



T.C.

ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**FARKLI FERMANTASYON TEKNİKLERİNİN ARONYA, NAR VE KIRMIZI
PANCAR SUYU KULLANILARAK ÜRETİLEN SU KEFİRİ ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

Yüksek Lisans

Ebrar ÖZKAN

**Danışman
Doç. Dr. Manolya Eser ÖNER**

**ALANYA
2026**

T.C.
ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**FARKLI FERMANTASYON TEKNİKLERİNİN ARONYA, NAR VE KIRMIZI
PANCAR SUYU KULLANILARAK ÜRETİLEN SU KEFİRİ ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

Yüksek Lisans Tezi

Ebrar ÖZKAN

Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Program Adı: Gıda Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı

Danışman

Doç. Dr. Manolya Eser ÖNER

Bu tez çalışması BAP Komisyonunca kabul edilen 2025-02-09-LTP01 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

ALANYA
(2026)

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilemeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Ebrar ÖZKAN

TEŞEKKÜRLER

Tez konumun seçiminde, uygulanmasında, çalışmam boyunca tecrübelerini cömertçe paylaşan yardım ve bilgilerini eksik etmeyen, fikirleriyle yoluma ışık tutan, sabır, anlayış ve destekleri için danışman hocam Doç. Dr. Manolya Eser ÖNER'e akademik yolculuğuma katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde emeği geçen tüm hocalarıma, her zaman bir telefon uzağımda olup her kararında beni destekleyen, rol model aldığım ve öğrencileri olduğum için kendimi hep çok şanslı hissettiğim İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü hocalarına teşekkür ederim.

Yüksek lisans sürecim boyunca gösterdikleri sabır, anlayış, her kararında daha iyisini yapabilmem için beni destekleyen, eğitimim için bir süreliğine Alanya'ya taşınan, benimle her zaman gurur duyan, sevgi ve fedakarlıklarını esirgemeyen, ayaklarımın üstünde durmamı sağlayan, hayatımın her evresinde yol gösteren sevgili aileme teşekkür ederim.

Uzakları yakın eden, stresime ortak olan, her zaman beni dinleyen, bir telefon uzağımda olan dostlarıma bu süreçte gösterdikleri sabır ve anlayış için teşekkür ederim.

Hayallerinin peşinden yılmadan, zorluklar karşısında zaman zaman yorulsa da pes etmeden, kendine güzel bir gelecek inşa etmek için sabırla çalışan kendime teşekkür ederim.

ÖZET

FARKLI FERMANTASYON TEKNİKLERİNİN ARONYA, NAR VE PANCAR SUYU KULLANILARAK ÜRETİLEN SU KEFİRİ ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Ebrar ÖZKAN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,

Mart, 2026 (49 Sayfa)

Tüketicilerin sağlıklı beslenme alışkanlıkları ile şekerli ve koruyucu içermeyen doğal meyve suyu kullanılarak üretilen ürünlere talebi artmaktadır. Bu durum gıda firmalarını sağlıklı ve tüketime hazır besin kaynaklarını ambalajlı ve uygun fiyatlı üretmeye yöneltmiştir. Bitkisel kaynaklı prebiyotik gazlı bir içecek olan su kefir vegan ya da süt ve süt ürünlerine karşı alerjisi olan tüketiciler için sağlıklı bir opsiyondur. Bu tez çalışmada iki farklı fermantasyon yöntemi SK1 (su kefir danesi) ve SK2 (su kefir inokulumu) ile fenolik bileşikler bakımından zengin tarım ürünlerinden aronya (A), nar (N) ve kırmızı pancar (P) kullanılarak su kefir üretilmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde (TFM) miktarı aronya kullanıldığında $29,16 \pm 1,09$ ve $37,61 \pm 1,91$ mg GAE/100 mL, nar kullanıldığında $21,29 \pm 0,36$ ve $26,14 \pm 1,28$, kırmızı pancar kullanıldığında ise $12,25 \pm 0,37$ ve $13,52 \pm 0,89$ mg GAE/100 mL aralığında belirlenmiştir. Fermantasyon yöntemleri kıyaslandığında, su kefir inokulumu kullanılarak üretilen örneklerin toplam fenolik madde (TFM), toplam flavonoid (TF) ve antioksidan (AOK) bakımından su kefir danesi ile üretilen örneklere göre daha yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Araştırılan tarım ürünleri arasında en yüksek fenolik bileşiğe aronya meyvesi sahip olup, üretilen su kefir örneklerinden A-SK1 ve A-SK2'nin biyoerişilebilirlikleri sırasıyla TFM için $54,29 \pm 3,35$ ve $52,54 \pm 2,21\%$, TF için $31,02 \pm 0,86$ ve $36,00 \pm 0,57\%$, AOK için $41,95 \pm 4,92$ ve $40,28 \pm 0,78\%$ (CUPRAC) ve $71,73 \pm 2,65$ ve $64,19 \pm 5,11\%$ (DPPH) olarak tespit edilmiştir. Su kefir örneklerinin yüksek biyoaktif bileşikler ve biyoerişilebilirlik özelliğinin yanı sıra duyuusal yönden de beğeni alması alternatif içecek olma potansiyelini ortaya koymuştur.

Anahtar Sözcükler: Su kefir, Aronya, Fenolik bileşikler, Antioksidanlar, Biyoerişilebilirlik, Duyusal özellik.

ABSTRACT

EFFECT OF DIFFERENT FERMENTATION TECHNIQUES ON THE PROPERTIES OF WATER KEFIR PRODUCED USING ARONIA, POMEGRANATE AND RED BEET JUICE

Ebrar ÖZKAN

Department of Food Engineering

Graduate School of Alanya Alaaddin Keykubat University,

March, 2026

Consumers' healthy eating habits have increased the demand for products produced using natural fruit juices that are sugar-free and preservative-free. This has led food companies to produce affordable and packaged healthy and ready to eat/drink sources. Water kefir, which is a plant-based prebiotic carbonated drink, is a healthy option for consumers with vegan diets or allergies to milk and dairy products. In this thesis, two different fermentation methods SK1 (water kefir grain) and SK2 (water kefir inoculum) were used in water kefir production with agricultural products rich in phenolic compounds aronia (A), pomegranate (N) and red beet (P). The total phenolic compound (TFM) content in samples was 29.16 ± 1.09 and 37.61 ± 1.91 mg GAE/100 mL when aronia was used, 21.29 ± 0.36 and 26.14 ± 1.28 mg GAE/100 mL when pomegranate was used, and 12.25 ± 0.37 and 13.52 ± 0.89 mg GAE/100 mL when red beet was used. When fermentation methods were compared, water kefir produced using inoculum was found to have higher values for total phenolic content (TFM), total flavonoids (TF), and antioxidants (AOK) compared to that produced using kefir grains. Throughout these agricultural products, aronia had the highest phenolic compounds and the bioaccessibility of water kefir samples A-SK1 and A-SK2 was varying between 54.29 ± 3.35 and $52.54 \pm 2.21\%$ for TFC, 31.02 ± 0.86 and $36.00 \pm 0.57\%$ for TF, 41.95 ± 4.92 and 40.28 ± 0.78 (CUPRAC), and 71.73 ± 2.65 and $64.19 \pm 5.11\%$ (DPPH) for AOK, respectively. Besides the highest bioactive compounds and bioaccessibility of water kefir samples, acceptability in sensory evaluation reveals the potential as alternative beverage.

Keywords: Water kefir, Aronia, Phenolic compounds, Antioxidants, Bioaccessibility, Sensory property.

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK SAYFASI	
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	ii
TEŞEKKÜR SAYFASI.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER SAYFASI	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ.....	x
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR	3
2.1. Aronya Meyvesi	3
2.2. Aronya Meyvesinden Üretilen Ürünlerin Kalite Özellikleri	4
2.3. Nar Meyvesi	6
2.4. Nar Meyvesinden Üretilen Ürünlerin Kalite Özellikleri	8
2.5. Kırmızı Pancar	10
2.6. Kırmızı Pancardan Üretilen Ürünlerin Kalite Özellikleri	11
2.7. Su Kefiri	14
2.8. Meyve ve Sebze Kullanılarak Üretilen Su Kefiri Ürünlerinin ve Kalite Özellikleri	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM	19
3.1. Materyal	19
3.2. Su Kefiri Üretimi	19
3.3. pH, Briks ve Renk Analizi	20
3.4. Spektrofotometrik Analizler	21
3.5. <i>In Vitro</i> Gastrointestinal Sindirim Analizi	22
3.6. Duyusal Analiz	22
3.7. İstatistiksel Analiz	23
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	24
4.1. Su Kefiri Örneklerinde pH ve Briks Değişimi.....	24

4.2. Su Kefiri Örneklerinde Renk Değişimi	25
4.3. Su Kefiri Örneklerinde Toplam Fenolik Madde (TFM) Miktarı Değişimi	27
4.4. Su Kefiri Örneklerinin Antioksidan Kapasitesi (AOK) Değişimi	28
4.5. Su Kefiri Örneklerinde Toplam Flavonoid (TF) Miktarı Değişimi.....	31
4.6. Aronya Kullanılarak Üretilen Su Kefiri Örneklerinde Biyoerişilebilirlik	32
4.7. Aronya Kullanılarak Üretilen Su Kefiri Örneklerinin Duyusal Özellikleri.....	35
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	38
6. KAYNAKLAR.....	39
7. EKLER.....	47
EK 1: Duyusal Analiz Testi Formu....	47
EK 2: Etik Kurul İzni	48
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1 Aronya meyvesinin besin değerleri	4
Tablo 2.2 Nar meyvesinin besin değerleri	7
Tablo 2.3 Kırmızı pancarın besin değerleri.....	11
Tablo 3.1 Aronya, nar ve kırmızı pancar suyu kullanılarak üretilen su kefir örneklerinin tanımları	19
Tablo 4.1 Aronya, nar ve kırmızı pancar suyu (AS, NS, PS), yöntem 1 ile üretilen su kefir (A-SK1, N-SK1, P-SK1) ve yöntem 2 ile üretilen su kefir (A-SK2, N-SK2, P-SK2) örneklerinin pH ve briks değerleri	24
Tablo 4.2 Aronya, nar ve kırmızı pancar suyu (AS, NS, PS), yöntem 1 ile üretilen su kefir (A-SK1, N-SK1, P-SK1) ve yöntem 2 ile üretilen su kefir (A-SK2, N-SK2, P-SK2) örneklerinin renk değerleri	26
Tablo 4.3 <i>In vitro</i> gastrointestinal sindirim sonrasında aronya suyu (1:10 oranında seyreltilmiş) (AS-S), yöntem 1 ile üretilmiş su kefir (A-SK1) ve yöntem 2 ile üretilmiş su kefir (A-SK2) örneklerinin TFM, TF, TMA ve AOK’inde meydana gelen değişimler	33

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 Aronya meyvesi.....	3
Şekil 2.2 Nar meyvesi.....	6
Şekil 2.3 Kırmızı pancar	10
Şekil 2.4 Su kefir daneleri	14
Şekil 3.1 Yöntem 1 ve 2 ile su kefir üretimi akış şeması	20
Şekil 3.2 Duyusal analiz	23
Şekil 4.1 Aronya, nar, kırmızı pancar suyu (1:10 oranında seyreltilmiş) (AS-S, NS-S, PS-S), yöntem 1 ile üretilen su kefir (A-SK1, N-SK1, P-SK1) ve yöntem 2 ile üretilen su kefir (A-SK2, N-SK2, P-SK2) örneklerinin TFM değerleri	27
Şekil 4.2 Aronya, nar, kırmızı pancar suyu (1:10 oranında seyreltilmiş) (AS-S, NS-S, PS-S), yöntem 1 ile üretilen su kefir (A-SK1, N-SK1, P-SK1) ve yöntem 2 ile üretilen su kefir (A-SK2, N-SK2, P-SK2) örneklerinin AOK miktarı: DPPH yöntemi.....	29
Şekil 4.3 Aronya, nar, kırmızı pancar suyu (1:10 oranında seyreltilmiş) (AS-S, NS-S, PS-S), yöntem 1 ile üretilen su kefir (A-SK1, N-SK1, P-SK1) ve yöntem 2 ile üretilen su kefir (A-SK2, N-SK2, P-SK2) örneklerinin AOK miktarı: CUPRAC yöntemi.....	30
Şekil 4.4 Aronya, nar, kırmızı pancar suyu (1:10 oranında seyreltilmiş) (AS-S, NS-S, PS-S), yöntem 1 ile üretilen su kefir (A-SK1, N-SK1, P-SK1) ve yöntem 2 ile üretilen su kefir (A-SK2, N-SK2, P-SK2) örneklerinin TF değerleri	31
Şekil 4.5 Aronya suyu kullanılarak yöntem 1 (A-SK1) ve 2 (A-SK2) ile üretilen su kefir, seyreltilmiş aronya suyu (AS-S) ve aronya suyu (AS) örnekleri için tüketici beğeni testi	36
Şekil 4.6 Aronya suyu kullanılarak yöntem 1 (A-SK1) ve 2 (A-SK2) ile üretilen su kefir, seyreltilmiş aronya suyu (AS-S) ve aronya suyu (AS) örnekleri için tüketici tercih testi	37

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

mg	Miligram
kg	Kilogram
L	Litre
rpm	Revolution per minute (Dakika başına devir)
Pa	Paskal
°C	Santigrat derece
μ	Mikro

Kısaltmalar

ALKÜ	Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TFM	Toplam Fenolik Madde
TMA	Toplam Monomerik Antosiyanin
TF	Toplam Flavonoid
TE	Troloks Eşdeğeri
AOK	Antioksidan Kapasite
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
RE	Rutin Eşdeğeri
TE	Trolox Eşdeğeri
C3G/L	Siyanidin-3-Glukozit Eşdeğeri/L
CUPRAC	Kuprik İyon İndirgeme Antioksidan Kapasite
DPPH	1,1-difenil-2-pikrilhidrazil
PBS	Fosfat Tampon Salın
BB _{Bağırsak}	Bağırsak Sindirimi Sonrası Biyoaktif Bileşik Madde Miktarı
BB _{Sindirilmemiş}	Sindirim Öncesi Biyoaktif Bileşik Madde Miktarı

1. GİRİŞ

Tüketicilerin değişen yaşam tarzları ve beslenme alışkanlıkları, gıda işleyicilerini ambalajlı, uygun fiyatlı, sağlıklı ve hızlı besin kaynakları üretmeye yöneltmiştir. Küresel olarak, şekerli ve koruyucu içermeyen doğal meyve suları kullanılarak üretilen ürünlere olan talep artmıştır. Fonksiyonel gıda ürünleri olarak kabul edilen meyvelerdeki fenolik bileşiklerin antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri, kanser, kardiyovasküler ve nörojenetik hastalık riskini azaltmak gibi insan sağlığı üzerinde olumlu etkilere sahiptir (Durazzo ve ark., 2019). Bununla birlikte, karmaşık gıda matrisinde bulunan fenolik bileşiklerin insan vücudundaki etkinliği sindirilebilirliğe bağlı olarak değişebilmektedir (Pinarlı ve ark., 2020). Bu nedenle yapılan araştırmalar, gıda ürünüde bulunan miktardan ziyade sindirim sonrası biyoaktif bileşik miktarının daha önemli olduğunu ortaya koymuştur. Biyoerişilebilirlik, gastrointestinal sindirimde polifenollerin biyoaktivitesi için önemli bir faktördür; emilim için ortaya çıkan gıda matrisinde mevcut biyolojik fraksiyon olarak tanımlanır (Jafari ve McClements, 2017). Basit, ucuz ve kullanışlı uygulamalarla, *in vitro* yöntemler, *in vivo* yöntemlere alternatif olarak farklı sindirim aşamalarında bileşiklerin biyoerişilebilirliğini tahmin etmek için kullanılmaktadır (Alminger ve ark., 2014).

Dünyada ve ülkemizde sağlıklı fonksiyonel gıdalar arasında bulunan su kefirine ilgi günde güne artmaktadır. Su kefir daneleri, laktik asit bakterileri ve mayalar tarafından oluşturulan polisakkarit matrisi içinde simbiyotik bir yapıdır. Su kefir danelerinde bulunan *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus hilgardii*, *Lactobacillus nageli* ve *Saccharomyces cerevisiae* gibi mikroorganizmaların fermente edilebilir kaynaklara yüksek adaptasyon kabiliyeti, su kefir fermentasyonu ile fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır (Moretti ve ark., 2022). Su kefir, laktik asit bakterileri ve maya çeşitliliği açısından süt kefirine benzemektedir ancak tür olarak farklılık göstermektedir. Vegan beslenmeyi benimsemiş, laktoz intoleransı sorunu yaşayan ya da alerjik bünyeye sahip bireylerin tüketebileceği bir üründür. Ayrıca, farklı şeker kaynakları kullanılarak farklı duyu ve fonksiyonel özelliklere sahip yeni ürünler üretmek için bir baz olarak kullanılabilir. Çeşitli meyveler ve sebzeler önceki çalışmalarda su kefir daneleri için substrat olarak kullanılmıştır (Ozcelik ve ark., 2021; Esatbeyoglu ve ark., 2023; Ustaoglu-Gençgönül ve ark., 2024). Yapılan bu çalışmalarda su kefir ürünleri

fiziksel, mikrobiyolojik, kimyasal ya da duyuusal özellikleri bakımından araştırılmış, alternatif bir ürün olacağı tespit edilmiştir.

Bu tez çalışmasında fenolik bileşikleri bakımından zengin ve antioksidan oranı yüksek tarım ürünlerinden aronya, nar ve kırmızı pancar su kefir  üretiminde değerlendirilmiştir. Su kefir danesi ve su kefir  inokulumu kullanılarak 2 farklı fermentasyon yöntemi ile su kefir  üretilmiş ve üretim aşamasında aronya, nar ve kırmızı pancar suyu kullanılmıştır. Üretilen su kefir  örneklerinin kalite özellikleri değerlendirilirken toplam fenolik madde miktarı (TFM), toplam flavonoid içeriği (TF) ve antioksidan kapasitesi (AOK) tayin edilmiştir. En yüksek orana sahip olan aronya suyu ile üretilen su kefir  örneklerinin mide ve bağırsak sindiriminden sonra açığa çıkan biyoaktif bileşenleri ile biyoerişilebilirliği belirlenmiştir. Böylece farklı fermentasyon yöntemlerinin biyoaktif bileşiklerin biyoerişilebilirliğine etkisi tespit edilmiştir. Ek olarak, aronya suyu ile üretilen su kefir  örneklerinin duyuusal özellikleri duyuusal analiz uygulaması ile değerlendirilmiştir. Böylece tarım ürünleri ile fonksiyonel özelliği olan su kefir  üretilerek katma değerli ürüne d n şt r l p, bölgede ve ülkemizde yetiştirilen meyve ve sebzeler değerlendirilerek, alternatif içecek üretimi sağlama potansiyeli tespit edilmiştir.

2. LİTERATÜR

2.1. Aronya Meyvesi

Rosaceae familyasına ait olan aronya meyvesi Türkiye, Polonya, ABD, Almanya ve Finlandiya’da yetiştirilmektedir. Ülkemizde ise aronya yetiştiriciliği yapan şehirler arasında Bursa, Kırklareli, Ankara, Antalya, İstanbul, Yalova ve Çanakkale yer almaktadır (Poyraz Engin ve Yılmaz, 2019). Aronya meyvesi kırmızı, mor ve siyah olmak üzere üç renkte ve çeşittir (Jeppsson, 2000). Morfolojik yapısı çalı formunda çok gövdeli olup, boyu 2-3 m uzunluğundadır. Meyve ağırlığı 0,5-2 g ve çapı ise 6-13 mm arasında değişmektedir (Şekil 2.1.). Ilıman iklimde yetişen bu meyve -30°C’ye kadar dayanıklı olup, genellikle Ağustos-Eylül aylarında hasat edilir (King ve Bolling, 2020; Brand ve ark., 2022).



Şekil 2.1. Aronya meyvesi

Aronya meyvesinin besin değerleri Tablo 2.1’de gösterilmiştir. Sodyum, kalsiyum, potasyum gibi mineraller ve protein açısından zengin olup, C ve E vitamini içermektedir. Ancak kimyasal bileşimi iklim şartları, yetiştirildiği bölge, çeşit, meyve olgunluğu ve hasat zamanı gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Platonova ve ark., 2021).

Tablo 2.1 Aronya meyvesinin besin deęerleri (100 g) (Jurendić ve Scetar., 2021)

Karbonhidrat	60 kcal
Yağ	1,4 mg
Protein	7 mg
Lif	56 mg
Toplam şeker	68-158 mg
Sodyum	2,6 mg
Kalsiyum	32 mg
Potasyum	218 mg
Magnezyum	16 mg
C Vitamin	14 mg
E Vitamini	1,7 mg

Aronya meyvesi sindirim fonksiyonu, diyabet, gastrointestinal sistem ve obezitenin kontrolü üzerinde olumlu etki göstermekte olup, gıda kaynaklı patojenlere karşı antimikrobiyal aktivite sergilediği belirlenmiştir. Aronya suyunun antibiyotik gibi davranarak bağışıklık sistemi fonksiyonlarını desteklediği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Samoticha ve ark., 2016). Ayrıca aronya meyvesi antosiyanin derişimlerinin diğer orman meyvelerine kıyasla daha yüksek olduğu ve bu bileşiklerin kardiyometabolik hastalıklar başta olmak üzere kronik hastalık riskinin azalmasında etkili olabileceği belirlenmiştir (King ve Bolling., 2020). Aronya meyvesinin yüksek polifenol oranı inflamasyon, oksidatif stres, hiperlipidemi ve kronik hastalıkların oluşması riskini azaltmaktadır (Del Bo ve ark., 2019).

2.2. Aronya Meyvesinden Üretilen Ürünlerin Kalite Özellikleri

Aronya taze tüketimin yanı sıra gıda endüstrisinde meyve suyu, nektar, konsantre şurup, meyve ayı, jöle, kurutulmuş meyve, toz ekstrakt ve reel gibi katma değerli ürünlere dönüştürölmektedir (Kokotkiewicz ve ark., 2010). Yapılan alışmalar aronya meyvesi ve yan ürünlerinin, fermente içeceklerde dâhil olmak üzere geniş bir ürün yelpazesinde kullanılabileceğini göstermektedir. Aronya meyvesinden katma değeri yüksek ürünler elde etmeye yönelik birçok araştırma çalışmaları bulunmaktadır. Örneğin aronya meyvesi, posası, konsantresi ve suyu, kurutulmuş aronya meyvesi, aronya kullanılarak üretilen reel, komposto ve şurup biyoaktif bileşenleri yönünden incelenmiştir (Capanoglu ve ark., 2013). Bu örnekler arasında kurutulmuş aronya meyvesi ve aronya posası en yüksek fenolik bileşik ve antosiyanin içeriğine sahip olduğu

belirlenmiştir. HPLC analizi ile dört temel antosiyanin belirlenmiş olup, özellikle siyanidin-3-galaktozit ve siyanidin-3-arabinozit düzeylerinin yüksek olduğu saptanmıştır.

Yapılan diğer bir çalışma da ise araştırmacılar aronya meyvesini, yaprağını ve posasını biyoaktif bileşenleri yönünden değerlendirmiş ve biyoerişilebilirliğini *in vitro* gastrointestinal sindirim yöntemi ile incelemiştir. Toplam fenolik miktarı, toplam flavonoid içeriği ve tokoferol oranı sırasıyla aronya meyvesinde 27,99 mg GAE/g, 5,23 mg QE/g ve 38,48 mg/kg, aronya yaprağında 61,06 mg GAE/g, 8,47 mg QE/g ve 1172,20 mg/kg, aronya posasında ise 22,94 mg GAE/g, 1,89 mg QE/g ve 157,19 mg/kg olarak tespit edilmiştir. En yüksek antioksidan kapasitesi sırasıyla aronyanın yaprağında, meyve kısmında ve posasında belirlenmiştir. Sindirim öncesi örneklerde fenoliklerden asidin klorojenik asit ve gallik asit konsantrasyonu en yüksek olduğundan biyoerişilebilirlik yönünden de değerlendirilmiştir. Sindirim sonrası bağırsak fazında klorojenik asit ve gallik asit biyoerişilebilirliği meyvede, yaprakta ve posada sırasıyla %28,84, %8,81, %31,90 ve %290,76, %336,32, %158,61 olarak tespit edilmiştir. Dolayısıyla meyvenin posasının suyundan daha etkili olduğu gözlemlenmiştir (Saracila ve ark., 2024).

Kim ve ark. (2021) mor renkli meyvelerden yaban mersini, aronya, Kore ahududusu, dut, böğürtlen ve kırmızı ahududunun biyoaktif bileşenlerini değerlendirmiştir. Toplam fenolikler bakımından en yüksek 135,5 mg GAE/g ile aronya meyvesinde olup, en düşük 17,0 mg GAE/g ile kırmızı ahudududa belirlenmiştir. Toplam flavonoid değerlerinde de benzer eğilim belirlenmiş olup, en yüksek 8,5 mg RE/g ile aronya meyvesinde tespit edilmiştir. Bunun sebebi meyveler arasındaki farklılıklar, renk, çeşit, kimyasal bileşim ve olgunluk düzeyi olarak düşünülmektedir. Bütün örneklerde fenolik bileşiklerden en yüksek oran neo-klorojenik asit olduğu belirlenmiştir, bunun sebebi ise hepsinin mor renkli meyvelerden oluşmasıdır. Antioksidan değerleri bakımından en yüksek oran aronya meyvesinde DPPH ve FRAP yöntemiyle sırasıyla 6,2 μ M TE/g ve 9,0 μ M TE/g olarak gözlemlenmiştir. İncelenden mor meyveler arasında aronya meyvesinin biyoaktif bileşenler bakımından en yüksek orana sahip olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmalarda aronya meyvesi biyoaktif bileşikler yönünden zengin olduğu tespit edilse de buruk tadı sebebi ile tercih edilmemektedir. Bu sebeple Duffy ve ark. (2016) tarafından yapılan bir çalışma da yedi haftalık hasat döneminin her bir haftasında elde edilen aronya meyvesinden elde edilen meyve suları duyusal analiz ile değerlendirmiştir. Hasat döneminin ilerlemesi ile birlikte meyvenin briks değeri 15,6 ve 15,7 seviyesine

ulaşmış olup, aronya suyundaki şeker artışına paralel olarak duyuusal değerlendirmede tatlılık artarken asitlik dıştığunden dolayı ekşilikte azalma belirlenmiştir. Ancak sadece 25% oranında beğeni olmuştur. Araştırmacılar duyuusal özelliğini beğenilir hale getirmek için farklı oranlarda sükroz ve aroma ilavesi ile acımsı buruk tadını azaltarak beğeni oranını yükseltmişlerdir.

2.3. Nar Meyvesi

Punicaceae familyasına mensup olan nar meyvesinin kökeni Orta Doğu ve İran bölgesine dayanmakta olup, günümüzde ise Akdeniz havzası, Asya ve Kuzey Afrika bölgelerinde yaygın olarak yetiştirilen çok yıllık bir meyve türüdür (Roukas ve Kotzekidou, 2020). Türkiye nar üretiminde dünyada önemli üretici ülkeler arasında yer almakta olup, özellikle Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yoğun ticari plantasyona sahiptir (Pande ve Akoh, 2016). Ağaç ya da çalı formunda gelişen nar bitkisi yaklaşık olarak 2 ile 5 m arasında boya ulaşmakta olup, Mayıs-Haziran döneminde iek açmakta ve sonbaharda meyve vermektedir (şekil 2.2) (Magangana ve ark., 2020). Türkiye’de yetiştirilen bazı nar şitleri arasında Fellahyemez, Katırbaşlı, Hicaz narı ve Lefan yer almaktadır (Kurt ve şahin, 2013).



şekil 2.2. Nar meyvesi

Nar meyvesi fenolik madde miktarı bakımından zengin olup, antioksidan kapasitesi yeşil çay ve kırmızı şaraptan üç kat daha yüksektir (Çam ve ark., 2009). Su, protein, şeker, kalsiyum, demir, magnezyum, fosfor, potasyum, sodyum, çinko, bakır, manganez, C vitamini, B vitaminleri, E vitamini içermektedir ve 100 g meyvedeki içerikleri Tablo 2.2.'de gösterilmiştir (TURKOMP, 2025a). Tarihin eski dönemlerinden bu yana çok sayıda hastalığa iyi geldiği için halk arasında “iyileştirici yiyecek” olarak adlandırılan bu meyve (Vidal ve ark., 2003); prostat ve akciğer gibi kanser türleri, kardiyovasküler hastalıklar, şeker, Alzheimer ve sıtma hastalıklarına faydalı olduğu ayrıca yara iyileşmelerini hızlandırdığı belirlenmiştir (Zarfeshany ve ark., 2014).

Tablo 2.2. Nar meyvesinin besin değerleri (100 gram) (TURKOMP, 2025a)

Enerji (kcal)	61
Su	79,43 g
Protein	0,26 g
Yağ	0,21 g
Karbonhidrat	9,29 g
Lif	10,21 g
Glikoz	4,21 g
Fruktoz	4,08 g
Potasyum	265 mg
Fosfor	43 mg
Magnezyum	16 mg
Kalsiyum	12 mg
Sodyum	6 mg
A vitamini	3 µg
C vitamini	7 mg

İklim ve toprak koşulları, nar meyvesinin çeşidi ve hasat zamanı meyvenin biyoaktif bileşiklerinin yanı sıra fiziksel ve duyuşal özelliklerini de etkilemektedir. Araştırmacılar bu etkenleri tespit etmek amacıyla birçok çalışma yapmıştır. Örneğin Çam ve ark. (2009) Ege bölgesindeki yedi nar çeşidi (İzmir 8:I8, İzmir 10:I10, İzmir 23:I23, İzmir 26:I26, İzmir 1479:I1479, İzmir 1264:I1264, İzmir 1499:I1499) üzerinde olgunluk ve tat profillerine göre sınıflandırma yapmış olup, I8, I10, I23, I26 ve I1467 çeşitlerini tatlı, I1264 ve I1499 çeşitlerini ise tatlı-ekşi olarak belirlemiştir. Farklı nar çeşitlerinden elde edilen meyvenin suyu biyoaktif bileşikler yönünden değerlendirildiğinde, toplam fenolik madde, toplam antosiyanin oranı ve ABTS yöntemi ile antioksidan kapasitesi sırasıyla en düşükten en yükseğe 208,3 ile 343,6 mg GAE/100 mL, 8,1 ile 36,9 mg/100

mL ve 221,2 ile 418,3 mg/100 mL aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada ise hasat zamanına göre nar eşitleri fiziksel ve duyuusal yönden değerlendirildiğinde antosiyanin oranı ile renk değerleri arasında anlamlı trend belirlenmiş olup, briks değerı yüksek olan örneklerde tatlılık bakımından beğeni artmıştır (Pons-Gmez ve ark., 2024). Başka bir çalışmada ise farklı zamanlarda hasat edilen nar meyvesi değerlendirilmiş, hasat zamanının gecikmesi meyve kalite parametrelerinde çeşitli değerimlere yol açtığı belirlenmiştir. Hasat zamanı geciktiği zaman kabuk renginde koyulaşma, suda çözünür kuru madde miktarı ve pH değerinde artış gözlemlenmiştir. Antosiyanin miktarı hasat zamanı uzadıķa 17,07 mg/L'den 30,9 mg/L'ye yükselmiştir. Ancak toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitesinde tersine durum belirlenmiş olup, azalma tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular ile nar meyvesinde hasat geciktikçe şeker ve antosiyanin içeriğinin arttığı ancak fenolik bileşikler ve antioksidan kapasitenin azaldığı gözlemlenmiştir (Narjesi ve ark., 2025).

2.4. Nar Meyvesinden üretilen rnlerin Kalite zellikleri

Nar meyvesi taze tüketiminin yanı sıra reel, nar ekşisi, nar suyu, nar özü, şarap ve likör üretiminde kullanılmakta olup, bunun yanı sıra gıda renklendiricisi, aroma artırıcı ürünler ile nar suyu tozu, nar kabuk ekstraktı ve kabuk tozu gibi çeşitli ürünlere de dnştrlmektedir (Kandylis ve Kokkinomagoulos, 2020; El Hosry ve ark., 2023). Nar meyvesinin türü, hasat zamanı ve yetiştiği iklim gibi birçok parametre hammaddeyi ve dolayısıyla son ürünü etkilemektedir.

Nar meyvesinden üretilen nar ekşisi (5 farklı ulusal marka ticari ürün) ve nar suyu (taze meyveden üretilen) kalite özellikleri karşılaştırıldığında taze nar suyunun antioksidan aktivitesi %84,19 olarak belirlenirken, ticari nar ekşilerinde ise %85,24 ile %89,85 aralığında tespit edilmiştir. Ayrıca taze nar suyu ve ticari nar ekşisi örnekleri kıyaslandığında sırasıyla toplam fenolik madde içeriği 86,98 mg GAE/g ve 15,56–22,32 mg GAE/g, toplam antosiyanin miktarı 95,98 mg/L ve 3,77–24,37 mg/L aralığındadır. Organik asit içerikleri ise taze nar suyunda malik asit 2,88 mg/mL, sitrik asit 4,94 mg/mL ve askorbik asit 0,55 mg/mL iken, ticari nar ekşisi ürünlerinde ise sırasıyla 1,83–2,47 mg/mL, 4,43–4,87 mg/mL ve 0,03–0,04 mg/mL olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra fenolik bileşik profili değerlendirildiğinde ticari ürünlerde gallik asit, prosiyanidin B1 ve epikateşin miktarlarının taze nar suyuna kıyasla azaldığı gözlemlenmiştir. Bunun sebebi ise ticari nar ekşisi üretiminde uygulanan ısıl işlemin fenolik bileşik ve antosiyanin

içeriklerinde önemli kayıplara yol açtığını göstermektedir (Bilenler Koç ve ark., 2025).

Nar meyvesi meyve suyuna dönüştürülerek hem sağlıklı bir alternatif sunulmakta hem de nas meyvesinin tüketimi kolaylaşmaktadır. Bunun yanı sıra fermente ürün haline getirilerek fonksiyonel gıdalar grubuna eklenmektedir. Yapılan bir çalışmada *Lactobacillus plantarum* bakterisi nar suyu ile fermantasyonu değerlendirilmiştir. Fermantasyon sürecinde fenolik bileşiklerde ve antioksidan kapasitesinde azalma belirlenmiş olup, fermente ürün ile nar suyu arasında duyuşal değerlendirme yönünden benzer özelliklere sahip olduğunu belirlemişler (Filannino ve ark., 2013).

İki farklı tür nar meyvesinin (Mollar de Elche ve Wonderful) incir, hünnap veya ayva ile farklı oranlardaki karışımlarından elde edilen tüketimi kolay 12 farklı smoothie örneklerinin uçucu bileşen kompozisyonu ve duyuşal özelliklerinin değerlendirildiği çalışmada örneklerde 5-HMF, 3-hekzen-1-ol, hekzanal, 1-hekzanol ve 3-oktanon gibi uçucu bileşenler tespit edilmiştir. Çalışmada Mollar de Elche nar türü kullanılarak elde edilen örneklerde hekzanal, 3-hekzen-1-ol ve 3-oktanon bileşiklerinin, Wonderful türü kullanılan smoothielerde ise 5-HMF bileşiğinin baskın olduğu tespit edilmiştir. Duyuşal değerlendirmede hünnap kullanılan örneklerin acımsı tada sahip olduğu, ayva kullanılanların ise kıvamlı ve ekşi olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra kullanılan nar türüne göre de örneklerde tat bakımından farklılıklar gözlemlenmiştir. Mollar de Elche türü kullanılarak hazırlanan smoothieler daha tatlıyken, Wonderful çeşiti nar ile hazırlanan smoothieler daha ekşi tada sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ek olarak, hünnap ve ayva kullanımı smoothie örneklerinde liflilik ve kıvamı artırmıştır. Son olarak, kullanılan hünnap ve ayva ile örneklerin duyuşal yönden aromasının arttığı bu sebeple uçucu bileşiklerin de doğru orantılı olarak arttığı belirlenmiştir (Issa-Issa ve ark., 2020).

Nar suyu eldesinde verimi artırmak ve biyoaktif bileşiklerini korumak amacı ile farklı yöntemler uygulanmaktadır. Budiene ve ark. (2021) nar meyvesini ortadan ikiye bölerek, çekirdekleri ezilmeden nar tanelerini kullanarak ya da kabuktan ayrılan nar meyvesi çekirdeklerine maserasyon yöntemi uygulayarak sonrasında da hidrolik pres kullanarak 2 atm basınçta meyve suyu elde etmiştir. İkiye bölünerek ve masere edilen örneklerin renk değerleri açık olarak belirlenirken nar tanelerinden elde edilen örnekte koyuluk gözlemlenmiştir. Sırasıyla ortadan ikiye bölünerek, nar çekirdeklerini kullanarak ve masere edilerek elde edilen meyve suyu örneklerinde antosiyanin ve antioksidan oranları 555 mg/L, 593 mg/L, 408 mg/L ve 14,7 mmol TE/L, 10,1 mmol TE/L ve 5,8 mmol TE/L olarak tespit edilmiştir. Maserasyon uygulanarak elde edilen meyve suyu en

düşük genel beğeni puanı almıştır. Bu çalışmada sıkım metodunun nar suyunu fiziksel, biyoaktif bileşikler ve duyuşsal özelliklerine etkisi belirlenmiş olup, ikiye bölünerek elde nar suyu en yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir.

2.5. Kırmızı Pancar



Şekil 2.3. Kırmızı pancar

Kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L.) *Amaranthaceae* familyasından olup, kök kısmı tüketilen bir sebze türüdür. Soğuk iklim koşullarına uyumlu olan kırmızı pancar, ılıman bölgelerde de yıl boyu üretilmekte olup, optimum gelişme sıcaklığı 15-19 °C aralığındadır. Dünyada Avrupa'nın kuzeyi ve güneyinde yaygın olarak üretilirken, Türkiye'de en çok Ege ve Marmara bölgelerinde yetiştirilmektedir (Gül ve ark., 2021; Carreón-Hidalgo ve ark., 2022). Bitkinin ana kökü silindirik veya küresel formdadır. Kırmızı-mor renkte ve 2,5-5 cm çapında olup kökün yapısı, tekstürü ve renk yoğunluğu endüstriyel kullanım açısından önemli kalite kriterleridir (Şekil 2.3) (Chhikara ve ark., 2019).

Tablo 2.3. Kırmızı pancarın besin değerleri (100 gram) (TURKOMP, 2025b)

Enerji (kcal)	44
Su	88,17 g
Protein	1,23 g
Yağ	0,52 g
Karbonhidrat	8,02 g
Lif	1,28 g
Glikoz	1,33 g
Fruktoz	1,80 g
Potasyum	279 mg
Fosfor	29 mg
Magnezyum	20 mg
Kalsiyum	12 mg
Sodyum	121 mg
A vitamini	7 µg
C vitamini	8,2 mg

Kırmızı pancar içerdiği fenolik bileşenler sayesinde iyi bir antioksidan kaynağıdır (Ravichandran ve ark., 2012). Polifenoller, flavonoidler, betalainler, alkaloidler ve karotenoidler gibi çeşitli biyoaktif bileşikler içerir. 100 g kırmızı pancar 44 kcal enerji içerirken 8,02 g karbonhidrat, 1,23 g protein, 20 mg magnezyum, 29 mg fosfor, 121 mg sodyum, 12 mg kalsiyum minerallerini bunun yanı sıra A ve C vitaminlerini içerir (TURKOMP, 2025b) (Tablo 2.3.). Kök sebzeler arasında en yüksek düzeyde nitrit-nitrat içeren sebzedir. Bu özelliği sayesinde kardiyovasküler ve solunum sistemine katkıda bulunmasının yanı sıra diyabet, kanser, kronik hastalıklar ve kardiyovasküler hastalıklara, hipertansiyona ve böbrek hastalıklarına faydalıdır (Mirmiran ve ark., 2020; Akan ve ark., 2021).

2.6. Kırmızı Pancardan Üretilen Ürünlerin Kalite Özellikleri

Kırmızı pancar taze sebze olarak tüketilmesinin yanı sıra turşu, konserve, püre, kurutulmuş şekilde endüstride katma değerli ürün olarak üretilmektedir. Ayrıca kırmızı pancar suyu, konsantresi ve toz formunda işlenmektedir. Pancar suyu ve pancar suyu konsantreleri, fonksiyonel içeceklerde, sporcu içeceklerinde ve karışık sebze-meyve sularında yer almaktadır. Lif ve fenolikler bakımından zengin olan kırmızı pancar meyvesinin yan ürünü pancar posası ise fonksiyonel bileşen geliştirmede kullanılmaktadır. İçeriğindeki betalain doğal renklendirici olarak kullanılmaktadır (Kumar ve Brooks, 2018). Bu çok yönlü kullanım, pancarın hem geleneksel hem de fonksiyonel gıda olarak önemini artırmaktadır. Örneğin Guldiken ve ark. (2016) kırmızı

pancar kullanarak re el, tur u, meyve suyu, p re, ha lanmı  ve kurutulmuş ürünler üretilip, biyoaktif bileşik değişimini de erlendirmi tir. Yapılan bu çalışmada toplam fenolik madde içeriği taze kırmızı pancarda 255 mg GAE/100 g olarak belirlenirken, kurutulmuş üründe 347 mg GAE/100 g ile en yüksek, tur da ise 192 mg GAE/100 g ile en düşük olarak saptanmıştır. Pancar püresinde toplam flavonoid içeriği açısından en yüksek 289 mg RE/100 g olarak belirlenirken, en düşük değer ise pancar suyunda 126 mg RE/100 g olarak tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra antioksidan değeri DPPH yöntemi ile en yüksek kurutulmuş pancarda (143 mg TE/100 g) belirlenirken, en düşük antioksidan oranı pancar suyunda (110 mg TE/100 g)  l   lm  t r. CUPRAC metodu ile en yüksek antioksidan aktivite değeri ise 3889 mg TE/100 g olarak kaydedilmiştir. Genel olarak, kurutma ve p re işlemlerinin antioksidan kapasiteyi artırdığı, tur u ve meyve suyu üretiminin ise azalttığı belirlenmiştir. Kurutma işlemi ile birlikte  r kte su uzakla tı ı ve p re içerisindeki lifli yapıdan dolayı antioksidan aktivitenin arttığı düşünülmektedir. Tur u yapımında  r klerin uzun süre salamura suyunda beklemesi ve meyve suyu üretimi ile lifli yapı uzakla tı ı için antioksidan kapasitenin azalmaktadır. Aynı çalışmada  r kler *in vitro* biyoeri ilebilirlik yönünden değerlendirildiğinde mide sindirim sonrası bütün ürünlerde toplam fenolik madde miktarında tüm d     gözlenmiş olsa da en yüksek değer re elde (75 mg GAE 100/g) belirlenirken, en düşük değer ise tur da (29 mg GAE 100/G) bulunmuştur. En düşük değerin tur da belirlenme sebebi olarak kırmızı pancardan tur u yaparken uzun süre salamura suyunda beklemiş olması, re elde en yüksek çıkma sebebi ise yoğun konsantrasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Buna ek olarak, *in vitro* gastrointestinal sindirim analizi ile  r kler değerlendirildiğinde Kırmızı pancar reçelinin toplam fenolik içerik miktarıyla paralel olarak geri kazanım oranı da diğer  r kler arasında %16 ile en yüksek değer olarak saptanmıştır (Guldiken ve ark., 2016).

Anil Panghal ve ark. (2017) kırmızı pancar suyu kullanarak *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus delbrueckii* bakterileri ile fermente edilmiş, laktozsuz ve vegan beslenenler için alternatif fonksiyonel ürün üretimi üzerinde araştırma yapmış olup, değerlendirme sonucunda fermentasyon ile  r klerin antioksidan aktivitesi %75,8'den %78,1'e, toplam fenolik madde içeriği %22,12'den %24,32'e ve toplam flavonoid içeriği az da olsa %3,61'den %3,85'e yükselmiştir. Duyusal yönden değerlendirildiğinde ise görünüş bakımından fark belirlenmezken, tat yönünden fermente pancar suyu daha çok beğeni almıştır. Araştırmacılar elde ettikleri veriler ile *Lactobacillus* türleri kullanılarak elde edilen fermente pancar suyunda fonksiyonel kalite

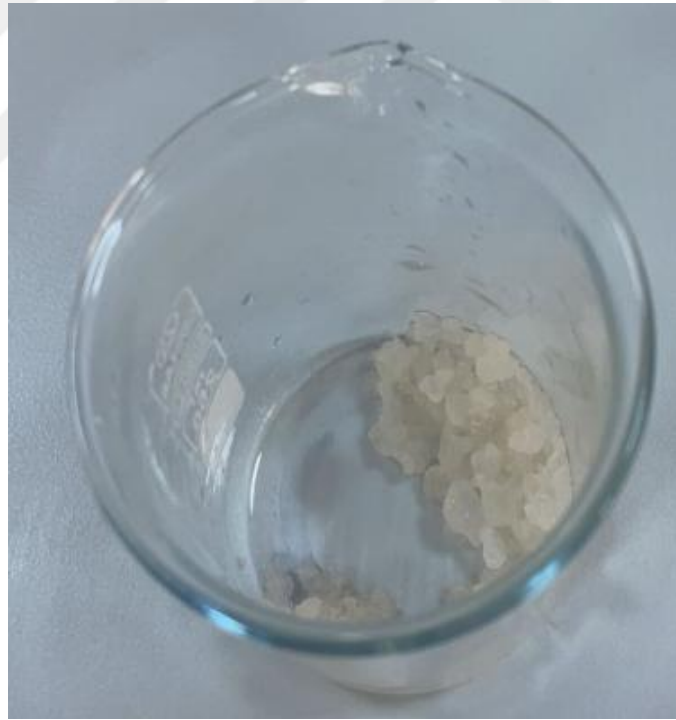
ve duyuşsal özelliğini arttığını belirlemiştir. Yapılan diğeri bir araştırmada, Ropelewska ve ark. (2022) kırmızı pancara dondurarak kurutma işlemini, laktik asit fermantasyonu ve bu iki işlemin kombinasyon uygulamasını yaptığı örneklerin duyuşsal özelliklerini değerlendirmiştir. Dondurarak kurutma işlemini uygulanan örnekler ile fermantasyon kombinasyon işleminin uygulandığı örnekler arasında koku, renk, tektür, tat ve genel beğeni yönünden benzerlik belirlenmiştir. En çok beğenilen örnek sadece fermantasyon işlemini uygulanmış olurken, en az beğenilen örnek ise dondurularak kurutulmuş fermente kırmızı pancar örneği olmuştur. Fermantasyon işlemini renk ve doku bakımından daha çok beğeni almıştır. Sadece dondurarak kurutulan örnekler sertlik, koku ve tat bakımından az beğeni almıştır. Dolayısıyla fermantasyon işlemini kırmızı pancarda beğenilirlik oranını artırmıştır.

Araştırmacılar biyoaktif bileşiklerin *in vitro* sindirim sonrasındaki değişimi üzerinde çalışmalar yaparak, ağız, mide ve bağırsakta sindirilecek oranı tespit etmişlerdir. Örneğinin %5 ve %10 oranında kurutulmuş kırmızı pancar ile zenginleştirilen ekmek örnekleri *in vitro* sindirime tabi tutulmuştur (Paula ve ark., 2025). Kırmızı pancar ilavesi %10 oranında olduğuunda ekmek örneğininde toplam fenoliklerin biyoerişilebilirliği %27 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada fenolik miktarı ağızdan ince bağırsağıa doğru değerlendirildiğinde en yüksek oran ince bağırsakta tespit edilmiştir, dolayısıyla yüzde oranıyla doğru orantılı olarak fenoliklerin artışı ve emilimin yükseleceği belirlenmiştir (Paula ve ark., 2025). Diğeri bir çalışmada ise kırmızı pancar suyu ve kırmızı pancar püresi %0,5 oranında yoğurt kültürü ile fermente edilmiş ve biyoerişilebilirliği incelenmiştir. Fermantasyon işlemini sonucunda her iki örneğininde pH değerinde düşüş gözlemlenmiş olup kırmızı pancar suyu ile elde edilen örnekte pH değeri 5,97'den 3,93'e, kırmızı pancar püresi ile elde edilen örnekte ise pH değeri 6,10'dan 4,30'a düştüğu gözlemlenmiştir. Kırmızı pancar püresi örnekleri, kırmızı pancar suyu örnekleri ile kıyaslandığında bağı fenoliklerin daha fazla olmasından toplam fenolik içeriği daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Fermantasyon işlemini sonucunda da örneklerin serbest fenolik miktarlarında anlamlı artış olmuştur. Kırmızı pancar suyunda 2,37 mg/g'dan 4,83 mg/g'a, kırmızı pancar püresinde 2,44 mg/g'dan 6,56 mg/g'a yükseldiği tespit edilmiştir. Lif ve fenolik bileşen arasındaki etkileşiminde dolayı kırmızı pancar püresinde bulunan fenolik bileşiklerin kırmızı pancar suyundaki fenolik bileşiklere kıyasla daha düşük biyoerişilebilirliğe sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ancak kırmızı pancar püresinin fermente edilmesi ile fenolik bileşiklerin biyoerişilebilirliği %63,99'dan %92,14'e

yükseldiği tespit edilirken, kırmızı pancar suyunun fermente edilmesi ile fenolik bileşiklerin biyoerişilebilirliği %90,07'den %61,35'e düştüğü tespit edilmiştir. Bu çalışma ile fermantasyon işleminin her iki örnekte de serbest fenolik içeriğini artırdığını ortaya koymuştur (de Wolf ve ark., 2025).

2.7. Su Kefiri

Kefir laktik asit bakterileri, asetik asit bakterileri ve maya türlerinin simbiyotik ilişkisiyle yürütülen bir fermantasyon süreci sonucunda elde edilen geleneksel bir fermente içecektir (Leite ve ark., 2013). Su kefir daneleri küçük karnabaharımsı şekile, jelatinimsi yapıya ve beyazımsı bir renge sahiptir (Şekil 2.4.). Bu jelatinimsi yapı asetik asit bakterilerinin ve laktik asit bakterilerinin simbiyotik olarak bir arada yaşadığı doğal bir ekzo polisakkarit kefiran ve protein matriksinden oluşur. Üretildiği bölgeye göre “Kaliforniya arıları”, “Ale yemişleri”, “Japon bira tohumları” gibi çeşitli isimler alırken Avrupa’da ise yaygın olarak “su kefiri” terimi kullanılmaktadır (Laureys ve De Vuyst, 2014).



Şekil 2.4. Su kefiri daneleri

Su kefiri, genellikle 25 °C’de su kefiri danelerinin su, şeker ve kuru meyveler ile karanlık ortamda 2–3 gün fermente edilmesiyle elde edilen bir içecektir (Laureys ve ark., 2018). Fermantasyon tamamlandıktan sonra su kefiri daneleri steril bir elekten süzülerek sıvı fazdan ayrılır, yıkanır ve bir sonraki fermantasyon döngüsünde kullanılmak üzere

şekerli su çözeltisi içerisinde 4 °C’de saklanır (Guzel-Seydim ve ark., 2021). Danelerin ayrılmasının ardından elde edilen kefir sıvısı, isteğe bağlı olarak ikinci fermantasyon aşamasına tabi tutulabilir. İkinci fermantasyon sürecinde elma, aronya, kırmızı pancar, nar, portakal veya limon gibi çeşitli meyveler, meyve suları veya incir ve limon gibi kuru meyveler eklenebilir (Lynch ve ark., 2021). Bu işlem, su kefirinin aroma profilini zenginleştirmenin yanı sıra fonksiyonel özelliklerini de artırmaktadır. Su kefirinin duyuusal nitelikleri, mikrobiyal kompozisyonu ve kimyasal özellikleri kullanılan su kefir kültürünün yapısı, fermantasyon koşulları ve eklenen bileşenlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu faktörlerdeki değişimler, dolaylı olarak su kefirinin genel kalite özelliklerini etkilemektedir (Gamba ve ark., 2021). Su kefirinin vegan ve laktoz intoleransı olan bireyler için uygun olması, şekerli ve gazlı içeceklere probiyotik ve daha sağlıklı bir alternatif sunması ve meyve sebze suları ile kolayca aroma kazanması gibi avantaj sağlayıp, bu ürünün fonksiyonel içecek pazarındaki potansiyelini artırmaktadır (Acik ve ark., 2020).

2.8. Meyve ve Sebze Kullanılarak Üretilen Su Kefiri Ürünlerinin Kalite Özellikleri

Son yıllarda çok yönlü fonksiyonel fermente içeceklerden su kefir araştırıcıların ilgisini çekmektedir. Fonksiyonel özelliğini artırmak amacı ile farklı meyve ve sebze türleri su kefir üretiminde kullanılmaktadır. Fermantasyon sürecinde örnek içerisindeki şeker mikroorganizmalar tarafından tüketilerek CO₂ üretimi sağlanır dolayısıyla briks değerinde belirgin düşüş gözlenir. Fermantasyon sürecinde asitlik oranında artış olur, dolayısıyla pH değerinde azalma gözlemlenir, bu değişim laktik asit bakterilerinin organik asit üretiminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak fermantasyon sürecinde biyoaktif bileşiklerde farklı sonuçlara rastlanmaktadır. Bazı çalışmalarda artış belirlenirken, bazılarında ise azalma gözlenebilmektedir. Örneğin yapılan bir çalışmada araştırmacılar, su kefirinin doğal antioksidan ve probiyotik özelliğini geliştirmek amacıyla fermantasyon sürecinde Rus zeytini suyunun etkilerini incelemiştir. Fermantasyon öncesi ve sonrası kıyaslandığında toplam fenolik madde içeriği ve FRAP ve DPPH yöntemi ile değerlendirilen antioksidan özellikleri sırası ile 132,4 mg GAE /g, 0,35 µM TE/g ve 0,18 µM TE/g iken 98,32 mg GAE/g, 0,22 µM TE/g ve 0,096 µM TE/g olarak tespit edilmiştir. Bu durum biyoaktif bileşiklerin farklı biyolojik aktivitelere sahip diğer moleküllere dönüştüğü fermentatif değişimlerle açıklanmaktadır (Darvishzadeh ve ark., 2021).

Yapılan başka bir çalışmada ise kahve meyvesi kullanılarak üretilen su kefirinde üretimde şeker ilavesinin biyoaktif bileşiklerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Toplam fenolik madde içeriği fermantasyon sonrası artış göstererek şeker ilavesi öncesi ve sonrasında sırası ile 3030,56 mg GAE/g ve 4214,58 mg GAE/g olarak ölçülmüştür. Toplam fenolik madde içeriğindeki artışın sebebi su kefir daneleri içerisindeki mikroorganizmaların fenolik bileşiklerin parçalanmasını kolaylaştırarak, konsantrasyonlarını artırdığı düşünülmektedir. Benzer sonuçlara antioksidan oranlarında da rastlanmıştır. Şeker ilavesinin mikroorganizmalar için temel karbon kaynağı oluşturarak mikrobiyal aktiviteyi artırmasından kaynaklanmaktadır. Duyusal özelliği bakımından değerlendirildiğinde de şeker ilavesinin kahve meyvesi ile üretilen su kefirinde yüksek genel beğeni aldığı belirlenmiştir (Chompoosee ve ark., 2025). Gülhan ve ark. (2025) tarafından yapılan benzer başka bir çalışmada keçiyoynuzu şerbeti kullanılarak su kefir üretimi yapılmış olup, su kefir ile fermantasyonu yapılan keçiyoynuzu şerbetinin besleyici, fonksiyonel ve probiyotik özellikte bir içecek olarak üretilebileceğini, şeker ilavesinin fenolik bileşik içeriğini ve antioksidan kapasiteni artırdığı belirlenmiştir.

Su kefir üretiminde meyve suyu kullanımının yanı sıra meyvenin posası da kullanılarak atıkların değerlendirilmesi ve su kefirinde biyoaktif bileşiklere etkisi üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Esatbeyoglu ve ark. (2023) aronya meyvesinin suyunu ve posasını kullanarak su kefir üretip, örneklerin fermantasyon öncesi ve sonrası özelliklerini incelemişlerdir. Aronya posasından üretilen su kefirinin toplam fenolik madde miktarı ve toplam flavonoid içeriği sırasıyla 7,33 mg GAE/g, 7,19 mg GAE/g ve 1,69 mg RE/100 mL, 1,55 mg RE/ 100 mL olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmada toplam fenolik madde miktarı her iki örnekte de fermantasyon sonrasında azalırken toplam flavonoid içeriği artış göstermiştir. Aronya meyvesinin kullanımındaki en önemli özellik olan antosiyanin oranı ise aronya posası içeren örneklerde aronya suyu içerenlere göre daha yüksek tespit edilmiştir. Ancak örneklerin antioksidan miktarında fermantasyon süreciyle birlikte düşüş belirlenmiştir. Yapılan bu çalışma ile aronya posası ve suyunun su kefir üretiminde kullanılabileceği belirlenirken, fermantasyonun biyoaktif bileşikler ve kimyasal özellikler üzerinde önemli değişiklikler oluşturduğunu göstermiştir (Esatbeyoglu ve ark., 2023). Yapılan diğer bir çalışmada, mor renkli sebze grubundan kırmızı pancar değerlendirilmiş, sebzelerin suyu kullanılarak su kefir üretilmiştir. Kırmızı pancar suyu ile üretilen su kefir örneğinin renk özellikleri incelendiğinde L^* ve a^*

değerlerinin artması ile parlaklık ve kırmızı renk yoğunluğunun arttığını belirlenmiştir. Su kefir örneğinde antioksidan aktivite anlamlı bir şekilde artmış olup, antikanser etkinlik HepG2 hücreleri üzerinde değerlendirildiğinde örneklerin %77,12 ve %77,72 aralığında yüksek inhibitör etki gösterdiği saptanmıştır. Sonuç olarak, su kefir ile fermantasyonun kırmızı pancar suyunun antioksidan kapasitesini anlamlı düzeyde güçlendirdiği belirlenmiştir (Wang ve Wang, 2023).

Biyoerişilebilirlik biyoaktif bileşenlerin sindirim süreci sonrasında emilime uygun hale gelme derecesini ifade etmekte olup, bu kavramın değerlendirilmesinde *in vitro* sindirim modelleri yaygın olarak kullanılmaktadır. FDA'ya göre biyoerişilebilirlik gıdalarda veya ilaçlarda bulunan, insan sağlığı üzerinde olumlu etkiler gösteren aktif ya da terapötik bileşenlerin emilim ve etki bölgesinde kullanılabilme oranı olarak tanımlanmaktadır (Shi ve Maguer, 2000). Parada ve Aguilera (2007) ise biyoerişilebilirliği sindirim sonrasında organizma tarafından erişilebilir durumda bulunan besin bileşenlerinin miktarı olarak ifade etmiştir. *In vitro* sindirim modelleri, insan gastrointestinal sistemini taklit ederek mide ve bağırsak aşamalarında meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimleri simüle etmektedir. Bu modeller sayesinde biyoaktif bileşenlerin sindirim süreci boyunca gıda matrisinden salınması, çözünürlüğü ve potansiyel emilimi değerlendirilebilmektedir. Özellikle polifenoller ve antioksidan bileşiklerin biyolojik etkinliğinin, sindirim sonrasında gıda matrisinden salınma derecesine bağlı olarak değiştiği bildirilmektedir (Bermúdez-Soto ve ark., 2007). Sindirim süreci sonunda karışımdan ayrılmayan antioksidanların bağırsak aşamasını takiben kolona ulaşarak, burada bağırsak mikrobiyotası tarafından fermente edilerek daha küçük metabolitlere dönüştürülmektedir. Bu metabolitlerin, orijinal bileşiklere kıyasla farklı ya da daha yüksek biyolojik aktivite gösterebildiği ifade edilmektedir (Delgado-Andrade ve ark., 2010). Bu durum, *in vitro* sindirim modellerinin kolonik fermantasyon aşaması ile desteklenmesinin önemini ortaya koymaktadır. Biyoerişilebilirlik üzerinde etkili olan faktörler arasında bileşiklerin fizikokimyasal özellikleri, gıda matrisi ile etkileşimleri, kompleks oluşturma eğilimleri ve sindirim enzimleri ile safra tuzlarının etkisi yer almaktadır (Luca ve ark., 2020). Bağırsak mikrobiyotası ise özellikle polifenollerin emilimi ve katabolizmasında önemli bir rol oynayarak, biyoerişilebilirlik ve biyolojik etkinlik üzerinde dolaylı bir etki oluşturmaktadır (Pérez-Jiménez ve ark., 2013).

Su kefir örneklerinin biyoaktif bileşiklerinin belirlenmesi dışında

biyoerişilebilirlik özelliklerinin değerlendirilmesi de önemli yer tutmaktadır. Ancak su kefiri örnekleri üzerinde biyoerişilebilirlik analizi çok fazla uygulanmamıştır. Yüce (2015) vişne, nar ve üzüm meyvelerini kullanarak iki farklı oranlarda şeker ile su kefiri üretimi değerlendirmiş, *in vitro* sindirim sonrasında toplam fenolik madde miktarı, antioksidan kapasitesi ve flavonoid içeriğinde geri kazanım oranlarının meyve sularının geri kazanım oranlarına yakın olduğunu, fermantasyon süresi, şeker konsantrasyonu ve meyvelerin asitlik derecesinin önemli etken olduğunu belirlemişlerdir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Aronya (*Aronia melanocarpa* L.), nar (*Punica granatum*) ve kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L.) yerel bir üreticiden (Alanya/Antalya, Türkiye) temin edilmiş olup, yıkanıp, soyulup ve parçalara ayrıldıktan sonra meyve sıkacağı (Arçelik Valso ARK-31VS, Türkiye) kullanılarak suyu elde edilmiştir. Su kefir üretiminde kullanılan kefir daneleri Etik-Farma (Sivas, Türkiye) firmasından satın alınmış ve %7'lik şeker çözeltisinde 25°C'de 72 sa sürede aktive edilmiştir. Aronya, nar ve kırmızı pancar suyu kullanılarak üretilen su kefir örneklerinin tanımları Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

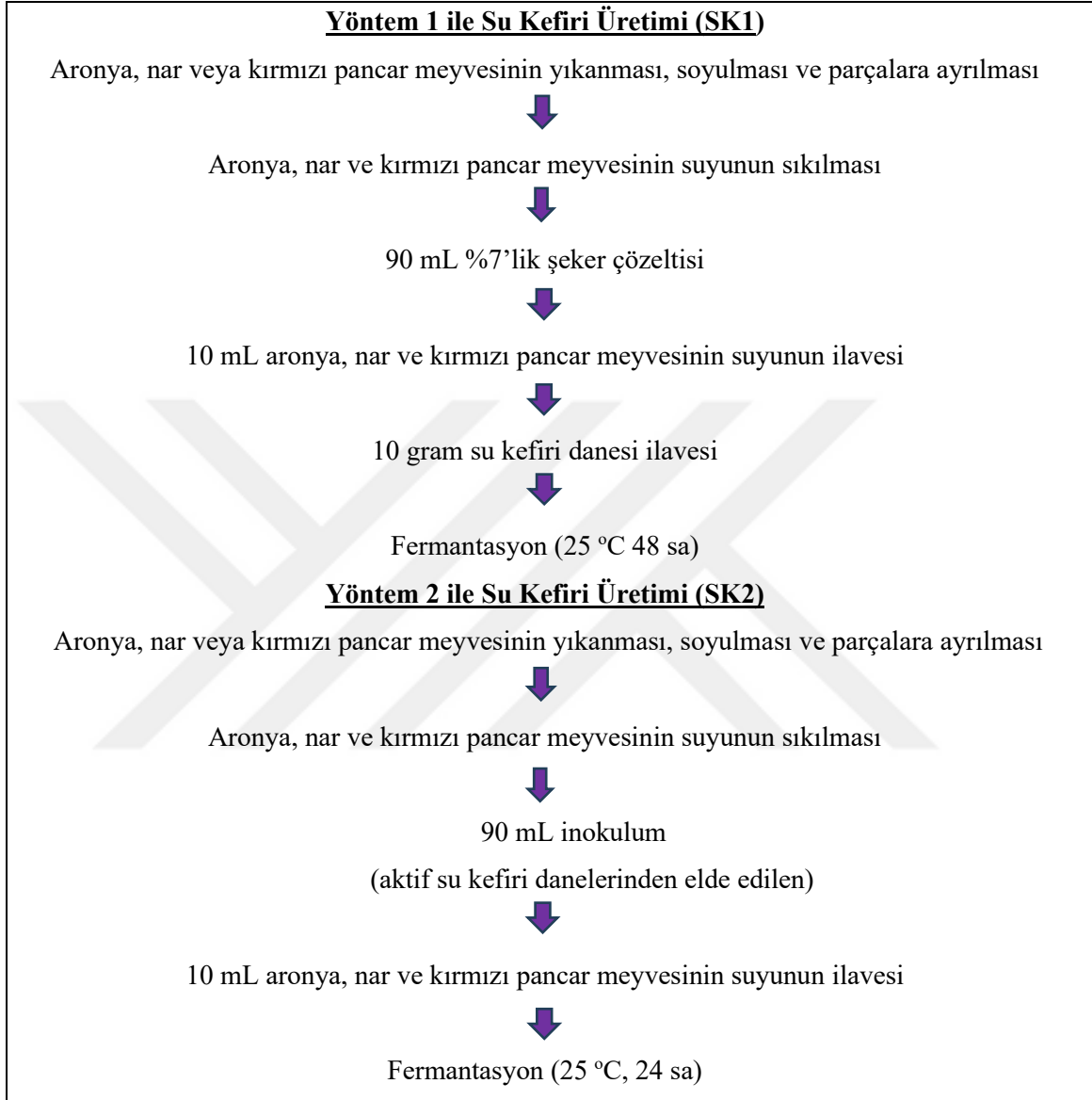
Tablo 3.1. Aronya, nar ve kırmızı pancar suyu kullanılarak üretilen su kefir örneklerinin tanımları

	Örnek	Tanımları
1	AS	Aronya suyu
2	NS	Nar suyu
3	PS	Kırmızı pancar suyu
4	AS-S	1:10 oranında su ile seyreltilmiş aronya suyu
5	NS-S	1:10 oranında su ile seyreltilmiş nar suyu
6	PS-S	1:10 oranında su ile seyreltilmiş kırmızı pancar suyu
7	A-SK1	Aronya suyu kullanılarak su kefir danesi ile su kefir üretimi (Yöntem 1)
8	N-SK1	Nar suyu kullanılarak su kefir danesi ile su kefir üretimi (Yöntem 1)
9	P-SK1	Kırmızı pancar suyu kullanılarak su kefir danesi ile su kefir üretimi (Yöntem 1)
10	A-SK2	Aronya suyu kullanılarak su kefir inokulum ile su kefir üretimi (Yöntem 2)
11	N-SK2	Nar suyu kullanılarak su kefir inokulum ile su kefir üretimi (Yöntem 2)
12	P-SK2	Kırmızı pancar suyu kullanılarak su kefir inokulum ile su kefir üretimi (Yöntem 2)

3.2. Su Kefir Üretimi

Su kefir üretiminde iki farklı yöntem kullanılmıştır: birinci yöntemde (SK1) su kefir danesi, ikinci yöntemde ise (SK2) ise su kefir danesi kullanılarak elde edilen inokulum kullanılmıştır (Şekil 3.1). Yöntem 1 ile su kefir üretiminde 90 mL %7'lik şeker çözeltisi, 10 mL aronya, nar veya kırmızı pancar suyu ve 10 gram su kefir danesi kullanılarak inkübatörde (Memmert, Almanya) 25 °C'de 48 sa fermente edilerek elde edilmiştir. Yöntem 2 ile su kefir üretiminde %7'lik şeker çözeltisinde 25°C'de 72 sa sürede aktivasyon işlemi gerçekleşen aktif su kefir danesinden elde edilen 90 mL

inokulum ve 10 mL aronya, nar veya kırmızı pancar suyu kullanılarak inkübatörde (Mammert, Almanya) 25°C'de 24 sa fermente edilip, su kefir üretilmiştir. Fermentasyon sonrası su kefir örnekleri analizlere kadar -20°C'de dondurucuda muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. Yöntem 1 ve 2 ile su kefir üretilimi akış şeması

3.3. pH, Briks ve Renk Analizi

Örneklerin toplam çözünabilir katı madde miktarı (Briks) ve pH ölçümleri sırasıyla 20°C'de dijital refraktometre (Atago PAL-1, Tokyo, Japonya) ve pH metre (Milwaukee Mi 151, Romanya) cihazları kullanılarak yapılmıştır. Konica Minolta (Konica Minolta CR-400, Tokyo, Japonya) cihazı kullanılarak renk analizi yapılmıştır. Örneklerin renk değerleri L* açıklıktan (100) koyuluğa (0), a* (kırmızılıktan yeşilliğe) ve b* (sarılıktan maviliğe) kromatik bileşenleri +60 ile -60 arasında, C* 0 (en az

doymunluk) ile 60 (tam doymunluk) arasında değişen kroma ve h° 0° veya 360°'nin kırmızı, 90°'nin sarı, 180°'nin yeşil ve 270°'nin mavi olduğu 0° ile 360° arasında değişen ton açısı, beyaz standart kalibrasyon plakası referans alınarak tespit edilmiştir. Ölçümler yapılırken, 10 ml örnek tek kullanımlık petri plakasına yerleştirilmiştir ve renk değerleri oda sıcaklığında (~20°C) farklı 3 noktadan rastgele ölçüm yapılmıştır.

3.4. Spektrofotometrik Analizler

Spektrofotometrik analiz için UV-VIS spektrofotometre (Shimadzu UV-1280 Duisburg, Almanya) kullanılmış olup, her ölçüm üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Aronya, nar ve kırmızı pancar suyu 1:10 oranında su ile seyreltilmiş olup su kefir ile aynı oran sağlanmıştır.

Toplam fenolik madde miktarı (TFM) Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılarak (Singleton ve Rossi, 1965)'in uyguladığı yöntemeye göre belirlenmiştir. Ölçüm 765 nm'de gerçekleştirilmiştir. TFM sonuçları mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/100 mL örnek olarak rapor edilmiştir.

Toplam flavonoid içeriği (TF) (Dewanto ve ark., 2002)'un metoduna göre değerlendirilmiş olup, örnekler 510 nm'de analiz edilmiştir. TF sonuçları mg rutin eşdeğeri (RE)/100 mL örnek olarak raporlanmıştır.

Toplam monomerik antosiyanin (TMA) içeriği pH-diferansiyel yöntemiyle belirlenmiştir (Giusti ve Wrolstad, 2001). Örnekler 0.025M potasyum klorür (pH:1) ve 0.4M sodyum asetat (pH:4.5) olmak üzere iki tamponda seyreltilip, 520 nm ve 700 nm absorbans değerlerinde ölçülmüştür. Denklem 3.1 kullanılarak mg siyanidin-3-O-glukozit eşdeğeri (C3G)/L olarak sonuçlar ifade edilmiştir:

$$\text{Toplam monomerik antosiyanin } \frac{\text{mg}}{\text{L}} = \frac{A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}}}{\epsilon \times l} \times \frac{MW \times DF \times 1000}{1} \quad (3.1)$$

Burada A = (A_{520nm} - A_{700nm})_{pH1.0} - (A_{520nm} - A_{700nm})_{pH4.5}, MW siyanidin-3-O-glukozitin moleküler ağırlığı (449.2 g/mol), DF seyreltme faktörü, 1000 g'dan mg'a dönüştürme faktörü, ε siyanidin-3-O-glukozitin molar sönme katsayısı (26900 L/(mol. cm)) ve l yol uzunluğudur (cm).

Antioksidan kapasite (AOK) 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) (Molyneux, 2004) ve kuprik iyon indirgeme antioksidan kapasite (CUPRAC) (Apak ve ark., 2004) yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir. Örnekler DPPH ve CUPRAC analizleri için

sırasıyla 517 nm ve 450 nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar mg trolox eşdeğeri (TE)/100mL örnek olarak raporlanmıştır.

3.5. *In Vitro* Gastrointestinal Sindirim Analizi

Aronya suyu ile üretilen su kefir örneklerinde fermentasyon tekniğinin fenoliklerin biyoerişilebilirliği üzerindeki etkisi bazı modifikasyonlarla (Minekus ve ark., 2014) yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. Bu yöntemde, 5 ml su kefir 5 ml fosfat tampon tuzlu su (PBS) ile karıştırılmış ve 15 dk boyunca 37°C'de bir su banyosunda ön inkübasyona tabi tutulmuştur. Gastrik sindirim için örneklerin pH'ı 1M HCl kullanılarak 2'ye ayarlanıp, ardından 1,3 mg/ml nihai konsantrasyona kadar pepsin enzimi eklenmiştir. Örnekler 37°C'de 100 rpm'de çalkalamalı su banyosunda 2 sa boyunca inkübe edilmiştir. Bağırsak sindirimi için sindirimin pH'ı 1M NaHCO₃ kullanılarak pH 5.8'e yükseltilmiştir. 2,5 ml pankreatin ve safra tuzları karışımı sırasıyla 0,175 ve 1,1 mg/ml nihai konsantrasyonlarda ilave edilmiştir. Daha sonra pH 1M NaHCO₃ ile 6,5'e ayarlanıp, numuneler 37°C'de 100 rpm'de çalkalamalı su banyosunda 2 sa boyunca inkübe edilmiştir. Gastrointestinal sindirimden sonra örnekler buzlu suya daldırılarak soğutulmuş olup, soğutulan örnekler 4°C'de (Hettich 320 R, Tuttlingen, Almanya) 30 dk boyunca 5000 rpm'de santrifüjlendikten sonra sindirimlerin biyolojik olarak erişilebilir fraksiyonları ayrılarak -20°C'de saklanmıştır. Daha sonra toplam fenolik, flavonoid, antosiyanin içeriklerinin yanı sıra antioksidan kapasiteyi de içeren spektrofotometrik analizler için kullanılmıştır. Tüm deneyler üç tekrar olarak yapılmıştır.

Denklem 3.2 kullanılarak biyoerişilebilirlik yüzde olarak ifade edilmiştir:

$$\text{Biyoerişilebilirlik (\%)} = \left(\frac{BB_{\text{Bağırsak}}}{BB_{\text{Sindirilmemiş}}} \right) \times 100 \quad (3.2)$$

Burada $BB_{\text{Bağırsak}}$ bağırsak sindirimi sonrası biyoaktif bileşik madde miktarını, $BB_{\text{Sindirilmemiş}}$ sindirim öncesi biyoaktif bileşik madde miktarıdır.

3.6. Duyusal Analiz

Duyusal analiz ile aronya suyu ile üretilmiş su kefir örnekleri renk, tat, aroma, koku, asitlik, tatlılık, bulanıklık ve genel beğeni kalite kriterlerine göre 24 kişiden oluşan yarı eğitimli panelistler tarafından dokuz puanlık hedonik derecelendirme ölçeği (1: hiç beğenmedim ile 9: çok fazla beğendim) kullanılarak değerlendirilmiştir (Şekil 3.2).

Duyusal analiz değerlendirmesinde iki farklı yöntem ile aronya kullanılarak üretilmiş olan su keferi örnekleri, aronya suyu ve su ile seyreltilmiş aronya suyu (1:10; v:v) panelistlere sunulmuş ve değerlendirmeleri istenmiştir (Meilgaard ve ark., 2015). Örnekler rastgele kodlanarak, panelistlere şeffaf kaplar içerisinde su eşliğinde sunulmuştur. Bunun yanı sıra tüketiciler sıralama testi uygulanmış olup, örneklerden en çok beğendiklerine göre sıralamaları istenmiştir. Çalışmada kullanılan duyusal değerlendirme formu ve etik kurul izni Ek-1 ve Ek-2’de sunulmuştur. Panelistlere panel öncesi duyusal analiz için gerekli tadım ile ilgili gerekli bilgilendirmeler yapılmıştır.



şekil 3.2. Duyusal analiz

3.7. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analiz JMP istatistik yazılımı (JMP sürüm 13.0; Cary, NC, A.B.D.) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örnekler arasındaki anlamlı farklılıkları belirlemek için %95 güven aralığında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve ardından Tukey oklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Yapılan analizler üç paralel ve üç tekrar olarak uygulanmış olup, sonuçlar ortalama $\pm$ standart sapma olarak ifade edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Su Kefiri Örneklerinde pH ve Briks Değişimi

Aronya, nar ve kırmızı pancar suyu kullanılarak, yöntem 1 ve yöntem 2 ile elde edilen su kefir örneklerinin pH ve briks değişimleri Tablo 4.1.'de gösterilmiştir. Aronya, nar ve kırmızı pancardan elde edilen suların pH değeri sırasıyla $3,55\pm0,07$, $3,69\pm0,45$ ve $4,40\pm0,01$ olarak ölçülmüştür. Briks değerleri ise sırasıyla $14,65\pm0,21$, $14,10\pm0,14$ ve $9,95\pm0,07$ olarak tespit edilmiştir. pH ve briks değerleri incelendiğinde en düşük pH ve en yüksek briks değerine sahip olan örnek aronya olarak belirlenmiştir. Bu durum aronya meyvesinin doğal organik asit içeriğinin yüksek ve çözünür kuru madde miktarının diğer örneklerle kıyasla fazla olmasıyla ilişkilendirilmektedir. Mikroorganizmaların fermantasyon sürecindeki metabolik aktiviteleri pH ve briks değerlerinde değişime sebep olmaktadır. Örneklerde briks değerindeki azalış şekerin mikroorganizmalar tarafından kullanılmasıyla açıklanırken, pH'nın düşmesi laktik asit oluşumuna bağlıdır. Bunun yanı sıra danelerin mikrobiyal florası, fermantasyonun gerçekleştiği ortam, sıcaklığı ve süresi de örneklerin pH değeri üzerinde etkili olmaktadır (Ozelik ve ark., 2021; Güzel-Seydim ve ark., 2023). Fermantasyon süreci boyunca mikroorganizmaların metabolik aktiviteleri sonucunda pH ve briks değerlerinde belirgin değişimler gözlenmiştir.

Tablo 4.1. Aronya, nar ve kırmızı pancar suyu (AS, NS, PS), yöntem 1 ile üretilen su kefir (A-SK1, N-SK1, P-SK1) ve yöntem 2 ile üretilen su kefir (A-SK2, N-SK2, P-SK2) örneklerinin pH ve briks değerleri

Örnek	pH			Briks		
	0 sa	24 sa	48 sa	0 sa	24 sa	48 sa
AS	$3,55\pm0,07$			$14,65\pm0,21$		
A-SK1	$3,74\pm0,09A$		$3,50\pm0,13A$	$7,10\pm0,07A$		$5,65\pm0,21B$
A-SK2	$3,45\pm0,07A$	$3,30\pm0,13A$		$6,95\pm0,07A$	$6,45\pm0,21A$	
NS	$3,69\pm0,45$			$14,10\pm0,14$		
N-SK1	$3,77\pm0,05A$		$3,29\pm0,12B$	$6,85\pm0,07A$		$5,30\pm0,14B$
N-SK2	$3,25\pm0,06A$	$2,96\pm0,08A$		$6,70\pm0,14A$	$6,30\pm0,14A$	
PS	$4,40\pm0,01$			$9,95\pm0,07$		
P-SK1	$4,97\pm0,05A$		$3,46\pm0,08B$	$6,50\pm0,14A$		$4,40\pm0,14B$
P-SK2	$3,43\pm0,04A$	$3,17\pm0,09A$		$6,30\pm0,14A$	$5,75\pm0,07B$	

*Aynı satırda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0,05$).

Yapılan bu çalışmada Yöntem 1 ile üretilen su kefir örneklerinden aronya (A-SK1), nar (N-SK1) ve pancar suyu (P-SK1) kullanıldığında sırasıyla pH değeri $3,74\pm0,09$ 'dan $3,50\pm0,13$ 'e ($p>0,05$), $3,77\pm0,05$ 'den $3,29\pm0,12$ 'ye ($p<0,05$) ve $4,97\pm0,05$ 'den $3,46\pm0,08$ 'e ($p<0,05$) düşmüştür. Bu sonuçlara göre özellikle kırmızı pancar suyunda pH değerindeki keskin düşüş, fermantasyon sırasında laktik ve asetik asit

üretiminin daha yoğun gerçekleştiğini göstermektedir. Buna karşılık, inokulum kullanılarak Yöntem 2 uygulandığında, örneklerin pH değerinde düşüş gözlemlense de anlamlı bir fark belirlenmemiştir ($p>0,05$). Yöntem 2 ile elde edilen örneklerde fermantasyon öncesi pH değeri $3,25\pm0,06$ - $3,45\pm0,07$ aralığında iken fermantasyon sonrası $2,96\pm0,08$ - $3,30\pm0,13$ aralığında olduğu gözlemlenmiştir. Bunun fermantasyon süresinin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer sonuçlara yapılan birçok çalışmada rastlanmakta olup, fermantasyon işlemi ile pH ve briks değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir (Gökırmaklı ve ark., 2025; Karamanoğlu, 2025).

Benzer sonuçlar örneklerin briks değerlerinde de tespit edilmiştir. Yöntem 1 A-SK1 örneğinde briks değeri $7,10\pm0,07$ 'den $5,65\pm0,21$ 'e, N-SK1 $6,85\pm0,07$ 'den $5,30\pm0,14$ 'a ve P-SK1 örneğinde ise $6,50\pm0,14$ 'den $4,40\pm0,14$ 'a düşmüştür. Yöntem 2'de ise briks değerleri A-SK2 örneğinde $6,95\pm0,07$ değerinden $6,45\pm0,21$ değerine, N-SK2 örneğinde $6,70\pm0,14$ 'ten $6,30\pm0,14$ 'e ve P-SK2 örneğinde ise $6,30\pm0,14$ 'ten $5,75\pm0,07$ 'e azalmıştır. Yöntem 1 uygulandığında aronya, nar ve pancar suyu kullanılarak üretilen su kefiri briks değerlerinde anlamlı bir düşüş gözlemlenirken, yöntem 2 uygulandığında anlamlı bir fark belirlenmemiştir. Bu briks değerlerindeki azalmanın sebebi ise fermantasyon sürecinde mikroorganizmaların şekeri karbon kaynağı olarak kullanmasına bağlanmaktadır. Literatürde bildirilen birçok çalışmada da benzer şekilde fermantasyon süresinin uzamasıyla birlikte pH ve briks değerlerinde azalma olduğu belirtilmektedir. Dolayısıyla elde edilen bulgular, uygulanan yöntemin ve fermantasyon süresinin su kefirinin asitlik ve şeker profili üzerinde belirleyici bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır (Oner ve Karamanoglu, 2026).

4.2. Su Kefiri Örneklerinde Renk Değişimi

Aronya, nar ve pancar suyu kullanılarak 2 farklı fermantasyon yönteminin uygulandığı örneklerin renk değerleri Tablo 4.2'de gösterilmiştir. Fermantasyon öncesi renk parametreleri incelendiğinde en açık renk nar suyunda olup, en koyu renk ise kırmızı pancar suyunda belirlenmiştir. Kırmızı pancar suyu diğer örneklerle göre yüksek a^* ve C^* değerleri ($p<0,05$) ile daha kırmızımsı ve canlı renge sahip olup, içeriğindeki betalain pigmentlerinin yoğunluğunu yansıtmaktadır. Aronya suyu ise düşük b^* ve h° değerleri ($p<0,05$) ile daha koyu ve morumsu bir renk profili sergilediği belirlenmiştir. Aronya, nar ve pancar suyu renkleri kıyaslandığında pancar suyu en koyu renge sahip olurken nar suyunun en açık renge sahip olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Tablo 4.2. Aronya, nar ve kırmızı pancar suyu (AS, NS, PS), yöntem 1 ile üretilen su kefir (A-SK1, N-SK1, P-SK1) ve yöntem 2 ile üretilen su kefir (A-SK2, N-SK2, P-SK2) örneklerinin renk değerleri

Örnek	L*	a*	b*	C*	h°
AS	13,24±0,57g	16,64±0,51e	4,06±0,74f	17,14±0,59d	13,67±2,22e
A-SK1	62,49±0,25c	11,86±0,02f	12,17±0,05c	17,00±0,02d	45,74±0,16b
A-SK2	53,69±0,14d	17,92±0,01d	18,81±0,06a	25,99±0,05c	46,38±0,08b
NS	33,74±1,10e	20,59±0,87c	18,41±1,63ab	27,63±1,74c	41,74±1,32c
N-SK1	69,30±0,32a	0,19±0,02g	10,16±0,04d	10,16±0,04e	88,93±0,09a
N-SK2	63,91±0,23b	0,76±0,02g	16,72±0,09b	16,74±0,09d	87,39±0,06a
PS	7,67±0,14h	28,52±0,26b	8,57±0,08de	29,78±0,23b	16,72±0,28d
P-SK1	28,55±0,05f	58,23±0,26a	2,00±0,21g	58,27±0,25a	1,97±0,21g
P-SK2	27,85±0,01f	58,21±0,02a	7,39±0,02e	58,67±0,02a	7,24±0,02f

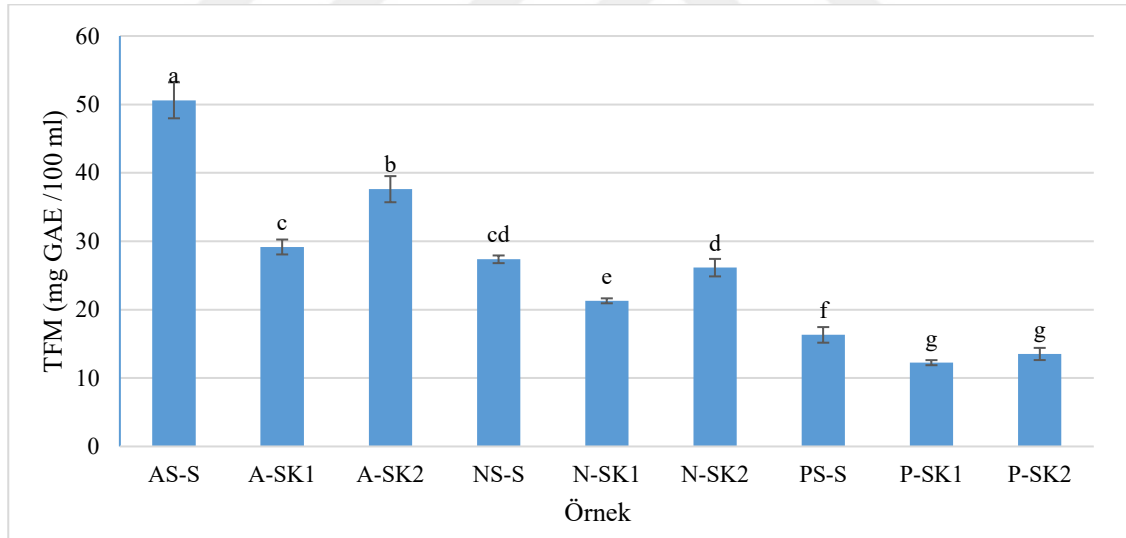
*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p>0,05).

Benzer şekilde su kefir örneklerinde de aronya, nar ve pancar suyunun etkisi tespit edilmiştir. Açıklık koyuluk (L*) yönünden değerlendirildiğinde en açık renk 69,30±0,32 L* değeri ile N-SK1 örneği olup, en koyu renk dolayısıyla en düşük L* değeri 28,55±0,05 ve 27,85±0,01 sırası ile P-SK1 ve P-SK2 örnekleri olarak tespit edilmiştir (p<0,05). Ayrıca aronya ve nar suyu kullanılarak Yöntem 1 ile üretilen su kefir örneklerinde kırmızısılık a* değeri azalırken, pancar suyu ile üretilen su kefirinde artış gözlemlenmiştir (p<0,05). Aronya suyu ile üretilen su kefir örneklerinde A-SK1 ve A-SK2 sırasıyla a* değeri 11,86±0,02 ve 17,92±0,01 olurken, nar suyu ile üretilen su kefir örneklerinde N-SK1 ve N-SK2 a* değeri sırasıyla 0,19±0,02 ve 0,76±0,02 olarak belirlenmiştir. Ancak pancar suyu ile üretilen su kefir örneklerinde her iki fermentasyon yönteminde artış olup, P-SK1 ve P-SK2 örneklerinin sırasıyla a* değeri 58,23±0,26 ve 58,21±0,02 olarak tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, aronya suyu ile üretilen su kefir örneklerinde b* değeri fermentasyon öncesinde 4,06±0,74 olup, fermentasyon sonrasında 12,17±0,05 (A-SK1) ve 18,81±0,06 (A-SK2) olarak tespit edilmiştir (p<0,05). Nar suyu ile üretilen su kefir örneklerinde fermentasyon öncesinde 18,41±1,63 olup, fermentasyon sonrasında 10,16±0,04 (p<0,05) ve 16,72±0,09 (p>0,05) olarak bulunmuştur. Benzer şekilde pancar suyu ile üretilen su kefir örneklerinde ise b* değeri fermentasyon öncesi 8,57±0,08 olup, fermentasyon sonrasında 2,00±0,21 ve 7,39±0,02 olarak tespit edilmiştir. Böylece nar ve pancar suyu kullanılarak üretilen su kefir örneklerinde b* değerinde düşüş olurken, aronya suyu ile üretilen su kefirinin b* değerinde artış olup, sarımsılık artmıştır (p<0,05).

Ek olarak, aronya suyu ile üretilen su kefir örneklerinde Yöntem 1 uygulandığında parlaklık aynı kalırken, Yöntem 2 uygulandığında anlamlı bir artış

gözlemlenmiştir. Kırmızı pancar suyu ile üretilen su kefir örneklerinde her iki fermentasyon yönteminde anlamlı bir artış gözlemlenmiştir. Ancak su kefir üretiminde nar suyu kullanıldığında parlaklığın dolayısıyla C* değerinin $27,63 \pm 1,74$ 'dan (NS) $10,16 \pm 0,04$ 'e (N-SK1) ve $16,74 \pm 0,09$ 'a (N-SK2) azaldığı tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Hue açısı değerleri incelendiğinde ise nar suyu ile üretilen su kefir örneklerinde sarımsı renge yaklaştığı gözlemlenmiştir ve uygulanan iki fermentasyon yöntemi arasında fark belirlenmemiştir ($p > 0,05$). Yapılan bu çalışmadaki verilere göre kullanılan aronya, nar ve kırmızı pancar suyu ile uygulanan fermentasyon yönteminin son üründe etkisi olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak Yöntem 2'nin uygulandığı örneklerde parlaklık ve canlılık arttığı belirlenmiştir. Bu bulgu fermentasyon süresinin kısa tutulmasının pigment degradasyonunu sınırladığını ve renk stabilitesini koruduğunu göstermektedir. Literatürde farklı meyvelerle üretilen su kefir çalışmalarında da fermentasyon koşullarının renk parametreleri üzerinde belirleyici olduğu bildirilmektedir (Esatbeyoglu ve ark., 2023; Oner ve Karamanoglu, 2026).

4.3. Su Kefiri Örneklerinde Toplam Fenolik Madde (TFM) Miktarı Değişimi



*Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p > 0,05$).

Şekil 4.1. Aronya, nar, kırmızı pancar suyu (1:10 oranında seyreltilmiş) (AS-S, NS-S, PS-S), yöntem 1 ile üretilen su kefir (A-SK1, N-SK1, P-SK1) ve yöntem 2 ile üretilen su kefir (A-SK2, N-SK2, P-SK2) örneklerinin TFM değerleri

Meyveler ve sebzeler fenolik madde miktarı bakımından zengin olup, bu oran meyve ve sebzelerin olgunluk durumu, çeşidi, iklim ve yetiştiği mevsime göre farklılık göstermektedir (Öztan, 2006). Yapılan bu çalışmada aronya, nar ve kırmızı pancar suyu

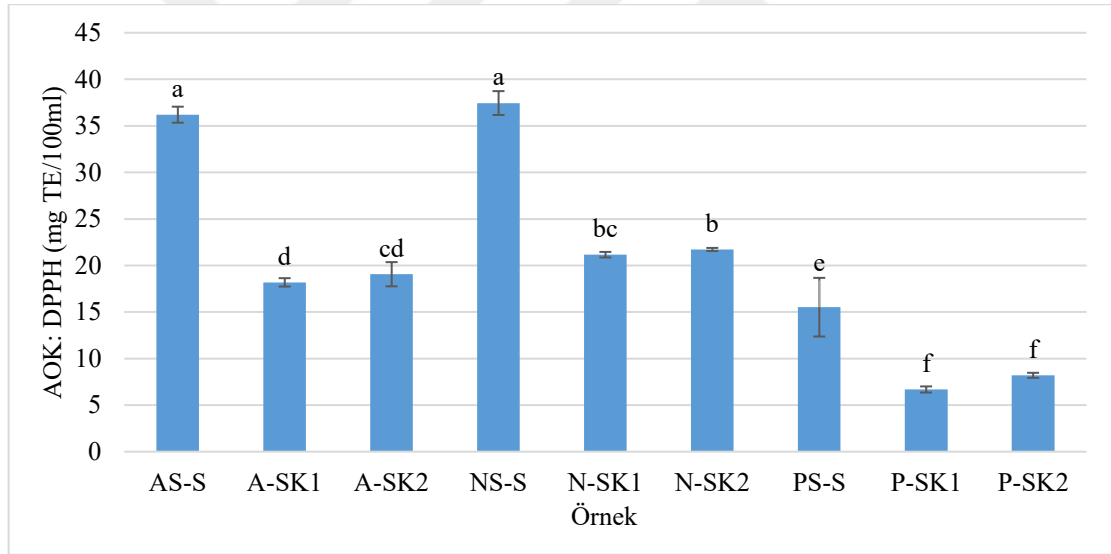
ve bunlardan iki farklı yöntem kullanılarak elde edilen su kefir örneklerine ait toplam fenolik madde (TFM) miktarları Şekil 4.1’de verilmiştir. Aronya, nar ve kırmızı pancar suyu 1:10 oranında su ile seyreltilmiş olup, su kefir ile aynı orana sahiptir. Seyreltilmiş aronya, nar ve kırmızı pancar suyunun TFM miktarı sırasıyla $50,60 \pm 2,63$, $27,36 \pm 0,56$ ve $16,31 \pm 1,14$ mg GAE/100 mL olarak tespit edilmiş olup, en yüksek TFM miktarı aronya suyunda (AS-S) gözlemlenmiştir ($p < 0,05$). Bu sonuç nar ve kırmızı pancar ile kıyaslandığında aronya meyvesinin yüksek fenolik içeriğe sahip olduğunu desteklemektedir.

Su kefir danesi kullanılarak (Yöntem1) fermente edilen su kefirlerinde aronya, nar ve kırmızı pancar için TFM değerleri sırası ile $29,16 \pm 1,09$, $21,29 \pm 0,36$ ve $12,25 \pm 0,37$ mg GAE/100 mL olarak belirlenirken, inokulum (Yöntem 2) kullanılarak üretilen su kefirlerinde TFM değerleri sırası ile $37,61 \pm 1,91$, $26,14 \pm 1,28$, $13,52 \pm 0,89$ mg GAE/100 mL olarak tespit edilmiştir. En yüksek TFM değerine sahip su kefir Yöntem 2 ile üretilen aronya kullanılarak elde edilen su kefirinde (A-SK2) olduğu gözlemlenmiştir ($p < 0,05$). Fermantasyon sonrasında her iki yöntemde de TFM miktarında azalma gözlenmiştir. Ancak, Yöntem 2 inokulum ile üretilen su kefirlerinde fenolik kaybın daha düşük olduğu belirlenmiştir. Özellikle aronya ile elde edilen su kefir örneklerinde, Yöntem 2 ile fenolik içeriğinin daha yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir. Bu durum fermantasyon süresinin uzamasıyla fenolik bileşiklerin parçalanma veya dönüşüme uğrayabileceğini düşündürmektedir. Literatürde benzer şekilde fermantasyon süresinin uzamasıyla fenolik bileşiklerde azalma meydana geldiği, ancak kısa süreli fermantasyonların fenolik stabilite açısından daha avantajlı olduğu bildirilmektedir (Ozcelik ve ark., 2021; Oner ve Karamanoglu, 2026). Elde edilen sonuçlar, inokulum kullanılarak gerçekleştirilen kısa süreli fermantasyonun fenolik bileşiklerin korunması açısından uygun bir yaklaşım olduğunu göstermektedir.

4.4. Su Kefiri Örneklerinin Antioksidan Kapasitesi (AOK) Değişimi

Antioksidan maddeler serbest radikallerin sebep olabileceği hücresel hasarı önleyerek insan vücudunu koruyan, antikanser ve antibakteriyel özellik gösteren bileşiklerdir (Kahve, 2025). Antioksidan tayininde farklı yönlerden değerlendirmek amacı ile birden fazla metot kullanılmaktadır. Yapılan bu çalışmada örneklerin antioksidan kapasitesi verileri DPPH ve CUPRAC metotlarıyla elde edilmiştir. Aronya, nar ve kırmızı pancar suyu ve bunlardan iki farklı yöntem kullanılarak elde edilen su kefir örneklerine ait DPPH yöntemi ile elde edilen antioksidan kapasitesi değerleri Şekil 4.2’de

gösterilmiştir. DPPH yöntemi ile elde edilen seyreltilmiş aronya, nar ve kırmızı pancar suyunun antioksidan kapasitesi sırasıyla $36,20 \pm 0,86$, $37,45 \pm 1,28$ ve $15,52 \pm 3,15$ mg TE/100 mL olarak tespit edilmiş olup, aronya ve nar suyu antioksidan kapasitesinde anlamlı bir fark belirlenmemiştir. Aronya, nar ve pancar suyu kullanılarak üretilen su kefiri örneklerinde yöntem 1 kullanıldığında DPPH yöntemi ile elde edilen AOK değeri sırasıyla $18,19 \pm 0,45$, $21,16 \pm 0,30$ ve $15,52 \pm 3,15$ mg TE/100 mL olarak belirlenirken, yöntem 2 kullanıldığında $19,06 \pm 1,30$, $21,72 \pm 0,17$ ve $8,20 \pm 0,27$ mg TE/100 mL olarak tespit edilmiştir. Her iki fermentasyon yöntemi ile örneklerin antioksidan kapasitesi değerinde anlamlı bir fark belirlenmemiştir ($p > 0,05$). Ancak su kefiri örneklerinde nar suyu kullanıldığı zaman diğer örneklere göre AOK oranının yüksek olduğu ortaya çıkmıştır ($p < 0,05$). Yapılan araştırmalardan örneğin yenedünya meyvesi ya da akdeniz meyveleri kullanılarak üretilen su kefiri örnekleri bu sonuçları desteklemekte olup, DPPH yöntemi ile antioksidan oranları değerlendirildiğinde düşüş gözlemlenmiştir (Randazzo ve ark., 2016; Oner ve Karamanoglu, 2026).

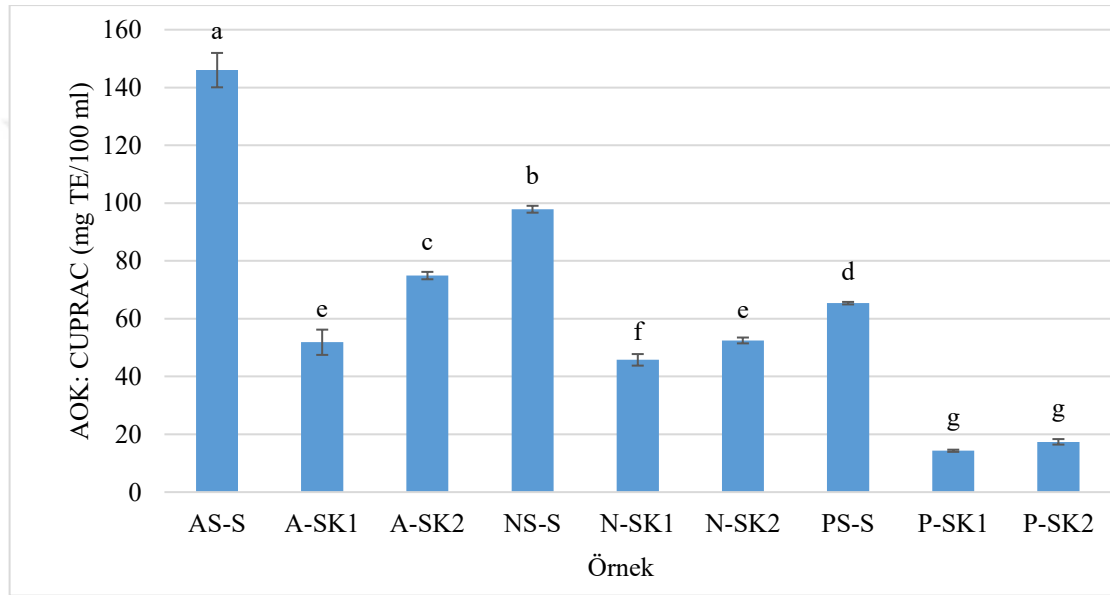


*Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p > 0,05$).

Şekil 4.2. Aronya, nar, kırmızı pancar suyu (1:10 oranında seyreltilmiş) (AS-S, NS-S, PS-S), yöntem 1 ile üretilen su kefiri (A-SK1, N-SK1, P-SK1) ve yöntem 2 ile üretilen su kefiri (A-SK2, N-SK2, P-SK2) örneklerinin AOK miktarı: DPPH Yöntemi

Aronya, nar ve kırmızı pancar suyu ve bunlardan iki farklı yöntem kullanılarak elde edilen su kefiri örneklerine ait CUPRAC yöntemi ile elde edilen antioksidan kapasitesi Şekil 4.3'te verilmiştir. Seyreltilmiş aronya, nar ve kırmızı pancar suyunun CUPRAC yöntemi ile belirlenen antioksidan kapasitesi sırasıyla $146,01 \pm 5,95$, $97,88 \pm 1,19$ ve $65,38 \pm 0,43$ mg TE/100 mL olarak tespit edilmiştir, dolayısıyla en yüksek

değer aronya suyunda gözlemlenmiştir. Su kefirı danesi kullanılarak Yöntem 1 ve inokulum kullanılarak Yöntem 2 ile elde edilen su kefirı örneklerinde, her iki yöntemde de en yüksek değer aronya suyu ile elde edilen örneklerde tespit edilmiş olup, A-SK1 ve A-SK2 örneklerinin CUPRAC yöntemiyle elde edilen AOK değerleri sırasıyla $51,85 \pm 4,37$ ve $74,93 \pm 1,28$ mg TE/100 mL olarak belirlenmiştir. En düşük AOK oranı ise her iki fermantasyon yönteminde kırmızı pancar suyu ile elde edilen su kefirı örneklerinde gözlemlenmiştir ($p > 0,05$). CUPRAC yöntemi ile elde edilen AOK değerlerinde fermantasyon metodlarından Yöntem 1 ve Yöntem 2 karşılaştırıldığında Yöntem 2 ile elde edilen su kefirı örneklerinde daha yüksek AOK değeri tespit edilmiştir.



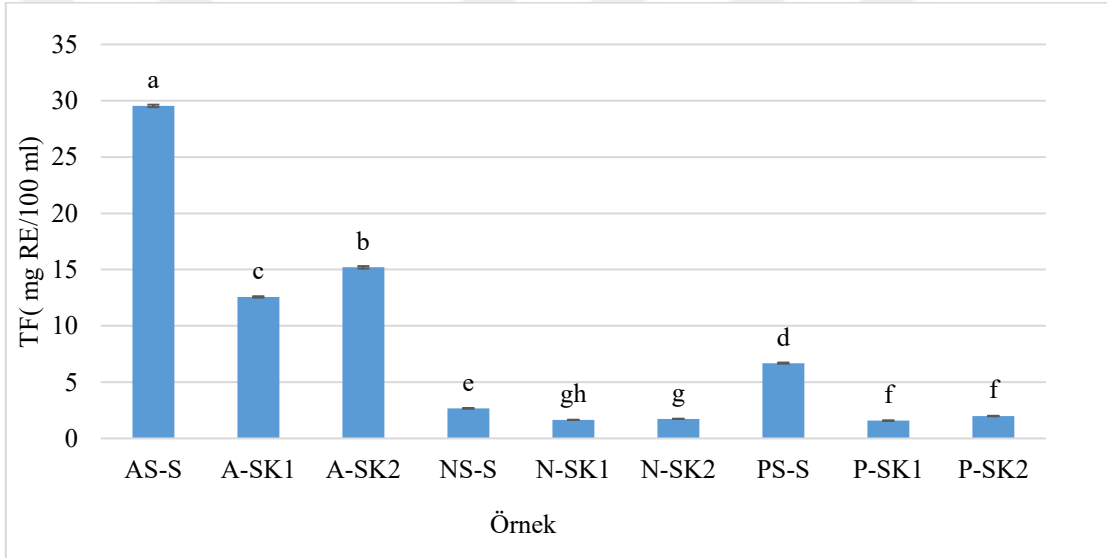
*Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p > 0,05$).

Şekil 4.3. Aronya, nar, kırmızı pancar suyu (1:10 oranında seyreltilmiş) (AS-S, NS-S, PS-S), yöntem 1 ile üretilen su kefirı (A-SK1, N-SK1, P-SK1) ve yöntem 2 ile üretilen su kefirı (A-SK2, N-SK2, P-SK2) örneklerinin AOK miktarı: CUPRAC Yöntemi

DPPH yöntemi ile elde edilen sonuçlarda fermantasyon yöntemleri arasında belirgin bir fark tespit edilmezken, CUPRAC yöntemi ile yapılan değerlendirmelerde Yöntem 2 dolayısıyla inokulum kullanılarak üretilen örneklerin daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durum CUPRAC yönteminin fenolik bileşiklere karşı daha duyarlı olmasıyla ve kısa fermantasyon süresinin biyoaktif bileşiklerin korunmasına katkı sağlamasıyla ilişkilendirilebilir (Munteanu ve Apetrei, 2021). Sonuç olarak aronya meyvesinin yüksek orandaki fenolik kaynağından aronya suyu ile üretilen su kefirı örnekleri, nar ve kırmızı pancar bazlı örneklerle kıyasla daha yüksek antioksidan kapasite göstermiştir.

4.5. Su Kefiri Örneklerinde Toplam Flavonoid (TF) Miktarı Değişimi

Fenolik maddeler arasında en yaygın grup olan flavonoidler doğal olarak oluşmakta olup, bitkilerden elde edilmektedirler. Fenolik maddeler hem gıdaların koku, renk ve tat gibi kalite özelliklerine hem de antioksidan kapasitesine önemli katkı sağlamaktadır (Öztan, 2006). Yapılan bu çalışmada aronya, nar ve kırmızı pancar suyu ve bunlardan iki farklı yöntem kullanılarak elde edilen su kefir örneklerine ait toplam flavonoid (TF) miktarları Şekil 4.4'te gösterilmiştir. Seyreltilmiş aronya, nar ve kırmızı pancar suyunun TF miktarı sırasıyla $29,54 \pm 0,11$, $2,67 \pm 0,03$ ve $6,69 \pm 0,05$ mg RE/100 mL olarak tespit edilmiştir. En yüksek TF miktarı aronya örneğinde belirlenirken, nar ve kırmızı pancar suyu ile kıyaslandığında düşük değer elde edilmiştir ($p < 0,05$). Bu durum aronya meyvesinin flavonoid açısından zengin yapısını doğrulamaktadır.



*Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p > 0,05$).

Şekil 4.4. Aronya, nar, kırmızı pancar suyu (1:10 oranında seyreltilmiş) (AS-S, NS-S, PS-S), yöntem 1 ile üretilen su kefir (A-SK1, N-SK1, P-SK1) ve yöntem 2 ile üretilen su kefir (A-SK2, N-SK2, P-SK2) örneklerinin TF değerleri

Su kefir danesi kullanılarak (Yöntem1) fermente edilen su kefir örneklerinde TF değerleri aronya, nar ve kırmızı pancar için sırasıyla $12,57 \pm 0,06$ (A-SK1), $1,65 \pm 0,01$ (N-SK1), $1,58 \pm 0,03$ (P-SK1) mg RE/100 mL olarak tespit edilirken, inokulum kullanılarak (Yöntem 2) elde edilen aynı örneklerde sırasıyla TF değerleri $15,20 \pm 0,11$ (A-SK2), $1,74 \pm 0,01$ (N-SK2), $1,99 \pm 0,02$ (P-SK2) mg RE/100 mL olarak belirlenmiştir. Genel olarak fermentasyon sonrasında su kefir örneklerinde toplam flavonoid içeriğinde anlamlı bir azalma gözlenmiştir. Benzer şekilde aronya posası ve aronya suyu ilave

edilerek üretilen su kefiri örneklerinde fermantasyon işlemi sonunda TF içeriğinde azalma tespit edilmiştir (Esatbeyoglu ve ark., 2023). Ancak bu çalışmada inokulum kullanılarak uygulanan Yöntem 2 ile flavonoid kaybının daha sınırlı olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç daha kısa fermantasyon süresinin flavonoid bileşiklerin korunmasına katkı sağladığını göstermektedir. Aronya suyu ile üretilen su kefiri örnekleri, aronya meyvesinin yüksek flavonoid oranından kaynaklı olarak fermantasyon sonrası da diğer örneklerle kıyasla daha yüksek flavonoid içeriğini korumuştur. Dolayısıyla aronya bazlı su kefirlerinin fonksiyonel bileşenler açısından daha avantajlı olduğunu ortaya konmuştur. Ayrıca, su kefiri üretiminde fermantasyonun flavonoid bileşikler üzerindeki etkisinin kullanılan hammaddeye, fermantasyon yöntemi ve süresine ve mikrobiyal kompozisyona bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini bilinmektedir. Örneğin yenedünya meyvesi kullanılarak üretilen su kefiri örneklerinde liyofilize kültür ve su kefiri danesi ile elde edildiğinde sırasıyla $8,77 \pm 0,34$ ve $10,77 \pm 0,28$ mg RE/100 mL olarak tespit edilmiş, su kefiri danesi ile üretilen örnekte flavonoid artışı belirlenmiştir (Oner ve Karamanoglu, 2026).

4.6. Aronya Kullanılarak Üretilen Su Kefiri Örneklerinde Biyoerişilebilirlik

Yapılan bu çalışmada aronya meyvesinin yüksek orandaki fenolik kaynağından dolayı su kefiri örneklerinde nar ve kırmızı pancar suyu ile üretilen su kefiri örneklerine kıyasla TFM, TF ve AOK bakımından yüksek oranlar elde edilmiştir. Bu sebeple *in vitro* gastrointestinal sindirim sonrasında aronya suyu ile üretilen su kefiri örneklerindeki (A-SK1 ve A-SK2) TFM, TF, TMA ve AOK değişim değerlendirilmiştir ve Tablo 4.3'te gösterilmiştir.

Aronya örnekleri TFM miktarı bakımından değerlendirildiğinde seyreltilmiş aronya suyu örneğinde sindirilmemiş, mide ve bağırsakta sırasıyla $50,60 \pm 2,63$, $19,88 \pm 1,18$ ve $16,01 \pm 0,44$ mg GAE/100 mL olarak tespit edilmiş olup, anlamlı bir düşüş gözlemlenmiştir ($p < 0,05$). Uygulanan fermantasyon yöntemleri kıyaslandığında ise su kefiri örneklerinde TFM oranı sindirilmemiş, mide ve bağırsakta sırasıyla Yöntem 1 için $29,16 \pm 1,09$, $16,61 \pm 1,20$, $15,81 \pm 0,73$ mg GAE/100 mL olarak belirlenirken, Yöntem 2 için $37,61 \pm 1,91$, $21,91 \pm 0,97$, $19,73 \pm 0,52$ mg GAE/100 mL olarak belirlenmiştir. Su kefiri danesi kullanılarak Yöntem 1'in uygulandığı su kefiri örneğinde mide ve bağırsak fazında anlamlı bir fark belirlenmezken ($p > 0,05$), inokulum kullanılarak Yöntem 2'nin uygulandığı su kefiri örneklerinde anlamlı bir düşüş gözlemlenmiştir ($p < 0,05$).

Biyoerişilebilirlik AS-S örneğinde 31,73%, Yöntem 1 ile üretilen su kefirinde (A-SK1) 54,29% ve Yöntem 2 ile üretilen su kefirinde (A-SK2) 52,54% olarak tespit edilmiş olup su kefiri üretim yöntemleri arasında biyoerişilebilirlik yönünden fark belirlenmemiştir ($p>0,05$). Dolayısıyla su kefiri örneklerinde aronya suyuna kıyasla TFM bakımından biyoerişilebilirliğin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 4.3. *In vitro* gastrointestinal sindirim sonrasında aronya suyu (1:10 oranında seyreltilmiş) (AS-S), yöntem 1 ile üretilmiş su kefiri (A-SK1) ve yöntem 2 ile üretilmiş su kefiri (A-SK2) örneklerinin TFM, TF, TMA ve AOK’inde meydana gelen değişimler

Örnek	Sindirilmemiş	Mide	Bağırsak	Biyoerişilebilirlik (%)
TFM (mg GAE/100 mL)				
AS-S	50,60±2,63aA	19,88±1,18bB	16,01±0,44bC	31,73±2,27b
A-SK1	29,16±1,09cA	16,61±1,20cB	15,81±0,73bB	54,29±3,35a
A-SK2	37,61±1,91bA	21,91±0,97aB	19,73±0,52aC	52,54±2,21a
TF (mg RE/100 mL)				
AS-S	29,54±0,11aA	8,75±0,03aC	10,46±0,06aB	35,43±0,29a
A-SK1	12,57±0,06cA	2,82±0,04cC	3,90±0,10cB	31,02±0,86b
A-SK2	15,20±0,11bA	4,11±0,04bC	5,47±0,11bB	36,00±0,57a
TMA (mg C3G/L)				
AS-S	41,27±5,43aA	10,45±1,24aB	6,93±0,47aC	16,97±1,97a
A-SK1	19,10±1,09bA	1,40±0,05bC	3,61±0,29bB	18,95±1,84a
A-SK2	18,51±1,91bA	1,49±0,03bC	3,19±0,23bB	17,38±2,36a
CUPRAC (mg TE/100 mL)				
AS-S	146,01±5,95aA	56,89±1,98aB	39,91±0,67aC	27,37±1,21b
A-SK1	51,85±4,37cA	25,77±1,33cB	21,58±0,84cC	41,95±4,92a
A-SK2	74,93±1,28bA	39,58±4,64bB	30,17±0,31bC	40,28±0,78a
DPPH (mg TE/100 mL)				
AS-S	36,20±0,86aA	15,33±0,79aC	22,64±0,12aB	62,56±1,85b
A-SK1	18,19±0,45bA	9,89±0,36cC	13,04±0,53bB	71,73±2,65a
A-SK2	19,06±1,30bA	11,29±0,66bB	12,18±0,34cB	64,19±5,11b

*Aynı sütunda aynı küçük harfle ve aynı satırda aynı büyük harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0,05$).

Aronya örnekleri TF miktarı bakımından değerlendirildiğinde seyreltilmiş aronya suyu örneğinde sindirilmemiş, mide ve bağırsakta sırasıyla 29,54±0,11, 8,75±0,03 10,46±0,06 mg RE/100 mL olarak tespit edilmiştir. Su kefiri örnekleri A-SK1 ve A-SK2, seyreltilmiş aronya suyu (AS-S) ile kıyaslandığında sindirilmemiş, mide ve bağırsak fazında anlamlı düşüş gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Ancak inokulum ile üretilen su kefiri örneğinde (A-SK2) sindirilmemiş, mide, bağırsak fazında sırasıyla 15,20±0,11, 4,11±0,04, 5,47±0,11 mg RE/100 mL olarak belirlenirken, dane ile üretilen su kefiri örneğinde (A-SK1) ise 12,57±0,06, 2,82±0,04, 3,90±0,10 mg RE/100 mL olarak tespit edilmiştir, dolayısıyla inokulum ile üretilen su kefiri örneklerinde flavonoid miktarı anlamlı bir fark gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Bunun yanı sıra TF miktarı bakımından biyoerişilebilirlik yüzdesi değerlendirildiğinde AS-S, A-SK1 ve A-SK2 örneklerinde

sırasıyla $35,43 \pm 0,29$, $31,02 \pm 0,86$, $36,00 \pm 0,57\%$ olarak tespit edilmiş olup, seyreltilmiş aronya suyu ile inokulum ile üretilen su kefir örnekleri arasında fark belirlenmezken ($p > 0,05$), dane üretilen su kefir örneğinde anlamlı bir düşüş gözlemlenmiştir ($p < 0,05$).

Toplam monomerik antosiyanin miktarı seyreltilmiş aronya suyu örneğinde sindirilmemiş, mide, bağırsak fazında sırasıyla $41,27 \pm 5,43$, $10,45 \pm 1,24$, $6,93 \pm 0,47$ mg C3G/100 L olarak tespit edilmiştir, anlamlı bir azalma gözlemlenmiştir ($p < 0,05$). Ancak A-SK1 ve A-SK2 su kefir örneklerinde sırasıyla mide fazında $1,40 \pm 0,05$ ve $1,49 \pm 0,03$ mg C3G/100 L olarak belirlenmiş ve sindirilmemiş fazı ile kıyaslandığında anlamlı bir azalma gözlemlenmiştir ($p < 0,05$). Bunun yanı sıra, bağırsak fazında ise anlamlı artış tespit edilmiştir ($p > 0,05$). Biyoerişilebilirlik yüzdeleri kıyaslandığında AS-S ($16,97 \pm 1,97\%$), A-SK1 ($18,95 \pm 1,84\%$), A-SK2 ($17,38 \pm 2,36\%$) örnekleri arasında bir fark belirlenmemiştir ($p > 0,05$), dolayısıyla fermentasyon uygulaması TMA bakımından biyoerişilebilirliği etkilememiştir.

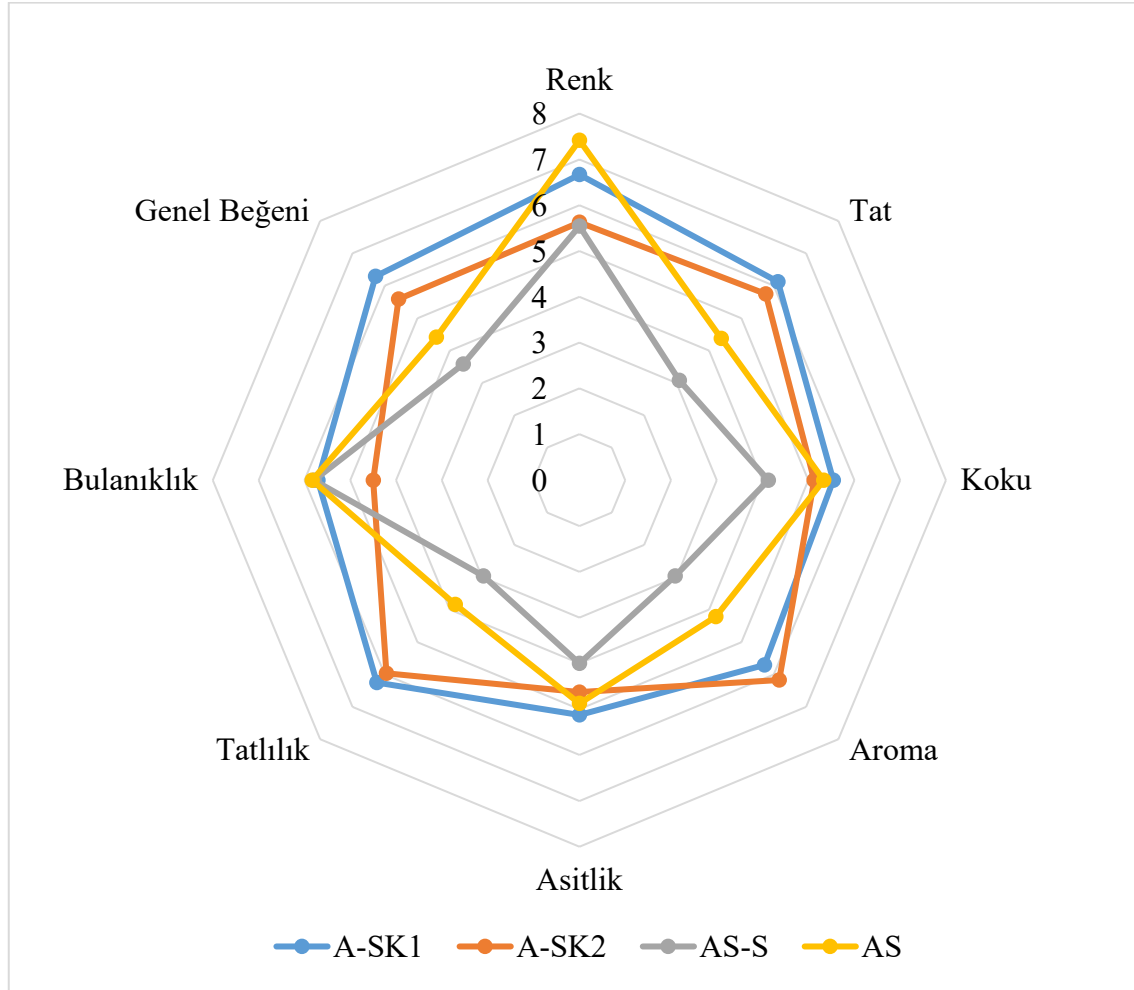
Aronya örneklerinin antioksidan kapasitesi CUPRAC ve DPPH yöntemleri ile değerlendirilmiş olup, seyreltilmiş aronya suyu (AS-S) örneğinde CUPRAC yöntemiyle belirlenen antioksidan kapasitesi sindirilmemiş, mide ve bağırsakta sırasıyla $146,01 \pm 5,95$, $56,89 \pm 1,98$, $39,91 \pm 0,67$ mg TE/100 mL olarak tespit edilirken, DPPH yöntemi kullanıldığında ise $36,20 \pm 0,86$, $15,33 \pm 0,79$, $22,64 \pm 0,12$ mg TE/100 mL olarak belirlenmiştir. Uygulanan analiz yöntemleri kıyaslandığında AS-S örneğinde CUPRAC yöntemi uygulandığında mide fazından bağırsak fazına geçişte anlamlı bir azalma belirlenmiş olup ($p < 0,05$), $27,37 \pm 1,21$ oranında biyoerişilebilirlik tespit edilmiştir. Ancak aynı örnek için DPPH yöntemi uygulandığında mide fazından bağırsak fazına geçişte anlamlı bir artış olup ($p < 0,05$), $62,56 \pm 1,85$ biyoerişilebilirlik tespit edilmiştir. Su kefir örneklerinde AOK bakımından biyoerişilebilirlik CUPRAC yöntemi uygulanarak A-SK1 ve A-SK2 su kefir örnekleri için sırasıyla $41,95 \pm 4,92\%$ ve $40,28 \pm 0,78\%$ olarak belirlenmiş, fermentasyon ile biyoerişilebilirlik oranında anlamlı artış tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Antioksidan yönünden biyoerişilebilirlik DPPH yöntemi kullanılarak değerlendirildiğinde, fermente örneklerde seyreltilmiş aronya suyunu kıyasla benzer veya fazla olduğu gözlemlenmiştir. Fermentasyon yöntemleri ile üretilen A-SK1 ve A-SK2 örnekleri kıyaslandığında CUPRAC yöntemi ile belirlenen antioksidan kapasitesi değerlerine göre sırasıyla sindirilmemiş fazda $51,85 \pm 4,37$ ve $74,93 \pm 1,28$ mg TE/100 mL mide fazında $25,77 \pm 1,33$ $39,58 \pm 4,64$ mg TE/100 mL, bağırsak fazında $21,58 \pm 0,84$ $30,17 \pm 0,31$ mg TE/100 mL olarak belirlenmiş olup, Yöntem 2 uygulanarak

inokulum ile üretilen A-SK2 örneğinin antioksidan değerinde, Yöntem 1 ile elde edilen A-SK1'e kıyasla, bütün fazlarda anlamlı artış tespit edilmiştir ($p<0,05$). Aynı örneklerin A-SK1 ve A-SK2 antioksidan kapasitesi DPPH yöntemi ile kıyaslandığında sırasıyla $71,73\pm2,65$ ve $64,19\pm5,11\%$ biyoerişilebilirlik oranı tespit edilmiştir ve seyreltilmiş aronya suyu (AS-S) ile kıyaslandığında, Yöntem 1 ile üretilen A-SK1 örneğinde artış belirlenirken ($p<0,05$), Yöntem 2 ile üretilen A-SK2 örneğinde fark gözlemlenmemiştir ($p>0,05$). CUPRAC yönteminden farklı olarak, DPPH yöntemi uygulandığında su kefir örnekleri karşılaştırıldığında mide fazında inokulum ile üretilen A-SK2 örneği A-SK1 örneğine göre yüksek olup ($p<0,05$), bağırsak fazında ise tam tersi durum belirlenmiş ve A-SK1 örneği A-SK2'ye göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Sonuç olarak, aronya suyu kullanılarak üretilen su kefir örneklerinde yalnızca yüksek biyoaktif madde içeriği ile kalmayıp, aynı zamanda aronya suyu ile kıyaslandığında bu bileşiklerin sindirim sonrası biyoerişilebilirliğini de artırdığı ya da değişmediği belirlenmiştir.

4.7. Aronya Kullanılarak Üretilen Su Kefiri Örneklerinin Duyusal Özellikleri

Yöntem 1 ve 2 uygulanarak aronya suyu ile elde edilen su kefir (A-SK1 ve A-SK2), seyreltilmiş aronya suyu (AS-S) ve aronya suyu (AS) olmak üzere dört örnek tüketici beğeni testi ile renk, tat, koku, aroma, asitlik, tatlılık, bulanıklık ve genel beğeni yönünden değerlendirilmiştir ve sonuçları Şekil 4.5'te gösterilmiştir. Yöntem 1 uygulanarak dane ile elde edilen su kefir örneği tat, koku, asitlik, tatlılık ve genel beğeni bakımından en çok tercih edilmiştir. Ancak yöntem 2 ile inokulum kullanılarak üretilen su kefir arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Genellikle su kefir örnekleri duyusal analizle değerlendirildiğinde asitlik oranı yüksek olan örnekler genel beğeni bakımından en yüksek puanı elde etmiştir. Ejder meyvesi ile elma suyunun kullanıldığı su kefir örneklerinde asitlik oranı yükselmesi ile görünüş, renk, koku ve lezzet yönünden artış gözlemlenmiştir (Bueno ve ark., 2021). Benzer şekilde, Kornelya kirazı, kırmızı erik, nar, kuşburnu ve alıç kullanılarak üretilen su kefir örneklerinde de düşük alkol içeriğinin ve hafif asidik karakterinin genel beğeni düzeyini anlamlı bir şekilde pozitif yönde etkilediği gözlemlenmiştir (Ozçelik ve ark., 2021). Ancak asitliğin yanı sıra şeker oranı da su kefir örneklerinin beğenilme oranını etkilemektedir. Yapılan bu çalışmada Yöntem 1 ile üretilen su kefir örneğinin pH değeri $3,50\pm0,13$ briks değeri ise $5,65\pm0,21$ olarak belirlenirken, Yöntem 2 ile üretilen su kefir örneğinde pH $3,30\pm0,13$

ve briks $6,45 \pm 0,21$ olarak tespit edilmiştir. Ancak duyu analizi verilerinde yöntemler arasında asitlik, tatlılık ve genel beğeni bakımından anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir.

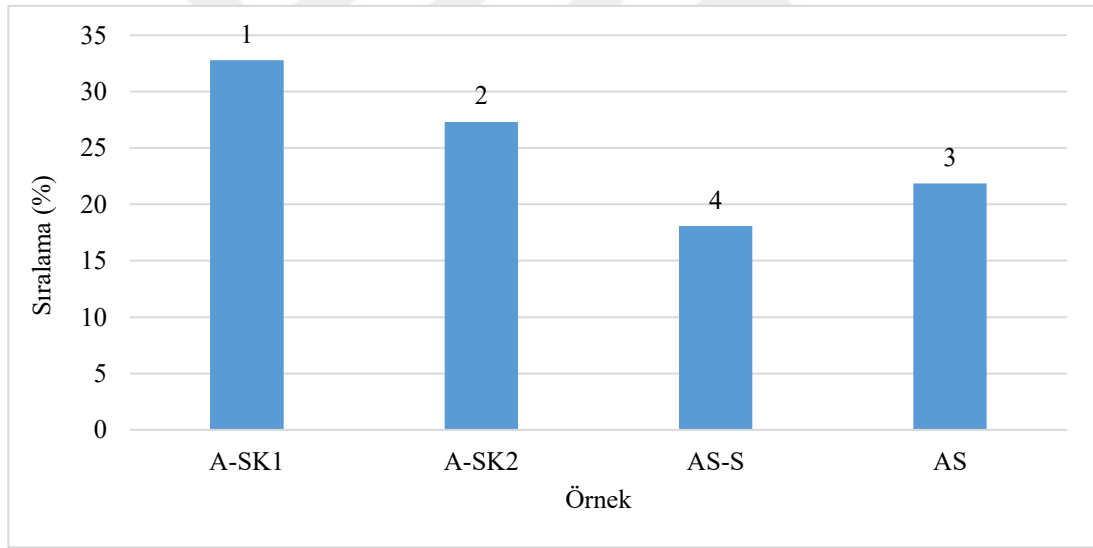


Şekil 4.5. Aronya suyu kullanılarak yöntem 1 (A-SK1) ve 2 (A-SK2) ile üretilen su kefir, seyreltilmiş aronya suyu (AS-S) ve aronya suyu (AS) örnekleri için tüketici beğeni testi

Seyreltilmiş aronya suyu genel beğeni bakımından en az puanı alırken, aronya suyu ile arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Genel olarak aronya suyu sıra dışı buruk tadından dolayı meyve suyu olarak tüketime uygun bulunmamaktadır, duyu analizi verileri de bunu ispatlamaktadır. Farklı meyve suları ile karıştırılarak tüketilmekte olan aronya suyunun su kefir gibi fermente ürünlerde kullanımı da alternatif ürün olarak önem taşımaktadır. Ancak su kefir bulanıklık olduğundan renk değerleri incelendiğinde aronya suyu parlak morumsu rengi ile en yüksek beğeniye almıştır. Yapılan çalışmada renk değerleri kıyaslandığında aronya suyu $13,24 \pm 0,57$ L* değeri ile su kefir örnekleri ile kıyaslandığında A-SK1: $62,49 \pm 0,25$ ve A-SK2: $53,69 \pm 0,14$ aronya suyunun en koyu renge sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Duyusal analiz verileri aroma bakımından kıyaslandığında ise su kefir örnekleri ile aronya suyu ve seyreltilmiş

aronya suyu örnekleri arasında anlamlı bir fark belirlenmiştir. En az aroma seyreltilmiş aronya suyunda belirlenirken, anlamlı fark olmasa da dane ile üretilen örneğe kıyasla en yüksek aroma inokulum ile üretilen örnekte elde edilmiştir. Bunun sebebi olarak fermantasyon süresinin uzamasının aroma kaybına sebep olduğu düşünülmektedir.

Yöntem 1 ve 2 uygulanarak aronya suyu ile elde edilen su kefir (A-SK1 ve A-SK2), seyreltilmiş aronya suyu (AS-S) ve aronya suyu (AS) olmak üzere dört örnek tüketici tercih testi ile değerlendirilmiştir ve Şekil 4.6’da gösterilmiştir. Genel beğeni testi verileri ile benzer sonuçlar elde edilmiş olup, panelistler tarafından en çok tercih edilen örnek 32,77% ile yöntem 1 uygulanarak elde edilen A-SK1 örneği olurken bu örneği 27,31% ile yöntem 2 uygulanarak elde edilen A-SK2 örneği izlemiştir. Tüketici tercih testi ile aronya suyu kullanılarak üretilen su kefir örneklerinin aronya suyuna kıyasla daha çok tercih edildiği belirlenmiştir. Seyreltilmiş aronya suyu ise en az tercih edilen örnek olmuştur. Bu bulgu fermantasyonun ürünün duyusal kalitesini iyileştirdiğini göstermektedir.



Şekil 4.6. Aronya suyu kullanılarak yöntem 1 (A-SK1) ve 2 (A-SK2) ile üretilen su kefir, seyreltilmiş aronya suyu (AS-S) ve aronya suyu (AS) örnekleri için tüketici tercih testi

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İki farklı fermantasyon yönteminin uygulanarak aronya, nar ve kırmızı pancar suyu kullanılarak üretilen su kefir örneklerinin toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid içeriği ve antioksidan kapasitesi değerlendirildiğinde en yüksek oran aronya suyu ile üretilen örneklerde tespit edilmiştir. İnokulum kullanılarak üretilen su kefir örneklerinde, kefir danesi kullanılarak üretilen örneklerle kıyasla biyoaktif bileşiklerin yüksek olduğu belirlenmiştir. Aronya suyu ile kıyaslandığında toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid ve antioksidan kapasitesi bakımından biyoerişilebilirlik yüzdesi su kefir örneklerinde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Toplam monomerik antosiyanin oranı değerlendirildiğinde ise aronya suyu ve aronya suyu kullanılarak üretilen su kefir örnekleri arasında fark gözlemlenmemiştir. Duyusal yönden değerlendirmek amacıyla uygulanan tüketici beğeni ve tüketici tercih testlerinde aronya suyu kullanılarak üretilen su kefir örnekleri seyreltilmiş aronya suyu ya da sadece aronya suyu ile kıyaslandığında daha çok beğeni almış ve tercih edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen tüm bulgular birlikte değerlendirildiğinde, kullanılan meyve türü ve fermantasyon yönteminin su kefirinin fizyokimyasal, biyoaktif ve duyusal özellikleri üzerinde belirleyici olduğu ortaya konulmuştur. Özellikle aronya suyu ile inokulum kullanılarak gerçekleştirilen kısa süreli fermantasyonun, biyoaktif bileşiklerin korunması ve biyoerişilebilirliğin artırılması açısından en uygun yaklaşım olduğu sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak aronya gibi tarım ürünleri fonksiyonel özelliği olan katma değerli ürünlerden su kefir üretiminde potansiyeli oldu belirlenmiştir. Bölgemizdeki ve ülkemizdeki tarım ürünleri değerlendirilerek alternatif içecek üretimi sağlanması için emsal teşkil edecektir. İleride yapılacak çalışmalar için farklı tarım ürünleri kullanılarak su kefir üretiminin standardizasyonu ve ürünlerdeki biyoaktif bileşiklerin biyoerişilebilirliğinin araştırılması önerilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Acik, M., Çakiroğlu, F. P., Altan, M., & Baybo, T. (2020). Alternative source of probiotics for lactose intolerance and vegan individuals: sugary kefir. *Food Science and Technology*, 40, 523-531. <https://doi.org/10.1590/fst.27919>
- Akan, S., Tuna Gunes, N., & Erkan, M. (2021). Red beetroot: health benefits, production techniques, and quality maintaining for food industry. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(10), e15781. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15781>
- Alminger, M., Aura, A. M., Bohn, T., Dufour, C., El, S. N., Gomes, A., S. Karakaya, M.C. Martínez-Cuesta, G.J. McDougall, T. Requena & Santos, C. N. (2014). *In vitro* models for studying secondary plant metabolite digestion and bioaccessibility. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(4), 413-436. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12081>
- Anil Panghal, A. P., Kiran Virkar, K. V., Vikas Kumar, V. K., Dhull, S. B., Yogesh Gat, Y. G., & Navnidhi Chhikara, N. C. (2017). Development of probiotic beetroot drink, *Current Research in Nutrition and Food Science*, 5(3), 257-262 <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.5.3.10>
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., & Karademir, S. E. (2004). Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26), 7970–7981. <https://doi.org/10.1021/jf048741x>
- Bermúdez-Soto, M. J., Tomás-Barberán, F. A., & García-Conesa, M. T. (2007). Stability of polyphenols in chokeberry (*Aronia melanocarpa*) subjected to *in vitro* gastric and pancreatic digestion, *Food Chemistry*, 102(3), 865-874. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.025>
- Bilenler Koç, T., Bağış, Ü., & Karabulut, İ. (2025). Nar suyu ve nar ekşisi örneklerinin HMF içerikleri, antioksidan aktivite ve fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Afyon Kocatepe University Journal of Science & Engineering/Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25(4), 838-845. <https://doi.org/10.35414/akufemubid.1576154>
- Brand, M. H., Obae, S. G., Mahoney, J. D., & Connolly, B. A. (2022). Ploidy, genetic diversity and speciation of the genus aronia, *Scientia Horticulturae*, 291, 110604. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110604>
- Budiene, J., Guclu, G., Oussou, K. F., Kelebek, H., & Selli, S. (2021). Elucidation of volatiles, anthocyanins, antioxidant and sensory properties of cv. Caner pomegranate (*Punica granatum* L.) juices produced from three juice extraction methods, *Foods*, 10(7), 1497. <https://doi.org/10.3390/foods10071497>
- Bueno, R. S., Ressute, J. B., Hata, N. N. Y., Henrique-Bana, F. C., Guergoletto, K. B., Oliveira, A. G. & Spinosa, W. A. (2021). Quality and shelf life assessment of a new beverage produced from water kefir grains and red pitaya, *LWT-Food Science and Technology*, 140, 110770. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110770>
- Capanoglu, E., Kapcı, B., Neradová, E., Čížková, H., Voldřich, M. & Rajchl, A., (2013). Investigating the antioxidant potential of chokeberry (*Aronia melanocarpa*) products, *Journal of Food and Nutrition Research*, 52(4), 219-229.

- Carreón-Hidalgo, J. P., Franco-Vásquez, D. C., Gómez-Linton, D. R., & Pérez-Flores, L. J. (2022). Betalain plant sources, biosynthesis, extraction, stability enhancement methods, bioactivity, and applications, *Food Research International*, 151, 110821. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110821>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.022>
- Chompoosee, T., Seesuriyachan, P., Wattanutchariya, W., Tipbunjong, C., Therdtatha, P., Insomphun, C., Panti, N. & Moukamnerd, C. (2025). A novel beverage of coffee cherry (cascara) water kefir rich in antioxidants, bioactive compounds, and exhibiting promising antibacterial and sensory qualities. *LWT- Food Science and Technology*, 219, 117539. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.117539>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.009>
- Darvishzadeh, P., Orsat, V., & Martinez, J. L. (2021). Process optimization for development of a novel water kefir drink with high antioxidant activity and potential probiotic properties from russian olive fruit (*elaegnus angustifolia*), *Food and Bioprocess Technology*, 14, 248-260. <https://doi.org/10.1007/s11947-020-02563-1>
- de Wolf, R. X. M., Hider, R. N., Breitmeyer, J., & Serventi, L. (2025). Effect of lactic fermentation and matrix on phenolic content, bioaccessibility, and scavenging activity of beetroot beverages, *European Food Research and Technology*, 251(4), 483-492. <https://doi.org/10.1007/s00217-024-04643-4>
- Del Bo, C., Bernardi, S., Marino, M., Porrini, M., Tucci, M., Guglielmetti, S., Cherubini, A., Carrieri, B., Kirkup, B., Kroon, P., Zamora-Ros, R., Hidalgo Liberona, N., Andres-Lacueva, C. & Riso, P. (2019). Systematic review on polyphenol intake and health outcomes: Is there sufficient evidence to define a health-promoting polyphenol-rich dietary pattern?, *Nutrients*, 11(6), 1355. <https://doi.org/10.3390/nut11061355>
- Delgado-Andrade, C., Conde-Aguilera, J. A., Haro, A., de la Cueva, S. P., & Rufián-Henares, J. Á. (2010). A combined procedure to evaluate the global antioxidant response of bread, *Journal of Cereal Science*, 52(2), 239-246. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2010.05.013>
- Dewanto, V., Wu, X., Adom, K. K., & Liu, R. H. (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(10), 3010–3014. <https://doi.org/10.1021/jf0115589>
- Duffy, V. B., Rawal, S., Park, J., Brand, M. H., Sharafi, M., & Bolling, B. W. (2016). Characterizing and improving the sensory and hedonic responses to polyphenol-rich aronia berry juice, *Appetite*, 107, 116-125. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.07.026>
- Durazzo, A., Lucarini, M., Souto, E. B., Cicala, C., Caiazzo, E., Izzo, A. A., Novellino, E., & Santini, A. (2019). Polyphenols: A concise overview on the chemistry, occurrence, and human health. *Phytotherapy Research*, 33(9), 2221-2243. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2019.06.019>
- El Hosry, L., Bou-Mitri, C., Dargham, M. B., Jaoudeh, M. A., Farhat, A., El Hayek, J., Bou Masleh, J. M. & Bou Maroun E. (2023). Phytochemical composition, biological

- activities and antioxidant potential of pomegranate fruit, juice and molasses: A review, *Food Bioscience*, 55, 103034. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.103034>
- Esatbeyoglu, T., Fischer, A., Legler, A. D., Oner, M. E., Wolken, H. F., Köpsel, M., Ozogul, Y., Ozyurt, G., De Biase, D., & Ozogul, F. (2023). Physical, chemical, and sensory properties of water kefir produced from Aronia melanocarpa juice and pomace, *Food Chemistry: X*, 18, 100683. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100683>
- Filannino, P., Azzi, L., Cavoski, I., Vincentini, O., Rizzello, C. G., Gobbetti, M., & Di Cagno, R. (2013). Exploitation of the health-promoting and sensory properties of organic pomegranate (*Punica granatum L.*) juice through lactic acid fermentation, *International Journal of Food Microbiology*, 163(2-3), 184-192. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.03.002>
- Gamba, R. R., Koyanagi, T., Peláez, A. L., De Antoni, G., & Enomoto, T. (2021). Changes in microbiota during multiple fermentation of kefir in different sugar solutions revealed by high-throughput sequencing, *Current Microbiology*, 78(6), 2406-2413. <https://doi.org/10.1007/s00284-021-02501-0>
- Garofalo, C., Ferrocino, I., Reale, A., Sabbatini, R., Milanović, V., Alkić-Subašić, M., Boscaino, F., Aquilanti, L., Pasquini, M., Federica Trombetta, M., Tavoletti, S., Coppola, R., Cocolin, L., Blesić, M., Sarić, Z., Clementi, F., & Osimani, A. (2020). Study of kefir drinks produced by backslipping method using kefir grains from Bosnia and Herzegovina: microbial dynamics and volatilome profile, *Food Research International*, 137, 109369. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109369>
- Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2001). Characterization and measurement of anthocyanins by uv-visible spectroscopy, *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, 00(1), F1-2. <https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0102s00>
- Gökırmaklı, Ç., & Güzel-Seydim, Z. B. (2022). Water kefir grains vs. milk kefir grains: Physical, microbial and chemical comparison, *Journal of Applied Microbiology*, 132(6), 4349-4358. <https://doi.org/10.1111/jam.15532>
- Gökırmaklı, Ç., Gün, İ., Kartal, M. O., & Güzel-Seydim, Z. B. (2025). Antioxidant capacity, volatile compounds, microbial, chemical and sensory properties of plum (*Prunus domestica*) juice water kefir, *Discover Food*, 5(1), 33. <https://doi.org/10.1007/s44187-025-00297-7>
- Guldiken, B., Toydemir, G., Nur Memis, K., Okur, S., Boyacioglu, D., & Capanoglu, E. (2016). Home-processed red beetroot (*Beta vulgaris L.*) products: Changes in antioxidant properties and bioaccessibility, *International Journal of Molecular Sciences*, 17(6), 858. <https://doi.org/10.3390/ijms17060858>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.04.041>
- Gül, H., Hayıt, F., Özer, B., & Acun, S. (2021). Kırmızı pancar ununun glutensiz bisküvi üretiminde kullanılması, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 9(4), 1166-1173. <https://doi.org/10.21923/jesd.922900>

- Gülhan, M. F., Gülhan, A., & Düşgün, C. (2025). Physico-chemical and microbiological properties of water kefir produced from carob (*Ceratonia siliqua* L.) sherbet, *Food Science and Biotechnology*, 34(1), 103-114. <https://doi.org/10.1007/s10068-024-01682-1>
- Güzel-Seydim, Z. B., Şatır, G. & Gökırmaklı, Ç. (2023). Use of mandarin and persimmon fruits in water kefir fermentation, *Food Science and Nutrition*, 11(10), 5890-5897. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3561>
- Issa-Issa, H., Cano-Lamadrid, M., Calín-Sánchez, Á., Wojdyło, A., & Carbonell-Barrachina, Á. A. (2020). Volatile composition and sensory attributes of smoothies based on pomegranate juice and mediterranean fruit purées (Fig, Jujube and Quince), *Foods*, 9(7), 926. <https://doi.org/10.3390/foods9070926>
- Jafari, S. M., & McClements, D. J. (2017). Nanotechnology approaches for increasing nutrient bioavailability. *Advances in Food and Nutrition Research*, 81, 1-30. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2016.12.008>
- Jeppsson, N. (2000). The effects of fertilizer rate on vegetative growth, yield and fruit quality, with special respect to pigments, in Black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) cv.viking, *Scientia Horticulturae*, 83(2), 127-137.
- Jurendić, T., & Ščetar, M. (2021). Aronia melanocarpa products and by-products for health and nutrition: A review, *Antioxidants*, 10(7), 1052. <https://doi.org/10.3390/antiox10071052>
- Kahve, A. N. (2025). Çimlendirilmiş nohut ilavesiyle üretilen kefirin fonksiyonel, besinsel ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi, *Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Doktora Tezi, 120. Konya, Türkiye.
- Kandylis, P., & Kokkinomagoulos, E. (2020). Food Applications and potential health benefits of pomegranate and its derivatives, *Foods*, 9(2), 122. <https://doi.org/10.3390/foods9020122>
- Karamanoğlu S. (2025). Farklı olgunluktaki yenedünya meyvesi ile üretilen su ve süt kefirinin kalite özellikleri, *Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi*, Yüksek Lisans Tezi, 86, Alanya, Antalya, Türkiye.
- Kim, D. W., Han, H. A., Kim, J. K., Kim, D. H., & Kim, M. K. (2021). Comparison of phytochemicals and antioxidant activities of berries cultivated in korea: Identification of phenolic compounds in Aronia by HPLC/Q-TOF MS, *Preventive Nutrition and Food Science*, 26(4), 459. <https://doi.org/10.3746/pnf.2021.26.4.459>
- King, E. S., & Bolling, B. W. (2020). Composition, polyphenol bioavailability, and health benefits of Aronia berry: A review, *Journal of Food Bioactives*, 11, 13-30. <https://doi.org/10.31665/JFB.2020.11235>
- Kokotkiewicz, A., Jaremicz, Z., & Luczkiewicz, M. (2010). Aronia plants: a review of traditional use, biological activities, and perspectives for modern medicine, *Journal of Medicinal Food*, 13(2), 255-269. <https://doi.org/10.1089/jmf.2009.0062>
- Kumar, S., & Brooks, M. S. L. (2018). Use of red beet (*Beta vulgaris* L.) for antimicrobial applications—a critical review, *Food and Bioprocess Technology*, 11(1), 17-42. <https://doi.org/10.1007/s11947-017-1942-z>
- Kurt, H., & Şahin, G. (2013). Bir ziraat coğrafyası çalışması: Türkiye’de nar (*Punica granatum* L.) tarımı, *Marmara Coğrafya Dergisi*, (27), 551-574. <https://izlik.org/JA55GN64DT>

- Laureys, D. & De Vuyst, L. (2014). Microbial species diversity, community dynamics, and metabolite kinetics of water kefir fermentation, *Applied and Environmental Microbiology*, 80(8), 2564-2572. <https://doi.org/10.1128/AEM.03978-13>
- Laureys, D., Aerts, M., Vandamme, P., & De Vuyst, L. (2018). Oxygen and diverse nutrients influence the water kefir fermentation process, *Food Microbiology*, 73, 351-361. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.02.007>
- Leite, A. M. D. O., Miguel, M. A. L., Peixoto, R. S., Rosado, A. S., Silva, J. T., & Paschoalin, V. M. F. (2013). Microbiological, technological and therapeutic properties of kefir: a natural probiotic beverage, *Brazilian Journal of Microbiology*, 44, 341-349. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822013000200001>
- Liang, L., Wu, X., Zhao, T., Zhao, J., Li, F., Zou, Y., Mao, G., & Yang, L. (2012). *In vitro* bioaccessibility and antioxidant activity of anthocyanins from mulberry (*Morus atropurpurea* Roxb.) following simulated gastro-intestinal digestion, *Food Research International*, 46(1), 76-82. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.11.024>
- Luca, S. V., Macovei, I., Bujor, A., Miron, A., Skalicka-Woźniak, K., Aprotosoiaie, A. C., & Trifan, A. (2020). Bioactivity of dietary polyphenols: The role of metabolites, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(4), 626-659. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1546669>
- Lynch, K. M., Wilkinson, S., Daenen, L., & Arendt, E. K. (2021). An update on water kefir: Microbiology, composition and production, *International Journal of Food Microbiology*, 345, 109128. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109128>
- Magangana, T. P., Makunga, N. P., Fawole, O. A., & Opara, U. L. (2020). Processing factors affecting the phytochemical and nutritional properties of pomegranate (*Punica granatum L.*) Peel waste: a review, *Molecules*, 25(20), 4690. <https://doi.org/10.3390/molecules25204690>
- Meilgaard, M. C., Civille, G. V., & Carr, B. T. (2015). Sensory evaluation techniques (5th ed.). CRC Press, Boca Raton, FL <https://doi.org/10.1201/b19493>
- Minekus, M., Alminger, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T., Bourlieu, C., F. Carrière, R. Boutrou, M. Corredig, D. Dupont, C. Dufour, L. Egger, M. Golding, S. Karakaya, B. Kirkhus, S. Le Feunteun, U. Lesmes, A. Macierzanka, A. Mackie, S. Marze, D. J. McClements, O. Ménard, I. Recio, C. N. Santos, R. P. Singh, G. E. Vegarud, M. S. J. Wickham, W. Weitschies & Brodkorb, A. (2014). A standardised static *in vitro* digestion method suitable for food—an international consensus, *Food & Function*, 5(6), 1113-1124. <https://doi.org/10.1039/C3FO60702J>
- Mirmiran, P., Houshialsadat, Z., Gaeini, Z., Bahadoran, Z., & Azizi, F. (2020). Functional properties of beetroot (*Beta vulgaris*) in management of cardio-metabolic diseases, *Nutrition & Metabolism*, 17(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s12986-019-0421-0>
- Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity, *Songklanakarinn Journal of Science and Technology*, 26(2), 211-219.
- Moretti, A. F., Moure, M. C., Quiñoy, F., Esposito, F., Simonelli, N., Medrano, M., & León-Peláez, Á. (2022). Water kefir, a fermented beverage containing probiotic microorganisms: From ancient and artisanal manufacture to industrialized and regulated commercialization. *Future Foods*, 5, 100123. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100123>

- Munteanu, I. G., & Apetrei, C. (2021). Analytical methods used in determining antioxidant activity: A review, *International Journal of Molecular Sciences*, 22(7), 3380. <https://doi.org/10.3390/ijms22073380>
- Narjesi, V., Bonyanpour, A., & Ghasemi-Soloklui, A. A. (2025). Determining the optimal harvest time for pomegranate variety wonderful in semi-arid climate, *Scientific Reports*, 15(1), 7668. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-92015-7>
- Oner, M. E., & Karamanoglu, S. (2026). Milk kefir and water kefir production using loquat at different extent of maturity, *KSU Journal of Agriculture and Nature*, 29 (2), 503-519. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.1770938>
- Ozcelik, F., Akan, E. & Kinik, O. (2021). Use of cornelian cherry, hawthorn, red plum, roship and pomegranate juices in the production of water kefir beverages, *Food Bioscience*, 42, 101219. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101219>
- Öztaş, T. (2006). Mor havuç, konsantresi, şalgam suyu, nar suyu ve nar ekşisi ürünlerinde antioksidan aktivitesi tayini ve fenolik madde profilinin belirlenmesi. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, 108. İstanbul, Türkiye
- Pande, G., & Akoh, C. C. (2016). Pomegranate cultivars (*Punica granatum L.*). In M. S. J. Simmonds & V. R. Preedy (Eds.), *Nutritional composition of fruit cultivars*, 667–689. Academic Press, London, UK. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408117-8.00027-1>
- Parada, J., & Aguilera, J. M. (2007). Food microstructure affects the bioavailability of several nutrients, *Journal of Food Science*, 72(2), R21-R32. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00274.x>
- Paula, L., Ana, J. G., Hannu, P., Carlos, M. J., Eeva-Riikka, V., & Cristina, J. (2025). Role of red beetroot in bread for reducing mycotoxin risks: Bioavailability of beetroot polyphenols and betalains with ochratoxin a, aflatoxin B1 and zearalenone in Caco-2 cells, *Food Chemistry*, 465, 142036. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.142036>
- Pérez-Jiménez, J., Díaz-Rubio, M. E., & Saura-Calixto, F. (2013). Non-extractable polyphenols, a major dietary antioxidant: occurrence, metabolic fate and health effects, *Nutrition Research Reviews*, 26(2), 118-129. <https://doi.org/10.1017/S0954422413000097>
- Pinarlı, B., Simge Karliga, E., Ozkan, G., & Capanoglu, E. (2020). Interaction of phenolics with food matrix: *In vitro* and *in vivo* approaches. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 13(1), 63-74. <https://doi.org/10.3233/MNM-190362>
- Platonova E. Y., Shaposhnikov M. V., Lee H. Y., Lee J. H., Min K. J. & Moskalev A. (2021). Black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) extracts in terms of geroprotector criteria, *Trends in Food Science & Technology*, 114, 570–584. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.020>
- Pons-Gómez, A., Delpozo, B., Bartual, J., & Besada, C. (2024). Pomegranate quality from consumers perspective: Drivers of liking, preference patterns, and the relation between sensory and physico-chemical properties, *Foods*, 13(13), 2118. <https://doi.org/10.3390/foods13132118>
- Poyraz Engin S., & Yılmaz B. 2019. Ülkemiz üzümü meyve yetiştiriciliğinde son gelişmeler, *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 1, 108-115.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2015.10.018>
- Ravichandran, K., Ahmed, A. R., Knorr, D., & Smetanska, I. (2012). The effect of different processing methods on phenolic acid content and antioxidant activity of red beet, *Food Research International*, 48(1), 16-20. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.01.011>
- Ropelewska, E., Wrzodak, A., Sabanci, K., & Aslan, M. F. (2022). Effect of lacto-fermentation and freeze-drying on the quality of beetroot evaluated using machine vision and sensory analysis, *European Food Research and Technology*, 248(1), 153-161. <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03869-w>
- Roukas, T., & Kotzekidou, P. (2020). Pomegranate peel waste: A new substrate for citric acid production by *Aspergillus niger* in solid-state fermentation under non-aseptic conditions, *Environmental Science and Pollution Research*, 27(12), 13105-13113. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07928-9>
- Samoticha, J., Wojdyło, A., & Lech, K. (2016). The influence of different the drying methods on chemical composition and antioxidant activity in chokeberries, *LWT-Food Science and Technology*, 66, 484-489. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.10.073>
- Saracila, M., Untea, A. E., Oancea, A. G., Varzaru, I., & Vlaicu, P. A. (2024). Comparative analysis of Black chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) fruit, leaves, and pomace for their phytochemical composition, antioxidant potential, and polyphenol bioaccessibility, *Foods*, 13(12), 1856. <https://doi.org/10.3390/foods13121856>
- Shi, J., & Maguer, M. L. (2000). Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(1), 1-42. <https://doi.org/10.1080/10408690091189275>
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents, *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158. <https://doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144>
- TURKOMP (2025a). Ulusal Gıda Kompozisyonu Veri Tabanı. <https://turkomp.tarimorman.gov.tr/food-nar-hicaz-cesidi-369> Erişim Tarihi: 25.10.2025
- TURKOMP (2025b). Ulusal Gıda Kompozisyonu Veri Tabanı. <https://turkomp.tarimorman.gov.tr/food-pancar-kirmizi-272> Erişim Tarihi: 25.10.2025
- Ustaoglu-Gençgönül, M., Gökırmaklı, Ç., Üçgül, B., Karagül-Yüceer, Y., & Guzel-Seydim, Z. B. (2024). Chemical, microbial, and volatile compounds of water kefir beverages made from chickpea, almond, and rice extracts, *European Food Research and Technology*, 250(8), 2233-2244. <https://doi.org/10.1007/s00217-024-04533-9>
- Vidal, A., Fallarero, A., Peña, B. R., Medina, M. E., Gra, B., Rivera, F., Gutierrez, Y., & Vuorela, P. M. (2003). Studies on the toxicity of *Punica granatum* L. (Punicaceae) whole fruit extracts, *Journal of Ethnopharmacology*, 89(2-3), 295-300. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2003.09.001>
- Wang, X., & Wang, P. (2023). Red beetroot juice fermented by water kefir grains: Physicochemical, antioxidant profile and anticancer activity, *European Food Research and Technology*, 249(4), 939-950. <https://doi.org/10.1007/s00217-022-04185-7>

Yüce, H. (2015). Su kefir taneleri ile fermente edilen vişne, nar ve üzüm suyunun antioksidan miktarı ve *in vitro* biyoerişilebilirliğinde meydana gelen değişimler. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi*, Yüksek Lisans Tezi, 86. İstanbul, Türkiye.

Zarfeshany, A., Asgary, S., & Javanmard, S. H. (2014). Potent health effects of pomegranate, *Advanced Biomedical Research*, 3(1),100. <https://doi.org/10.4103/2277-9175.129371>



7. EKLER

EK1: Duyusal Analiz Testi Formu

İSİM:

Tarih:

YAŞ:

Saat:

CİNSİYET:

1-TÜKETİCİ BEĞENİ TESTİ

Sayın panelist size sunulan aronyalı içecek örneklerini lütfen sunum sırasına göre tadınız. Aronyalı içecek örneklerinin özellikleri hakkındaki düşüncelerinizi 9'lu skalalara göre 1'den 9'a kadar değerlendiriniz.

Aronyalı içecek örneklerini tatmaya başlamadan ve bir sonraki aronyalı içecek örneğini tatmadan bir miktar su içiniz.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hiç beğen-medim	Çok beğen-medim	Orta derecede beğen-medim	Biraz beğen-medim	Ne beğendim ne beğenmedim	Biraz beğendim	Orta derecede beğendim	Çok beğendim	Çok fazla beğendim

Numune Kodu	Kalite Kriteri							
	Renk	Tat	Koku	Aroma	Asitlik	Tatlılık	Bulanıklık	Genel beğeni
832								
457								
655								
297								

2. TÜKETİCİ TERCİH TESTİ

Lütfen size verilen aronyalı içecek örneklerini sizin için ilk tercih en beğendiğiniz olmak üzere tercihinizi sıralayınız

Tercih	1.	2.	3.	4.
Ürün kodu				

TEŞEKKÜRLER

EK2: Etik Kurul İzni

Evrak Tarih ve Sayısı: 10.06.2025-250959

T.C.

ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ

Fen ve Mühendislik Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurul Kararı

TOPLANTI SAYISI	KARAR SAYISI	KARAR TARİHİ
03	04	04.06.2025

Karar Numarası: 2025/03

Doç. Dr. Manolya Eser ÖNER'in Danışmanlığını yaptığı Diğer Araştırmacılar Üniversitemiz Yüksek Lisans Öğrencisi Ebrar ÖZKAN'ın Araştırmanın Yürütücüsü olduğu 22.05.2025 tarihli ve 9356 E. No'lu **"Farklı Fermantasyon Tekniklerinin Aronya, Nar ve Kırmızı Pancar Suyu Kullanılarak Üretilen Su Kefiri Özellikleri Üzerine Etkisi"** başlıklı yüksek lisans tez çalışmasına ait etik kurul başvurusunun görüşülmesi istemi.

Doç. Dr. Manolya Eser ÖNER'in Danışmanlığını yaptığı Diğer Araştırmacılar Üniversitemiz Yüksek Lisans Öğrencisi Ebrar ÖZKAN'ın Araştırmanın Yürütücüsü olduğu 22.05.2025 tarihli ve 9356 E. No'lu **"Farklı Fermantasyon Tekniklerinin Aronya, Nar ve Kırmızı Pancar Suyu Kullanılarak Üretilen Su Kefiri Özellikleri Üzerine Etkisi"** başlıklı yüksek lisans tez çalışmasına ait etik kurul başvurusunun fikri, hukuki ve telif hakları bakımından metot ve ölçeğine ilişkin sorumluluğun başvurucaya ait olmak üzere araştırma süresince uygulanmasının **etik olarak uygun olduğuna** oybirliği ile karar verildi. **04.06.2025**

(e-imzalıdır)

Prof. Dr. Salih Uğur BAYÇA
Kurul Başkanı

(e-imzalıdır)

Prof. Dr. Atılcan ATILGAN
(Kurul Başkan YRD)

(e-imzalıdır)

Prof. Dr. Murat Alper BAŞARAN
Üye

(e-imzalıdır)

Prof. Dr. Mustafa Ümit GÜMÜŞAY
Üye

(e-imzalıdır)

Prof. Dr. Özgür GÖLGE
Üye

(e-imzalıdır)

Prof. Dr. Alaattin KANOĞLU
Üye

(Mazeretli)

Prof. Dr. Fikri Serdar GÖKHAN
Üye

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Ebrar ÖZKAN

Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

- 2025 yılı Adin Resort Hotel Kalite Sorumlusu
- 2024 yılı Numa Bay Exclusive Hotel – Numa Konaktepe Hotel Gıda Mühendisi
- 2023 yılı Granada Luxury Beach Hotel- Granada Resort Hotel Gıda Mühendisi
- 2017- 2022 Malatya İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Lisans Mezunu

