3	24	4,28	45,20	1,01	13,58
6	0	3	24	4,54	40	0,90	7,73
7	0,1	3	24	4,26	46	1,03	13,14
8	0,17	5,12	24	4,27	45,90	1,03	26,30
9	0,03	0,88	24	4,42	42,40	0,95	2,20
10	0,1	3	24	4,27	45,80	1,02	13,59
11	0,1	6	24	4,29	45	1,01	17,82
12	0,03	5,12	24	4,47	41	0,92	11,69

Deneme Desenleri %70 deve sütü ve %30 inek sütü

Grup	Starter Kültür (%)	mTGaz U g/ protein	Saat	pH	SH	%Laktik asit	Rölatif viskozite
1	0,1	3	0	6,52	12	0,27	1
2	0,1	0	0	6,38	13	0,29	1
3	0,2	3	0	6,32	14	0,32	1
4	0,17	0,88	0	6,54	11	0,25	1
5	0,1	3	0	6,48	12,60	0,28	1
6	0	3	0	6,35	13	0,29	1
7	0,1	3	0	6,53	12	0,27	1
8	0,17	5,12	0	6,59	10,50	0,24	1
9	0,03	0,88	0	6,46	13,10	0,29	1
10	0,1	3	0	6,48	12,40	0,28	1
11	0,1	6	0	6,32	14,20	0,32	1
12	0,03	5,12	0	6,34	13,60	0,31	1
1	0,1	3	22	4,43	39	0,88	12,97
2	0,1	0	22	4,38	40,40	0,91	1,03
3	0,2	3	22	4,30	42,60	0,96	31,72
4	0,17	0,88	22	4,37	40,10	0,90	31,98
5	0,1	3	22	4,43	39	0,88	8,03
6	0	3	22	4,61	33,30	0,75	23,97
7	0,1	3	22	4,69	32,90	0,74	12,96
8	0,17	5,12	22	4,36	41,60	0,94	64,86
9	0,03	0,88	22	4,41	39,40	0,89	1,16
10	0,1	3	22	4,68	32,60	0,73	7,98
11	0,1	6	22	4,50	35,70	0,80	7,63
12	0,03	5,12	22	4,42	39,30	0,88	15,74

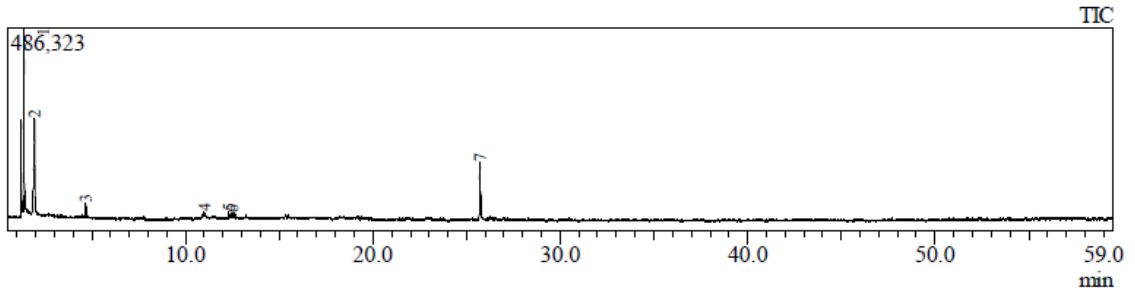
Deneme Desenleri %70 deve sütü ve %30 inek sütü (devam)

Grup	Starter Kültür (%)	mTGaz U g/ protein	Saat	pH	SH	%Laktik asit	Rölatif viskozite
1	0,1	3	23	4,41	39,40	0,88	13,86
2	0,1	0	23	4,33	41	0,92	1,35
3	0,2	3	23	4,26	43,60	0,98	32,7
4	0,17	0,88	23	4,34	40,90	0,92	32,88
5	0,1	3	23	4,40	39,80	0,89	8,26
6	0	3	23	4,58	34	0,76	24,84
7	0,1	3	23	4,66	33,40	0,75	13,02
8	0,17	5,12	23	4,32	42,30	0,95	65,32
9	0,03	0,88	23	4,38	40	0,90	1,36
10	0,1	3	23	4,65	33,80	0,76	8,23
11	0,1	6	23	4,47	36,70	0,82	8,01
12	0,03	5,12	23	4,38	40,10	0,9	16,80
1	0,1	3	24	4,39	39,90	0,89	14,86
2	0,1	0	24	4,31	41,70	0,94	1,85
3	0,2	3	24	4,23	44	0,99	33,60
4	0,17	0,88	24	4,33	41	0,92	33,38
5	0,1	3	24	4,39	40	0,90	8,56
6	0	3	24	4,55	35	0,79	25,83
7	0,1	3	24	4,63	34	0,77	14,01
8	0,17	5,12	24	4,29	42,90	0,97	66,21
9	0,03	0,88	24	4,36	40,20	0,90	1,66
10	0,1	3	24	4,63	34,20	0,77	8,84
11	0,1	6	24	4,44	37	0,83	8,46
12	0,03	5,12	24	4,35	40,60	0,91	17,30

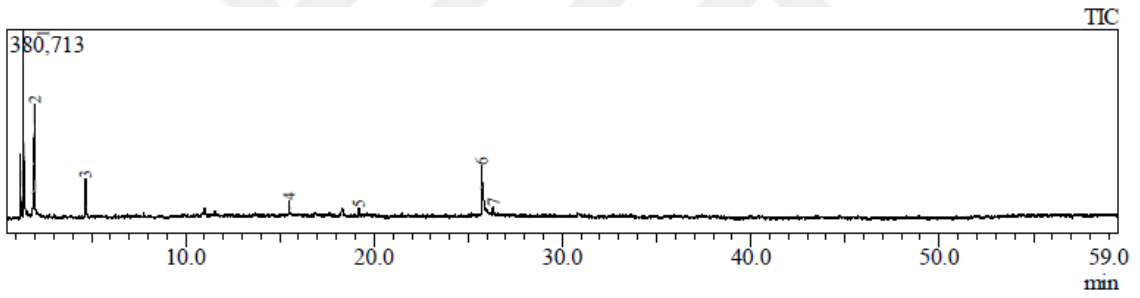
Ek-2

Uçucu Bileşen Analizi Sonuçları

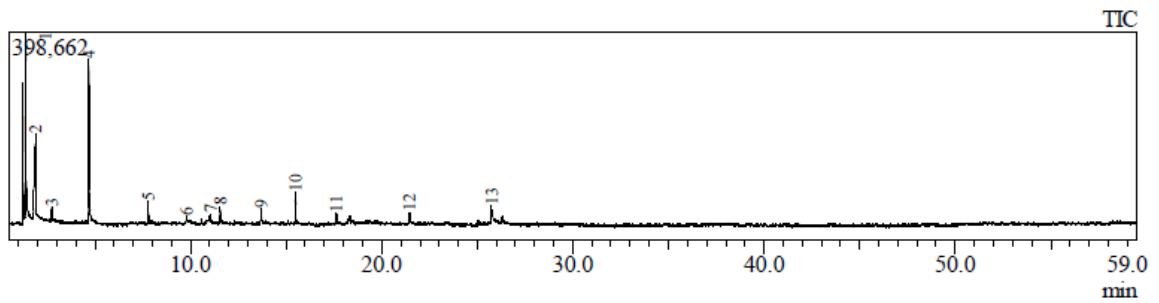
1.Örnek



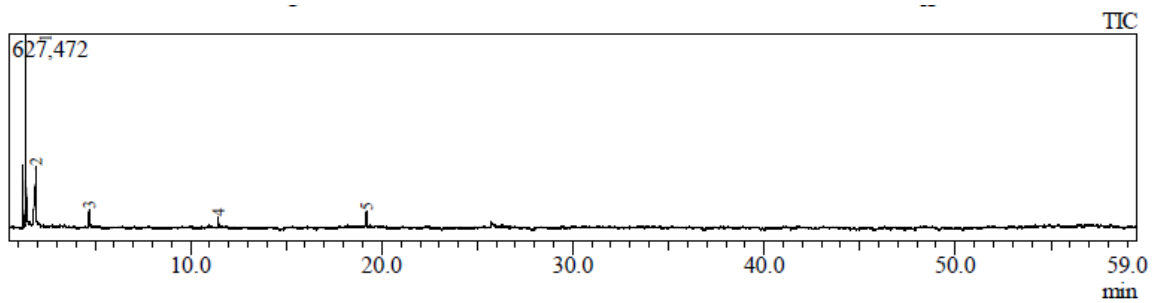
2.Örnek



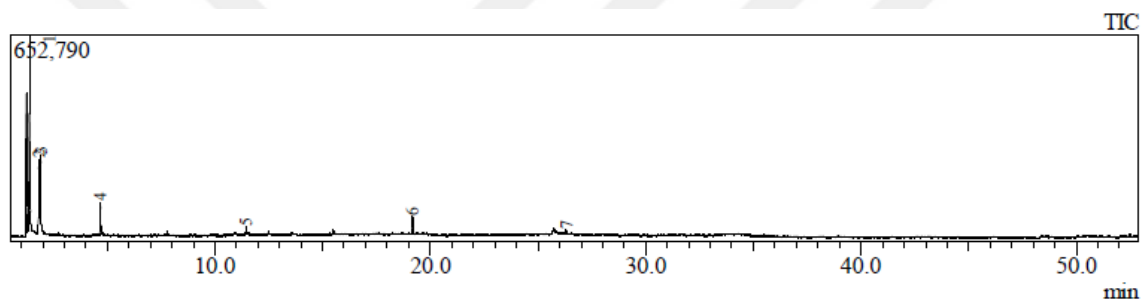
3.Örnek



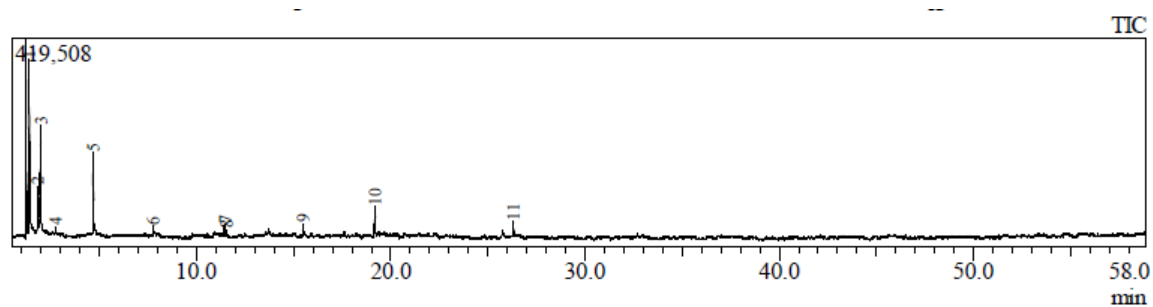
4.Örnek



5.Örnek



6.Örnek



Ek-3**Duyusal Analiz Formu**

Panelistin Adı-Soyadı:						
Tarih:						
Değerlendirme 5 puan üzerinden yapılacaktır.						
Puanlama; 1= Hiç Beğenmedim, 2= Beğenmedim, 3= Ne Beğendim Ne Beğenmedim, 4= Beğendim, 5= Çok Beğendim						
Ürün Kodu	169	256	315	423	504	617
Tat-Aroma						
Ağızda hissedilebilir yoğunlukta kendine özgü tat						
Ferahlatıcı tat						
Hoşa giden fermente tat						
Hoşa giden hafif Ekşimsi tat						
Hoşa giden hafif geniz yakıcı-keskin tat						
Yabancı kötü tat bulunmayan						
Genel Değerlendirme:						
Koku						
Hissedilebilir yoğunlukta kendine özgü koku						

Hoşa giden fermente koku						
Hafif ekşimsi Koku						
Hayvansal olmayan koku						
Genel Değerlendirme:						
Görünüş-Tekstür						
Homojen görünümlü						
Kremsi-Beyaz renk						
Ağız kaplama						
Viskozite						
Serum ayrılması olmayan						
Genel Değerlendirme:						

Ürünler hakkında varsa düşünceleriniz:

169:

256:

315:

423:

504:

617:

T.C.

AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLİMSEL ETİK BEYANI

“MİKROBİYAL TRANSGLUTAMİNAZIN DEVE VE İNEK SÜTÜ KARIŞIMINDAN KEFİR ÜRETİMİNDE KULLANIMI VE BU ENZİMİN KEFİRİN BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI” başlıklı olarak hazırladığım Yüksek Lisans tezindeki bütün bilgileri etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiz atıf yaptığımı bildiririm. İfade ettiklerimin aksi ortaya çıktığında ise her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Selin AKBULUT TOPEL

11/02/2022

ÖZ GEÇMİŞ

Soyadı, Adı:

AKBULUT TOPEL, Selin

