

**T.C.  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KIRMIZI PANCARDAN EKSTRAKTE EDİLEN  
BETALAINLERİN LAKTOZLU VE LAKTOZSUZ  
SÜTTEN ÜRETİLEN KEFİRLERİN FİZİKOKİMYASAL,  
DUYUSAL VE MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE  
ETKİSİ**

**Hazırlayan  
Şükriye Hilal IŞIKTAŞ**

**Danışman  
Prof. Dr. Mustafa ÇAM**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Aralık 2023  
KAYSERİ**



**T.C.  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KIRMIZI PANCARDAN EKSTRAKTE EDİLEN  
BETALAINLERİN LAKTOZLU VE LAKTOZSUZ  
SÜTTEN ÜRETİLEN KEFİRLERİN FİZİKOKİMYASAL,  
DUYUSAL VE MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE  
ETKİSİ**

**Hazırlayan  
Şükriye Hilal IŞIKTAŞ**

**Danışman  
Prof. Dr. Mustafa ÇAM**

**Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi  
tarafından FYL-2022-11716 kodlu proje ile desteklenmiştir.**

**Aralık 2023  
KAYSERİ**

## **BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK**

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Şükriye Hilal IŞIKTAŞ



**“Kırmızı Pancardan Ekstrakte Edilen Betalainlerin Laktozlu ve Laktozsuz Sütten Üretilen Kefirlerin Fizikokimyasal, Duyusal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi”** adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.



**Hazırlayan**  
Şükriye Hilal IŞIKTAŞ

**Danışman**  
Prof. Dr. Mustafa ÇAM

**Gıda Mühendisliği ABD Başkanı**

Prof. Dr. Zülal KESMEN

## TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca her konuda yardım ve desteklerini benden esirgemeyen, deneyim ve bilgileri ile bana yol gösteren değerli danışman hocam Prof. Dr. Mustafa ÇAM'a,

Deneyim ve bilgileriyle bana yol gösteren, desteklerini esirgemeyen değerli hocalarım Dr. Öğr. Ü. Cemhan DOĞAN ve Dr. Öğr. Ü. Nurcan DOĞAN'a,

Yüksek lisans hayatımda zor zamanlarımda yanımda olan manevi desteğini esirgemeyen sevgili hocam Dr. Öğr. Ü. Feyza KIROĞLU ZORLUGENÇ'e,

Kayseri'deki yıllarımda her anlamda yanımda olan, şehri bana anlamlı kılan, desteğini ve yardımını esirgemeyen manevi kardeşim, meslektaşım Ferhan ÖZUSTAOĞLU ve Feride POYRAZOĞLU ÖZDEMİR'e,

Tez çalışmam süresince güzel yorgunluklar paylaştığımız ve yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Kübra ERGİN ve Merve YÜKSEL'e, bilgi ve önerileriyle yardımcı olan doktorant Mehmet HORZUM'a

Bu tez çalışmasının yürütülmesinde maddi olarak destek sağlayan Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje No: FYL-2021-11716),

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca bilgilerinden faydalandığım Erciyes Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine,

Hayatım boyunca desteklerini her zaman hissettiğim ve her daim yanımda olup, beni daima destekleyen, emekleri sayısız olan annem Nurşen BÜKER, babam Muharrem BÜKER ve canım abim Ertuğrul Çağrı BÜKER'e,

Son olarak her zaman koşulsuz yanımda olan çok değerli eşim Murat IŞIKTAŞ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Şükriye Hilal IŞIKTAŞ

Aralık 2023, KAYSERİ

**KIRMIZI PANCARDAN EKSTRAKTE EDİLEN BETALAINLERİN  
LAKTOZLU VE LAKTOZSUZ SÜTTEN ÜRETİLEN KEFİRLERİN  
FİZİKOKİMYASAL, DUYUSAL VE MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE  
ETKİSİ**

**Şükriye Hilal IŞIKTAŞ**

**Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Yüksek Lisans Tezi, Kasım 2023**

**Danışman: Prof. Dr. Mustafa ÇAM**

**ÖZET**

Mevcut tez çalışması kapsamında öncelikle kırmızı pancar tozundan betalain ekstraksiyonu gerçekleştirilmiş ve bu ekstraktın biyoaktivite özellikleri incelenmiştir. Kırmızı pancar tozunun toplam betalain miktarı  $803,886 \pm 1,64$  mg/100g, toplam fenolik madde miktarı  $959,31 \pm 6,40$  mg GAE/100g, DPPH ve ABTS antioksidan kapasiteleri sırasıyla  $4744,71 \pm 0,57$  ve  $2920,07 \pm 34,96$  mg TE/100g olarak tespit edilmiştir. Daha sonra yarım yağlı laktozlu ve laktozsuz süttten 8 farklı kefir üretimi gerçekleştirilmiştir: Laktozlu ve laktozsuz kefir örnekleri 0, 10, 20 ve 30 ppm kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı içeren sırasıyla M, M1, M2 ve M3; P, P1, P2 ve P3'dür. Buzdolabı koşullarında (+4°C) muhafaza edilen kefir örneklerinin 0, 7, 14 ve 21. gün bazı fizikokimyasal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizleri gerçekleştirilmiştir. Kefir örneklerinin fizikokimyasal analizleri incelendiğinde, pH değerlerinin 4,40-4,58, titrasyon asitliğinin %0,831-0,979, kurumadde miktarlarının %8,414-9,768, su tutma kapasitesinin %26,13-33,05 ve viskozite 101,85-483,4 cP arasında olduğu belirlenmiştir. Kimyasal analizler incelendiğinde, toplam fenolik madde miktarının 0,491-1,921 mg GAE/100 g kefir arasında olduğu tespit edilmiştir. Kefirlerin antioksidan kapasite özellikleri DPPH ve ABTS metotları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. DPPH ve ABTS antioksidan kapasite sonuçlarının sırasıyla 0,763-2,219 ve 1,262-3,017 mg TE/100g kefir arasında olduğu ve her iki metotta da en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olan örneğin P3 olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar ile kefire ilave edilen kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı miktarı ile antioksidan kapasitenin pozitif korelasyon içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, laktozlu ve laktozsuz örnekler kıyaslandığında laktozsuz örneklerin biyoaktivitesinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Mikrobiyolojik sonuçlar incelendiğinde *Lactobacillus* ve *Lactococcus* sayısı sırasıyla 6,39-9,57 log kob/g ve 7,72-11,58 log kob/g, TAMB sayısı 6,46-10,62 log kob/g ve maya sayısının 8,37-10,46 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre en beğenilen örnek P3 olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** fonksiyonel ürün, kırmızı pancar, betalain, kefir, antioksidan

**THE EFFECT OF BETALAINS EXTRACTED FROM RED BEET ON THE  
PHYSICOCHEMICAL, SENSORY AND MICROBIOLOGICAL PROPERTIES  
OF KEFIRS PRODUCED FROM LACTOSE AND LACTOSE-FREE MILK**

**Şükriye Hilal IŞIKTAŞ**

**Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences**

**Master Thesis, November 2023**

**Supervisor: Prof. Dr. Mustafa ÇAM**

**ABSTRACT**

Within the scope of the current thesis study, betalain was first extracted from red beet powder and the bioactivity properties of this extract were examined. The total betalain amount of red beet powder is  $803.886 \pm 1.64$  mg/100g, the total phenolic substance amount is  $959.31 \pm 6.40$  mg GAE/100g, DPPH and ABTS antioxidant capacities are  $4744.71 \pm 0.57$  and  $2920.07 \pm 34$ , respectively. It was determined as .96 mg TE/100g. Then, 8 different kefirs were produced from semi-skimmed lactose and lactose-free milk: Lactose and lactose-free kefir samples containing 0, 10, 20 and 30 ppm red beet betalains extract, M, M1, M2 and M3, respectively; They are P, P1, P2 and P3. Some physicochemical, chemical and microbiological analyzes of kefir samples stored in refrigerator conditions ( $+4^{\circ}\text{C}$ ) were performed on days 0, 7, 14 and 21. When the physicochemical analyzes of kefir samples are examined, pH values are 4.40-4.58, titratable acidity is 0.831-0.979%, dry matter amounts are 8.414-9.768%, water retention capacity is 26.13-33.05% and viscosity is 101.85-483. It was determined that it was between 4 cP. When chemical analyzes were examined, it was determined that the total phenolic substance amount was between 0.491-1.921 mg GAE/100 g kefir. Antioxidant capacity properties of kefirs were determined using DPPH and ABTS methods. It was determined that DPPH and ABTS antioxidant capacity results were between 0.763-2.219 and 1.262-3.017 mg TE/100g kefir, respectively, and the sample with the highest antioxidant capacity in both methods was P3. With the results obtained, it was determined that the amount of red beet betalains extract added to kefir was positively correlated with the antioxidant capacity. Additionally, when lactose-containing and lactose-free samples were compared, it was observed that the bioactivity of lactose-free samples was higher. When the microbiological results are examined, the numbers of Lactobacillus and Lactococcus are 6.39-9.57 log cfu/g and 7.72-11.58 log cfu/g, respectively, the number of TAMB is 6.46-10.62 log cfu/g and the number of yeast is 8, It was found to vary between 37-10.46. According to the sensory evaluation results, the most liked example was P3.

**Keywords:** Functional product, Red beet, Betalain, Kefir, Antioxidant

## İÇİNDEKİLER

### KIRMIZI PANCARDAN EKSTRAKTE EDİLEN BETALAINLERİN LAKTOZLU VE LAKTOZSUZ SÜTTEN ÜRETİLEN KEFİRLERİN FİZİKOKİMYASAL, DUYUSAL VE MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK .....	ii
KABUL VE ONAY .....	iv
TEŞEKKÜR .....	v
ÖZET .....	vi
ABSTRACT .....	vii
İÇİNDEKİLER .....	viii
KISALTMALAR .....	xii
TABLolar LİSTESİ .....	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xiv
GİRİŞ .....	1

## 1. BÖLÜM

### GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Problem Durumu .....	3
1.2. Araştırmanın Amacı .....	3
1.3. Araştırmanın Önemi .....	4
1.4. Literatür Çalışması .....	5
1.4.1. Süt .....	5
1.4.1.1. Laktoz .....	6
1.4.1.1.1. Laktoz intoleransı .....	6
1.4.2. Laktozsuz Süt .....	7
1.4.3. Kefir .....	7
1.4.4. Kefirin Tarihçesi .....	9

1.4.5. Kefirin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	9
1.4.6. Kefirin Mikrobiyal Özellikleri.....	12
1.4.7. Kefirin Sağlık Üzerine Etkileri.....	12
1.4.8. Kırmızı pancar .....	13
1.4.8.1. Tarihsel süreç .....	13
1.4.8.2. Taksonomik Sınıflandırması, Kökeni ve Üretimi .....	13
1.4.8.3. Tanıtım .....	14
1.4.8.4. Besin Değeri .....	15
1.4.8.5. Biyokimyasal İçeriği ve Sağlık Üzerine Etkisi.....	16
1.4.8.6. Betalain .....	16

## 2. BÖLÜM

### YÖNTEM ve MATERYAL

2.1. Materyaller .....	20
2.1.1. Hammaddeler .....	20
2.1.1.1. Kırmızı Pancar .....	20
2.1.1.2. Süt.....	20
2.1.1.3. Kefir Mayası .....	20
2.1.2. Kimyasallar .....	20
2.1.3. Kullanılan Ekipmanlar .....	22
2.2. Yöntemler.....	23
2.2.1. Kırmızı Pancarın Kurutulması.....	23
2.2.2. Kırmızı Pancar Betalainlerinin Ekstraksiyonu .....	23
2.2.3. Kırmızı Pancar Tozunun Analizleri.....	24
2.2.3.1. pH Tayini .....	24
2.2.3.2. Renk Tayini .....	24
2.2.3.3. Toplam Kuru Madde Tayini.....	25
2.2.3.4. Kül Tayini .....	25
2.2.3.5. Toplam Betalain Tayini .....	26

2.2.3.6. Toplam Fenolik Madde Tayini .....	26
2.2.3.7. DPPH ile antioksidan kapasite analizi .....	26
2.2.3.8. ABTS ile antioksidan kapasite analizi.....	27
2.2.4. Kefir Üretimi .....	28
2.2.5. Kefir Analizleri.....	30
2.2.5.1. Kefir Ekstraktının Alınması.....	30
2.2.5.2. Fizikokimyasal Analizler .....	31
2.2.5.2.1. pH ve Titrasyon Asitliği Tayini.....	31
2.2.5.2.2. Toplam Kuru Madde Tayini .....	32
2.2.5.2.3. Su Tutma Kapasitesi Tayini.....	32
2.2.5.2.4. Viskozite Tayini .....	32
2.2.5.3. Kimyasal Analizler .....	32
2.2.5.3.1. Toplam Fenolik Madde Tayini .....	32
2.2.5.3.2. DPPH ile antioksidan kapasite tayini .....	32
2.2.5.3.3. ABTS ile antioksidan kapasite tayini .....	32
2.2.5.4. Mikrobiyolojik Analizler .....	33
2.2.5.4.1. <i>Lactobacillus</i> Sayımı.....	33
2.2.5.4.2. <i>Lactococcus</i> Sayımı .....	33
2.2.5.4.3. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı .....	33
2.2.5.4.4. Toplam Maya Sayımı.....	33
2.2.5.5. Duyusal Analiz.....	33
2.2.5.6. İstatistiksel Analiz .....	34

### 3. BÖLÜM

#### BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Kırmızı Pancar Tozunun Fizikokimyasal Analizleri.....	36
3.2. Kırmızı Pancar Tozunun Kimyasal Analizleri.....	37
3.2.3. Toplam Betalain Değeri.....	37

3.2.4. Toplam Fenolik Madde Değeri.....	38
3.2.5. DPPH ve ABTS ile antioksidan kapasite değerleri.....	39
3.3. Kefir Örneklerinin Fizikokimyasal Değerleri .....	40
3.3.1. pH ve Titrasyon Asitliği (%) Değerleri .....	40
3.3.2. Toplam Kuru Madde (%) Değerleri .....	44
3.3.3. Su Tutma Kapasitesi (%) Değerleri .....	45
3.3.4. Viskozite (cP) Değerleri .....	47
3.4. Kefir Örneklerinin Kimyasal Değerleri.....	49
3.4.1. Toplam Fenolik Madde Değeri .....	49
3.4.2. DPPH ve ABTS ile Antioksidan Kapasite Değerleri.....	51
3.5. Mikrobiyolojik Analizler.....	53
3.5.1. Lactobacillus ve Lactococcus Sayısı (log kob/g kefir).....	53
3.5.2. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TAMB) Sayısı (log kob/g kefir).....	56
3.5.3. Toplam Maya Sayısı (log kob/g kefir) .....	57
3.6. Duyusal Analiz Sonuçları.....	58

## 4. BÖLÜM

### SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1.Sonuç ve Öneriler .....	62
KAYNAKLAR .....	64
ÖZGEÇMİŞ.....	74

## KISALTMALAR

$\mu$ L	Mikrolitre
ABTS	2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit)
ANOVA	Tek yönlü varyans analizi
cm	Santimetre
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
dk	Dakika
DPPH	2,2-difenil-1-pikril hidrazil
g	Gram
GAE	Gallik asit eşdeğeri
GI	Gastrointestinal
KBE	Kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı
kcal	Kilokalori
KPT	Kırmızı pancar tozu
L	Litre
LA	Laktik asit
LAB	Laktik asit bakterilerinin
LI	Laktoz intoleransı
M	Katkısız laktozlu kefir örneği
M1	10 ppm kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı içeren laktozlu kefir
M2	20 ppm kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı içeren laktozlu kefir
M3	30 ppm kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı içeren laktozlu kefir
mg	Miligram
mL	Mililitre
MRS	Man Rogosa Sharpe Agar
nm	Nanometre
<i>p</i>	İstatistiksel önem değeri
P	Katkısız laktozsuz kefir örneği
P1	10 ppm kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı içeren laktozsuz kefir
P2	20 ppm kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı içeren laktozsuz kefir
P3	30 ppm kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı içeren laktozsuz kefir
PBS	Fosfat tamponu
PCA	Plate Count Agar
PDA	Potato Dekstroz Agar
PPO	Polifenol oksidaz
STK	Su tutma kapasitesi
TE	Trolox eşdeğeri
TFM	Toplam fenolik madde
TGK	Türk Gıda Kodeksi
yy	Yüzyıl

## TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Farklı memeli türlerinin sütündeki yağ, protein ve laktoz içeriği.....	6
Tablo 2. Kefir bileşimi .....	10
Tablo 3 Kefirin bileşimi ve bilinen terapötik etkileri.....	11
Tablo 4. Kırmızı pancar besin içeriği ve miktarları .....	15
Tablo 5. Betaksantin ve betasiyanin.....	18
Tablo 6. Kimyasal listesi.....	20
Tablo 7. Ekipman listesi.....	22
Tablo 8. Hunter renk ölçüm sistemine göre L*, a*, b* ifadeleri .....	24
Tablo 9. ABTS analizinin çözeltilerinin hazırlanması.....	28
Tablo 10. Duyusal analiz formu.....	34
Tablo 11. Kırmızı pancar tozunun fiziksel analiz değerleri.....	37
Tablo 12. Kırmızı pancar betalainleri ekstraktının biyoaktivite değerleri .....	38
Tablo 13. Kefir örneklerinin depolama süresi boyunca pH değerleri.....	42
Tablo 14. Kefir örneklerinin depolama süresi boyunca titrasyon asitliği değerleri .....	43
Tablo 16. Kefir örneklerinin depolama süresi boyunca kurumadde değerleri.....	45
Tablo 17. Kefir örneklerinin depolama boyunca su tutma kapasitesi değerleri.....	47
Tablo 18. Kefir örneklerinin depolama süresi boyunca ait viskozite sonuçları.....	48
Tablo 19. Kefir örneklerinin depolama boyunca toplam fenolik madde değerleri .....	50
Tablo 20 Depolama süresi boyunca kefir örneklerinin DPPH değerleri.....	52
Tablo 21 Depolama süresi boyunca kefir örneklerinin ABTS değerleri.....	53
Tablo 22. Depolama süresi boyunca kefir örneklerinin <i>Lactobacillus</i> spp. sayıları.....	55
Tablo 23. Depolama süresi boyunca kefir örneklerinin <i>Lactococcus</i> spp. sayıları.....	55
Tablo 24. Depolama süresi boyunca kefir örneklerinin toplam mezofilik bakteri sayıları .....	57
Tablo 25. Depolama süresi boyunca kefir örneklerinin toplam maya sayıları .....	58
Tablo 26 Kefir örneklerinin duyusal analiz sonuçları.....	61

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. İnek Sütünün Bileşimi .....	6
Şekil 2. Kefir taneleri .....	8
Şekil 3. Kefir probiyotiklerinin metabolizması ve sağlık üzerindeki etkileri .....	13
Şekil 4. Kırmızı pancarın yatay kesiti .....	15
Şekil 5. Kırmızı pancarın biyokimyasal içeriği.....	16
Şekil 6. Kırmızı pancarda peroksidaz aktivitesi.....	19
Şekil 7. Kırmızı pancar .....	23
Şekil 8. Kırmızı pancardan ekstrakt eldesi.....	24
Şekil 9. L*, a* ve b* renk alanı diyagramı .....	25
Şekil 10. Kefir üretiminde ekstrakt ilave etme aşaması .....	29
Şekil 11. Kefir üretim şeması.....	29
Şekil 12. Depolama için üretilen kefirler .....	30
Şekil 13. İlavesiz ve Kırmızı pancar betalainleri ekstraktı ilaveli kefir örnekleri .....	30
Şekil 14. (a) M1 örneği 1. ekstraksiyon sonrası, (b) P1 örneği 1. ekstraksiyon sonrası, (c) M1 örneği 2. ekstraksiyon sonrası, (d) P1 örneği 2. ekstraksiyon sonrası .....	31
Şekil 15. (a) P3 örneği 1. ekstraksiyon sonrası, (b) P3 örneği 1. ekstraksiyon sonrası ..	31
Şekil 16. Kırmızı pancar tozunun (KPT) ve betalainlerinin ekstraktının (KBE) renk değerleri.....	37

## GİRİŞ

Son yıllarda tüketicilerin doğal içeriklere olan talepleri git gide artmaktadır. Bununla beraber doğal renklendiriciler giderek daha fazla ilgi görmeye başlamıştır. Renk, kişinin iştahını canlandırabilecek veya bastırabilecek gıdaların kalitesinin değerlendirildiği en göze çarpan parametredir. Gıda renklendiricileri yiyecekleri daha çekici, iştah açıcı ve tanınabilir hale getirir. Yapay renklendiriciler gıdalarda daha parlak bir görünüm ve daha ekonomik olması için kullanılır. Çünkü göze hitap eden renklere sahip gıdalar çekiciliği ve iştahı artırır. Doğal renklendiriciler, terapötik ve tıbbi etkilerinin yanı sıra sentetik renklerin yüksek toksisitesinin bir sonucu olarak dünya çapında daha popüler hale gelmiştir (Jurić vd., 2020; Lu vd., 2021). Başlıca doğal renklendiriciler arasında yeşilden sarıya, mordan maviye kadar geniş bir renk yelpazesi sağlayan klorofiller, karotenoidler, fikosiyantinler, betalainler, antosiyaninler ve diğer flavonoidler bulunmaktadır. Bunlar arasında antosiyaninler ve betalainler, parlak renkleri ve suda iyi çözünürlükleri nedeniyle gıda endüstrisinde büyük ilgi görmektedir. Çoğu bitki türü, özellikle çilek ve kırmızı üzüm gibi kırmızı, mavi veya mor meyvelerde antosiyanin üretirken, betalainler doğada nadir bulunmaktadır (Yang vd., 2021). Pitaya, kaktüs meyvesi, kırmızı ve sarı pancar betalainler yönünden zengin kaynaklardır (Gengatharan, 2015). Betalain, biyoaktif özellikleri ve pH 3 ile 7 arasındaki stabilitesi nedeniyle düşük asitli gıdaların renklendirilmesine uygun doğal bir pigment olarak vurgulanmaktadır (Celli ve Brooks, 2017; Stintzing ve Carle, 2007).

Kırmızı pancar flavonoidler, karotenoidler, vitaminler, nitratlar, potasyum, fosfor, sodyum, kalsiyum, bakır, magnezyum, çinko, demir, mangan gibi mineraller ve betasiyanin (kırmızı mor) ve betaksantin (sarı) gibi suda çözünür pigmentler içerir. Bunların tümü çok sayıda beslenme ve sağlık yararına sahiptir. Bazı araştırmacılar tarafından pancarın sağlığı teşvik eden fitokimyasalların önemli bir kaynağı olduğunu bildirilmiştir (Sawicki vd., 2016; Kushwaha vd., 2017). Pancardaki polifenoller,

karotenoidler ve vitaminler antioksidan, anti-inflamatuar, anti-kanser ve karaciğeri koruyucu etkilere sahiptir. Ayrıca antidiyabetik, antihipertansif, kalp-damar hastalıkları riskini azaltıcı ve yaraları iyileştirici etkisi de bulunmaktadır. Bu nedenle kırmızı pancarın çeşitli gıda ürünlerinde bileşen olarak kullanılması insan sağlığı üzerinde faydalı etkilere sahip olup çeşitli fonksiyonel gıdaların geliştirilmesine fırsatlar sunmaktadır (Chhikara vd., 2019).

Dünyamızın artan vejetaryen nüfusunun ve yüksek proteinli besin tüketiminin gittikçe artan popülaritesi tüketicilerin süt ve ürünlerine yönelik talebini arttırmaktadır. Ayrıca, fermente sütlerin sindiriminin fermente edilmemiş süt ürünlerine göre nispeten daha kolay olması; buna ek olarak, laktoz intoleransı prevalansındaki artış tüketicilerin fermente süt ürünlerine olan yönelimini de arttırmaktadır (Demirgül ve Sağdıç (2018); Özden, (2018); Sakandar ve Zhang, (2021); Singh ve Nagendra (2017).

# 1. BÖLÜM

## GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

### 1.1. Problem Durumu

Gıdaların rengi tüketicilerin tercihini doğrudan etkileyen önemli etmenlerden biridir. Bilinçli beslenmedeki artış ile gıda ürünlerinin içeriklerini de doğala yönlendirmektedir. Bu sayede sentetik renklendiricilerin yerini doğal renklendiriciler almaktadır. Çeşitli gıdalara kırmızı pancar ilave edilerek yeni fonksiyonel ürünler üretilmiştir. Ancak yapılan literatür çalışmasında kefire kırmızı pancar ilave edilmediği görülmüştür. Betalainlerin düşük pH değerlerinde gösterdiği stabilite nedeniyle asidik bir içecek olan kefir için uygun olduğu görülmüştür. Laktozlu ve laktozsuz olmak üzere iki farklı süt ile farklı oranlarda kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı ilave edilerek üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu sayede yeni fonksiyonel ürün geliştirmekle beraber laktoz intoleransı olan bireylere yeni bir alternatif sağlıklı içecek sunulmuştur.

### 1.2. Araştırmanın Amacı

Yapılan önceki çalışmalarda betalainin kefire ilave edilmesi ve elde edilen üründe meydana gelen değişimler ile ilgili bir çalışma bulunmaması dikkat çekmiştir. Bu çalışmada, laktozlu ve laktozsuz süt ile üretimi yapılan, kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı katkılı kefirin rengiyle daha fazla tüketicinin dikkatini çekmek, biyoaktivitesinde ve antioksidan etkisinde artış sağlamak ile ürünlerin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri buzdolabı şartlarında (+4°C) 21 gün depolama süresi boyunca izlemek ve kontrol numuneleri (ekstrat ilavesiz kefir) ile karşılaştırmak hedeflenmiştir.

### 1.3. Araştırmanın Önemi

Kırmızı pancar flavonoidler, karotenoidler, vitaminler, nitratlar, potasyum, fosfor, sodyum, kalsiyum, bakır, magnezyum, çinko, demir, mangan gibi mineraller ve betasiyanin (kırmızı mor) ve betaksantin (sarı) gibi suda çözünür pigmentler içerir. Ayrıca yüksek fenolik bileşik ve betalain içeriği nedeniyle yüksek antioksidan kapasite sergiler (Sawicki vd., 2016; Kushwaha vd., 2017). Pancardaki polifenoller, karotenoidler ve vitaminler antioksidan, anti-inflamatuar, anti-kanser ve karaciğeri koruyucu etkilere sahiptir. Ayrıca antidiyabetik, antihipertansif, kalp-damar hastalıkları riskini azaltıcı ve yaraları iyileştirici etkisi de bulunmaktadır. Bu nedenle kırmızı pancarın çeşitli gıda ürünlerinde bileşen olarak kullanılması insan sağlığı üzerinde faydalı etkilere sahip olup çeşitli fonksiyonel gıdaların geliştirilmesine fırsatlar sunmaktadır (Chhikara vd., 2019).

En zengin betalain kaynağı olduğu bildirilen kırmızı pancarın aynı zamanda toplam pigmentlerinin %75-95'ini betalainlerin oluşturmaktadır. Betalainler kırmızı pancarda iki şekilde bulunmaktadır. Bunlar; kırmızı-mor pigmentleri ihtiva eden betasiyaninler (540 nm) ve sarı pigment ihtiva eden betaksantinler (480 nm) olduğu bildirilmiştir. Bu pigmentler aktif olarak serbest radikalleri ortadan kaldırarak pancarın antioksidan özellik göstermesine büyük katkı sağlamaktadır. Bundan dolayı kanser ve kardiyovasküler hastalıkların ortaya çıkmasını önleyebilme özelliğine sahiptir (Méndez-Lagunas vd., 2017).

Gıdanın karakteristik rengi, tazeliğin, besin değerinin ve yüksek lezzetin bir göstergesi olarak kabul edilmekte ve tüketici kabul edilebilirliğini doğrudan etkilemektedir (Maran vd, 2015). Günümüzde tüketicilerin sağlıklı beslenmeye olan ilgisi ve artan farkındalık, doğal gıdalara yönelmeye ve gıda formülasyonlarında doğal içeriklerin öneminin giderek artmasına yol açmıştır. Bu nedenle yapay renklendiricilerin yerini doğal renklendiriciler almaktadır. En önemli gıda renklerinden biri olan betalain, kırmızı pancardaki yüksek oranıyla dikkat çekmektedir (Özcan ve Ersus Bilek, 2018). Betalain, biyoaktif özellikleri ve pH 3 ile 7 arasındaki stabilitesi nedeniyle düşük asitli gıdaların renklendirilmesine uygun olan doğal bir renklendirici olduğu bildirilmektedir. (Celli ve Brooks, 2017; Stintzing ve Carle, 2007; Trishitman vd., 2021).

Dünyamızın artan vejetaryen nüfusunun ve yüksek proteinli besin tüketiminin gittikçe artan popülaritesi tüketicilerin süt ve ürünlerine yönelik talebini arttırmaktadır. Ayrıca, fermente sütlerin sindiriminin fermente edilmemiş süt ürünlerine göre nispeten daha kolay olması; buna ek olarak, laktoz intoleransı prevalansındaki artış tüketicilerin fermente süt ürünlerine olan yönelimini de arttırmaktadır (Demirgöl ve Sağdıç, 2018; Özden, 2008; Sakandar ve Zhang, 2021; Singh ve Nagendra, 2017). Bundan dolayı üretilen yeni fonksiyonel ürün tüketiciler için alternatif olabilecek sağlıklı bir içecektir.

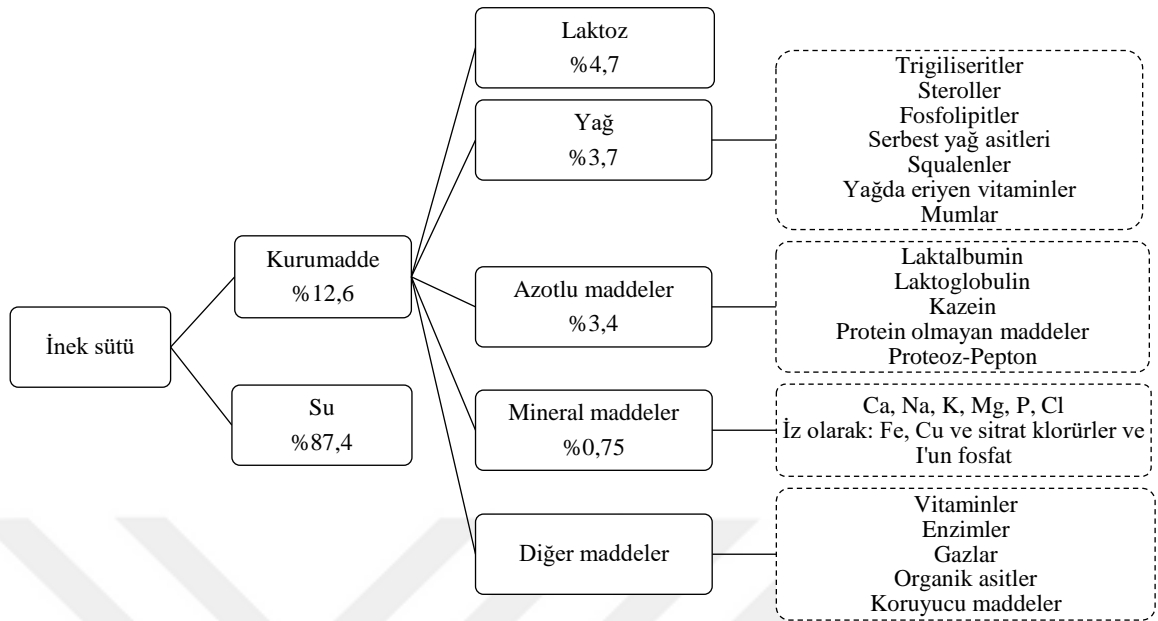
#### **1.4. Literatür Çalışması**

##### **1.4.1. Süt**

Süt, elde edildiği hayvan türüne göre adlandırılır. Ancak sadece süt denildiğinde akla ilk gelen inek sütü olur. Bunun sebebi, öncelikle içme sütü olmakla beraber birçok süt ürününün inek sütünden elde edilmesidir.

Süt yaşamsal faaliyetlerin sürdürülebilmesi için gerekli olan besleyici bir gıdadır. Süt canlının gelişmesi için gerekli olan organik ve anorganik maddelerden oluşur. Aynı zamanda içindeki gıda bileşenlerini diğer gıdalara göre daha fazla içerir. Sütte bulunan gıda bileşenlerinin bir kısmı diğer gıdalarla ortak olmakla beraber bazıları ise yalnızca sütte bulunur. Bunlar süt yağı, laktoz, kazein, laktalbumin ve laktoglobulindir.

Polidispers bir gıda olan sütün bileşimindeki süt yağı emülsiyon, protein koloidal dispersiyon, laktoz (süt şekeri) ve mineraller ise gerçek çözelti şeklinde bulunur. İnek sütü bünyesinde ortalama olarak %12,6 kurumadde, %3,7 süt yağı, %4,7 laktoz, %3,4 protein ve %0,7 kül içerir (Metin, M., 2017).



Şekil 1. İnek Sütünün Bileşimi (Metin, M., 2017)

#### 1.4.1.1. Laktoz

Laktoz, laktoz sentaz enzimi tarafından bir dizi reaksiyon sonucu iki monosakkarit olan glikoz ve galaktozdan oluşan, meme bezlerinin epitel hücrelerinde golgi cisimciğinin içinde yer alan bir disakkarittir (Silaniko vd., 2015).

Tablo 1. Farklı memeli türlerinin sütündeki yağ, protein ve laktoz içeriği

Tür	Yağ	Protein g/L	Laktoz
İnsan	11	42	70
İnek	35-45	30-36	47-50
Koyun	60-80	50-65	44-48
Keçi	30-34	27-37	42-48
Manda	70-74	38-44	48-50

##### 1.4.1.1.1. Laktoz intoleransı

Vücudun laktozu sindirebilmesi için laktaz enzimi ( $\beta$ -D-galaktozidaz) tarafından monosakkaritlerine ( $\beta$ -D-galaktoz ve  $\beta$ -D-glukoza) hidroliz olması gerekir. Laktaz enzimi, ince bağırsaktaki epitel hücreler tarafından salgılanmaktadır. Bu enzim

doğumdan bir süre önce salgılanmaya başlar. Bebeklik döneminin ilk 6-12 ayında doruk noktasına ulaşan laktaz yaş almayla birlikte azalma eğilimine girer (Campbell vd., 2005). İnce bağırsak mukozasında laktaz enziminin yeteri kadar olmaması laktozun tam olarak sindirilememesine neden olur. Bu durum laktoz intoleransı (LI) olarak adlandırılan rahatsız edici gastrointestinal (GI) semptomları beraberinde getirir. Bağırsakta laktozun fermentasyonu, karbondioksit, hidrojen gazı, metan ve kısa zincirli yağ asitleri üreterek karın ağrısı, kramp, rahatsızlık, şişkinlik, mide gazı, gurultu, dışkılama sıklığında artış ve/veya gevşek ve/veya sulu dışkı gibi karın ve bağırsakla ilgili semptomlara yol açar. Dünya nüfusunun yarıdan fazlasının LI hastası olduğu tahmin edilmektedir (Chey vd., 2020). Bunun aksine bazı toplumlarda ise laktaz etkinliği ömür boyu sürmektedir. Bu durum ise laktaz kalıcılığı (laktoz toleransı) olarak adlandırılır (Laland vd., 2010).

LI hastaları genellikle süt ürünlerinden kaçınır. Süt ürünlerinin uzun süre kısıtlanması yetersiz kalsiyum ve D vitamini ile sonuçlanabilir. Bu da osteoporoz, osteomalazi ve hipertansiyona yol açabilir. LI hastalarında 320 ila 388 mg/gün arasında değişen günlük kalsiyum alımı, önerilen 1000-1200 mg/gün miktarın önemli ölçüde altında kalır (Chey vd., 2020).

#### **1.4.2. Laktozsuz Süt**

Sütten laktozun uzaklaştırılmasıyla laktozsuz süt üretilmektedir. Bu amaçla laktozsuz ve laktozu azaltılmış süt üretiminde iki farklı yöntem kullanılmaktadır. En yaygın yöntem, laktozun enzimatik olarak hidroliz edilmesidir. Diğer yöntem ise ilk olarak süte ultrafiltrasyon uygulayıp daha sonra laktaz enziminin ilave edilmesidir. Bu sayede sütte laktozun azalmasının ardından kalan laktozunda hidrolizi gerçekleşir (Corgneau vd., 2015; Ugidos-Rodriguez vd., 2018).

#### **1.4.3. Kefir**

Türk Gıda Kodeksi'nde (TGK) kefir; fermentasyon sırasında spesifik olarak *Lactobacillus* kefiri, *Lactococcus*, *Leuconostoc* ve *Acetobacter* cinslerinin farklı suşları ile laktozu fermente eden (*Kluyveromyces marxianus*) ve laktozu fermente etmeyen mayaları (*Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces unisporus* ve *Saccharomyces exiguus*) içeren starter kültürler ya da kefir daneleri kullanılarak elde edilen fermente süt ürünü olarak adlandırılır (Türk Gıda Kodeksi, 2009).

Orijini Avrupa'nın Kafkasya bölgesi olan kefir, oradan geldiğine inanılan geleneksel bir fermente süt ürünüdür. Bu fermente süt ürünü, kendine özgü maya benzeri bir tat ve gazlı veya köpüklü bir ağız hissi ile karakterize edilir. Geleneksel olarak kefir, başlangıç olarak kefir taneleri kullanılarak yapılır. Kefir taneleri beyaz ila sarımsı, karnabahar benzeri tanelerdir. Bu tanelerin çapı 0,3 ila 3,5 cm arasında olup sümüksü fakat sert bir dokuya sahiptir. Taneler, polisakkaritler ve proteinlerden oluşan inert bir matristen oluşur. Matris yoğun olarak laktik asit bakterilerinin (LAB) türleri, asetik asit bakterileri ve mayalar tarafından oluşur. Mikrofloraya ek olarak, kefir tanesinin diğer ana bileşenlerini ekzopolisakkarit, süt proteini ve lipitler oluşturur. Kefir, kefir tanelerinin süte aşılması ve ardından oda sıcaklığında yaklaşık 1 günlük bir fermantasyon süresi ile üretilir. Kefirdeki başlıca fermantasyon ürünleri laktat, etanol ve karbondioksittir. Diğer küçük fermantasyon ürünleri ise diasetil, asetaldehit, serbest amino asitler ve bazı durumlarda asetatı içerir (Ratray ve O'Connell, 2011; Leite vd., 2015).



Şekil 2. Kefir taneleri

Kefirin en popüler kaynağı inek sütü olsa da keçi, koyun, deve gibi diğer hayvanların sütlerinin yanı sıra soya, pirinç, hindistan cevizi gibi bitkisel kaynaklardan da üretilir. İnek sütü proteini alerjisi ve laktoz intoleransı olan bireyler ile vejetaryen/vegan diyeti uygulayanlar, bitkisel süttten üretilen kefirini inek sütünden üretilen kefirine tercih edebilirler (Comak Gocer ve Koptagel, 2023).

Kefirde laktik asit fermantasyonu ve alkol fermantasyonu bir arada bulunur. Bu kefir danesindeki maya ve bakterilerin simbiyotik aktivitesi sonucunda gerçekleşir. Bu özelliğiyle kefir diğer fermente süt ürünlerinden ayrılır (Yılmaz vd., 2006).

#### 1.4.4. Kefirin Tarihçesi

Kefir adı, iyi his ve iç rahatlığı anlamlarına gelen Türkçe kökenli keyif kelimesinden türemiştir. Bununla beraber kefir, kefer, kephir, kepi, kiaphur, kipi ve knapan gibi birçok isimle de anılır (Rattray ve O'Connell, 2011). Kefir, Tibet, Moğolistan ve Kafkas Dağları'na özgü asırlık fermente bir süt ürünüdür. Bazı kaynaklara göre kefir, ilk kez keçi derisinde sakladıkları taze sütün bazen gazlı bir içecek olduğunu fark eden Kafkasya Türkleri tarafından keşfedilmiştir (Aghatabay, 2005). 8. yüzyılın başlarından beri kefir bölgede tıbbi gücüyle anılır. Kefirin üretimi yıllarca bu bölgeyle sınırlanmış ve üretim tekniği gizli tutulmuştur. Fakat kefir daneleri nesiller boyu aktarılmıştır. 20.yy'ın başlarında ise başta Rusya olmak üzere diğer ülkelerde de üretimine başlanmıştır. Günümüzde kefir dünya çapında orijinal adıyla bilinmekte ve ABD ve Avustralya'nın yanı sıra Almanya, Finlandiya, İsveç, Macaristan, Norveç, Polonya ve Romanya gibi birçok Avrupa ülkesinde ticari olarak üretilmektedir (Güzel-Seydim vd., 2011).

#### 1.4.5. Kefirin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Kefir üretiminde fermantasyon sırasında homofermentatif laktik streptokoklar hızla büyür ve sütün pH'sını düşürür. Aynı zamanda laktobasillerin büyümesi de pH'ı düşürür ve streptokok sayısının azalmasına yol açar. Heterofermentatif laktik asit bakterileri (LAB) aroma oluşumunu teşvik eder. LAB'ın büyümesi, fermantasyon sırasında aromatik maddelerin oluşumu üzerinde maya ve asetik bakterilere göre daha büyük bir etkiye sahiptir (Koroleva, 1982).

Bildirilen çalışmalarda kullanılan kefir preparatlarında önemli farklılıklar vardır. Kefir tanelerinin doğal mikrobiyal değişkenliği ve kefir üretiminde kullanılan üretim koşullarındaki farklılıklar, fermantasyon sırasında salınan/üretilen farklı mikrobiyal profillere ve biyoaktif bileşenlere sahip nihai fermentatlarla sonuçlanır. Ayrıca, kefirin fermantasyonunda kullanılan kefir danesinden süte aşılama oranının, daha yüksek aşılama seviyeleri daha iyi sonuçlar verme eğiliminde olduğundan probiyotik etkinliğini etkilediği görülmektedir. Ek olarak, fermantasyon süresi ve fermantasyon koşulları (örneğin, fermente edilebilir karbonhidrat kaynağı, fermantasyon sıcaklığı), nihai kefir preparatının mikrobiyal ve kimyasal bileşimini değiştirecektir. Denemelerde kullanılan temel materyaldeki bu içsel değişkenlik, farklı bilimsel çalışmalar arasındaki

karşılaştırmayı zorlaştırır ve tüm kefir preparatları için evrensellik kavramını ortadan kaldırır (Ahmed vd., 2013; Rattray ve O'Connell, 2011).

Kefir sütte bulunan tüm besin maddelerini içerir. Dolayısıyla tüm önemli besinleri bünyesinde barındırır. İçeriğinin yaklaşık % 86,3'ü sudur. Bunu şekerler, protein, kül, yağ, az miktarda alkol ve laktik asit takip eder. Kefirdeki CO<sub>2</sub> içeriği kefir danesine bağlıdır ve üründe kefir danesi seviyesi arttıkça artar. Fermantasyon sırasında oluşan diğer ürünler, ürüne bir miktar tat ve aroma katan laktik, asetik, piruvik, hippürük, propiyonik ve bütirik asit, diasetil ve asetaldehittir. Başlıca aroma bileşenleri olan diasetil ve asetaldehit, *Str. Lactis. Subsp. diasetilaktis* ve *Leuconostoc* spp. tarafından üretilir. Ticari kefir, ticari yoğurttta bulunanın yarısı kadar ortik asit, iki katı kadar pirüvik asit, dokuz katı kadar asetik asit ve yaklaşık olarak eşit miktarda ürik asit içerir (Ahmed vd., 2013).

Kefirin kimyasal yapısı ve bildirilen terapötik etkileri tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2. Kefir bileşimi

<b>BİLEŞEN</b>	<b>MİKTAR (minimum)</b>
Süt proteini (% w/w)	2,8
Süt yağı (% m/m)	<10
Titrasyon asitliği (% laktik asit, % m/m)	0,6
İçerdiği toplam bakteri (kob/ml)	10 <sup>7</sup>
Maya (kob/ml)	10 <sup>4</sup>

Tablo 3. Kefirin bileşimi ve bilinen terapötik etkileri

Bileşenler	Terapötik eylemler	Bileşenler	Terapötik eylemler
<b>Kefir</b>		<b>Mineral içeriği</b>	
	İmmünomodülatör kapasite (Vinderola vd., 2005b; Hong vd, 2009) Glisemik indeksi azaltır (Urdaneta vd., 2007)	Kalsiyum, fosfor magnezyum, potasyum, sodyum, klorür, demir, bakır, molibden, manganez, çinko	-
Süpernatant	Antitümöral ve patojenik enfeksiyonları inhibe eder (Hong vd., 2009)	<b>Aromatik bileşikler</b>	-
Soya sütü kefiri	Antialerjenik özellikler (Liu vd., 2006b)	Asetaldehit, diasetil, aseton	-
Laktik asit bakterileri	Gastrointestinal proliferasyon (Marquina vd., 2002) β-galaktosidaz aktivitesi (De Vrese vd., 1992)	<b>Esansiyel amino asitler</b> Metiyonin+sistin triptofan	-
β-galaktosidaz enzimi S-tabaka proteini	Bakteriyel kolonizasyon (Garrote vd., 2004)	Fenilalanin + tirozin	Antitümör (Guzel-Seydim ve ark., 2003)
<b>Biyo-içerikler</b>	Antimutajenite (Liu vd., 2005) antitümör (Svensson vd., 1999) antibakteriyel (Santos vd., 2003) Mukozit (Topuz vd., 2008)	Lösin, izölösin, treonin, lisin, valin.	-
Protein (peptit, bakteriyosin)	Temizleme faaliyeti (Liu vd., 2005; Nagira vd., 1999b)	<b>Vitaminler</b>	-
Şeker (laktoz / polisakkaritler)	Antikarsinojenik (Vujicic vd., 1992) hipokolesterolemik etki (Liu vd., 2006a) bağışıklık sistemi (Vinderola vd., 2005b) antiinflamatuvar (Moreira vd., 2008)	A	-
	Antibakteriyel (Garrote vd., 2000)	B1 (tiamin)	-
Organik asit (laktik asit ve asetik asit)	Antibakteriyel (Yüksekdağ vd., 2004)	B2, B6, Biotin, B12, Karoten, C, D, E, Niasin	-
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	-		
Kolesterol	-		
Fosfatatlar	-		
Yağ	-		
Etil alkol	-		

#### 1.4.6. Kefirin Mikrobiyal Özellikleri

Kefir daneleri birbirleriyle simbiyotik yaşayan mikroorganizmaların oluşturduğu kazein ve jelatinimsi kolonilerden oluşur. Granüllerin içinde ipliğimsi ağ bulunur. Bu ağlar protein ve polisakkaritlerden oluşur. Kefir taneleri maya, laktik asit bakterileri (laktobasiller, laktokoklar ve *Leuconostoc*) ve asetik asit bakterileri (asetobakter) karışımını içerir. Laktobasiller bu mikrobiyal karışımın %65 ila %80'ini oluşturur. Kefir taneleri ve sütteki 16S genlerinin yüksek verimli dizilimine göre kefir tipik olarak bir veya iki baskın bakteri türü (*Lactobacillus* ve *Acetobacter*) içerir. En yaygın *Lactobacillus* türleri, *L. kefir*, *L. parakefir* ve *L. kefiranofaciens*'dir. Bu yapının yaklaşık %65-80'ini laktobasiller, %20'sini streptokoklar ve %5'inin de maya içerdiği belirlenmiştir. Kefir daneleri ayrıca laktozu fermente eden mayaları (*Torula kefir*, *Kluyveromyces marxianus* ve *Kluyveromyces lactis*) ve laktozu fermente etmeyen mayaları (*Saccharomyces cerevisiae*) içerir.

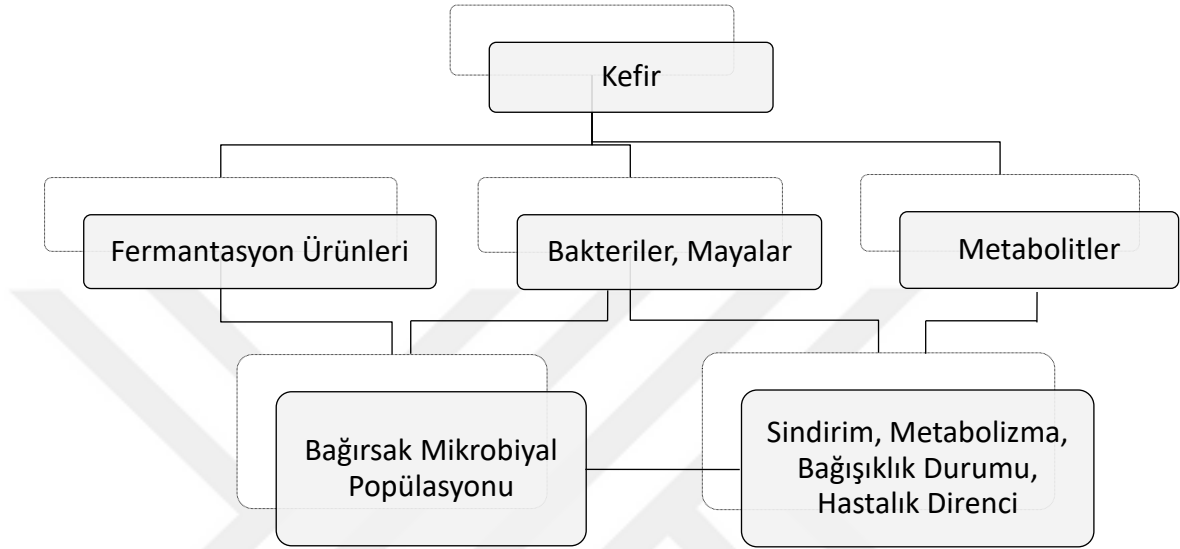
#### 1.4.7. Kefirin Sağlık Üzerine Etkileri

Kefir bilinen en eski probiyotik gıda maddelerinden biri olarak kabul edilmiştir. Tarihsel olarak kefir, gastrointestinal problemler, hipertansiyon, alerji ve iskemik kalp hastalığı gibi durumların tedavisinde önerilmiştir (Ahmed vd., 2013).

Kefirin bildirilen bilimsel faydaları arasında antipatojenik aktivite, antitümör ve antikarsinojenik aktivite, laktoz sindirimine yardımcı olma, belirli B vitaminlerinin sentezinde artış, antienflamatuar/immün modülasyon etkileri ve hipokolesterolemik etkiler bulunur (Ahmed vd., 2013).

Epidemiyolojik çalışmalar, fermente süt ürünlerinin alınmasının kanseri riskini azaltabileceğini göstermiştir. Antitümörjenik aktiviteler fermente süt ürünlerinde belirli proteinleri ve küçük peptitleri içerebilen belirli biyoaktif bileşenlerin varlığına bağlanabilir. Bu biyoaktif bileşenler, kanserin başlamasını önleme kapasitesine sahiptir; bunlar ayrıca, bazı enzimleri engeller ve tümör büyümesini baskılayarak prokarsinojenin kanserojene dönüşümü ortadan kalkar. Kefir ve kefir ekstraktının antikanserojenik etkisi kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Bu antitümör aktivitesi kefir ekstraktlarında bazı polisakkaritlerin varlığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Mikrofloranın kefirdeki antimutajenik rolü kesin bir gerçektir. İzole edilmiş Laktobasil, Streptokok, Lökonostok suşları ve *Streptococcus lactis subsp. cremoris* kefirde mutajenleri bağlama kapasitesine sahiptir. Antikarsinojenik aktivitede rolü olan bir

diğer önemli besin ise proteindir (Ahmed vd., 2013). Güzel-Seydim ve ark. (2003), süt proteinlerinin, özellikle kükürt içeren amino asidin, kefir ve benzeri ürünlerde antikarsinojenik aktivite sağlamada önemli bir rol oynadığı fikrini ortaya koymuştur.



Şekil 3. Kefir probiyotiklerinin metabolizması ve sağlık üzerindeki etkileri

#### 1.4.8. Kırmızı pancar

##### 1.4.8.1. Tarihsel süreç

Bitkisel gıdalar insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Bunlardan biri olan pancarın daha önce tıbbi amaçlar için yetiştirilmesine rağmen 3.yy'da gıdalarda ve içeceklerde kullanılmaya başlandığı ifade edilmektedir. Farklı kaynaklarda ise pancarın 8.yy'da Mezopotamya'da ortaya çıktığı ve Anadolu ile Avrupa özgü olduğu belirtilmektedir. Sarı pancar gibi pancar çeşitleri 18.yy'da ortaya çıkmıştır ve şeker pancarı 19.yy'da Prusyalılar tarafından üretilmiştir. Günümüzde kırmızı pancar popülerliğini sürdürmekte olup, Amerika, Avrupa ve Asya'da yaygın olarak yetiştirilmektedir (Chhikara vd., 2019).

##### 1.4.8.2. Taksonomik Sınıflandırması, Kökeni ve Üretimi

Kırmızı pancar (*Beta vulgaris L.*) *Amaranthaceae* (ıspanakgiller) ailesine ait çiçekli bir bitkidir. Taksonomik sınıflandırmaya göre Angiospermae bölümü, Dicotyledone sınıfı, Chenopodiaceae familyasına dahildir. Avrupa'nın kuzey ve güney kısımları kırmızı

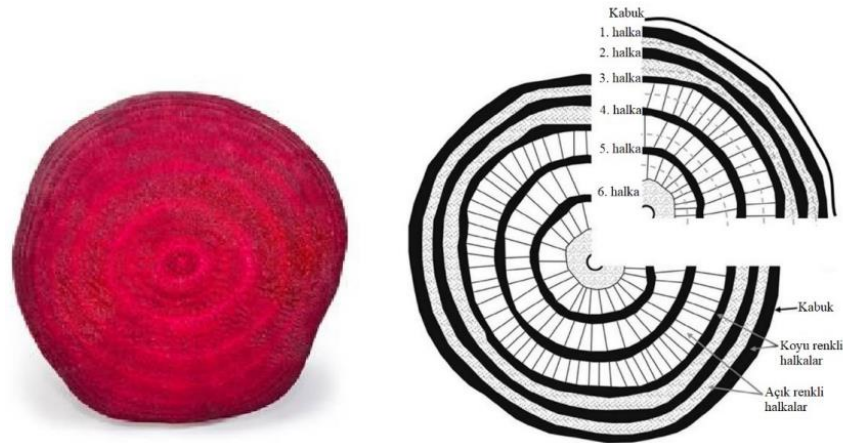
pancarın ana vatanıdır. İsveç'ten İngiltere'ye Akdeniz'e, Amerika ve Hindistan'a kadar uzanan büyük bir bölümde yetiştirilebilmektedir (Özcan ve Ersus Bilek, 2018; Ok Düker, 2017). Ülkemizde ise sahil kuşağında yetiştirilerek tüketilmektedir ve en büyük üretim-tüketim Ege ile Marmara bölgelerindedir. Akdeniz bölgemizde ise sınırlı miktarda olmak üzere kırmızı pancar üretilir ve tüketilir (Gökhan, H., 2023).

### **1.4.8.3. Tanıtım**

Dünyanın birçok yerinde geleneksel ve popüler bir sebze olan kırmızı pancar, ince, köklü, iki yıllık, otsu bir bitkidir. İlk yıl bitkinin toprak altı depo kökleri ile toprak üstündeki yeşil kısmı, ikinci yıl ise tohumları ve çiçek gelişimi görülmektedir (Ok Düker, 2017). Kırmızı pancar tohumları bahar mevsiminden yaz mevsimine kadar ekilebilmektedir. Kırmızı pancarın çeşidi olan erkenci ekimden itibaren ortalama 4-4.5 ayda, diğer türlerde ise 6 ayda hasat edilebilir (Dahi, 2020). Pancarın yenilebilir kısmı depo kökleridir. Bunlar yuvarlak, alt ve üstünden hafif basıktır. Depo kökleri, kabuk ve eti koyu sıklamen rengindedir ( Ok Düker, 2017).

Serin bir mevsim sebze olan kırmızı pancar yüksek sıcaklığa karşı da oldukça toleranslıdır. Optimum sıcaklığı ise 15-19°C arasındadır. Düşük sıcaklıklar kırmızı pancarda koyu kırmızı pigmentasyon gelişimini teşvik etmektedir (Chhikara vd., 2019).

Kırmızı pancarın hasat zamanı yaz aylarında 75-90 gün, kış aylarında 100-120 gündür. Hasat tekniği patateslerin hasatına benzer, verimi ise gübreleme, iklim koşulları, hastalık varlığı ve bitkinin çeşitliliğine bağlıdır (Chhikara vd., 2019).



Şekil 4. Kırmızı pancarın yatay kesiti (Swacki vd, 2016)

#### 1.4.8.4. Besin Değeri

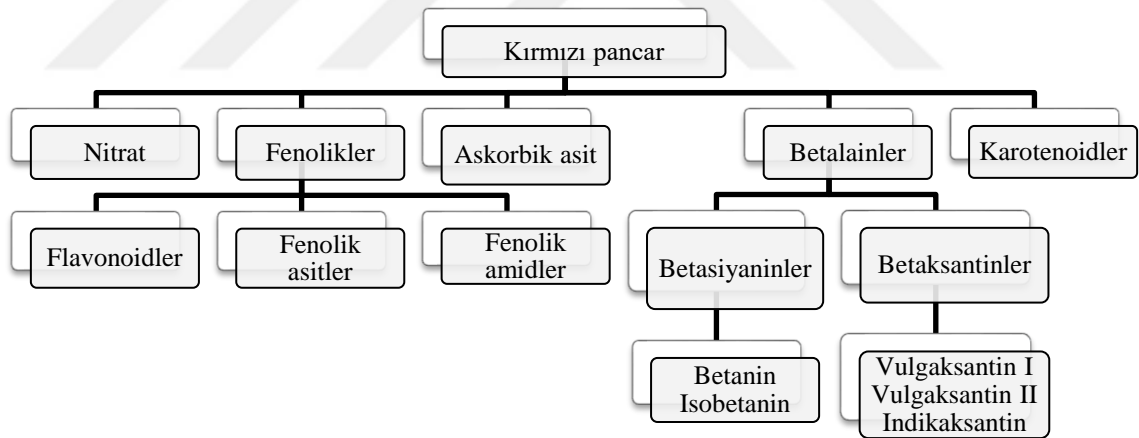
Pancar, önemli bitkisel köklerden biridir. Bunlar karbonhidratlar, yağlar, proteinler, eser elementler ve önemli sağlık özelliklerine sahip çeşitli fonksiyonel bileşenler bakımından zengin bir bitkisel köktür. Kırmızı pancar 100 gramında, 43 kcal enerji içermektedir ve bünyesinde %87,58 su bulundurmaktadır. Kırmızı pancar hem esansiyel hem de esansiyel olmayan aminoasitlerin önemli miktarda içerir. Bunlar triptofan, lösin, lizin, treonin, glutamik asit, glisin ve prolindir (Akan vd., 2019).

Tablo 4. Kırmızı pancar besin içeriği ve miktarları (Akan vd., 2019)

Besin içeriği	Miktar (100g)
<b>Karbonhidrat</b>	9.56 g
<b>Yağ</b>	0.17 g
<b>Protein</b>	1.61 g
<b>Lif</b>	2.80 g
<b>Sodyum</b>	78 mg
<b>Potasyum</b>	325 mg
<b>Magnezyum</b>	23 mg
<b>Kalsiyum</b>	16 mg
<b>Fosfor</b>	40 mg
<b>C vitamini</b>	4.9 mg

#### 1.4.8.5. Biyokimyasal İçeriği ve Sağlık Üzerine Etkisi

Kırmızı pancar flavonoidler, karotenoidler, vitaminler, nitratlar, potasyum, fosfor, sodyum, kalsiyum, bakır, magnezyum, çinko, demir, mangan gibi mineraller ve betasiyanin (kırmızı mor) ve betaksantin (sarı) gibi suda çözünür pigmentler içerir. Bunların tümü çok sayıda beslenme ve sağlık yararına sahiptir. Bazı araştırmacılar tarafından pancarın sağlığı teşvik eden fitokimyasalların önemli bir kaynağı olduğunu bildirilmiştir (Sawicki vd., 2016; Kushwaha vd., 2017). Pancardaki polifenoller, karotenoidler ve vitaminler antioksidan, anti-inflamatuar, anti-kanser ve karaciğeri koruyucu etkilere sahiptir. Ayrıca antidiyabetik, antihipertansif, kalp-damar hastalıkları riskini azaltıcı ve yaraları iyileştirici etkisi de bulunmaktadır. Bu nedenle kırmızı pancarın çeşitli gıda ürünlerinde bileşen olarak kullanılması insan sağlığı üzerinde faydalı etkilere sahip olup çeşitli fonksiyonel gıdaların geliştirilmesine fırsatlar sunmaktadır (Chhikara vd., 2019).



Şekil 5. Kırmızı pancarın biyokimyasal içeriği

Pancar oldukça aktif pigmentler, betalainler, askorbik asit, karotenoidler, polifenoller, flavonoidler, saponinler ve nitrat içerir.

#### 1.4.8.6. Betalain

Kırmızı pancarda bünyesinde azot ihtiva eden suda çözünebilir bitki pigmenti olan betalainler bulundurmaktadır. Bunlar, antosiyaninlerden farklı olarak glukoz veya betaksantin durumunda sekiz aminoasitten biri ile yoğunlaşır. Betalainler, bitki hücre

boşluklarında, başlıca subepidermal ve/veya epidermal dokularında depo edilmektedir. Betalainlerin kırmızı pancardaki toplam pigmentlerin %75-95'ini oluşturduğu ve en zengin betalain kaynağının da kırmızı pancar olduğu bildirilmiştir. Bu betalainler kırmızı pancarda iki şekilde bulunmaktadır. Bunlar; kırmızı-mor pigmentleri ihtiva eden betasiyaninler (540 nm) ve sarı pigment ihtiva eden betaksantinler (480 nm) olduğu bildirilmiştir. Kırmızı ve sarı pigmentler arasındaki oran, pigment ekstratının tonunu belirler (Akan vd., 2019; Özcan ve Akgül, 1995; Neelwarne, 2013).

Betalainler su aktivitesi, pH değeri, oksijen, ışık, sıcaklık, enzimatik aktivite ve metal iyonları gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Yüksek pigment konsantrasyonu, düşük  $a_w$ , pH 3-7 aralığında olması, antioksidanlar, düşük sıcaklık, karanlık, nitrojen ve şelat ajanları betalain stabilitesini artırırken; düşük pigment konsantrasyonu, bazı enzimler (peroksidaz, polifenol oksidaz, glikosidazlar),  $H_2O_2$ , ışık, metal katyonları, oksijen, pH<3 veya pH>7 olması, yüksek  $a_w$  ve sıcaklık gibi faktörler betalain stabilitesini düşürmektedir (Akan vd., 2019; Özcan ve Akgül, 1995; Neelwarne, 2013).

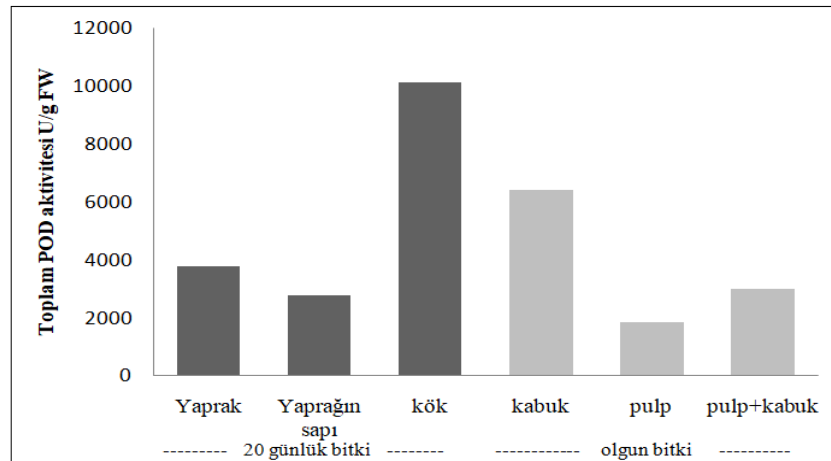
13 ticari kırmızı pancar çeşidi ile yapılan bir araştırmada, toplam betalain, betasiyaninlerin ve betaksantinlerinin içeriğinin kırmızı pancarın kök kısımları arasında bir hayli değişkenlik gösterdiğini, iç taraflarına kıyasla kabuk tarafında daha yüksek betalain seviyesi gözlemlendiği bildirilmiştir (Sawicki vd., 2016).

Bitkilerde dokular yaralandığında betalain üretim mekanizmasının betalainleri biriktirmesinin bir savunma mekanizması olduğunu düşünülmektedir. Kırmızı pancar yaprakları normal koşullarda ana pigment birikim yeri değildir fakat oksidatif patlamalara maruz kalan yaralı ve/veya enfekte olan bölgelerde betalain birikmesi savunma mekanizmasından kaynaklandığı ön görülmektedir (Neelwarne, 2013).

Tablo 5. Betaksantin ve betasiyanin

Betaksantin		Betasiyanin	
Vulgaksantin I	R <sub>1</sub> H	R <sub>2</sub> Glutamin	Botanik kaynağı <i>Beta vulgaris</i>
Vulgaksantin II	R <sub>1</sub> H	R <sub>2</sub> Glutamik asit	<i>Beta vulgaris</i>
İndiksantin	Her iki grupta prolin beraber		<i>Opuntia ficus-indica</i>
Betanin	R <sub>3</sub> β-glukoz	R <sub>4</sub> H	<i>Beta vulgaris</i>

Kırmızı pancar, β-glukosidazlar, polifenol oksidazlar (PPO) ve peroksidazlar gibi birkaç endojen enzime sahiptir. Bunlar, ağartma yoluyla uygun şekilde etkisiz hale getirilmezlerse, betalain bozunmasını ve renk kayıplarına yol açabilmektedir. Hem betasiyaninlerin hem de betaksantinlerin enzimatik bozulması için optimum pH'ın 3,4 olduğu bildirilmiştir. Peroksidaz vasıtasıyla bozulmalara betasiyaninler betaksantinlerden daha duyarlıdır. Ancak hidrojen peroksite ise betaksantinler daha duyarlıdır. Genel olarak işlemede pancar kabuklarının çıkarılmasıyla %30'dan fazla renk kaybı olur. Bu renk kaybı hem betasiyaninler hem de betaksantinler için zararlı olan en büyük PPO aktivitesi peroksidazlarda olduğu gibi kabukta bulunmaktadır (Şekil 6). Bu enzimlerin pancar yumrularının kabuk kısmında bulunması, bunların ya peroksitleri temizleyerek ya da yüzeyde oluşan diğer molekülleri oksitleyerek savunma işlevlerine belirgin katılımlarını göstermektedir. Ekstraksiyondan önce ağartma, istenmeyen enzimatik aktiviteyi etkisiz hale getirmektedir. Teoride, PPO etkisinin oksitleyici ve hidroliz edici aktiviteleri, betaksantinlerde ve betasiyaninlerde nadiren bulunan ve sadece glukosidaz aktivitesi ile önceki hidrolizden sonra oluşan monofenolik veya difenolik yapılar gerektirmektedir. Bu nedenle, enzimatik betalain degradasyonu için glukoziti parçalayan enzimlerin, PPO'ların ve peroksidazların uyumlu hareketi gerekmektedir. Bazı elde edilen pancar ekstralarında çok fazla pigment bozulması gözlenmediğinden, yüksek peroksidaz aktivitesine rağmen, ana pigment parçalayıcı enzim PPO olabilir (Neelwarne, 2013).



Şekil 6. Kırmızı pancarda peroksidaz aktivitesi (Neelwarne, 2013)

Kırmızı pancar köklerinden pigment ekstraksiyonunda pancar yumrularının küçük parçalar halinde doğranması veya hızla öğütülmesiyle başlamaktadır. Kayıpları minimumda tutarken betalain pigmentlerinin maksimum verimini elde etmek için başka adımlar eklenmektedir; buradaki amaç, uzun raf ömrü olan stabil bir pigment özütü elde etmektir. Genel olarak pigmentler su ile ekstrakte edilir, ancak tam ekstraksiyon için metanol veya etanol solüsyonları (%20-50) gerekir. Sulu ekstraksiyon, pigment stabilitesini arttırmakta ve pigment, ekstraksiyon ortamının askorbik asit ile hafif asitleştirilmesiyle daha da stabilize edilebilmektedir, bu da renk bileşenlerini hem kimyasal hem de endojen polifenol oksidazlarla (PPO'lar) daha stabil ve oksidasyona dirençli hale getirmektedir (Neelwarne, 2013).

## 2. BÖLÜM

### YÖNTEM VE MATERYAL

#### 2.1. Materyaller

##### 2.1.1. Hammaddeler

###### 2.1.1.1. Kırmızı Pancar

Çalışmada kullanılan organik kırmızı pancar Antalya'daki Organik Gurmeme satıcısından temin edilmiştir.

###### 2.1.1.2. Süt

Çalışmada yerel marketten temin edilen İçim marka yarım yağlı laktozlu ve laktozsuz UHT inek sütü kullanılmıştır.

###### 2.1.1.3. Kefir Mayası

Çalışmada yerel marketten temin edilen Vivo marka kefir mayası (kefir daneleri mikroflorası) kullanılmıştır.

##### 2.1.2. Kimyasallar

Bu tez çalışmasında kullanılmış olan kimyasallar ve detayları tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Kimyasal listesi

Kimyasal	Formül	Ürün Kodu	Marka-Menşei
DPPH	(2,2 – difenil – 1 – pikril hidrazil)	D9132 1898-66-4	Sigma-Aldrich, Darmstadt, Almanya
Etanol	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	100983.2511	Merck, Almanya
Folin-Ciocalteu reaktifi		1.09001	Merck, Darmstadt, Almanya
M 17 agar acc. to TERZAGHI		115108.0500	Merck, Almanya
Metanol for analysis Emsure	CH <sub>3</sub> OH	106009.2511	Merck, Almanya
Monosodyum fosfat	NaH <sub>2</sub> PO	7558-80-7	Merck, Almanya
MRS agar <i>Lactobacillus</i> agar acc. ROGOSA and SHARPE		110660.0500	Merck, Almanya
Sodyum klorür	NaCl	7647-14-5	Sigma-Aldrich, Almanya
Peptonlu su		77185	Merck, Almanya
Plate Count Agar (PCA)		1.05463	Merck, Almanya
Potato Dekstroza Agar (PDA)		110130	Merck, Almanya
Potasyum persülfat	K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	S0751	Sigma-Aldrich, Almanya
Sitrik asit	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub>	5949-29-1	Merck, Almanya
Sodyum fosfat dibazik dihidrat	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> *2H <sub>2</sub> O	7782-85-6	Merck, Almanya
Sodyum hidroksit	NaOH	0405.5000	Baker, Almanya
Sodyum karbonat	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1.06392	Merck, Almanya
ABTS	2,2'-azino-bis(3- etilbenzotiazolin- 6-sülfonik asit)	A18888	Sigma-Aldrich, Almanya
Ultra saf su	H <sub>2</sub> O	63675-72-9	Sigma-Aldrich, Almanya

### 2.1.3. Kullanılan Ekipmanlar

Bu tez çalışmasında kullanılmış olan ekipmanlar ve detayları tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 7. Ekipman listesi

<b>Ekipman</b>	<b>Marka\Model</b>	<b>Menşei</b>
Analitik terazi	Precisa, XB, 220a	İsviçre
Buzdolabı	Arçelik	Türkiye
Çalkalamalı su banyosu	Nüve-ST30	Türkiye
Döner evoparaör	Heidolph Hei-Vap	Almanya
Etüv	Gemo-DT104	Türkiye
Hassas terazi	PrecisoXB 220A	İsviçre
Karıştırıcı (vorteks)	Vwr International	Almanya
Kül fırını	Nüve-MF106	Türkiye
Manyetik karıştırıcı	IKA RCT klasik	ABD
Mikroplate okuyucu	IKA RCT klasik	ABD
Öğütücü	Waring Conair	ABD
pH metre	Hanna Instruments	ABD
Renk tayin cihazı	Konica MinoltaCR-5	Japonya
Sanrifüj	Hettich-Zentrifugen-Universal	Almanya
Spektrofotometre	Shimadzu-UV1800	Japonya
Ultrasonik su banyosu	Alex	Türkiye
Viskozimetre	Thermo viscotester c	Almanya

## 2.2. Yöntemler

### 2.2.1. Kırmızı Pancarın Kurutulması

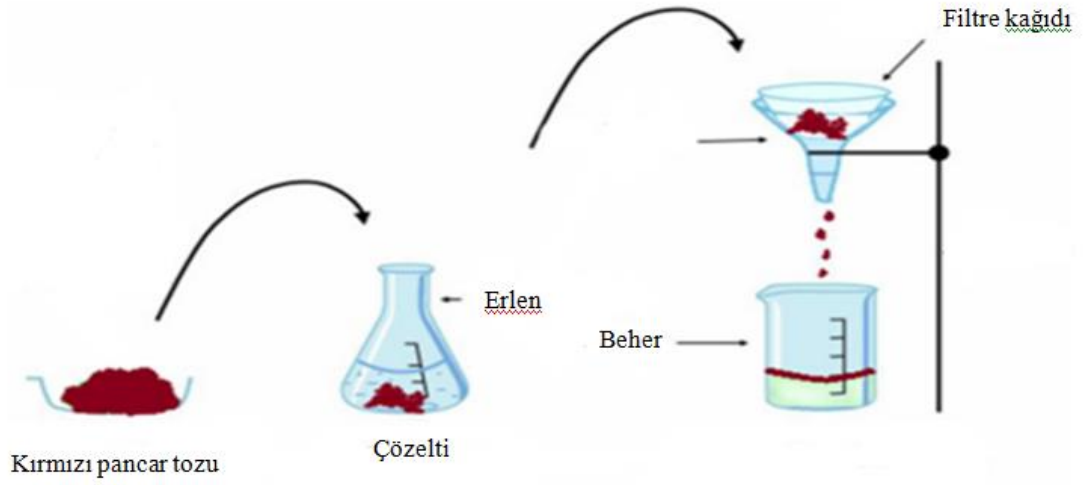
Taze olarak temin edilen kırmızı pancarlar yıkanıp soyulduktan sonra cips şeklinde kıyılarak tek sıra halinde tepsiye dizildi. Fanlı etüvde 40°C’de 12 saat süreyle kurutuldu. Ardından öğütücü kullanılarak toz haline getirildi.



Şekil 7. Kırmızı pancar (a): Dilimlenmiş kırmızı pancar, (b) Kurutulmuş kırmızı pancar, (c) Öğütülmüş kırmızı pancar tozu

### 2.2.2. Kırmızı Pancar Betalainlerinin Ekstraksiyonu

Ravichandran ve arkadaşlarının (2013) yöntemi bazı modifikasyonlar gerçekleştirilerek kullanılmıştır. 1 gr toz kırmızı pancar tartılıp 20 mL % 50’lik etanol çözeltisi (%50 etanol, %50 distile su, %0,01 sitrik asit) ile 45°C sıcaklık, 40 dk süre ve 60 rpm çalkalama hızında, su banyosunda klasik ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir. Ardından filtre kağıdı ile süzme işlemi yapılmıştır. Kefir üretiminde kullanılacak olan ekstraktın etanolü döner evaporatörde uygun koşullarda uzaklaştırılmıştır.



Şekil 8. Kırmızı pancardan ekstrakt eldesi

### 2.2.3. Kırmızı Pancar Tozunun Analizleri

#### 2.2.3.1. pH Tayini

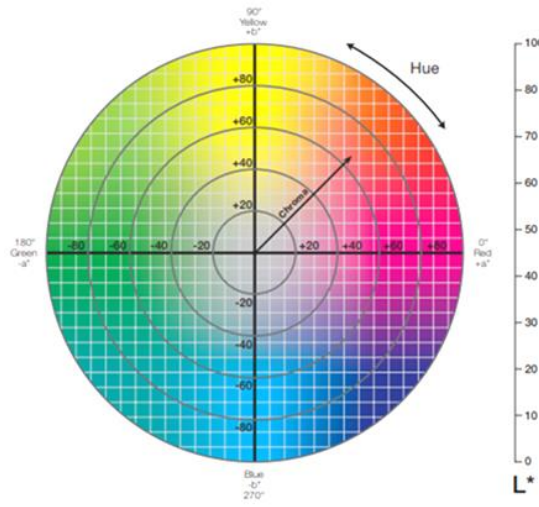
Erlene alınan 10 ml kırmızı pancar ekstraktının içine saf su ile temizlenmiş pH-metre (Hanna Instruments, ABD) probu daldırılarak pH ölçümü gerçekleştirilmiştir.

#### 2.2.3.2. Renk Tayini

Kırmızı pancar ekstraktı ve tozunun renk tayini, renk ölçüm cihazı (Konica Minolta Chroma Meter CR-5, Japan) ile gerçekleştirilmiştir. Cihaz kalibrasyonunun ardından uygun küvetlere yerleştirilen örneklerin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri kaydedilmiştir.

Tablo 8. Hunter renk ölçüm sistemine göre  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ifadeleri

<b><math>L^*</math>:</b>	0=siyah	100=beyaz(koyuluk-açıklık)
<b><math>a^*</math>:</b>	+a kırmızı	-a yeşil
<b><math>b^*</math>:</b>	+b sarı	-b maviliği



Şekil 9. L\*, a\* ve b\* renk alanı diyagramı (ton ve doygunluk)

### 2.2.3.3. Toplam Kuru Madde Tayini

Kurumadde tayini Kurt ve ark. (2007) göre, gravimetrik olarak belirlenmiştir. Sabit tartıma getirilen petri kaplarının darası alındıktan sonra 2-3 gram kırmızı pancar tozu tartılmıştır. Etüvde 100°C'de sabit tartıma gelene kadar kurutulan örnekler ardından desikatörde oda sıcaklığına getirilip tartılmıştır. Sonuçlar % kurumadde miktarı olarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kuru Madde} = \frac{\text{Son tartım (g)} - \text{Kurutma kabının darası (g)}}{\text{Örnek Miktarı (g)}} \times 100$$

### 2.2.3.4. Kül Tayini

Analiz için sabit tartıma getirilen porselen krozelere darası alınarak 2-3 g örnek tartılmıştır. Ön yakma yapılan örneklere sıçrama yaşanmaması için belli bir süre 105±2°C'de yakma işlemi yapılmıştır. Daha sonra sıcaklık kademeli olarak arttırılarak 550°C'de yakma işlemine örneklerin rengi beyaz-gri kül rengine dönene kadar devam edilmiştir. İşlem sonunda örnekler desikatöre alınarak oda sıcaklığına geldiğinde tartılmıştır (Kurt ve ark., 2003). Sonuçlar % kül olarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kül Miktarı} = \frac{\text{Son tartım (g)} - \text{Kabın darası (g)}}{\text{Örnek miktarı (g)}} \times 100$$

### 2.2.3.5. Toplam Betalain Tayini

Kırmızı pancar ekstraktlarının betasiyanin ve betaksantin içerikleri sırasıyla 480 ve 535 nm'de spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Ultra saf suyla seyreltilen örneklerin absorbansları betalain konsantrasyonunu hesaplamak için kullanılmıştır. Toplam betalain içeriği mg/100g cinsinden ifade edilmiştir (Ravichandran vd, 2013).

$$\text{Betasiyanin } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) = \frac{A \times \text{SF} \times \text{MW} \times 1000}{\epsilon \times l}$$

$$\text{Betaksantin } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) = \frac{A \times \text{SF} \times \text{MW} \times 1000}{\epsilon \times l}$$

$$\text{Toplam betalain } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) = \text{Betasiyanin} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) + \text{Betaksantin} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right)$$

	nm	$\epsilon$ (H <sub>2</sub> O'da)	MW	L (küvet çapı)
<b>Betasiyanin</b>	535 nm	$60000 \frac{\text{L}}{\text{mol} \times \text{cm}}$	$550 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$	1 cm
<b>Betaksantin</b>	480 nm	$48000 \frac{\text{L}}{\text{mol} \times \text{cm}}$	$308 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$	1 cm

**A:** Absorbans  
**SF:** Seyreltme faktörü

### 2.2.3.6. Toplam Fenolik Madde Tayini

Kırmızı pancar ekstraktının toplam fenolik içeriği, Folin Ciocalteu'nun fenol reaktifi kullanılarak spektrofotometrik yöntemle (Berktas ve Çam 2020) belirlenmiştir. Analiz tüplerine sırasıyla 0,4 mL uygun şekilde seyreltilmiş ekstrakt, 2 mL on kat seyreltilmiş folin reaktifi ve 1,6 mL Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (sodyum karbonat) (%7,5, w/v) ilave edilmiş, vorteks cihazıyla karıştırılmıştır. Kör için ekstrakt yerine 0,4 mL saf su kullanılmıştır. Ardından oda sıcaklığında 1 saat boyunca karanlık bir ortamda inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda absorbanslar 765 nm'de bir spektrofotometre (Shimadzu UV 1800, Kyoto, Japonya) ile köre karşı ölçülmüştür. Sonuçlar gallik asit eşdeğerleri (GAE) olarak ifade edilmiştir.

### 2.2.3.7. DPPH ile antioksidan kapasite analizi

DPPH (1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil) radikal süpürücü antioksidan aktivite analizi Gunenc ve arkadaşları (2017) tarafından belirtilen metotta bazı modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir. Analizde 96 kuyucuklu mikropate kullanılmıştır. Analiz için  $6 \times 10^{-5}$  M olacak şekilde DPPH tartılarak metanol ile uygun hacime

tamamlanmıştır. DPPH çözeltisi her analiz için yeniden hazırlanmalı ve ışıktan muhafaza edilelidir. Mikroplate kuyucuklarına sırasıyla 30 µL uygun şekilde seyreltilmiş örnek ve DPPH çözeltisinden 270 µL eklenmiştir. Kör için örnek miktarı kadar saf su ve kontrol için örnek miktarı kadar metanol kuyucuğa basılarak son hacim 300 µL olarak şekilde DPPH çözeltisi eklenmiştir. Cihaz içerisine yerleştirilen plate 2 dk karıştırma ile birlikte 1 saat süreyle karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda örneklerin absorbansları hızlı okuma ile 520 nm'de gerçekleştirilmiştir. Antioksidan aktivite, mg/100g olarak troloks eşdeğeri cinsinden hesaplanmıştır.

### **2.2.3.8. ABTS ile antioksidan kapasite analizi**

Troloks eşdeğer antioksidan kapasitesi, Çam ve arkadaşları (2009) yöntemi modifiye edilerek, ABTS (2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit) radikali ile belirlenmiştir. Öncelikle 0,332 gram 2,46 mM potasyum persülfat 100 ml distile suyla tamamlanarak hazırlanmıştır. ABTS stok çözeltisi için 0,192 gr ABTS'nin üzerine 10 ml potasyum persülfat çözeltisi eklenerek 50 ml'ye distile su ile tamamlanmış ve çözündürülmüştür. Daha sonra 16 saat karanlıkta dinlendirilerek oksidasyon sonucu ABTS<sup>+</sup> radikal oluşması sağlanmıştır. ABTS stok çözeltisinin absorbansını ayarlamak için pH 7,6 olan fosfat tamponu (PBS) hazırlanmıştır ve distile suya karşı absorbans 734 nm'de 0,700±0,002 aralığında olacak şekilde fosfat tamponu (pH 7,6) ile seyreltilmiştir. Plastik mikro küvetlere seyreltilmiş kırmızı pancar ekstraktından 90 µL ve kontrol için örnek yerine aynı miktarda distile su konulmuştur. Daha sonra üzerlerine ideal aralık değerinde olan 2 mL ABTS stok çözeltisi eklenmiştir. Karanlıkta 6 dk inkübe edilmiştir. Süre sonunda spektrofotometre cihazı PBS çözeltisi ile sıfırlanarak PBS çözeltisine karşı absorbans ölçümleri 734 nm'de gerçekleştirilmiştir. Antioksidan kapasite ise troloks eşdeğeri cinsinden hesaplanmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{\text{Kontrol absorbansı} - \text{Örnek absorbansı}}{\text{Kontrol absorbansı}} \times 100$$

Tablo 9. ABTS analizinin çözeltilerinin hazırlanması

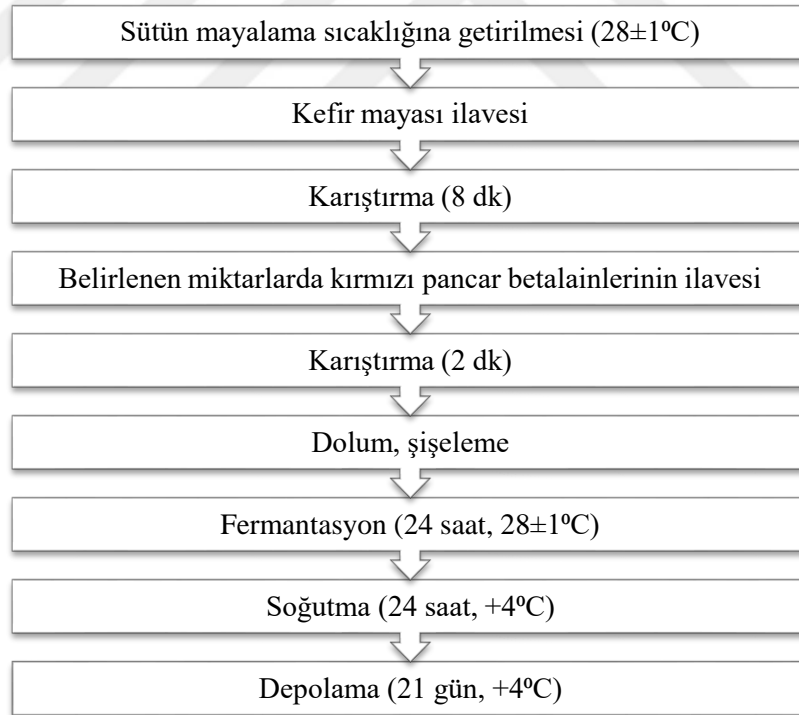
<b>ÇÖZELTİLER</b>	<b>HAZIRLANIŞI</b>
<b>Fosfat Tamponu (monobazik tampon)</b>	2,4 gr monosodyum fosfat ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ), ultrasonikte distile su ile çözüldürülüp distile su ile 100 mL'ye tamamlanmıştır.
<b>Fosfat Tamponu (dibazik tampon)</b>	3,56 gr sodyum fosfat dibazik dihidrat ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), ultrasonikte distile su ile çözüldürülüp distile su ile 100 mL'ye tamamlanmıştır.
<b>PBS Çözeltisi</b>	8,77 gr NaCl üzerine 19 mL monobazik fosfat tamponu ve 81 mL dibazik fosfat tamponu eklenmiştir. pH 7,6'ya ayarlanmıştır. Ardından distile su ile 1 lt'ye tamamlanmıştır.

#### 2.2.4. Kefir Üretimi

Laktozlu ve laktozsuz süttten üretilen örnekler toplamda 2 kontrol grubu ve 6 ilaveli grup olmak üzere toplam 8 grubun üretimi gerçekleştirilmiştir. Kefir üretiminde Kesmen ve Kaçmaz'ın (2011) metodunda bazı modifikasyonlar gerçekleştirilerek hazır UHT süt kullanılmıştır. Mayalama sıcaklığına getirilen 100 mL sütlere 0,05 g kefir mayası eklenerek 8 dk manyetik karıştırıcı ile karıştırılmıştır. Daha sonra 10, 20 ve 30 ppm olacak şekilde betalain ekstraktı katılarak 2 dk süre ile karıştırılmıştır. Süre bitiminde depolama için amber renkli şişelere dolum yapıp uygun sıcaklıkta fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon sonunda 21 gün depolama süresince +4'de depo edilmiştir.



Şekil 10. Kefir üretiminde ekstrakt ilave etme aşaması



Şekil 11. Kefir üretim şeması



Şekil 12. Depolama için üretilen kefirler

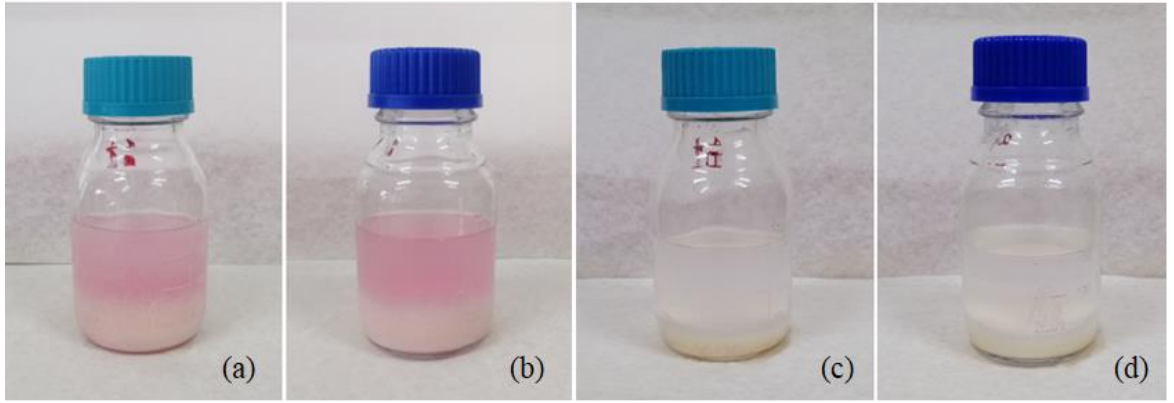


Şekil 13. İlavesiz ve Kırmızı pancar betalainleri ekstraktı ilaveli kefir örnekleri

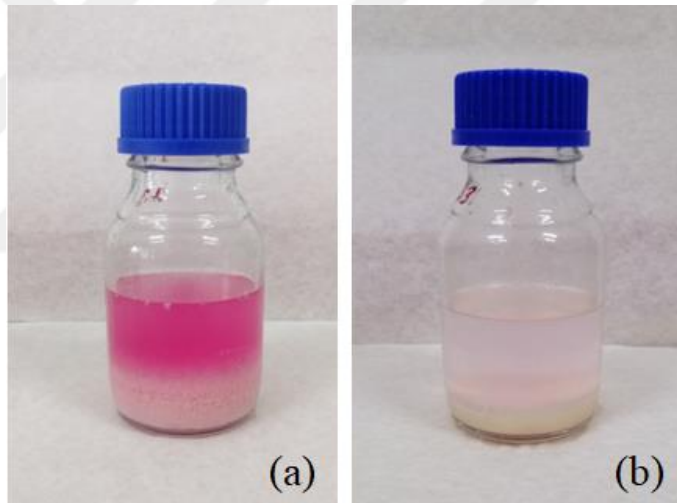
## 2.2.5. Kefir Analizleri

### 2.2.5.1. Kefir Ekstraktının Alınması

10 g kefir, 50 mL çözgen (%50 etanol, %50 distile su) su banyosunda 45°C sıcaklık, 40 dk süre ve 60 rpm çalkalama hızında 2 kez tekrarlı şekilde klasik ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir.



Şekil 14. (a) M1 örneği 1. ekstraksiyon sonrası, (b) P1 örneği 1. ekstraksiyon sonrası, (c) M1 örneği 2. ekstraksiyon sonrası, (d) P1 örneği 2. ekstraksiyon sonrası



Şekil 15. (a) P3 örneği 1. ekstraksiyon sonrası, (b) P3 örneği 1. ekstraksiyon sonrası

## 2.2.5.2. Fizikokimyasal Analizler

### 2.2.5.2.1. pH ve Titrasyon Asitliği Tayini

Erlene alınan 10 g kefir örneklerinin içine, saf su ile temizlenmiş pH-metre probu daldırılarak pH ölçümü gerçekleştirilmiştir. Ardından örnekler 0,1 N NaOH çözeltisi ile pH 8,1 oluncaya dek titre edilmiştir. Harcanılan NaOH miktarı not edilmiştir. Titrasyon asitliği, sitrik asit cinsinden % olarak ifade edilmiştir.

$$\% \text{ Asitlik} = \frac{V \times N \times E}{m} \times 100$$

### **2.2.5.2.2. Toplam Kuru Madde Tayini**

Kefir örneklerinin kuru madde tayini 2.2.3.3. başlık altında belirtildiği şekilde yapılmıştır.

### **2.2.5.2.3. Su Tutma Kapasitesi Tayini**

Kefir numunelerinin su tutma kapasitesi Remeuf ve arkadaşlarının (2003) yöntemi, modifiye edilerek kullanılmıştır. Santrifüj tüpünün darası alınıp yaklaşık 10 g kefir numunesi tartıldı. Santrifüj (Hettich-Zentrifugen-Universal, Japonya) koşulları 20°C'de 6000 rpm'de 10 dakika olarak belirlenmiştir. Daha sonra örneklerden ayrılan su tüpten süzülüp dibinde biriken santrifügant tartılmıştır. Sonuçlar % su tutma kapasitesi olarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Su tutma kapasitesi} = \frac{\text{Son tartım (g)} - \text{Tüpün darası (g)}}{\text{Örnek Miktarı (g)}} \times 100$$

### **2.2.5.2.4. Viskozite Tayini**

Kefir numunelerinin viskozitesini ölçmek için viskozimetre cihazı (Thermo viscotester c, Almanya) kullanılmıştır. Analiz koşulları 10°C ve 100 rpm (R2 spindle ile) olarak ayarlanmıştır. Ölçümler 30 saniye arayla 2 kez kaydedilmiştir. Poise'de ortalama değer alınarak viskozite değeri kaydedilmiştir (Kezer, 2013).

### **2.2.5.3. Kimyasal Analizler**

#### **2.2.5.3.1. Toplam Fenolik Madde Tayini**

Kefir örneklerinin toplam betalain tayini 2.2.3.6. başlık altında belirtildiği şekilde yapılmıştır.

#### **2.2.5.3.2. DPPH ile antioksidan kapasite tayini**

Kefir örneklerinin toplam betalain tayini 2.2.3.7. başlık altında belirtildiği şekilde yapılmıştır.

#### **2.2.5.3.3. ABTS ile antioksidan kapasite tayini**

Kefir örneklerinin toplam betalain tayini 2.2.3.8. başlık altında belirtildiği şekilde yapılmıştır.

#### 2.2.5.4. Mikrobiyolojik Analizler

##### 2.2.5.4.1. *Lactobacillus* Sayımı

*Lactobacillus* spp. miktarını tespit etmek için Man Rogosa Sharpe Agar (MRS Agar) kullanılmıştır. Steril peptonlu su ile uygun seyreltmeleri yapılan örneklerden 0,1 ml alınarak yayma plak yöntemiyle farklı dilüsyonlarda ekim yapılmıştır. Petri kutuları anaerobik koşul altında  $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda 30-300 koloni bulunduran petrilere sayım gerçekleştirilmiştir (Speck, 1984). Sonuçlar log kob/g olarak ifade edilmiştir.

##### 2.2.5.4.2. *Lactococcus* Sayımı

*Lactococcus* spp. miktarını tespit etmek için M17 Agar kullanılmıştır. Steril peptonlu su ile uygun seyreltmeleri yapılan örneklerden 0,1 ml alınarak yayma plak yöntemiyle farklı dilüsyonlarda ekim yapılmıştır. Petri kutuları anaerobik koşul altında  $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda 30-300 koloni bulunduran petrilere sayım gerçekleştirilmiştir (Speck, 1984). Sonuçlar log kob/g olarak ifade edilmiştir.

##### 2.2.5.4.3. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı

Toplam mezofilik aerobik bakteri (TAMB) miktarını tespit etmek için Plate Count Agar (PCA) kullanılmıştır. Steril peptonlu su ile uygun seyreltmeleri yapılan örneklerden 0,1 ml alınarak yayma plak yöntemiyle farklı dilüsyonlarda ekim yapılmıştır. Petri kutuları  $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda 30-300 koloni bulunduran petrilere sayım gerçekleştirilmiştir (Harrigan, 1998). Sonuçlar log kob/g olarak ifade edilmiştir.

##### 2.2.5.4.4. Toplam Maya Sayımı

Toplam maya miktarını tespit etmek için Potato Dekstroz Agar (PDA) kullanılmıştır. Steril peptonlu su ile uygun seyreltmeleri yapılan örneklerden 0,1 ml alınarak yayma plak yöntemiyle farklı dilüsyonlarda ekim yapılmıştır. Petri kutuları  $24\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 5 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda 30-300 koloni bulunduran petrilere sayım gerçekleştirilmiştir (Witthuhn vd., 2004). Sonuçlar log kob/g olarak ifade edilmiştir.

##### 2.2.5.5. Duyusal Analiz

Duyusal analiz gıda mühendisliği bölümünde eğitim gören/görmüş 12 panelist tarafından puanlama testi gerçekleştirilmiştir. Kefir örnekleri  $+4^{\circ}\text{C}$  ve 20 ml porsiyonlar

halinde ve ağız nötrlemek amacıyla su ile birlikte panelistlere sunulmuştur. Panelistler örnekleri 5’den 1’e kadar puanlandırmıştır.

Tablo 10. Duyusal analiz formu

PUANLAMA TESTİ								
<b>ADI-SOYADI:</b>				<b>TARİH:</b>				
<b>ÜRÜN:</b>				<b>SAAT:</b>				
Açıklama: Aşağıda verilmiş olan kalite kriterleri açısından size verilen kodlu örnekleri 5 puan üzerinden ayrı ayrı değerlendiriniz.								
KALİTE KRİTERLERİ			ÖRNEK KODLARI					
	748	568	862	246	359	540	71 1	60 5
<b>Aroma</b>								
<b>Renk</b>								
<b>Koku</b>								
<b>Akışkanlık</b>								
<b>Homojen görünüm</b>								
<b>Olağandışı koku</b>								
<b>Olağandışı tat</b>								
<b>Burukluk</b>								
<b>Ekşilik</b>								
<b>Tatlılık</b>								
<b>Genel beğeni</b>								
<b>PUAN DEĞERİ İLE İLGİLİ AÇIKLAMALAR</b>			1: ÇOK KÖTÜ	2: KÖTÜ	3: ORTA	4: İYİ	5: ÇOK İYİ	
<b>Kalite ölçütleri ile ilgili açıklamalar:</b>								
<b>İstenen Özellikler</b>				<b>İstenmeyen Özellikler</b>				
➤ Kıvamlı yapı				➤ Serum ve su ayrılması				
➤ Pürüzsüz yapı				➤ Aşırı kıvamlılık				
➤ Açık, krem renk				➤ Pütürlü yapı/kalıntı				
➤ Hafif ekşimsi tat				➤ Çok ekşi/tatlı/acı/tuzlu/metalik /alkali				
➤ Hafif maya tadı				➤ Olağandışı koku				
				➤ Olağandışı tat				

### 2.2.5.6. İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel değerlendirmesi SPSS (SPSS Incorporation, Chicago, Illinois, ABD) programı kullanıldı ve sonuçlar ortalama±standart sapma olarak ifade

edildi. Numuneler arasındaki farkların önemi ANOVA ve ardından Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi ( $p<0.05$ ) kullanılarak test edildi.



## 3. BÖLÜM

### BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Kırmızı Pancar Tozunun Fizikokimyasal Analizleri

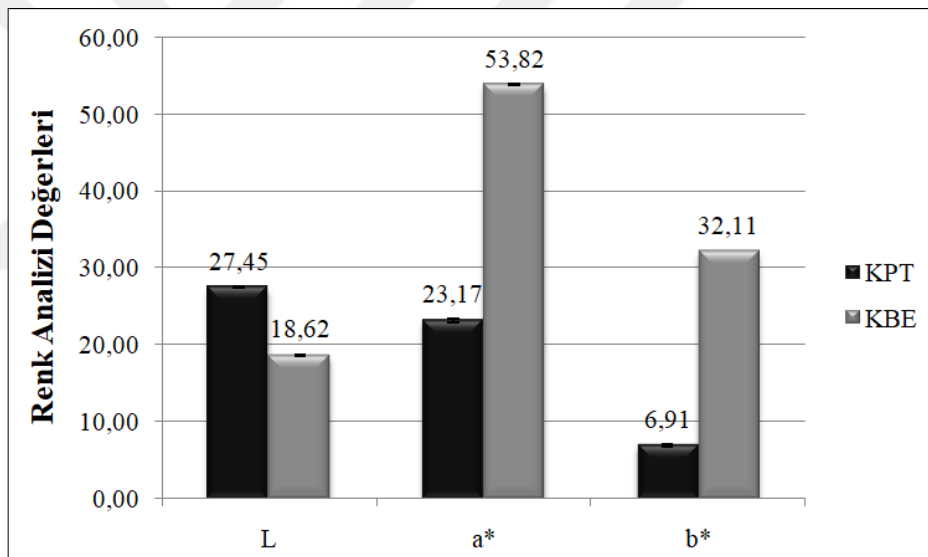
Kırmızı pancar tozunun fiziksel analiz sonuçları tablo 11’de verilmiştir. Kırmızı pancar tozunun toplam kuru madde ve kül değerleri sırasıyla %89,757 ve 7,217 olarak bulunmuştur. Er (2011) yaptığı bir çalışmada dilimleyerek 50 ve 60°C’de kuruttuğu kırmızı pancarın toplam kuru madde değerini sırasıyla %73,232 ve 81,26 olarak bulmuştur.

Gıdaların rengi tüketicilerin tercihini doğrudan etkileyen önemli etmenlerden biridir. Parlaklık (L) 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında değişkenlik göstermektedir. a\* koordinatı, pozitif ise kırmızımsı ve negatif ise yeşilimsi renkleri temsil etmekteyken, b\* koordinatı, pozitif ise sarımsı ve negatif ise mavimsi renkleri temsil etmektedir. Kırmızı pancar tozunun ve kırmızı pancarın betalainlerinin ekstraktının renk değerlerine ait veriler şekil 16’da verilmiştir. Tabloya göre L, a\* ve b\* değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Renk değerlerinde a\* ve b\* değerlerinin artmış olması kırmızı pancarın betalainlerinin ekstraktının kırmızılığının ve sarılığının arttığını, dolayısıyla kırmızı pancarın doğal renginin korunduğunu göstermektedir.

Tablo 11. Kırmızı pancar tozunun fiziksel analiz değerleri

Analiz Adı	Sonuç
pH	5,11
% Kül	7,217±0,011
% Kuru madde	89,757±0,126
Renk (Kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı)	
L	18,623±0,023
a*	53,820±0,085
b*	32,113±0,040
Renk (Kırmızı pancar tozu)	
L	27,453±0,058
a*	23,167±0,238
b*	6,907±0,112

Sonuçlar ortalama±standart sapma şeklinde verilmiştir.



Şekil 16. Kırmızı pancar tozunun (KPT) ve betalainlerinin ekstraktının (KBE) renk değerleri

### 3.2. Kırmızı Pancar Tozunun Kimyasal Analizleri

#### 3.2.3. Toplam Betalain Değeri

Kırmızı pancarın toplam fenoliklerinin % 70-100'ünü oluşturan betalainler, antioksidan kapasiteye büyük katkı sağlamaktadır (Wruss vd., 2015; Kanner vd., 2001). Mevcut tez çalışmasında 1:1 oranında etanol:saf su karışımı kullanılarak elde edilen kırmızı pancarın betalainlerinin ekstraktının biyoaktivite analiz sonuçları tablo 12'de verilmiştir. Kırmızı pancarın betalainlerinin ekstraktının toplam betalain miktarı 803,886±1,64 mg/100g olarak bulunmuştur. Er (2011) yaptığı bir çalışmada,

dilimleyerek 50°C’de kuruttuğu kırmızı pancarın su ve metanolle ekstraksiyonunu gerçekleştirerek toplam betalain değerini sırasıyla 10,835 ve 8,854 mg/g olarak tespit etmiştir. Buna ek olarak, 60°C’de kuruttuğu kırmızı pancarın su ve metanolle ekstraksiyonunun ise toplam betalain değerini sırasıyla 11,938 ve 8,071 mg/g olarak tespit etmiştir. Ayrıca kırmızı pancarın kurutulmasından önce yapılacak haşlama işleminin toplam betalain miktarını arttırdığını ve mikrodalga uygulamasının ise toplam betalain miktarını azalttığını bildirmiştir. Dahi (2020) yaptığı bir optimizasyon çalışmasında, klasik ekstraksiyon yöntemiyle elde ettiği kırmızı pancarın betalainlerinin ekstraktının veriminin en yüksek olduğu koşulların 40°C ve 50 dakika olduğu ve toplam betalain miktarının 268,6 ila 659,5 mg/L arasında değiştiğini bildirmiştir. Bazarria ve Kumar (2016) yaptıkları bir çalışmada, püskürtmeli kurutucudan elde ettikleri kırmızı pancar tozunun toplam betalain içeriğinin 261,94 ila 272,54 mg/100 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ramirez-Melo ve arkadaşlarının (2021) kırmızı pancardan termosonikasyon yöntemi ile ekstrakt aldıkları çalışmada, toplam betalain değeri 197,25 ila 217,79 mg/100 mL arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Tablo 12. Kırmızı pancar betalainleri ekstraktının biyoaktivite değerleri

<b>Analiz Adı</b>	<b>Sonuç</b>
Toplam betalain	803,886±1,64 mg/100 g KPT
Toplam fenolik madde	959,31±6,40 mg GAE/100 g KPT
ABTS	2920,07±34,96 mg TE/100 g KPT
DPPH	4744,71±0,57 mg TE/100 g KPT

GAE: Gallik asit eşdeğeri, KPT: Kurutulmuş kırmızı pancar tozu, TE: Troloks eşdeğeri

### 3.2.4. Toplam Fenolik Madde Değeri

Fenolik bileşikler, yapıları fenolik asitler gibi tek moleküllü, flavonoidler ve tanenler gibi birden fazla makromolekül grubu içeren polifenollere kadar uzanan ikincil metabolitlerdir. Bitki kaynaklı polifenoller bitkilerin birçok yerinde bulunur ve farklı yapısal ve fizyolojik özelliklere sahip başlıca antioksidanlardır (Arjeh vd., 2020; Nateghi ve Hosseini, 2023). Mevcut tez çalışmasında 1:1 oranında etanol:saf su karışımı kullanılarak elde edilen Kırmızı pancar betalainleri ekstraktının toplam fenolik madde miktarı 959,31±6,40 mg GAE/100g’dır. Dahi (2020) yaptığı bir optimizasyon çalışmasında klasik ekstraksiyon yöntemiyle elde ettiği Kırmızı pancar betalainleri ekstraktının toplam fenolik madde miktarının en yüksek olduğu koşulların 50°C ve 30

dakika olduğu ve miktarların 733,3 ila 1198,6 mg GAE/L arasında değiştiğini bildirmiştir. Er (2011) yaptığı bir çalışmada, kırmızı pancarın dilimlenerek kurutulmasından önce yapılacak ön işlemlerin (haşlama ve mikrodalga) toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesini arttırdığını bildirmiştir. Bazaria ve Kumar (2016) yaptıkları bir çalışmada, püskürtmeli kurutucudan elde ettikleri kırmızı pancar tozunun toplam fenolik madde değerleri 19,36 ila 25,89 mg GAE/100 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ramirez-Melo ve arkadaşlarının (2021) kırmızı pancardan termosonikasyon yöntemi ile ekstrakt aldıkları çalışmada, toplam fenolik madde değerlerinin 89,63 ila 108,88 mg GAE/100 mL arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

### 3.2.5. DPPH ve ABTS ile antioksidan kapasite değerleri

Bitkiler, antioksidan aktivite ve kapasiteye sahip, iyi bilinen fitokimyasal kaynaklardır. bitkilerdeki antioksidanlar, polifenoller, karotenoidler ve alkaloidler gibi birçok çeşitli türleri içerir (Xu ve ark., 2017). Antik çağlardan beri bitkiler, gıdalarda doğal katkı maddeleri olarak, örneğin lipid oksidasyonunu yavaşlatmak, acılaşmayı önlemek ve sonuç olarak gıdaların işleme ve muhafaza işlemleri sırasında stabilitesini arttırmak gibi gıdalardaki doğal katkı maddeleri olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bitkilerin tipik uygulamaları, işlenmiş etlerde (örneğin sosis ve salam), süt ürünlerinde (taze peynir) yanı sıra sebze, balık ve et ürünleri için sos ve turşulara ilave edilmesidir (Alirezalu vd., 2020). Ayrıca bitkiler doku hasarını, kronik bozuklukları veya oksidatif strese bağlı hücre ölümünü önlemek gibi çeşitli uygulamalarda terapötik ilaç kaynağı olarak da kullanılmaktadır (Sen ve Samanta, 2014). Bitkilerin antioksidan kapasiteleri çeşitli yöntemler kullanılarak ölçülmektedir. En yaygın analiz yöntemleri, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH), oksijen radikal absorpsiyon kapasitesi (ABTS) ve ferrik indirgeyici antioksidan kapasite (FRAP) yöntemleridir (Moon ve Shibamoto, 2009). Bu analizler, bir antioksidanın DPPH radikali, floresan veya tripiridiltriazin gibi oksitlenebilir bir reaktife hidrojen bağışlama veya elektron kaybetme yeteneğini ölçmektedir. Bu tür yöntemlerin yaygın kullanımı basitliği ve düşük maliyetinden kaynaklanmaktadır. Ancak spesifik olmamaları, yani sadece genel antioksidan kapasiteyi sunmaları nedeniyle kullanımları sıklıkla eleştirilmektedir (Apak, 2019).

Mevcut tez çalışmasında kırmızı pancar tozunun DPPH ve ABTS antioksidan kapasitesi sırasıyla  $4744,71 \pm 0,57$  mg TE/100g ve  $2920,07 \pm 34,96$  mg TE/100g olarak tespit edilmiştir. Er (2011) yaptığı bir çalışmada, dilimleyerek 50°C'de kuruttuğu kırmızı

pancarın su ve metanolle ekstraksiyonunu gerçekleştirerek DPPH değerini sırasıyla 1787,4 ve 4107,6  $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$  olarak tespit etmiştir. Ayrıca 60°C’de kuruttuğu kırmızı pancarın su ve metanolle ekstraksiyonunun ise DPPH değerini sırasıyla 1477,4 ve 4210,4  $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$  olarak bildirmiştir. Dahi (2020) yaptığı bir optimizasyon çalışmasında, klasik ekstraksiyon yöntemiyle elde ettiği kırmızı pancar betalainleri ekstraktının antioksidan kapasite değerinin en yüksek olduğu koşulların 50°C ve 30 dakika olduğu ve DPPH değerinin 339 ila 2063,5 mg TE/L arasında değiştiğini bildirmiştir. Başka bir çalışmada, püskürtmeli kurutucudan elde ettikleri kırmızı pancar tozunun DPPH değerinin %68,85 ila 77,29 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Bazaria ve Kumar, 2016). Başka bir çalışmada kırmızı pancardan termosonikasyon yöntemi ile alınan ekstraktların DPPH ve ABTS değerlerinin sırasıyla 245,24 ila 347,62  $\mu\text{mol TE}/100\text{ mL}$  ve 215,69 ila 308,78  $\mu\text{mol TE}/100\text{ mL}$  arasında olduğu bildirilmiştir (Ramirez-Melo vd., 2021).

### 3.3. Kefir Örneklerinin Fizikokimyasal Değerleri

#### 3.3.1. pH ve Titrasyon Asitliği (%) Değerleri

Sütün asitliğindeki değişimi belirlemek için aktif asitlik (serbest asitlik) ve toplam asitlik (titrasyon asitliği) ölçülmektedir. Çözeltideki serbest hidrojen iyonlarının miktarı pH’ı belirlemek için kullanılmaktadır. Sütün bileşimindeki kazein, fosfat, sitrat, albümin, globulin ve karbondioksit içeriğindeki değişiklikler aynı zamanda titrasyon asitliğindeki değişimi de belirlemektedir (Metin, 2001).

21 günlük depolama süresi boyunca +4°C’de saklanan kefir örneklerinin pH değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). En yüksek pH değerine sahip olan örnek M iken en düşük pH değerine sahip olan örnek ise P3’dür (tablo 13). Örneklerdeki artan ekstrakt miktarı pH’da azalmaya neden olmuştur. Ekstraktın asidik pH’ya sahip olması nedeniyle eklenen miktarın artmasıyla birlikte asidik özelliğinde arttığı görülmüştür. Fermente ürünlerin pH’ının genellikle depolama sırasında korunduğu veya azaldığı bildirilmiştir. Yapılan araştırmalara göre depolama sırasında laktozun bakteriler tarafından parçalanarak laktik aside dönüşmesi pH’ın düşüşünün nedenidir (Çomak-göçer vd., 2023; Güzel-Seydim vd., 2005).

Cesur (2014), kuru portakal, limon ve mandalina kabuklu, mandalina ve limon kabuklu ve ilavesiz kefir örneklerinin depolama süresi boyunca pH değerlerinin düştüğünü

bildirmiştir. Çomak-göçer ve arkadaşları (2023) yaptıkları bir çalışmada, inek sütü ve mısır sütü ile ürettikleri mısır sütlü, inülin ve şeker ilaveli kefirlerin pH değerlerinin 30 günlük depolama 4,60 ile 4,53 olduğu belirlenmiştir. Ayrıca depolama boyunca tüm kefir örneklerinin pH değerlerinin düştüğü bildirilmiştir. Güngör (2007), yaptığı çalışmada kefirin pH değerinin ilk gün 4,67 ve 21. gün 4,52'ye düştüğünü bildirmiştir. Demir (2020), ilavesiz kefirlerin pH değerinin 4,32 ila 4,42 arasında, kuşburnu marmelatı ilaveli kefirlerin pH değerlerinin ise 4,19 ila 4,28 arasında olduğunu bildirmiştir. Kahve aromalı kefir ile yapılan başka bir çalışmada pH değerinin 3,76–5,29 arasında değiştiği ve en yüksek pH değerinin süt tozu kullanılarak üretilen kefiirlere ait olduğu bildirilmiştir (Vimercati vd., 2020). Uruc ve arkadaşları (2022) yaptıkları bir çalışmada kayısı çekirdeği ekstraktlı kefir üretmiştir. Kefirlerin artan ekstrakt miktarıyla orantılı olarak pH değerlerinin değiştiği gözlemlenmiştir. Ayrıca örneklerden artan ekstrakt miktarı ile titre edilebilir asitlik miktarının azaldığı bildirilmiştir. Ilıkkan ve Bağdat (2021) yaptıkları bir çalışmada, kefirin pH değerleri 3,86 ile 4,06 arasında ve titre edilebilir asitlik (% laktik asit) miktarının ise %0,71 ile 0,93 arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Fermente gıdalarda, organik asit üretimi pH değerini düşürmekte ve toplam titre edilebilir asitliği arttırmaktadır (Puerari vd., 2015). Anton ve arkadaşlarına göre (2016), düşük pH değerleri çoğu atık ve patojenik organizmanın büyümesini engellemektedir. Ayrıca mayaların ve probiyotik laktik asit bakterilerinin büyümesi için uygun bir ortam oluşturmaktadır.

Tablo 13. Kefir örneklerinin depolama süresi boyunca pH değerleri

		DEPOLAMA SÜRESİ			
		0. gün	7. gün	14. gün	21. gün
ÖRNEKLER	<b>M</b>	4,58±0,007 <sup>Ab</sup>	4,7±0,028 <sup>Aa</sup>	4,72±0,021 <sup>Aa</sup>	4,54±0,007 <sup>Bb</sup>
	<b>M1</b>	4,50±0,000 <sup>Bd</sup>	4,62±0,007 <sup>Ba</sup>	4,6±0,000 <sup>Bb</sup>	4,52±0,007 <sup>BCDc</sup>
	<b>M2</b>	4,48±0,007 <sup>Cc</sup>	4,58±0,007 <sup>Ca</sup>	4,57±0,000 <sup>Ca</sup>	4,51±0,00 <sup>CDb</sup>
	<b>M3</b>	4,45±0,007 <sup>Dd</sup>	4,47±0,000 <sup>Ec</sup>	4,54±0,007 <sup>Da</sup>	4,50±0,000 <sup>Db</sup>
	<b>P</b>	4,49±0,000 <sup>BCb</sup>	4,6±0,021 <sup>BCa</sup>	4,57±0,014 <sup>Ca</sup>	4,57±0,021 <sup>Aa</sup>
	<b>P1</b>	4,41±0,014 <sup>Ec</sup>	4,53±0,014 <sup>Db</sup>	4,53±0,000 <sup>Db</sup>	4,56±0,000 <sup>Aa</sup>
	<b>P2</b>	4,40±0,007 <sup>Ec</sup>	4,49±0,007 <sup>Eb</sup>	4,5±0,007 <sup>Eb</sup>	4,53±0,000 <sup>BCa</sup>
	<b>P3</b>	4,32±0,000 <sup>Fd</sup>	4,47±0,000 <sup>Eb</sup>	4,46±0,000 <sup>Fc</sup>	4,52±0,007 <sup>BCDa</sup>

M: 0 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M1: 10 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M2: 20 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M3: 30 ppm KBE içeren laktozlu kefir örneklerini temsil etmektedir. P: 0 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P1: 10 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P2: 20 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P3: 30 ppm KBE içeren laktozsuz kefir örneklerini temsil etmektedir. Aynı sütündeki büyük harfler örnek gruplarının karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). Aynı satırdaki küçük harfler ise örneğin depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen günler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). KBE: Kırmızı pancarın betalainlerinin ekstraktı.

Titre edilebilir asit miktarının depolama boyunca dalgalanmalar görülmüştür ( $p<0,05$ ) (tablo 14). Örneklerin genelinde depolamanın son gününe kadar titrasyon asitliği değerinde düşüş ve 21. gününde ise yükselme tespit edilmiştir. Laktozlu kefir örneklerinde en düşük ve en yüksek titre edilebilir asitlik miktarları sırasıyla M ve M3 olurken, laktozsuz kefir örneklerinde sırasıyla P1 ve P3 örnekleri olmuştur (tablo 14).

Kabakçı (2019), ilavesiz kefir örneklerinin depolama boyunca titrasyon asitliği değerlerinin %0,80 ila 0,87 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Ayrıca karadut, nar ve siyah havuç suyu ilave ettiği kefir örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin ise sırasıyla, %0,76 ila 0,84, %0,84 ila 0,89 ve %0,72 ila 0,81 arasında değiştiği bildirmiştir. Demir (2020), ilavesiz ve kuşburnu marmelatı ilaveli kefir örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin sırasıyla 0,69 ila 0,78 ve 0,37 ila 0,52 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Yapılan başka bir çalışmada kefir üretiminde inek ve soya sütü

kullanılarak şeftali aroması eklenmiş ve titrasyon asitliği değerlerinin %0,5 ila 0,7 arasında değiştiği bildirilmiştir (Silva vd., 2018).

Titrasyon asitliğindeki artış ve depolama sırasında pH'deki düşüş, muhtemelen laktik asit bakterileri tarafından laktozdan laktik asit üretimine bağlı olduğu bildirilmiştir. Kefir örneklerindeki kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktının artışıyla birlikte asitlik değerlerinde oluşan artışın, bakterilerin gelişimini teşvik eden ekstraktın varlığı olabileceği düşünülmüştür (Çomak Göçer vd., 2023).

Tablo 14. Kefir örneklerinin depolama süresi boyunca titrasyon asitliği değerleri

		DEPOLAMA SÜRESİ			
		0. gün	7. gün	14. gün	21. gün
ÖRNEKLER	M	0,884±0,007 <sup>Ea</sup>	0,846±0,007 <sup>Cb</sup>	0,846±0,006 <sup>Cb</sup>	0,871±0,006 <sup>Bab</sup>
	M1	0,916±0,005 <sup>Da</sup>	0,859±0,006 <sup>Cb</sup>	0,846±0,003 <sup>Cb</sup>	0,904±0,005 <sup>ABa</sup>
	M2	0,930±0,000 <sup>CDa</sup>	0,862±0,015 <sup>Cb</sup>	0,875±0,016 <sup>BCb</sup>	0,909±0,010 <sup>Aab</sup>
	M3	0,950±0,014 <sup>ABCa</sup>	0,938±0,002 <sup>Ac</sup>	0,890±0,002 <sup>Bab</sup>	0,909±0,009 <sup>Ac</sup>
	P	0,921±0,013 <sup>CDa</sup>	0,869±0,005 <sup>Cb</sup>	0,874±0,004 <sup>BCb</sup>	0,871±0,018 <sup>Bb</sup>
	P1	0,945±0,001 <sup>BCDa</sup>	0,903±0,003 <sup>Bb</sup>	0,896±0,006 <sup>Bb</sup>	0,831±0,014 <sup>Cc</sup>
	P2	0,968±0,011 <sup>Aba</sup>	0,926±0,003 <sup>Aab</sup>	0,944±0,010 <sup>Aa</sup>	0,894±0,00 <sup>ABb</sup>
	P3	0,979±0,008 <sup>Aa</sup>	0,942±0,001 <sup>Ab</sup>	0,942±0,007 <sup>Ab</sup>	0,907±0,001 <sup>Ac</sup>

M: 0 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M1: 10 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M2: 20 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M3: 30 ppm KBE içeren laktozlu kefir örneklerini temsil etmektedir. P: 0 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P1: 10 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P2: 20 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P3: 30 ppm KBE içeren laktozsuz kefir örneklerini temsil etmektedir. Aynı sütündeki büyük harfler örnek gruplarının karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). Aynı satırdaki küçük harfler ise örneğin depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen günler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). KBE: Kırmızı pancarın betalainlerinin ekstraktı.

Kefir örneklerinde artan kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktının miktarı ile titrasyon asitliğinde artış tespit edildi. Tüm örneklere bakıldığında, laktozsuz örneklerin laktozlu örneklerden daha yüksek titrasyon asitliği değerine sahip olduğu görülmektedir. pH veya titrasyon asitliğindeki bu değerler, laktozsuz örneklerin glukoz varlığıyla

ilişkilendirilebilir ve bunun proton ( $H^+$ ) konsantrasyonunu artırdığı düşünülebilmektedir (Uruc vd., 2022).

### 3.3.2. Toplam Kuru Madde (%) Değerleri

Süt ve süt ürünlerinde önemli kalite kriterlerinden biri olan kuru madde içeriği özellikle yağ ve protein içeriği ile ilişkilidir. Belirtilen nedenlerden dolayı kurumadde içeriği, hem süt ve süt ürünlerinin fiziksel özellikleri hem de sütün içerdiği bileşenler (yağ, protein, laktoz, yağ) yönünden beslenme açısından oldukça önemlidir (Doruk Güdemez, 2007).

Mevcut tez çalışmasında kefir örnekleri için toplam kurumadde sonuçları örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Örnekler arasında ve depolama süresindeki anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$ 'dir. Ancak M örneğinin depolama süresi için anlamlılık düzeyi  $p > 0,05$  olarak bulunmuştur (tablo 15). Depolama süresi boyunca tüm örneklerde toplam kurumadde değerinin azaldığı görülmüştür. En çok ve en düşük toplam kurumaddeye sahip örnekler sırasıyla M3 ve P örnekleri olmuştur. Laktozlu ve laktozsuz örnekleri kıyasladığımızda laktozlu örneklerin tümünün toplam kurumadde miktarlarının laktozsuz örneklerden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Yapılan literatür çalışmasında ilavesiz kefir örneklerinin kurumadde miktarlarının %10,26-10,56 (Çınar, 2019), %8,86-11,91 (Erol 2020), %11,3-11,7 (Irigoyen vd., 2005) ve %10,6-14,9 (Wszolek vd., 2001) arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Demir (2020) yaptığı bir çalışmada, kuşburnu marmelatı ilaveli kefir örneklerinin kurumadde miktarlarının %13,38 ila 21,06 arasında değiştiğini gözlemlemiştir. Yapılan başka bir çalışmada ise maviyemiş ilaveli kefir örneklerinin kurumadde miktarlarının %10,32 ila 10,67 arasında değiştiğini bildirilmiştir (Çınar, 2019). Ayrıca yapılan çalışmalarda kefirin depolama süresince kurumadde miktarlarının düştüğü bildirilmiştir (Akbulut Ataman 2020; Irigoyen vd., 2005). Buna ek olarak Akbulut Ataman (2020), laktozlu kefirin kurumadde miktarının laktozsuz kefirinden daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Tablo 15. Kefir örneklerinin depolama süresi boyunca kurumadde değerleri (%)

		<b>DEPOLAMA SÜRESİ</b>			
		<b>0. gün</b>	<b>7. gün</b>	<b>14. gün</b>	<b>21. gün</b>
<b>ÖRNEKLER</b>	<b>M</b>	9,636±0,007 <sup>Da</sup>	9,592±0,024 <sup>Ba</sup>	9,587±0,013 <sup>Ba</sup>	9,373±0,017 <sup>Ca</sup>
	<b>M1</b>	9,692±0,003 <sup>Ca</sup>	9,627±0,016 <sup>Bb</sup>	9,587±0,024 <sup>ABb</sup>	9,42±0,011 <sup>Cc</sup>
	<b>M2</b>	9,722±0,002 <sup>Ba</sup>	9,677±0,010 <sup>Ab</sup>	9,641±0,011 <sup>ABb</sup>	9,487±0,014 <sup>Bc</sup>
	<b>M3</b>	9,768±0,000 <sup>Aa</sup>	9,721±0,012 <sup>Aa</sup>	9,655±0,02 <sup>Ab</sup>	9,555±0,021 <sup>Ac</sup>
	<b>P</b>	8,76±0,001 <sup>Ha</sup>	8,697±0,011 <sup>Eb</sup>	8,61±0,011 <sup>Ec</sup>	8,414±0,012 <sup>Fd</sup>
	<b>P1</b>	8,795±0,005 <sup>Ga</sup>	8,724±0,014 <sup>DEb</sup>	8,68±0,016 <sup>Db</sup>	8,488±0,026 <sup>Ec</sup>
	<b>P2</b>	8,824±0,005 <sup>Fa</sup>	8,751±0,011 <sup>DEb</sup>	8,701±0,016 <sup>Dc</sup>	8,512±0,014 <sup>Ed</sup>
	<b>P3</b>	8,896±0,016 <sup>Ha</sup>	8,797±0,010 <sup>Cb</sup>	8,772±0,017 <sup>Cb</sup>	8,578±0,024 <sup>Dc</sup>

M: 0 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M1: 10 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M2: 20 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M3: 30 ppm KBE içeren laktozlu kefir örneklerini temsil etmektedir. P: 0 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P1: 10 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P2: 20 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P3: 30 ppm KBE içeren laktozsuz kefir örneklerini temsil etmektedir. Aynı sütündeki büyük harfler örnek gruplarının karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). Aynı satırdaki küçük harfler ise örneğin depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen günler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). KBE: Kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı.

### 3.3.3. Su Tutma Kapasitesi (%) Değerleri

Fermente süt ürünlerinin stabilitesinin belirlenmesinde önemli bir reolojik özellik olarak bilinen su tutma kapasitesi fiziksel bir özellik olup gıdadaki proteinler ile ilişkili olduğu belirtilmektedir. Su tutma kapasitesi, pıhtıdaki proteinlerin su tutma yeteneği ile ilgilidir (Kneifel ve Seiler, 1993). Protein hidrasyon seviyesi ve gıdadaki sıvı sistemlerin viskozitesi birbiriyle ilişkilidir. Su tutma, örneğin protein veya nişasta gibi ıslak veya kuru bir bileşen karışımı tarafından adsorbe edilen veya tutulan sudur. Proteinlerin gıda sistemlerindeki uygulamalarını belirleyen hidrasyon özelliklerinden biridir. Su tutma kapasitesi, gıda dokusunun oluşumunda önemli bir rol oynar (Hermansson, 1985). Fermente süt ürünlerinin kalite kriterlerinden biri olan su tutma kapasitesi, sineresisle ters ilişkilendirmektedir. Üretim ve depolama aşamalarında sineresisin artması istenmeyen bir durumdur. Sineresisteki bu artış, muhtemelen daha fazla peynir altı suyu salınımına yol açan su tutma kapasitesindeki azalmadan kaynaklanmaktadır (Penna ve

ark. 2001). Fermente süt ürününün kalitesi ve dokusu için tüm aşamalarda su tutma kapasitesinin yüksek olması gerekmektedir (Wu ve ark. 2001). Su tutma kapasitesi değerlerine yansayan ürünlerdeki su moleküllerinin hareketliliği, verimi, duyuusal değerlendirmeyi, stabiliteyi (fiziksel açıdan) ve dokuyu etkileyebilir. Aslında su tutma kapasitesi, viskozitenin artırılabilceği, jel yapılarının oluturulabilceği veya su tutma kapasitesinin değiştirilmesiyle fiziksel stabilitenin uzatılabilceği önemli bir kalite parametresidir (Mao ve ark. 2001).

Mevcut tez çalışması kapsamında, laktozlu ve laktozsuz sütle üretimi yapılmış olan katkısız ve kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktının katkılı kefir neklerinin depolama süresi boyunca belirlenen su tutma kapasitesi değerleri tablo 16'da verilmiştir. Yapılan Duncan oklu karşılaştırma testine göre depolama süresi boyunca örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Tablo 16'ya göre laktozlu ve laktozsuz neklerin su tutma kapasitesi sırasıyla %28,23 ila 33,98 ve %26,13 ila 32,70 arasında değiştiği belirlenmiştir. En dk ve yüksek su tutma kapasitesine sahip olan örnekler ise sırasıyla P3 ve M1 önekleri olmuştur. Ayrıca tüm neklerin su tutma kapasitesi depolama süresi boyunca artmıştır.

Goncu ve arkadaşları (2017) yaptıkları bir çalışmada, ilavesiz ve farklı oranlarda elma ve limon lifi ilaveli ürettikleri kefirlerin depolamanın 1, 10 ve 20. günlerinde su tutma kapasitesi analizini gerekletirmilerdir. Depolama süresince ilavesiz, elma lifi ve limon lifi ilaveli kefirlerin su tutma kapasitesi değerleri sırasıyla %35,73 ila 38,46, %41,56 ila 60,47 ve %40,74 ila 58,46 arasında tespit edilmiştir. Kefire ilave edilen lif miktarı arttıkça su tutma kapasitesinde arttığı bildirilmiştir. Bu durum lifin su tutma kapasitesi nedeniyle stabilizatör görevi görebileceğine atfedilmiştir. Bulca ve arkadaşları (2018) yaptıkları bir çalışmada, ilavesiz ve farklı oranlarda kabak ve havuç püresi kullanarak ürettikleri kefirlerin haftada 1 kez olacak Şekilde analizlerini gerçekleştirerek 28 gün boyunca buzdolabı Şartlarında muhafaza etmişlerdir. Su tutma kapasitesi değerleri ilavesiz, kabak ve havuç ilaveli kefirler için sırasıyla %34,16 ila 53,4, %33,4 ila 52 ve %33,4 ila 52,6 arasında değiştiği bildirilmiştir. Ayrıca su tutma kapasitesinin depolama boyunca arttığı ve daha dk su tutma kapasitesi veya daha yüksek peynir altı suyu ayırımının, jel ağının zayıflığına işaret ettiği bildirilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada, inek ve keçi style farklı kefir kültürleri kullanarak 6 farklı kefir üretmişlerdir. İnek ve keçi sütünden elde edilen kefir neklerinin su tutma

kapasitesi sırasıyla 63,94 ila 70,43 g/100g ve 56,25 ila 62,71 g/100g arasında olduğu bildirilmiştir. En yüksek değere sahip olan örnek, *Lactobacillus acidophilus* ve fruktooligosakkarit ilaveli inek sütüyle üretilen kefir olduğu belirlenmiştir (Buran vd., 2021).

Tablo 16. Kefir örneklerinin depolama boyunca su tutma kapasitesi değerleri (%)

		DEPOLAMA SÜRESİ			
		0. gün	7. gün	14. gün	21. gün
ÖRNEKLER	<b>M</b>	30,67±0,28 <sup>Ab</sup>	31,25±0,44 <sup>Ab</sup>	31,33±0,11 <sup>Ab</sup>	32,83±0,08 <sup>ABa</sup>
	<b>M1</b>	29,76±0,78 <sup>Ab</sup>	30,60±0,53 <sup>ABb</sup>	31,03±0,37 <sup>Ab</sup>	33,98±0,03 <sup>Aa</sup>
	<b>M2</b>	28,23±0,29 <sup>Bc</sup>	28,94±0,39 <sup>Cbc</sup>	29,42±0,25 <sup>Bb</sup>	33,05±0,17 <sup>ABa</sup>
	<b>M3</b>	29,45±0,14 <sup>ABb</sup>	28,96±0,14 <sup>Cbc</sup>	28,78±0,19 <sup>BCc</sup>	32,84±0,13 <sup>ABa</sup>
	<b>P</b>	26,80±0,21 <sup>Cc</sup>	28,60±0,63 <sup>Cb</sup>	28,81±0,04 <sup>BCb</sup>	30,63±0,22 <sup>Ca</sup>
	<b>P1</b>	26,89±0,01 <sup>Cc</sup>	29,44±0,14 <sup>BCb</sup>	29,13±0,42 <sup>Bb</sup>	32,70±0,10 <sup>ABa</sup>
	<b>P2</b>	26,67±0,64 <sup>Cc</sup>	29,72±0,28 <sup>BCb</sup>	29,59±0,44 <sup>Bb</sup>	32,33±0,77 <sup>Ba</sup>
	<b>P3</b>	26,13±0,11 <sup>Cb</sup>	26,40±0,60 <sup>Db</sup>	27,82±0,51 <sup>Cb</sup>	30,00±0,66 <sup>Ca</sup>

M: 0 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M1: 10 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M2: 20 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M3: 30 ppm KBE içeren laktozlu kefir örneklerini temsil etmektedir. P: 0 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P1: 10 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P2: 20 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P3: 30 ppm KBE içeren laktozsuz kefir örneklerini temsil etmektedir. Aynı sütündeki büyük harfler örnek gruplarının karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). Aynı satırdaki küçük harfler ise örneğin depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen günler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). KBE: Kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı.

### 3.3.4. Viskozite (cP) Değerleri

Mevcut tez çalışması kapsamında yapılan viskozite analizinin kefir örneklerine ait sonuçları tablo 17'de görülmektedir. Depolama süresince viskozite değerleri 101,85 ila 483,40 cP arasında değişmiştir. Yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testine göre örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Tablo 17'de görüldüğü gibi kefire ilave edilen kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktının miktarının artması, viskozite değerlerinin düşmesine neden olmuştur. Laktozlu ve laktozsuz

örnekler kıyaslandığında ise laktozsuz örneklerin viskozite değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 17. Kefir örneklerinin depolama süresi boyunca ait viskozite sonuçları (cP)

		DEPOLAMA SÜRESİ			
		0. gün	7. gün	14. gün	21. gün
ÖRNEKLER	<b>M</b>	170,25±3,32 <sup>Ec</sup>	184,05±9,40 <sup>Cc</sup>	307,85±0,78 <sup>Eb</sup>	373,75±2,76 <sup>Ca</sup>
	<b>M1</b>	136,70±5,52 <sup>Fd</sup>	185,50±0,57 <sup>Cc</sup>	275,95±1,91 <sup>Fb</sup>	361,60±1,41 <sup>DEa</sup>
	<b>M2</b>	114,55±1,63 <sup>Gd</sup>	170,05±0,35 <sup>Dc</sup>	276,35±0,35 <sup>Fb</sup>	354,80±0,28 <sup>Ea</sup>
	<b>M3</b>	101,85±1,20 <sup>Hc</sup>	166,25±1,77 <sup>Db</sup>	266,95±3,61 <sup>Ga</sup>	269,10±0,28 <sup>Fa</sup>
	<b>P</b>	231,90±1,84 <sup>Ac</sup>	220,75±0,64 <sup>Ac</sup>	407,30±1,70 <sup>Ab</sup>	483,40±8,77 <sup>Aa</sup>
	<b>P1</b>	225,50±0,85 <sup>Bc</sup>	216,35±1,91 <sup>Ad</sup>	396,80±1,70 <sup>Bb</sup>	437,35±3,75 <sup>Ba</sup>
	<b>P2</b>	200,90±2,12 <sup>Cc</sup>	195,90±5,37 <sup>Bc</sup>	349,15±6,01 <sup>Cb</sup>	374,60±1,98 <sup>Ca</sup>
	<b>P3</b>	191,30±1,27 <sup>Dc</sup>	184,05±2,05 <sup>Cd</sup>	341,90±2,26 <sup>Db</sup>	367,60±0,00 <sup>CDa</sup>

M: 0 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M1: 10 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M2: 20 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M3: 30 ppm KBE içeren laktozlu kefir örneklerini temsil etmektedir. P: 0 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P1: 10 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P2: 20 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P3: 30 ppm KBE içeren laktozsuz kefir örneklerini temsil etmektedir. Aynı sütündeki büyük harfler örnek gruplarının karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). Aynı satırdaki küçük harfler ise örneğin depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen günler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). KBE: Kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı.

Turek ve Wszolek (2021) yaptıkları bir çalışmada, ilavesiz, ceviz ve ketencik yağı ilaveli kefir üretimi gerçekleştirmişlerdir. Depolamanın ilk günü ilavesiz, ceviz ve ketencik yağı ilaveli kefir örneklerinin viskozite değerleri sırasıyla 204,35, 219,12 ve 295,92 cP iken değerler depolamanın 14. günü sırasıyla 331,26, 236,27 ve 336,32 cP'ye yükseldiği tespit edilmiştir. Akbulut Ataman (2020), laktozsuz kefirin viskozite değerinin laktozlu kefirde daha yüksek olduğunu ve bu değerlerin 21 günlük depolama sırasında düştüğünü bildirmiştir. Ankara piyasasında satılan sade, meyveli ve diyet kefirlerine yapılan viskozite analizi sonucunda değerlerin sırasıyla 104,4, 120 ve 111 cP arasında değiştiği tespit edilmiştir (Uslu, 2010).

### 3.4. Kefir Örneklerinin Kimyasal Değerleri

#### 3.4.1. Toplam Fenolik Madde Değeri

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarının verilerine göre, kefir örneklerine ait toplam fenolik madde sonuçları tablo 18’de verilmiştir. Sonuçlar tüm kefir örnekleri arasında ve depolama süresince istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Laktozlu kefir örnekleri için 0. gün en yüksek ve en düşük toplam fenolik madde miktarı sırasıyla M3 ve M örneği ve değerleri de sırasıyla 1,448 ve 1,135 mg GAE/100 g kefiridir. Örnekler ait değerler depolama sonunda sırasıyla 0,618 ve 0,776 GAE/100 g kefire düşmüştür. Laktozsuz kefir örnekleri için ise 0. gün en yüksek ve en düşük toplam fenolik madde miktarları sırasıyla P ve P1 örneği ve değerleri sırasıyla 1,921 ve 1,142 mg GAE/100g kefiridir. Örnekler ait değerler depolama sonunda sırasıyla 0,734 ve 0,735 GAE/100g kefire düşmüştür. Bütün kefir örneklerinin depolama süresi sonunda toplam fenolik madde miktarlarının azaldığı gözlemlenmiştir.

Satır (2022), su ve kahverengi ve sarı yer bademi sütünden kefir üretmiştir. Yaptığı çalışma da kefirlerin toplam fenolik madde içeriklerinin 77,82 ila 101,77 mg GAE/L arasında olduğunu bildirmiştir. Parades ve arkadaşları (2022) yaptıkları bir çalışmada, farklı yüzdelerde ticari karışık meyve suyu (%70 elma, %9 çilek, %12 havuç ve %9 pancar suyu) ilave ettikleri kefir örneklerinde, 24 saat fermantasyon sonunda, toplam fenolik madde içeriklerinin 1065,17 ila 1381,03 mg GAE/L arasında değiştiğini bildirilmiştir. Demir (2020), ilavesiz kefir örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarının 763,50 ila 1642,67  $\mu\text{g}$  GAE/mg, kuşburnu marmelatı ilaveli kefir örneklerinin ise 1872,66 ila 3431,41  $\mu\text{g}$  GAE/mg arasında değiştiğini bildirmiştir. Çınar (2019), ilavesiz ve farklı oranlarda (%5, 10, 15 ve 20) maviyemiş ilave ettiği kefir örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarını sırasıyla 66,15, 107,49, 127,49, 174,60 ve 203,05 mg GAE/g olduğunu bildirmiştir. Başka bir çalışmada üzüm suyu ilaveli ve elma suyu ilaveli kefir örneklerinde toplam fenolik madde içeriklerinin sırasıyla 61,96 ve 176,40 mg GAE/L olduğunu bildirilmiştir (Randazzo vd., 2016).

Tablo 18. Kefir örneklerinin depolama boyunca toplam fenolik madde değerleri (mg GAE/100 g kefir)

		<b>DEPOLAMA SÜRESİ</b>			
		<b>0. gün</b>	<b>7. gün</b>	<b>14. gün</b>	<b>21. gün</b>
<b>ÖRNEKLER</b>	<b>M</b>	1,135±0,024	1,110±0,005	1,116±0,010	0,776±0,006
	<b>M1</b>	1,337±0,008	0,956±0,067	1,189±0,012	0,491±0,005
	<b>M2</b>	1,352±0,000	1,068±0,032	1,258±0,104	0,522±0,007
	<b>M3</b>	1,448±0,009	1,083±0,013	1,208±0,008	0,618±0,028
	<b>P</b>	1,921±0,033	1,049±0,007	1,118±0,078	0,734±0,031
	<b>P1</b>	1,142±0,008	1,090±0,006	1,187±0,009	0,735±0,038
	<b>P2</b>	1,264±0,015	1,244±0,029	1,202±0,005	0,842±0,050
	<b>P3</b>	1,317±0,018	1,278±0,037	1,246±0,005	0,933±0,30

M: 0 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M1: 10 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M2: 20 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M3: 30 ppm KBE içeren laktozlu kefir örneklerini temsil etmektedir. P: 0 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P1: 10 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P2: 20 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P3: 30 ppm KBE içeren laktozsuz kefir örneklerini temsil etmektedir. Aynı sütündeki büyük harfler örnek gruplarının karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). Aynı satırdaki küçük harfler ise örneğin depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen günler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). KBE: Kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı. GAE: Gallik asit eşdeğeri.

Fenolik bileşikler sahip oldukları sağlık yararlarının yanı sıra gıdaların lezzet ve renk gibi bazı duyuşal özelliklerine de katkı sağlamaktadır. Gıda aromasına katkı sağlayan uçucu fenoller, maya ve laktik asit bakterilerinin metabolizması sonucunda veya yüksek alkollerin hidrolizi sonucu üretilebilirler. Ancak laktik asit bakterileri (LAB) ve fenolik bileşikler arasındaki ilişki yalnızca LAB'nin fenolik bileşikleri metabolize etmesi veya sentezlemesi şeklinde olmamaktadır. Aynı zamanda fenolik bileşiklerin bulunduğu ortamlarda inhibe veya aktive olması şeklinde de olabilmektedir (Gözde vd., 2011). McCue ve Shetty'ye (2005) göre, depolama süresinde toplam fenolik maddedeki azalma, maya ve bakterilerin antimikrobiyal detoksifikasyonunun olası mekanizmaları olarak fenolik yapıların bozulmasının bir sonucu olabilir. Ancak LAB'lerinin fermantasyonu sonucunda fenolik bileşiklerin artabileceği de bildirilmiştir (Gözde vd., 2011).

### 3.4.2. DPPH ve ABTS ile Antioksidan Kapasite Değerleri

Fermantasyon, polifenoller ve vitaminler gibi antioksidan bileşikler de dahil olmak üzere çeşitli bileşiklerin biyoyararlanımı ve biyoerişilebilirliği, bir dizi farklı enzimin aktivitesiyle sebebiyle, geliştirilen ürünün antioksidan profilini iyileştirmek için arzu edilen bir aşamadır (Satır, 2022). Laktozlu ve laktozsuz kefir örneklerindeki kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktının miktarı arttıkça DPPH ve ABTS antioksidan kapasiteleri önemli ölçüde artmıştır ( $p<0,05$ ). Kefir örneklerine ait DPPH sonuçları tablo 19 ve ABTS sonuçları ise tablo 20’de verilmiştir. Laktozlu ve laktozsuz kefir örneklerinin her iki antioksidan kapasite tayininde depolama süresinde dalgalanmalar gözlemlenmiştir. Her iki analizde de en yüksek değer depolamanın 7. günü P3 örneğine aittir. DPPH ve ABTS için P3 örneğinin 7. gün değerleri sırasıyla 2,219 ve 3,017 mg TE/100g kefiridir. En düşük antioksidan kapasite ise tüm depolama günleri için M örneği olmuştur. Kefire kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktının eklenmesinin örneklerin antioksidan aktivitelerine (hem ABTS hem de DPPH’de) önemli ölçüde katkı sağladığı gözlemlenmiştir ( $p<0,05$ ). Ayrıca laktozlu ve laktozsuz örnekler kıyaslandığında laktozsuz örneklerin antioksidan kapasitelerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bunun nedeni kırmızı pancar betalainleri ekstraktının içerdiği betalain, antioksidan vitaminler, fenolik bileşikler ve flavanoller olabilir (Chhikara vd., 2019). Ayrıca inek sütü bazlı içeceklerde antioksidan aktivite, fermantasyon ve protein hidrolizasyonu ile arttığı gözlemlenmiştir (Maleki vd., 2015). Ayrıca kefir, peynir ve yoğurt gibi fermente süt ürünlerinin, antioksidan aktivitesiye sahip peptitler içerdiği bildirilmiştir (Shu vd., 2017).

Uruc ve arkadaşları (2022) yaptıkları bir çalışmada, kefir örneklerinin antioksidan aktivitelerin 21 günlük depolamadan sonra ilavesiz kefir ve %50 kayısı çekirdeği ekstraktı ilaveli kefir örnekleri için sırasıyla %55,15 ve %85,48 olduğu gözlemlenmiştir. Demir (2020), ilavesiz kefir örneklerinin DPPH değerlerinin 21 gün depolama boyunca 99,19 ila 180,20  $\mu\text{g/ml}$ , kuşburnu marmelatı ilaveli kefir örneklerinin ise 9,75 ila 13,59  $\mu\text{g/ml}$  arasında değiştiğini bildirmiştir. Başka bir çalışmada üzüm suyu ilaveli ve elma suyu ilaveli kefir örneklerinde DPPH antioksidan aktiviteleri sırasıyla %15,13 ve %37,56 olduğu bildirilmiştir (Randozza vd., 2016). Srivastava ve arkadaşları (2015) yaptıkları bir çalışmada inek, keçi ve manda sütleri kullanarak %2 pancar kökü ekstraktı

ilave ettikleri yoğurt örneklerinin DPPH antioksidan kapasitesini sırasıyla %40,1, %46,7 ve %46,5 olarak tespit etmişlerdir.

Tablo 19. Depolama süresi boyunca kefir örneklerinin DPPH değerleri (mg TE/100 g kefir)

		DEPOLAMA SÜRESİ			
		0. gün	7. gün	14. gün	21. gün
ÖRNEKLER	<b>M</b>	1,229±0,030 <sup>Hb</sup>	1,303±0,026 <sup>Ga</sup>	1,025±0,021 <sup>Fc</sup>	0,763±0,007 <sup>Ed</sup>
	<b>M1</b>	1,397±0,010 <sup>Fb</sup>	1,515±0,026 <sup>Ea</sup>	1,147±0,029 <sup>Ec</sup>	0,801±0,102 <sup>Ed</sup>
	<b>M2</b>	1,776±0,026 <sup>Db</sup>	2,025±0,020 <sup>Ca</sup>	1,304±0,071 <sup>Dc</sup>	1,166±0,037 <sup>Cd</sup>
	<b>M3</b>	2,007±0,003 <sup>Bb</sup>	2,124±0,037 <sup>Ba</sup>	1,546±0,060 <sup>Bc</sup>	1,448±0,051 <sup>Ad</sup>
	<b>P</b>	1,329±0,027 <sup>Gb</sup>	1,454±0,073 <sup>Fa</sup>	1,075±0,026 <sup>Fc</sup>	0,851±0,044 <sup>Ed</sup>
	<b>P1</b>	1,603±0,035 <sup>Ea</sup>	1,674±0,015 <sup>Da</sup>	1,178±0,049 <sup>Eb</sup>	1,008±0,073 <sup>Dc</sup>
	<b>P2</b>	1,919±0,042 <sup>Cb</sup>	2,060±0,000 <sup>Ca</sup>	1,402±0,000 <sup>Cc</sup>	1,245±0,048 <sup>BCd</sup>
	<b>P3</b>	2,119±0,058 <sup>Aa</sup>	2,219±0,006 <sup>Aa</sup>	1,946±0,020 <sup>Ab</sup>	1,352±0,101 <sup>ABc</sup>

M: 0 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M1: 10 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M2: 20 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M3: 30 ppm KBE içeren laktozlu kefir örneklerini temsil etmektedir. P: 0 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P1: 10 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P2: 20 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P3: 30 ppm KBE içeren laktozsuz kefir örneklerini temsil etmektedir. Aynı sütündeki büyük harfler örnek gruplarının karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). Aynı satırdaki küçük harfler ise örneğin depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen günler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). KBE: Kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı. TE: Troloks eşdeğeri.

Satır (2022), yer bademi sütünün sarı ve kahverengi çeşitlerinin ABTS değerleri sırasıyla 4,61 ve 5,98 mM trolox eşdeğeri ve bu sütlerden ürettiği kefir örneklerinin sarı ve kahverengi çeşitlerinin ABTS değerlerinin sırasıyla 7,55 ve 7,96 mM trolox eşdeğeri olduğunu belirlemiştir. Kefirin fermantasyonundan sonra toplam antioksidan kapasitede önemli ölçüde artış olduğunu bildirilmiştir. Uruc ve arkadaşları (2022) yaptıkları bir çalışmada depolamanın 0. günü 144,88  $\mu\text{g/g}$  trolox eşdeğeri ile %25 kayısı çekirdeği ekstraktı ilaveli örnek en yüksek değere sahip olmuştur. Depolama boyunca kefir örneklerinin ABTS değeri 99.09 ila 144.88  $\mu\text{g/g}$  trolox eşdeğeri arasında değiştiği ve depolamanın sonunda antioksidan kapasitenin azaldığı bildirilmiştir.

Tablo 20. Depolama süresi boyunca kefir örneklerinin ABTS değerleri (mg TE/100 g kefir)

DEPOLAMA SÜRESİ					
	0. gün	7. gün	14. gün	21. gün	
ÖRNEKLER	M	2,237±0,068 <sup>Eb</sup>	2,473±0,080 <sup>Fa</sup>	1,582±0,036 <sup>Gc</sup>	1,262±0,017 <sup>Hd</sup>
	M1	2,588±0,037 <sup>Bb</sup>	2,735±0,010 <sup>Da</sup>	1,736±0,102 <sup>Fc</sup>	1,358±0,003 <sup>Gd</sup>
	M2	2,623±0,046 <sup>Bb</sup>	2,920±0,018 <sup>Ba</sup>	1,740±0,046 <sup>Fc</sup>	1,569±0,012 <sup>Fd</sup>
	M3	2,776±0,075 <sup>Aa</sup>	2,855±0,035 <sup>Ca</sup>	1,900±0,095 <sup>Eb</sup>	1,621±0,027 <sup>Ec</sup>
	P	2,351±0,011 <sup>Db</sup>	2,587±0,020 <sup>Ea</sup>	2,099±0,079 <sup>Dc</sup>	1,747±0,018 <sup>Dd</sup>
	P1	2,463±0,017 <sup>Cb</sup>	2,888±0,019 <sup>BCa</sup>	2,430±0,036 <sup>Cb</sup>	2,154±0,022 <sup>Cc</sup>
	P2	2,584±0,011 <sup>Bc</sup>	2,939±0,003 <sup>Ba</sup>	2,678±0,023 <sup>Bb</sup>	2,292±0,020 <sup>Bd</sup>
	P3	2,820±0,050 <sup>Ab</sup>	3,017±0,006 <sup>Aa</sup>	2,840±0,023 <sup>Ab</sup>	2,367±0,018 <sup>Ac</sup>

M: 0 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M1: 10 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M2: 20 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M3: 30 ppm KBE içeren laktozlu kefir örneklerini temsil etmektedir. P: 0 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P1: 10 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P2: 20 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P3: 30 ppm KBE içeren laktozsuz kefir örneklerini temsil etmektedir. Aynı sütündeki büyük harfler örnek gruplarının karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). Aynı satırdaki küçük harfler ise örneğin depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen günler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). KBE: Kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı. TE: Troloks eşdeğeri.

Kırmızı pancar yüksek biyoaktif bileşimine sahip bir kök sebzedir (Şekil 5). Yüksek antioksidan kapasitesi ile probiyotik bakteriler tarafından hidrolize edilen antosiyaninler, betalainler ve fenolik bileşikler antioksidan etkinin artmasında etkili olduğu bildirilmiştir (Özdemir, 2020).

### 3.5. Mikrobiyolojik Analizler

#### 3.5.1. *Lactobacillus* ve *Lactococcus* Sayısı (log kob/g kefir)

Kırmızı pancar suyu veya ekstraktı, doğal renk pigmentlerinin yanı sıra yüksek oranda şeker ve minerallerden oluşmaktadır. Pancar suyundaki karbonhidratların probiyotik mikroorganizmaların gelişimi için potansiyel bir substrat olabileceği belirtilmektedir (Singh ve Singh Hathan, 2014).

Mevcut tez çalışmasında kefir örneklerinden en yüksek duyuşsal puanı alan ve antioksidan kapasite gösteren M3 (30 ppm kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktını

içeren laktozlu kefir) ve P3 (30 ppm kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktını içeren laktozsuz kefir) örnekleri ile ilavesiz kefir örneklerine mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Örneklerin depolama süresi boyunca *Lactobacillus* ve *Lactococcus* sayıları sırasıyla tablo 21 ve 22'de verilmiştir. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarının verilerine göre, her iki sayım için depolama ve örnekler arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). İlavesiz kefir örneklerinin *Lactobacillus* sayıları depolama boyunca artarken kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı ilaveli örneklerde dalgalanmalar gözlemlenmiştir ( $p<0,05$ ). 0. gün kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı ilaveli örneklerin *Lactobacillus* sayıları ilavesiz örneklerden yüksekken depolamanın devamında tam tersi kaydedilmiştir. Tüm kefir örneklerinin *Lactococcus* sayıları ise depolama boyunca artış göstermiştir ( $p<0,05$ ). Ayrıca kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktının ilavesinin *Lactococcus* sayısını düşürdüğü tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Fermentasyon sonunda fermente kefir örneklerinde baskın mikroflora olarak laktokoklar bulunmuştur. Süt ürünlerinin fermentasyonu, kullanılan sütün türünden etkilenebilir. Sütün farklı besleyici bileşenleri mikroorganizmalar üzerinde uyarıcı veya engelliyici etkilere sahip olabilir (Atalar, 2019).

Satır (2022), kahverengi ve sarı yer bademi kefirinde laktobasil ve laktokok sayıları sırasıyla 8,71 ila 8,78 log CFU/ml ve 6,94 ila 8,14 log CFU/ml arasında belirlemiştir. Çetinkaya ve Elal Muş (2012), ticari kefirle yaptıkları bir çalışmada laktobasil sayısının maksimum 8,77 log kob/ml olduğu tespit etmişlerdir. Karabıyıklı (2016) yaptığı bir çalışmada laktobasil sayısının 1,24 ile 7,91 log CFU/ml-g arasında olduğu rapor edilmiştir. Ilıkhan ve Bağdat (2021) yaptıkları bir çalışmada, *Bifidobacterium longum* (Kefir A) ve *Lactobacillus kefiranofaciens* (Kefir G) baskın iki farklı kefir üretimi gerçekleştirmişlerdir. Kefir A'da 9,08 log kob/ml laktobasil bulunurken, Kefir G'de 6,61 log kob/ml bulunduğu bildirilmiştir. Uruc ve arkadaşları (2022) yaptıkları bir araştırmada kefir örnekleri depolamanın 1, 7, 14 ve 21. günlerinden sonra mikrobiyolojik sayımlar açısından incelemişlerdir. Depolama sırasında laktokok, laktobasil sırasıyla 6,92 ila 8,99 ve 6,45 ila 7,91 log<sub>10</sub> cfu/g arasında değiştiği bildirilmiştir. Farklı bir çalışmada ise laktokokların ve laktobasil değerleri sırasıyla 7,56 ile 8,30 log kob/ml ve 6,59 ve 8,01 log kob/ml arasında değiştiği bildirilmiştir (Kesmen ve Kaçmaz, 2011).

Tablo 21. Depolama süresi boyunca kefir örneklerinin *Lactobacillus* spp. sayıları (log kob/g kefir)

DEPOLAMA SÜRESİ				
ÖRNEKLER	0. gün	7. gün	14. gün	21. gün
	M	7,47±0,03 <sup>Bd</sup>	7,91±0,53 <sup>Ac</sup>	8,54±1,00 <sup>Bb</sup>
M3	7,74±0,13 <sup>Ab</sup>	7,22±0,71 <sup>Bc</sup>	7,20±0,11 <sup>Cc</sup>	9,13±0,93 <sup>Ca</sup>
P	7,12±0,01 <sup>Dd</sup>	7,22±0,54 <sup>Bc</sup>	9,08±1,16 <sup>Ab</sup>	9,57±1,46 <sup>Aa</sup>
P3	7,33±0,08 <sup>Cb</sup>	7,09±0,55 <sup>Cc</sup>	6,39±0,12 <sup>Dd</sup>	8,57±2,10 <sup>Da</sup>

M: 0 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M3: 30 ppm KBE içeren laktozlu kefir örneklerini temsil etmektedir. P: 0 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P3: 30 ppm KBE içeren laktozsuz kefir örneklerini temsil etmektedir. Aynı sütündeki büyük harfler örnek gruplarının karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). Aynı satırdaki küçük harfler ise örneğin depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen günler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). KBE: Kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı.

Tablo 22. Depolama süresi boyunca kefir örneklerinin *Lactococcus* spp. sayıları (log kob/g kefir)

DEPOLAMA SÜRESİ				
ÖRNEKLER	0. gün	7. gün	14. gün	21. gün
	M	8,65±0,10 <sup>Ad</sup>	11,02±0,45 <sup>Ab</sup>	11,58±0,00 <sup>Aa</sup>
M3	8,29±0,06 <sup>Cd</sup>	9,96±0,74 <sup>Dc</sup>	10,93±0,05 <sup>Ca</sup>	10,57±1,27 <sup>Cb</sup>
P	8,34±0,07 <sup>Bd</sup>	10,19±0,73 <sup>Bc</sup>	10,99±0,12 <sup>Bb</sup>	11,09±1,07 <sup>Aa</sup>
P3	8,08±0,09 <sup>Dc</sup>	10,06±0,87 <sup>Cb</sup>	7,72±0,17 <sup>Dd</sup>	10,54±1,66 <sup>Ca</sup>

M: 0 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M3: 30 ppm KBE içeren laktozlu kefir örneklerini temsil etmektedir. P: 0 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P3: 30 ppm KBE içeren laktozsuz kefir örneklerini temsil etmektedir. Aynı sütündeki büyük harfler örnek gruplarının karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). Aynı satırdaki küçük harfler ise örneğin depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen günler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). KBE: Kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı.

Özdemir ve Özcan (2020), yaptıkları bir çalışmada kırmızı pancar ekstraktının ve fenoliklerin, *L. acidophilus* gelişimine teşvik ettiğini bildirmişler. Malik ve arkadaşları (2019), pancar sularının laktik fermantasyonunda toplam fenolik ve flavonoid içeriğine

bağlı olarak *L. plantarum*, *L. acidophilus* ve *L.casei* gelişiminin arttırdığını bildirmişlerdir. Fermente süt ürünlerinde meyve ve sebze ekstraktlarının kullanılmasına yönelik yapılan çalışmalarda, kullanılan fenolik bileşikler ve diyet liflerinin depolamanın başlangıcına göre laktik suşlarının sayısını ve aktivitesini arttırdığı görülmektedir (Martins vd., 2013; Barat ve Ozcan, 2018; Yıldız ve Özcan, 2019).

Laktik asit bakterilerinin fermantasyon sırasında büyümesi için aminoasitler de dahil olmak üzere çeşitli besinleri kullanabileceği literatürde belirtilmiştir. Kefirde aminoasitler maya metabolizması tarafından da üretilmektedir (Grønnevik vd., 2011; Montemurro vd., 2021).

### **3.5.2. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TAMB) Sayısı (log kob/g kefir)**

Mevcut tez çalışmasında kefir örneklerinden en yüksek duyuşsal puanı alan ve antioksidan kapasite gösteren M3 (30 ppm kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktını içeren laktozlu kefir) ve P3 (30 ppm kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktını içeren laktozsuz kefir) örnekleri ile ilavesiz kefir örneklerine mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarının verileri tablo 23'de verilmiştir. Buna göre örnekler arasındaki fark ve depolama istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Tüm kefir örneklerinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı (TAMB) depolamanın 21. gününe kadar artma eğilimindeyken 21. gün azalma göstermiştir ( $p < 0,05$ ). Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı 6,46 ila 10,62 log kob/g kefir arasında değişmiştir. En düşük ve en yüksek değerler sırasıyla P3 ve M3 örneklerine aittir.

Karabıyıklı (2016) yaptığı bir çalışmada, toplam aerobik bakteri sayısı 5,74 ile 8,50 log kob/ml-g arasında bulmuştur. Ilıkhani ve Bağdat (2021) yaptıkları bir çalışmada, baskın iki farklı kefir üretimi gerçekleştirmişlerdir. Fermantasyon sonunda Kefir A'da 9,00 log kob/ml toplam aerobik bakteri sayısı bulunurken, Kefir G'de 7,86 log kob/ml bulmuşlardır. Uruc ve arkadaşları (2022) ise toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayısında 7.75 ile 9.82 log<sub>10</sub> cfu / g arasında değiştiğini ve depolama süresince hafif bir azalmaya neden olduğunu gözlemlemiştir. Bu azalma fenolik bileşiklerin ve/veya diğer biyoaktif bileşenlerin potansiyel antimikrobiyal aktivitesinin inhibe edici etkisinden kaynaklanıyor olabileceğini bildirmiştir.

Tablo 23. Depolama süresi boyunca kefir örneklerinin toplam mezofilik bakteri sayıları (log kob/g kefir)

DEPOLAMA SÜRESİ				
ÖRNEKLER	0. gün	7. gün	14. gün	21. gün
M	6,84±0,36 <sup>Ad</sup>	8,14±0,93 <sup>Bc</sup>	9,60±0,58 <sup>Ca</sup>	9,28±0,59 <sup>Bb</sup>
M3	6,66±0,79 <sup>Bd</sup>	6,79±0,66 <sup>Dc</sup>	10,62±0,03 <sup>Aa</sup>	9,75±0,62 <sup>Ab</sup>
P	6,59±1,00 <sup>Cd</sup>	8,19±0,94 <sup>Ac</sup>	9,62±0,64 <sup>BCa</sup>	8,80±1,16 <sup>Cb</sup>
P3	6,46±0,89 <sup>Dd</sup>	7,13±0,84 <sup>Cc</sup>	9,65±0,92 <sup>Ba</sup>	8,52±0,85 <sup>Db</sup>

M: 0 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M3: 30 ppm KBE içeren laktozlu kefir örneklerini temsil etmektedir. P: 0 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P3: 30 ppm KBE içeren laktozsuz kefir örneklerini temsil etmektedir. Aynı sütündeki büyük harfler örnek gruplarının karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). Aynı satırdaki küçük harfler ise örneğin depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen günler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). KBE: Kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı.

### 3.5.3. Toplam Maya Sayısı (log kob/g kefir)

Mevcut tez çalışmasında kefir örneklerinden en yüksek duyuşsal puanı alan ve antioksidan kapasite gösteren M3 (30 ppm kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktını içeren laktozlu kefir) ve P3 (30 ppm kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktını içeren laktozsuz kefir) örnekleri ile ilavesiz kefir örneklerine mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarının verileri tablo 24'de verilmiştir. Buna göre örnekler arasındaki fark ve depolama istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Tüm kefir örneklerinin toplam maya sayısında depolama boyunca dalgalanmalar gözlemlenmiştir. Toplam maya sayısı 8,42 ila 10,46 log kob/g kefir arasında değişmiştir. En düşük ve en yüksek değerler sırasıyla P3 ve M örneklerine aittir.

Ilıkhan ve Bağdat (2021) farklı kültürler kullanarak inek sütü ile yaptıkları bir çalışmada, toplam maya küf sayısının 5,56 ila 4,85 log kob/ml arasında olduğunu bildirmişlerdir. Uruc ve arkadaşları (2022), yaptıkları bir araştırmada, kefir örneklerinin 21 gün depolama süresinde maya sayılarının 4,00 ila 4,95 log<sub>10</sub> cfu/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yunan kefiri ile yapılan başka bir çalışmada maya 2,49 ile 7,80 log kob/ml-g arasında olduğu bildirilmiştir (Kazou vd., 2021).

Tablo 24. Depolama süresi boyunca kefir örneklerinin toplam maya sayıları (log kob/g kefir)

DEPOLAMA SÜRESİ				
ÖRNEKLER	0. gün	7. gün	14. gün	21. gün
	M	8,76±0,23 <sup>Ad</sup>	9,04±0,75 <sup>Ac</sup>	10,08±0,89 <sup>Ba</sup>
M3	8,54±0,02 <sup>Bc</sup>	8,48±0,58 <sup>Bd</sup>	9,51±0,77 <sup>Db</sup>	9,76±0,79 <sup>Aa</sup>
P	8,75±0,15 <sup>Ac</sup>	8,37±0,68 <sup>Dd</sup>	10,46±0,72 <sup>Aa</sup>	9,08±0,99 <sup>Cb</sup>
P3	8,57±0,07 <sup>Bb</sup>	8,42±0,78 <sup>Cc</sup>	9,71±1,25 <sup>Ca</sup>	8,00±0,84 <sup>Dd</sup>

M: 0 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M3: 30 ppm KBE içeren laktozlu kefir örneklerini temsil etmektedir. P: 0 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P3: 30 ppm KBE içeren laktozsuz kefir örneklerini temsil etmektedir. Aynı sütündeki büyük harfler örnek gruplarının karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). Aynı satırdaki küçük harfler ise örneğin depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen günler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). KBE: Kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı.

### 3.6. Duyusal Analiz Sonuçları

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine ait duyusal analiz sonuçları verileri tablo 25'de verilmiştir.

Kırmızı pancar betalainleri ekstraktı ilaveli kefir örneklerinin aromaları 2,60 ila 4,00 arasında puanlandırılmıştır. En yüksek ve düşük puanı olan örnekler sırasıyla P ve M2 örnekleri olmuştur. Örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Kırmızı pancar betalainleri ekstraktı ilaveli kefir örneklerinin renkleri 3,40 ila 4,50 arasında puanlandırılmıştır. En yüksek ve düşük puanı olan örnekler sırasıyla P2 ve M1 örnekleri olmuştur. Örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Kırmızı pancar betalainleri ekstraktı ilaveli kefir örneklerinin kokuları 4,50 ila 4,80 arasında puanlandırılmıştır. Kırmızı pancar betalainleri ekstraktı ilaveli örneklerinin tümünün koku değerleri kontrol örneklerinden daha yüksek puan aldığı tespit edilmiştir. En düşük puanı alan örnek M olurken, M3 ve P3 örneklerin aynı puanı alarak en yüksek

puanı olan örnekler olmuştur. Örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Kırmızı pancar betalainleri ekstraktı ilaveli kefir örneklerinin akışkanlıkları 3,80 ila 4,80 arasında puanlandırılmıştır. En düşük ve yüksek puanı olan örnekler sırasıyla M1 ve P3 örnekleri olmuştur. Örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Kefir örneklerinin homojen görünümleri 4,70 ila 5,00 arasında puanlandırılmıştır. Örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Kefir örneklerinin olağandışı kokuları 1,40 ila 2,00 arasında puanlandırılmıştır. Örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Kefir örneklerinin olağandışı tatları 1,30 ila 2,60 arasında puanlandırılmıştır. Örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Kefir örneklerinin buruklukları 2,10 ila 3,60 arasında puanlandırılmıştır. En düşük ve yüksek puanı olan örnekler sırasıyla M ve M3 örnekleri olmuştur. Örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Kırmızı pancar betalainleri ekstraktı ilaveli kefir örneklerinin ekşilikleri 2,40 ila 3,60 arasında puanlandırılmıştır. En düşük ve yüksek puanı olan örnekler sırasıyla M2 ve P2 örnekleri olmuştur. Örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Kırmızı pancar betalainleri ekstraktı ilaveli kefir örneklerinin tatlılıkları 2,80 ila 3,70 arasında puanlandırılmıştır. En düşük puanı alan örnek M2 olmuştur. Ayrıca laktozsuz örneklerin tümünün aynı puanı (3,70) alarak laktozlu örneklerden daha yüksek puan aldığı görülmüştür. Örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı ilaveli kefir örneklerinin genel beğenilirlikleri 2,80 ila 4,20 arasında puanlandırılmıştır. Örnekler arasında genel beğeni istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). P3 en beğenilen örnek olurken, M1 en az beğenilen örnek olmuştur. KBE ilavesinin kefirin tadını olumlu yönde etkilediği tespit

edilmiştir. Aynı zamanda laktozsuz sütün tadının laktozlu süte oranla daha tadlı olmasının duyuşal özellikleri iyileştirdiği tahmin edilmektedir.

Güzel-Seydim ve arkadaşları (2000), kefirde yüksek alkol içeriğinin maya ile ilişkili bir tada sahip olduğuna dikkat çekmiş ve ayrıca kefirin hafif mayalı bir tada sahip olması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca Wang ve arkadaşları (2021), yüksek asetaldehit içeriğinin kefirin aromasını da olumsuz etkileyebileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca yapılan literatür araştırmasında fermantasyon sırasında kefirde oluşun karbondioksit, asetaldehit, asetoin, laktik asit ve az miktarda etanol de kefirin aromasının gelişmesine katkıda bulunabileceği tespit edilmiştir (Güzel-Seydim, Gökırmaklı ve Greene, 2021).



Tablo 25. Kefir örneklerinin duyuusal analiz sonuçları

	Aroma	Renk	Koku	Akışkanlık	Homojen görünüm	Olağandışı koku	Olağandışı tat	Burukluk	Ekşilik	Tatlılık	Genel beğeni
<b>M</b>	3,30±0,82 <sup>abc</sup>	4,20±1,23 <sup>ab</sup>	3,60±1,43 <sup>b</sup>	4,20±0,79 <sup>ab</sup>	4,70±0,95 <sup>a</sup>	1,40±1,26 <sup>a</sup>	1,80±1,40 <sup>a</sup>	2,10±1,45 <sup>a</sup>	3,00±1,33 <sup>a</sup>	3,20±1,32 <sup>a</sup>	3,00±1,25 <sup>bc</sup>
<b>M1</b>	3,00±0,82 <sup>bc</sup>	3,40±0,97 <sup>b</sup>	4,50±0,85 <sup>b</sup>	3,80±0,79 <sup>b</sup>	4,80±0,63 <sup>a</sup>	1,40±0,84 <sup>a</sup>	2,60±1,78 <sup>a</sup>	2,90±1,37 <sup>a</sup>	2,60±1,26 <sup>a</sup>	2,90±0,88 <sup>a</sup>	2,80±0,79 <sup>c</sup>
<b>M2</b>	2,60±0,70 <sup>c</sup>	4,20±0,42 <sup>ab</sup>	4,60±0,52 <sup>b</sup>	4,00±0,82 <sup>ab</sup>	4,80±0,63 <sup>a</sup>	1,60±1,35 <sup>a</sup>	2,10±1,45 <sup>a</sup>	2,80±1,48 <sup>a</sup>	2,40±1,26 <sup>a</sup>	2,80±1,55 <sup>a</sup>	3,00±1,15 <sup>bc</sup>
<b>M3</b>	3,30±0,95 <sup>abc</sup>	4,10±0,99 <sup>ab</sup>	4,80±0,42 <sup>b</sup>	3,90±0,99 <sup>b</sup>	4,80±0,42 <sup>a</sup>	1,40±1,26 <sup>a</sup>	2,40±1,65 <sup>a</sup>	3,60±1,51 <sup>a</sup>	3,00±1,49 <sup>a</sup>	3,40±1,17 <sup>a</sup>	3,20±1,32 <sup>abc</sup>
<b>P</b>	4,20±0,79 <sup>a</sup>	4,20±1,23 <sup>ab</sup>	4,30±1,06 <sup>ab</sup>	4,50±0,53 <sup>ab</sup>	5,00±0,00 <sup>a</sup>	2,00±1,63 <sup>a</sup>	1,30±0,95 <sup>a</sup>	2,90±1,60 <sup>a</sup>	3,40±1,58 <sup>a</sup>	3,70±1,34 <sup>a</sup>	3,80±0,92 <sup>abc</sup>
<b>P1</b>	4,00±1,05 <sup>a</sup>	4,00±0,94 <sup>ab</sup>	4,70±0,48 <sup>b</sup>	4,20±0,79 <sup>ab</sup>	5,00±0,00 <sup>a</sup>	1,20±0,63 <sup>a</sup>	1,60±1,26 <sup>a</sup>	2,60±1,43 <sup>a</sup>	3,20±1,40 <sup>a</sup>	3,70±1,16 <sup>a</sup>	3,80±0,92 <sup>abc</sup>
<b>P2</b>	3,80±1,03 <sup>ab</sup>	4,50±0,71 <sup>b</sup>	4,70±0,67 <sup>b</sup>	4,40±0,70 <sup>ab</sup>	4,90±0,32 <sup>a</sup>	1,20±0,63 <sup>a</sup>	2,00±1,49 <sup>a</sup>	2,90±1,73 <sup>a</sup>	3,60±1,43 <sup>a</sup>	3,70±1,34 <sup>a</sup>	4,00±0,94 <sup>ab</sup>
<b>P3</b>	4,00±1,05 <sup>a</sup>	4,30±0,95 <sup>ab</sup>	4,80±0,42 <sup>b</sup>	4,70±0,48 <sup>a</sup>	4,80±0,63 <sup>a</sup>	1,50±1,08 <sup>a</sup>	1,60±1,35 <sup>a</sup>	3,20±1,81 <sup>a</sup>	3,30±1,64 <sup>a</sup>	3,70±1,57 <sup>a</sup>	4,20±1,03 <sup>a</sup>

M: 0 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M1: 10 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M2: 20 ppm KBE içeren laktozlu kefir, M3: 30 ppm KBE içeren laktozlu kefir örneklerini temsil etmektedir. P: 0 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P1: 10 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P2: 20 ppm KBE içeren laktozsuz kefir, P3: 30 ppm KBE içeren laktozsuz kefir örneklerini temsil etmektedir. Tabloda yer alan değerler 10 tekrarlı verilerin ortalama±standart sapma değerlerini göstermektedir. Farklı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Aynı harflerle simgelenen örnekler arasında ise istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). KBE: Kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı

## 4. BÖLÜM

### SONUÇ ve ÖNERİLER

#### 4.1.Sonuç ve Öneriler

Bu tez çalışmasında kurutulmuş elde edilen kırmızı pancar tozundan betalain ekstraksiyonu gerçekleştirilerek biyoaktif özellikleri incelenmiştir. Elde edilen ekstraktın; toplam betalain ve fenolik madde miktarı sırasıyla 803,886±1,64 mg/100g ve 959,31±6,40 mg GAE/100 g kırmızı pancar tozu olarak tespit edilmiştir. Ayrıca DPPH ve ABTS antioksidan kapasiteleri ise sırasıyla 4744,71±0,57 ve 2920,07±34,96 mg TE/100g kırmızı pancar tozu olarak tespit edilmiştir.

Kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktına gerekli hesaplamalar yapılarak laktozlu ve laktozsuz olmak üzere 2 farklı süte 3 farklı oranda (10, 20 ve 30 ppm) ekstrakt katılarak kefir üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen kefir örnekleri buzdolabı koşullarında 21 gün süreyle depo edilerek fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri tespit edilmiştir. Ayrıca örneklerin duyusal analizi de gerçekleştirilmiştir.

Kefir örneklerinin fiziksel analizleri incelendiğinde, pH değerinin 4,40 ile 4,58, titrasyon asitliğinin %0,831-0,979, kuru madde değerlerinin %8,414-9,768, su tutma kapasitesinin %26,13-33,05 ve viskozite 101,85-483,4 cP arasında olduğu belirlenmiştir. Kimyasal analiz sonuçlarının ise toplam fenolik madde miktarının 0,491-1,921 mg GAE/100 g kefir, DPPH ve ABTS antioksidan kapasite sonuçlarının sırasıyla 0,763-2,219 ve 1,262-3,017 mg TE/100g kefir arasında olduğu belirlenmiştir. Mikrobiyolojik sonuçlar incelendiğinde, *Lactobacillus* sayısı ve *Lactococcus* sayısı sırasıyla 6,39-9,57 ve 7,72-11,09 log kob/g kefir arasında değiştiği tespit edilmiştir. Ayrıca toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı 6,46-10,62 log kob/g kefir ve maya sayısının 8,37-10,46 log kob/g kefir arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Kefir örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri formülasyondaki kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktının düzeyine göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktındaki düşük karbonhidrat, toplam katı ve farklı protein yapısı fermantasyon sürecini değiştirmiş ve Kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktının kefir formülasyonunda kullanılması serum ayrılmasını arttırmış ve kefirin viskozitesini düşürmüştür. Kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı içeren kefir örneklerinin antioksidan aktiviteleri ve duyuşal değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca en beğenilen örnek laktozsuz sütte üretilmiş olan en fazla kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı içeren P3 örneği olmuştur. Sonuç olarak kırmızı pancar betalainlerinin ekstraktı, besleyici ve sağlığı yararları daha yüksek olan alternatif bitki bazlı fermente süt ürünü olmayan içecekler için de bir kaynak olarak düşünülebilir. Ayrıca doğal renklendirici olarak gıdalara ilave edilmesinde uygun bir alternatiftir.

## KAYNAKLAR

1. A. Kurt, 2012. “*Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi*”, Erzurum Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, s.254.
2. Aghatabay, N. M., 2005. “*Keyf-i Kefir*”, **Kimya Teknolojileri**, **58**, 64–65.
3. Akan, S., Horzum, Ö., Tuna Güneş, N., 2019. “*Fonksiyonel Gıda Kaynağı ‘Kırmızı Pancar’*”, Proceedings Book of 5th International Eurasian Congress on Natural Nutrition, Healthy Life & Sport, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 02-06 Ekim 2019, Ankara.
4. Akbulut Ataman, F., 2020. “*Laktozlu ve laktozsuz süttten kefir danesi ilavesiyle üretilen kefiirlere çilek püresi katılarak fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuusal özelliklerinin araştırılması*”, Sakarya Üniversitesi, Yüksek lisans tezi.
5. Alirezalu, K., Pateiro, M., Yaghoubi, M., Alirezalu, A., Peighambardoust, S. H., Lorenzo, J. M., 2020. “*Phytochemical constituents, advanced extraction technologies and techno-functional properties of selected Mediterranean plants for use in meat products. A comprehensive review*”, **Trends in Food Science & Technology**, **100**, 292-306.
6. Anton, D., Raudsepp, P., Roasto, M., Meremäe, K., Kuusik, S., Toomik, P., Püssa, T., 2016. “*Comparative study of microbiological, chemical and sensory properties of kefir produced in Estonia, Latvia and Lithuania*”, **Journal of Dairy Research**, **83(1)**, 89-95.
7. Apak, R., 2019. “*Current issues in antioxidant measurement*”, **Journal of agricultural and food chemistry**, **67(33)**, 9187-9202.
8. Atalar, I. 2019. “*Functional kefir production from high pressure homogenized hazelnut milk*”, **Lwt**, **107**, 256-263.
9. Barat, A., Ozcan, T., 2018. “*Growth of probiotic bacteria and characteristics of fermented milk containing fruit matrices*”, **International Journal of Dairy Technology**, **71**, 120-129.
10. Bazaria, B., Kumar, P., 2016. “*Effect of whey protein concentrate as drying aid and drying parameters on physicochemical and functional properties of spray dried beetroot juice concentrate*”, **Food bioscience**, **14**, 21-27.

11. Berktas, S., Cam, M., 2020. ‘‘Peppermint leaves hydrodistillation by-products: bioactive properties and incorporation into ice cream formulations’’, **Journal of Food Science and Technology**, **58(11)**, 4282–4293.
12. Buran, İ., Akal, C., Ozturkoglu-Budak, S., Yetisemiyen, A., 2021. ‘‘Rheological, sensorial and volatile profiles of synbiotic kefir produced from cow and goat milk containing varied probiotics in combination with fructooligosaccharide’’, **LWT**, **148**, 111591.
13. Campbell, A.K., Waud, J.P., Matthews, S.B., 2005. ‘‘The molecular basis of lactose intolerance’’ **Science Progress**, **88(3)**, 157-202.
14. Celli, G. B., Brooks, M. S., 2017. ‘‘Impact of extraction and processing conditions on betalains and comparison of properties with anthocyanins-A current review’’ **Food Research International**, **100**, 501–509.
15. Cetinkaya, F., Elal, M. T., 2012. ‘‘Determination of microbiological and chemical characteristics of kefir consumed in Bursa’’, **Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, **59(3)**, 217-221.
16. Chey, W., Sandborn, W., Ritter, A. J., Foyt, H., Azcarate-Peril, M. A., Savaiano, D. A., 2020. ‘‘Galacto-Oligosaccharide RP-G28 Improves Multiple Clinical Outcomes in Lactose-Intolerant Patients’’, **Nutrients**, **12(4)**, 1058.
17. Chhikara, N., Kushwaha, K., Sharma, P., Gat Y., Panghal, A., 2019. ‘‘Bioactive Compounds of Beetroot and Utilization in Food Processing Industry: A Critical Review’’, **Food Chemistry**, **272**, 192-200.
18. Comak Gocer, E. M., Koptagel E., 2023. ‘‘Production of milks and kefir beverages from nuts and certain physicochemical analysis’’, **Food Chemistry**, **15**, 402:134252.
19. Corgneau, M., Scher, J., Ritié-Pertusa, L., Le, D.T.L., Petit, J., Nikolova, Y., Banon, S., Gaiani, C., 2015. ‘‘Recent advances on lactose intolerance: Tolerance thresholds and currently available solutions’’, **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, **57(15)**, 3344-3356.
20. Çam, M., Hışıl, Y., Durmaz, G., 2009. ‘‘Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods’’, **Food Chemistry**, **112(3)**, 721– 726.
21. Çınar, K., 2019. ‘‘Farklı Konsantrasyonlarda Maviyemiş İlavesiyle Üretilen Kefirlerin Depolama Süresince Mikrobiyolojik, Fizikokimyasal Ve İn Vitro Antioksidan

*Kapasitesindeki Değişimin Tespiti*”, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi , Yüksek Lisans Tezi.

22. Çomak Göçer, E. M. , Ergin Zeren, F., Küçükçetin, A., 2023. ‘‘*Comparison of Physicochemical, Microbiological, and Sensorial Characteristics of Fermented Probiotic Drinks Produced from Corn and Cow Milks*’’, **Akademik Gıda**, **21(2)** , 119-131 .

23. Dahi, S., 2020. "Farklı Ekstraksiyon Yöntemleri Kullanarak Kırmızı Pancardan Sıvı Ve Toz Renk Maddesi Elde Edilmesinin Optimizasyonu", Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri.

24. Delgado-Vargas, F., Jiménez, A. R., Paredes-López, O., 2000. ‘‘*Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains—characteristics, biosynthesis, processing, and stability*’’, **Critical reviews in food science and nutrition**, **40(3)**, 173-289.

25. Demirgöl, F., Sağdıç, O., 2018, ‘‘*Fermente Süt Ürünlerinin İnsan Sağlığına Etkisi*’’, **Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi**, **13**, 45-53.

26. Doruk Güdemez, Y., 2007. ‘‘*Light (diyet) süt ve süt ürünleri üzerine bir araştırma*’’, Trakya Üniversitesi, Yüksek lisans tezi.

27. Er, T., 2011. ‘‘*Kırmızı pancarın bazı fiziksel ve fitokimyasal özellikleri üzerine farklı kurutma sıcaklıklarının etkisi*’’, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

28. Erol, H., 2020. ‘‘*Badem sütünden ballı ve muzlu kefir üretimi*’’, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Yüksek lisans tezi.

29. Gengatharan, A., Dykes, G. A., Choo, W. S., 2015. ‘‘*Betalains: Natural plant pigments with potential application in functional foods*’’, **LWT-Food Science and Technology**, **64(2)**, 645-649.

30. Gengatharan, A., Dykes, G.A., Choo, W.S., 2015., ‘‘*Betalains: Natural plant pigments with potential application in functional foods*. **LWT - Food Science and Technology**, **64(2)**, 645-649.

31. Goncu, B., Celikel, A., Guler-Akin, M. B., Serdar Akin, M., 2017. ‘‘*Some properties of kefir enriched with apple and lemon fiber*’’, **Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka**, **67(3)**, 208-216.

32. Gökhan, H., ‘‘*Kırmızı Pancar Yetiştiriciliği*’’, <http://ziraatkutuphanesi.com/kirmizi-pancar-yetistiriciligi.html> (erişim tarihi: Temmuz 2023).

33. Gözde, O. K. C. U., Altuntaş, E. G., Ayhan, K. 2011. ‘‘Laktik asit fermentasyonunda fenolik bileşikler ve önemi’’, **Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi**, **1(1)**, 51-64.
34. Grønnevik, H., Falstad, M., Narvhus, J. A., 2011. ‘‘Microbiological and chemical properties of Norwegian kefir during storage’’, **International Dairy Journal**, **21(9)**, 601-606.
35. Guzel-Seydim, Z. B., Gökırmaklı, Ç., Greene, A. K., 2021. ‘‘A comparison of milk kefir and water kefir: Physical, chemical, microbiological and functional properties’’ **Trends in Food Science & Technology**, **113**, 42–53.
36. Guzel-Seydim, Z. B., Kok-Tas, T., Greene, A. K., Seydim, A. C., 2011. ‘‘Functional properties of Kefir’’, **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, **51(3)**, 261–268.
37. Güngör Ö., 2007. ‘‘Meyve suyu ilaveli kefirin depolama süresince özelliklerinin belirlenmesi’’, Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
38. Güzel-Seydim, Z. B., Seydim, A. C., Greene, A. K., Bodine, A. B., 2000. ‘‘Determination of Organic Acids and Volatile Flavor Substances in Kefir during Fermentation’’, **Journal of Food Composition and Analysis**, **13(1)**, 35–43.
39. Harrigan, W. F., 1998. ‘‘Laboratory Methods in Food Microbiology’’, San Diego Academic Press, USA , 532.
40. Hermansson, A. M., 1985. ‘‘Water-and fat holdingT’’, In **Functional Properties of Food Macromolecules**, Editörler, J. R. Mitchell ve D. A. Ledward, Elsevier Appl. Sci. Publ, London ve New York, p. 273.
41. Ilıkkın, Ö. K., Bağdat, E. Ş. 2021. ‘‘Comparison of bacterial and fungal biodiversity of Turkish kefir grains with high-throughput metagenomic analysis ‘’, **LWT**, **152**, 112375.
42. Ilıkkın, Ö. K., ve Bağdat, E. Ş., 2021. "Comparison of bacterial and fungal biodiversity of Turkish kefir grains with high-throughput metagenomic analysis." **LWT**, **152**, 112375.
43. Irigoyen, A., Arana, I., Castiella, M., Torre, P. and Ibanez, F. C., 2005. ‘‘Microbiological, physicochemical, and sensory characteristics of kefir during storage’’, **Food Chemistry**, **90(4)**, 613-620.

44. Jurić, S., Jurić, M., Król-Kilińska, Ż., Vlahoviček-Kahlina, K., Vinceković, M., Dragović-Uzelac, V., Donsì, F., 2022. “*Sources, stability, encapsulation and application of natural pigments in foods*”, **Food Reviews International**, **38(8)**, 1735-1790.
45. Kabakçı, S. A., 2019. “*Antosiyainlerce zengin meyve ve sebze suyu eklenmiş kefirlerin kalite özelliklerinin belirlenmesi ve kefir kültürü ile siyah havuç suyundan fermente içecek üretimi*”, Ankara Üniversitesi, Doktora tezi.
46. Kanner, J., Harel, S., Granit, R., 2001. “*Betalains a new class of dietary cationized antioxidants*” **Journal of Agricultural and Food chemistry**, **49(11)**, 5178-5185.
47. Karabiyikli, Ş., Daştan, S., 2016. “*Microbiologic profile of kefir which is a traditional and functional food*”, **Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, **33(1)**, 75-83.
48. Kazou, M., Grafakou, A., Tsakalidou, E., Georgalaki, M., 2021. “*Zooming into the microbiota of home-made and industrial kefir produced in Greece using classical microbiological and amplicon-based metagenomics analyses*”, **Frontiers in microbiology**, **12**, 621069.
49. Kesmen, Z., Kacmaz, N., 2011. “*Determination of lactic microflora of kefir grains and kefir beverage by using culture-dependent and culture-independent methods*”, **Journal of food science**, **76(5)**, M276-M283.
50. Kezer, G., 2013. “*İnek ve keçi sütü karışımından yapılan kefirlerin fizikokimyasal, mikrobiyal ve duyuşsal özellikleri üzerine yağ ikame maddelerinin etkisi*”, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
51. Kneifel, W., Seiler, A., 1993. “*Water-holding properties of milk protein products-A review*”, **Food Structure**, **12(3)**, 3.
52. Kurt, A., Çakmakçı, S. ve Çağlar, A., 2003. “*Süt ve mamülleri muayene ve analiz metotları rehberi*”, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak., Ofset Tes., Erzurum.
53. Kushwaha, R., Kumar, V., Vyas, G., & Kaur, J., 2017. “*Optimization of different variable for eco-friendly extraction of betalains and phytochemicals from beetroot pomace*” **Waste and Biomass Valorization**, **9**, 1485–1494.
54. Laland, K.N., Odling-Smee, J., Myles, S., 2010. “*How culture shaped the human genome: bringing genetics and the human sciences together*”, **Nature Reviews | Genetics**, **11**, 137- 148.

55. Leite, A. M. O., Miguel, M. A. L., Peixoto, R. S., Ruas-Madiedo, P., Paschoalin, V. M. F., Mayo, B., Delgado, S., 2015. ‘‘Probiotic potential of selected lactic acid bacteria strains isolated from Brazilian kefir grains’’, **Journal of Dairy Science**, **98(6)**, 3622–3632.
56. Lu, W., Shi, Y., Wang, R., Su, D., Tang, M., Liu, Y., Li, Z., 2021. ‘‘Antioxidant activity and healthy benefits of natural pigments in fruits: A review’’, **International journal of molecular sciences**, **22(9)**, 4945.
57. Maleki, N., Khodaiyan, F., Mousavi, S. M., 2015. ‘‘Antioxidant activity of fermented Hazelnut milk’’, **Food Science and Biotechnology**, **24**, 107-115.
58. Malik, M., Bora, J., Sharma, V., 2019. ‘‘Growth studies of potentially probiotic lactic acid bacteria (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, and *Lactobacillus casei*) in carrot and beetroot juice substrates’’, **Journal of Food Processing and Preservation**, **43(11)**, e14214.
59. Mao, R., Tang, J., Swanson, B. G., 2001. ‘‘Water holding capacity and microstructure of gellan gels’’, **Carbohydrate polymers**, **46(4)**, 365-371.
60. Maran, J. P., Priya, B., Nivetha, C. V., 2015. ‘‘Optimization of ultrasound-assisted extraction of natural pigments from *Bougainvillea glabra* flowers’’, **Industrial Crops and Products**, **63**, 182–189.
61. Martins, E. M. F., Ramos, A. M., Vanzela, E. S. L., Stringheta, P. C., de Oliveira Pinto, C. L., Martins, J. M., 2013. ‘‘Products of vegetable origin: A new alternative for the consumption of probiotic bacteria’’, **Food Research International**, **51(2)**, 764-770.
62. McCue, P. P., Shetty, K., 2005. ‘‘Phenolic antioxidant mobilization during yogurt production from soymilk using Kefir cultures’’, **Process Biochemistry**, **40(5)**, 1791-1797.
63. Méndez-Lagunas, L., Rodríguez-Ramírez, J., Cruz-Gracida, M., Sandoval-Torres, S., Barriada-Bernal, G., 2017. ‘‘Convective drying kinetics of strawberry (*Fragaria ananassa*): Effects on antioxidant activity, anthocyanins and total phenolic content’’, **Food Chemistry**, **230**, 174–181.
64. Metin, M., 2017. ‘‘Süt Teknolojisi’’, Ege Üniversitesi Basımevi, 802/pp.
65. Montemurro, M., Pontonio, E., Coda, R., Rizzello, C. G., 2021. ‘‘Plant-based alternatives to yogurt: State-of-the-art and perspectives of new biotechnological challenges’’, **Foods**, **10(2)**, 316.

66. Moon, J. K., Shibamoto, T., 2009. “*Antioxidant assays for plant and food components*”, **Journal of agricultural and food chemistry**, **57(5)**, 1655-1666.
67. Neelwarne, B., 2013. “*Red Beet Biotechnology: Food and Pharmaceutical Applications*”, Springer Science&Business Media, New York, **16**, 409-426.
68. Ok Düker, G., 2017. “*Beta Vulgaris L. (Kırmızı Pancar) ve Turşularında pH Değişimleri, Antioksidan ve Sitotoksik Aktiviteleri İle Fenolik Bileşenlerinin İncelenmesi*”, Eskişehir Anadolu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
69. Ozdemir, T., ve Ozcan, T., 2020. “*Effect of steviol glycosides as sugar substitute on the probiotic fermentation in milk gels enriched with red beetroot (Beta vulgaris L.) bioactive compounds*”, **Lwt**, **134**, 109851.
70. Özcan, K., Ersus Bilek, S., 2018. “*Kırmızı Pancardan Renk Maddesi Üretimi ve Stabilitesinin Sağlanması*” **Akademik Gıda**, 16(4), 439-449.
71. Özcan, M., Akgül, A., 1995. “*Gıdalar için doğal renk maddeleri*”, **Gıda**, **20**, 209-213.
72. Özden, Ali, 2008. “*Diğer Fermente Süt Ürünleri (Biyoyoğurt-Probiyotik Yoğurt)*”, **Güncel Gastroenteroloji**, **12/3**, 169-181.
73. Paredes, J. L., Escudero-Gilete, M. L., Vicario, I. M., 2022. “*A new functional kefir fermented beverage obtained from fruit and vegetable juice: Development and characterization*”, **LWT**, **154**, 112728.
74. Penna, A. L. B., Sivieri, K., Oliveira, M. N. D., 2001. “*Relation between quality and rheological properties of lactic beverages*”, **Journal of Food Engineering**, **49(1)**, 7-13.
75. Puerari, C., Magalhães-Guedes, K. T., Schwan, R. F., 2015. “*Physicochemical and microbiological characterization of chicha, a rice-based fermented beverage produced by Umutina Brazilian Amerindians*”, **Food Microbiology**, **46**, 210-217.
76. Ramirez-Melo, L. M., del Socorro Cruz-Cansino, N., Delgado-Olivares, L., Ramirez-Moreno, E., Zafra-Rojas, Q. Y., Hernandez-Traspena, J. L., Suarez-Jacobo, A., 2022. “*Optimization of antioxidant activity properties of a thermosonicated beetroot (Beta vulgaris L.) juice and further in vitro bioaccessibility comparison with thermal treatments*”, **LWT**, **154**, 112780.
77. Randazzo, W., Corona, O., Guarcello, R., Francesca, N., Germanà, M. A., Erten, H., Settanni, L., 2016. “*Development of new non-dairy beverages from Mediterranean*

- fruit juices fermented with water kefir microorganisms*” **Food Microbiology**, **54**, 40–51.
78. Rattray, F. P., O’Connell, M. J., 2011. “*Fermented Milks | Kefir*” **Encyclopedia of Dairy Sciences**, 518–524.
79. Ravichandran, K., Saw, N. M. M. T., Mohdaly, A. A. A., Gabr, A. M. M., Kastell, A., Riedel, H., Smetanska, I., 2013. “*Impact of processing of red beet on betalain content and antioxidant activity*”, **Food Research International**, **50(2)**, 670–675.
80. Remeuf, F., Mohammed, S., Sodini, I., Tisser, J., P., 2003. “*Preliminary observations on the effects of milk for tification and heating on micro structure and physical properties of stirred yoghurt*”, **International Dairy Journal**, **13**, 773- 782.
81. Sakandar, H. A., Zhang, H., 2021. “*Trends in Probiotic(s)-Fermented milks and their in vivo functionality: A review*”, **Trends in Food Science & Technology**, 110, 55-65.
82. Satir, G., 2022. “*The effects of fermentation with water kefir grains on two varieties of tigernut (Cyperus esculentus L.) milk*”, **LWT**, **171**, 114164.
83. Sawicki, T., Baczek, N., Wiczowski, W., 2016. “*Betalain profile, content and antioxidant capacity of red beetroot dependent on the genotype and root part*” **Journal of Functional Foods**, **27**, 249–261.
84. Sharma, K. D., Karki, S., Thakur, N. S., Attri, S., 2012. “*Chemical composition, functional properties and processing of carrot—a review*”, **Journal of food science and technology**, **49(1)**, 22-32.
85. Shu, G., Shi, X., Chen, H., Ji, Z., Meng, J. 2017. “*Optimization of goat milk with ACE inhibitory peptides fermented by lactobacillus bulgaricus LB6 using response surface methodology*”, **Molecules**, **22(11)**, 2001.
86. Silanikove, N., Leitner, G., Merin, U., 2015. “*The Interrelationships between Lactose Intolerance and the Modern Dairy Industry: Global Perspectives in Evolutional and Historical Backgrounds*”, **Nutrients**, **7(9)**, 7312–7331.
87. Silva, C. F. G. D., Santos, F. L., Santana, L. R. R. D., Silva, M. V. L. and Conceicao, T. D. A., 2018. “*Development and characterization of a soymilk Kefir-based functional beverage*”, **Food Science and Technology**, **38(3)**, 543-550.
88. Singh, Pranav K., Nagendra, P. Shah, 2017. “*Yogurt in Health and Disease Prevention: Other Fermented Dairy Product*”, Chapter 5, 87–106.

89. Speck, M., L., 1984. “*Compendium of Methods For The Microbiological Examination of Foods*”, American Public Health Association, Washington, 1984.
90. Srivastava, P., Prasad, S. G. M., Ali, M. N., Prasad, M. 2015. “*Analysis of antioxidant activity of herbal yoghurt prepared from different milk*”, **The Pharma innovation**, **4(3, Part A)**, 18.
91. Stintzing, F.C., Carle, R., 2007. “*Betalains-emerging prospects for food scientists*” **Trends in Food Science & Technology**, **18(10)**, 514-525.
92. Trishitman, D., Negi, P. S., Rastogi, N. K., 2021. “*Concentration of beetroot juice colorant (betalains) by forward osmosis and its comparison with thermal processing*”, **LWT**, **145**, 111522.
93. Turek, K., Wszolek, M., 2021. “*Comparative study of walnut and Camelina sativa oil as a functional components for the unsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid enrichment of kefir*”, **LWT**, **147**, 111681.
94. Türk Gıda Kodeksi, 2009. “*Fermente Süt Ürünleri Tebliği*”, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Tebliğ No: 2009/25.
95. Ugidos-Rodriguez, S., Matallana-Gonzalez, M.C., Sanchez-Mata, M.C., 2018. “*Lactose malabsorption and intolerance: a review*”, **Food & Function**, **9(8)**, 4056-4068.
96. Uruc, K., Tekin, A., Sahingil, D., Hayaloglu, A. A., 2022. “*An alternative plant-based fermented milk with kefir culture using apricot (Prunus armeniaca L.) seed extract: Changes in texture, volatiles and bioactivity during storage*”, **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, **82**, 103189.
97. Uslu, G. (2010). “*Ankara piyasasında satılan kefirlerin mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerine bir araştırma*”, Ankara Üniversitesi, Yüksek lisans tezi.
98. Vimercati, W. C., da Silva Araújo, C., Macedo, L. L., Fonseca, H. C., Guimarães, J. S., de Abreu, L. R., Pinto, S. M., 2020. “*Physicochemical, rheological, microbiological and sensory properties of newly developed coffee flavored kefir*”, **LWT-Food Science and Technology**, **123**, 109069.
99. Vinson, J. A., Su, X., Zubik, L., & Bose, P., 2001. “*Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits*”, **Journal of agricultural and food chemistry**, **49(11)**, 5315-5321.

100. Wang, H., Sun, X., Song, X., Guo, M., 2021. "Effects of kefir grains from different origins on proteolysis and volatile profile of goat milk kefir" **Food Chemistry**, **339**, 128099.
101. Witthuhn, R. C., Schoeman, T., Britz, T. J., 2004. "Isolation and characterization of the microbial population of different South African kefir grains", **International Journal of Dairy Technology**, **57(1)**, 33-37.
102. Wruss, J., Waldenberger, G., Huemer, S., Uygun, P., Lanzerstorfer, P., Müller, U., Weghuber, J., 2015. "Compositional characteristics of commercial beetroot products and beetroot juice prepared from seven beetroot varieties grown in Upper Austria", **Journal of Food Composition and Analysis**, **42**, 46-55.
103. Wszolek, M., Tamime, A. Y., Muir, D. D., Barclay, M. N. I., 2001. "Properties of kefir made in Scotland and Poland using bovine, caprine and ovine milk with different starter cultures", **LWT-Food Science and Technology**, **34(4)**, 251-261.
104. Wu, Z., Gong, Z., Feng, C., Guo, A., 2000. "An emergent mechanism of selective visual attention in *Drosophila*", **Biological cybernetics**, **82**, 61-68.
105. Xu, D. P., Li, Y., Meng, X., Zhou, T., Zhou, Y., Zheng, J., Li, H. B., 2017. "Natural antioxidants in foods and medicinal plants: Extraction, assessment and resources", **International journal of molecular sciences**, **18(1)**, 96.
106. Yang, W., Kaimainen, M., Järvenpää, E., Sandell, M., Huopalahti, R., Yang, B., Laaksonen, O., 2021. "Red beet (*Beta vulgaris*) betalains and grape (*Vitis vinifera*) anthocyanins as colorants in white currant juice—Effect of storage on degradation kinetics, color stability and sensory properties" **Food Chemistry**, **348**, 128995.
107. Yildiz, E., Ozcan, T., 2019. "Functional and textural properties of vegetable-fibre enriched yoghurt", **International Journal of Dairy Technology**, **72(2)**, 199-207.
108. Yilmaz, L., Ozcan Yilsay, T., Akpınar Bayazit, A., 2006. "The sensory characteristics of berry-flavoured kefir", **Czech journal of food sciences**, **24(1)**, 26.
109. Žitňanová, I., Ranostajová, S., Sobotová, H., Demelová, D., Pecháň, I., Ďuračková, Z., 2006. "Antioxidative activity of selected fruits and vegetable", **Biologia**, **61(3)**, 279-284.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

---

**Adı, Soyadı** Şükriye Hilal IŞIKTAŞ  
**e-mail**

---

### EĞİTİM

---

<b>Derece</b>	<b>Kurum</b>	<b>Mezuniyet Tarihi</b>
<b>Yüksek Lisans</b>	Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri	2020- Devam ediyor
<b>Lisans</b>	Erciyes Üniversitesi Gıda Mühendisliği, Kayseri	2019
<b>Lise</b>	Türk Telekom Anadolu Lisesi, Yozgat	2014

---

**YABANCI DİL** İngilizce

---

### YAYINLAR

---

BÜKER, Ş., H., ÇAM M., 2023. ‘*Laktozlu ve Laktozsuz Sütten, Kırmızı Pancar Betalainlerinin İlavesiyle Üretilen Kefir İçeceğinin Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özelliklerinin Araştırılması*’, **4th International Black Sea Modern Scientific Research Congress, 23, 778.**

---