



**T.C.
BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**KURUTULMUŞ TRABZON HURMASI, KEÇİBOYNUZU VE İĞDEDEN
ÜRETİLEN SU KEFİRLERİNİN FİZİKOKİMYASAL, DUYUSAL VE
MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Meltem ŞENTÜRK

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

OCAK 2023

**T.C.
BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**KURUTULMUŞ TRABZON HURMASI, KEÇİBOYNUZU VE İĞDEDEN
ÜRETİLEN SU KEFİRLERİNİN FİZİKOKİMYASAL, DUYUSAL VE
MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Meltem ŞENTÜRK
(19278347041)
ORCID: -**

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Aycan YİĞİT ÇINAR
ORCID: -**

OCAK 2023





20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Bursa Teknik Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

İNTİHAL BEYANI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belgelediğimi, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Meltem ŞENTÜRK

İmzası :

(Handwritten signature area)



Babama,

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam süresince beni yönlendiren ve her konuda bilgi ve tecrübeleri ile yardımcı olan, üzerimden manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen çok değerli danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Aycan YİĞİT ÇINAR'a,

Tez çalışmamda laboratuvar çalışmaları sırasında yardımlarını esirgemeyen öğrencilerim; Ayşenur UYSAL, Muhammed AYDEMİR, Efe EZE ve Semanur KANDEMİR'e,

Yüksek lisans yapma isteğimi hiç bir zaman kaybetmememi sağlayan, tanıdığım en güçlü kadın olan ANNEM'e,

Bana manevi olarak destek veren ve her daim yanımda olan eşim ve kızıma teşekkür ederim.

Ocak 2023

Meltem ŞENTÜRK
(Öğretmen)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMALAR	x
SEMBOLLER	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xiv
SUMMARY	xvi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	5
2.1 Su Kefiri.....	5
2.2 Su Kefiri Bileşenleri	6
2.2.1 Su kefirı danesi	6
2.2.1.1 Laktik asit bakterileri	7
2.2.1.2 Asetik asit bakterileri	7
2.2.1.3 Diğer bakteriler	7
2.2.1.4 Mayalar	8
2.2.2 Substrat	8
2.2.3 Su	10
2.3 Üretim Aşamaları.....	10
2.4 Su Kefirinin Kimyasal Kompozisyonu.....	12
2.5 Fonksiyonel özellikleri	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	16
3.1 Materyal.....	16
3.2 Yöntem	16
3.2.1 Su kefirinin üretimi	16
3.2.2 Fizikokimyasal analizler	19
3.2.2.1 Su kefirı kuru dane ağırlığı artışının belirlenmesi	19
3.2.2.2 Su kefirı ıslak dane ağırlığı artışının belirlenmesi	19
3.2.2.3 Toplam kuru madde miktarının belirlenmesi.....	19
3.2.2.4 Suda çözünen kuru madde miktarının belirlenmesi.....	19
3.2.2.5 Titrasyon asitliğinin belirlenmesi	19
3.2.2.6 Elektriksel iletkenliğin belirlenmesi	20
3.2.2.7 pH ölçümü.....	20
3.2.3 Antioksidatif özelliklerin biyoerişilebilirlik analizleri.....	20
3.2.3.1 Ekstraksiyon.....	20
3.2.3.2 Toplam fenolik madde miktarı analizi.....	20
3.2.3.3 Toplam flavonoid madde miktarı analizi.....	21
3.2.3.4 Toplam antioksidan kapasite tayini	21
3.2.3.5 İn-vitro sindirim simülasyonu analizleri.....	21

İn-vitro ağız simülasyonu	21
İn-vitro mide simülasyonu	21
İn-vitro bağırsak simülasyonu	22
3.2.4 Mikrobiyolojik analizler	22
3.2.4.1 Toplam maya sayımı	22
3.2.4.2 Toplam laktik asit bakterisi sayımı	22
3.2.4.3 Toplam asetik asit bakterisi sayımı	22
3.2.5 Duyusal analizler	23
3.2.6 İstatistiksel analizler	23
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	25
4.1 Fizikokimyasal Analizler	25
4.2 Antioksidatif özelliklerin biyoerişilebilirlik analizleri	35
4.3 Mikrobiyolojik Analizler	44
4.4 Duyusal Analizler	49
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	55
KAYNAKLAR	60
ÖZGEÇMİŞ	67

KISALTMALAR

AAB	: Asetik Asit Bakterileri
CE	: Kateşin Eşdeğeri
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
EPS	: Egzopolisakkarit
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
GYC	: Glucose Yeast Extract Calcium Carbonate
IB-1	: İğdeli, Ballı 6,5 pH'da Su İle Yapılan Su Kefiri
IB-2	: İğdeli, Ballı 7,5 pH'da Su İle Yapılan Su Kefiri
IB-3	: İğdeli, Ballı 8,5 pH'da Su İle Yapılan Su Kefiri
IS-4	: İğdeli, Şekerli 6,5 pH'da Su İle Yapılan Su Kefiri
IS-5	: İğdeli, Şekerli 7,5 pH'da Su İle Yapılan Su Kefiri
IS-3	: İğdeli, Şekerli 8,5 pH'da Su İle Yapılan Su Kefiri
KB-1	: Keçiboynuzlu, Ballı 6,5 pH'da Su İle Yapılan Su Kefiri
KB-2	: Keçiboynuzlu, Ballı 7,5 pH'da Su İle Yapılan Su Kefiri
KB-3	: Keçiboynuzlu, Ballı 8,5 pH'da Su İle Yapılan Su Kefiri
KS-4	: Keçiboynuzlu, Şekerli 6,5 pH'da Su İle Yapılan Su Kefiri
KS-5	: Keçiboynuzlu, Şekerli 7,5 pH'da Su İle Yapılan Su Kefiri
KS-3	: Keçiboynuzlu, Şekerli 8,5 pH'da Su İle Yapılan Su Kefiri
LAB	: Laktik Asit Bakterileri
MRS	: Man, Rogosa ve Sharpe
TB-1	: Trabzon Hurmalı, Ballı 6,5 pH'da Su İle Yapılan Su Kefiri
TB-2	: Trabzon Hurmalı, Ballı 7,5 pH'da Su İle Yapılan Su Kefiri
TB-3	: Trabzon Hurmalı, Ballı 8,5 pH'da Su İle Yapılan Su Kefiri
TEAC	: Trolox Equivalents Antioxidant Capacity
TFC	: Toplam Flavonoid Madde Kapasitesi
TPC	: Toplam Fenolik Madde Kapasitesi
TS-4	: Trabzon Hurmalı, Şekerli 6,5 pH'da Su İle Yapılan Su Kefiri
TS-5	: Trabzon Hurmalı, Şekerli 7,5 pH'da Su İle Yapılan Su Kefiri
TS-3	: Trabzon Hurmalı, Şekerli 7,5 pH'da Su İle Yapılan Su Kefiri
YGC	: Yeast Extract Glucose Chloramphenicol

SEMBOLLER

mS : Milisiemens

μmol : Mikromol



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1 : Su kefir örnekleri ıslak dane, kuru dane artış oranları, toplam kuru madde oranları ve suda çözünen kuru madde oranları.....	26
Çizelge 4.2 : Su kefir örneklerinin titrasyon asitliği, son ürün pH ve elektriksel iletkenlik değerleri..	30
Çizelge 4.3 : Su kefir örnekleri pH gelişimi.....	33

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Su kefir daneleri.	6
Şekil 2.2 : Geri besleme (back-sloping) tekniği ile su kefir üretimi.	10
Şekil 2.3 : Geri besleme tekniği ile su kefir üretimi.	11
Şekil 2.4 : Endüstriyel su kefir üretim aşamaları.	12
Şekil 3.1 : Su kefir numunesi üretimi	17
Şekil 3.2 : Su kefir örnek çeşitleri ve kod isimleri.	18
Şekil 3.3 : Duyusal analiz değerlendirme formu.	23
Şekil 4.1 : Su kefir örnekleri %ıslak dane - kuru dane artışı.	27
Şekil 4.2 : Su kefir örneklerinde toplam kuru madde, suda çözünen kuru madde ve elektiksel iletkenlik ilişkisi.	28
Şekil 4.3 : Su kefir örnekleri son ürün pH, elektriksel iletkenlik ve titrasyon asitliği ilişkisi.	32
Şekil 4.4 : Su kefir örneklerinde sindirim öncesi ve sonrası antioksidan kapasite miktarı.	36
Şekil 4.5 : Su kefir numunelerinde sindirim öncesi ve sonrası TPC miktarı.	37
Şekil 4.6 : Su kefir örneklerinde sindirim öncesi ve sonrası TFC miktarı.	38
Şekil 4.7 : Su kefir örneklerinde %biyoerişilebilirlik değerleri.	43
Şekil 4.8 : Su kefirleri örneklerinde LAB, AAB ve maya sayım sonuçları.	45
Şekil 4.9 : Su kefir örneklerindeki LAB sayısı.	47
Şekil 4.10 : Su kefirlerindeki LAB sayısı ıslak-kuru dane ağırlık artışları ilişkisi.	47
Şekil 4.11 : Su kefir örneklerindeki maya sayısı.	48
Şekil 4.12 : Su kefir örneklerindeki AAB sayısı.	48
Şekil 4.13 : Su kefir örneklerinde 1. gün duyusal değerlendirme sonuçları.	50
Şekil 4.14 : Su kefir örneklerinde 5. gün duyusal değerlendirme sonuçları.	51
Şekil 4.15 : Su kefir örneklerinde 10. gün duyusal değerlendirme sonuçları.	51
Şekil 4.16 : Su kefir örneklerinde 15. gün duyusal değerlendirme sonuçları.	52
Şekil 4.17 : Su kefir örneklerinde 20. gün duyusal değerlendirme sonuçları.	53
Şekil 4.18 : Su kefir örneklerinde 25. gün duyusal değerlendirme sonuçları.	53
Şekil 4.19 : Su kefir örneklerinde 30. gün duyusal değerlendirme sonuçları.	54

KURUTULMUŞ TRABZON HURMASI, KEÇİBOYNUZU VE İĞDEDEN ÜRETİLEN SU KEFİRLERİNİN FİZİKOKİMYASAL, DUYUSAL VE MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

ÖZET

Su kefiri, su, meyve ve şeker karışımına su kefiri danelerinin eklenmesiyle yapılan fermente bir içecektir. Fonksiyonel gıdalara olan ilginin ve tüketimin artmasıyla su kefiri, içecekler arasında kendine daha çok yer bulmaya başlamıştır. Su kefiri ile ilgili yapılan çalışmaların sayısı son yıllarda hızla artmıştır.

Su kefiri, su kefiri danesinin uygun substratlarla, uygun koşullarda fermente edilerek süzülmesi ile elde edilir. Laktik asit bakterilerinin baskın olduğu su kefirinde laktik asit fermantasyonu gerçekleşir. Substratta mutlaka bulunması gereken bileşikler vardır. Bunlar su ve polisakkaritlerdir. Polisakkarit kaynağı olarak çok farklı gıda maddeleri kullanılabilir. Bu temel bileşenlerin yanında substrata azot kaynağı olması, aroma vermesi ve fonksiyonel özelliğinin artması için çeşitli meyveler ilave edilmektedir.

Su kefirinde bulunan başlıca mikroorganizmalar laktik asit bakterileri, mayalar, bifidobakterler ve asetik asit bakterileridir. Bununla birlikte su kefiri dane kompozisyonu üretildiği coğrafyaya göre oldukça farklı mikroorganizma cins ve türlerinden oluşabilmektedir. Fakat baskın tür çoğunlukla laktik asit bakterileridir.

Bu çalışmada kurutulmuş Trabzon hurması, keçiboynuzu ve iğde meyveleri, bal, şeker ve 6,5–7,5–8,5 pH değerlerinde su kullanılarak 18 farklı su kefiri üretilmiştir. Bu kefirlerde mikrobiyolojik, biyoerişilebilirlik, fizikokimyasal ve duyuşsal özellikleri araştırılmıştır. Mikrobiyolojik ve fizikokimyasal araştırmalar için; toplam maya, toplam laktik asit bakterisi, toplam asetik asit bakterisi, kefir dane kütlesi (kuru ve ıslak), üretim sonrası 1 aylık süre boyunca pH değerleri, toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde, elektriksel iletkenlik, titrasyon asitliği analizleri yapılmıştır. Biyoerişilebilirlik özelliklerinin incelenmesi için; antioksidan kapasite, toplam fenolik ve flavonoid bileşikler ve in-vitro biyoerişilebilirlik ölçülmüştür. Toplam antioksidan kapasitesi, toplam fenolik ve toplam flavonoid bileşikler spektrofotometrik yöntemler ile, in-vitro biyoerişilebilirlik ağız, mide, bağırsak simülasyon yöntemi ile tayin edilmiştir. Duyuşsal incelemeler ise 1 aylık süre boyunca her gün gerçekleştirilen duyuşsal testler ile yapılmıştır.

Keçiboynuzlu su kefirlerinde laktik asit bakterisi sayısının diğer örneklerden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca keçiboynuzlu su kefirlerinde sindirim öncesi ve sonrası antioksidan kapasite ve TPC değerlerinin ve TFC biyoerişilebilirlik oranlarının yüksek olması, ıslak ve kuru dane artışının fazla olması, güçlü bir probiyotik ve fonksiyonel içecek olma potansiyelinin göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Keçiboynuzunun Trabzon hurması ve iğde meyvelerinden en büyük farkı yüksek kalsiyum oranıdır. Su kefiri ile ilgili yapılan birçok çalışmada kalsiyumun su kefiri daneleri üzerindeki etkisi göz önünde bulundurulduğunda, keçiboynuzlu su

kefirlerinde kefir danesi ağırlık artışının da fazla olmasının kalsiyumun su kefir fermentasyonu üzerindeki olumlu etkisini destekler nitelikte olduğu şeklinde değerlendirilmiştir. Trabzon hurmalı su kefirlerinin, duyusal olarak yüksek puan alması ve kültürel sayım sonuçlarının, sindirim öncesi ve sonrası antikosidan kapasite, TPC ve TFC analiz sonuçlarının da iyi seviyelerde olması tercih edilen bir su kefir içeceği olabileceği yönünde değerlendirilmiştir.

Su kefirlerinde; LAB, AAB, ve maya gelişimi pH 8,5 baskılanırken, diğer taraftan denemedeki tüm kefir çeşitlerinde LAB sayısının pH 7,5’da yüksek olduğu gözlenmiştir. Bunun sonucunda su kefir üretimi için pH değeri 7,5 olan suyun daha iyi bir ortam oluşturabildiği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Trabzon Hurma, Keçiboynuzu, İğde, Su Kefiri, Bal, Şeker.



DETERMINATION OF PHYSIOCHEMICAL, SENSORY AND MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF WATER KEFIR PRODUCED FROM DRIED PERSIMMON, CAROB AND OLEASTER

SUMMARY

Water kefir is a fermented beverage made by adding water kefir grains to a mixture of water, fruit, and sugar. With the increase in consumption and interest in functional foods, water kefir has started to find itself more and more among beverages. The number of studies on water kefir has increased rapidly in recent years.

Water kefir is obtained by fermenting water kefir grains with suitable substrates under appropriate conditions and filtering. Lactic acid fermentation takes place in water kefir where lactic acid bacteria are dominant. There are compounds that must be present in the substrate. These are water and polysaccharides. Many different foodstuffs can be used as a source of polysaccharides. In addition to these basic components, various fruits are added to the substrate to be a nitrogen source, to give aroma and to increase its functional properties.

The main microorganisms found in water kefir are lactic acid bacteria, yeasts, bifidobacteria and acetic acid bacteria. However, water kefir grain composition can consist of quite different types and species of microorganisms, depending on the geography where it is produced. But the dominant species is mostly lactic acid bacteria.

In this study, 18 different water kefir samples were produced by using dried persimmon, carob and oleaster fruits, honey, sugar and water at pH values of 6.5–7.5–8.5. Microbiological, bioavailability, physicochemical and sensory properties of these kefir samples were investigated. For microbiological and physicochemical research; Total yeast, total lactic acid bacteria, total acetic acid bacteria, kefir grain mass (dry and wet), pH values for 1 month after production, total dry matter, water soluble dry matter, electrical conductivity, titration acidity analyzes were made. For the examination of bioavailability properties; antioxidant capacity, total phenolic and flavonoid compounds, and in-vitro bioavailability were measured. Total antioxidant capacity, total phenolic and total flavonoid compounds were determined by spectrophotometric methods, and in-vitro bioavailability was determined by mouth, stomach and intestine simulation method. Sensory examinations were carried out with sensory tests performed daily for a period of 1 month.

The number of lactic acid bacteria was found to be higher in carob water kefir than in other samples. In addition, the high pre- and post-digestion antioxidant capacity, TPC values and TFC retention rates, high wet and dry grain increase in carob water kefir were evaluated as an indicator of the potential to be a strong probiotic and functional beverage. The biggest difference of carob from persimmon and oleaster fruits is its high calcium content. Considering the effect of calcium on water kefir grains in many studies on water kefir, it has been evaluated that the high increase in kefir grain weight in carob water kefir supports the positive effect of calcium on water kefir fermentation.

It has been evaluated that water kefir with persimmons can be a preferred water kefir beverage with high sensory scores and cultural count results, pre- and post-digestion antioxidant capacity, TPC and TFC analysis results.

In water kefir; LAB, AAB, and yeast growth were suppressed at pH 8.5, while LAB count was higher at pH 7.5 in all kefir varieties in this study. As a result, the water with a pH value of 7.5 may create a better environment for the production of water kefir.

Keywords: Persimmon, Carob, Oleaster, Water Kefir, Honey, Sugar.



1. GİRİŞ

Günümüzde; değişen beslenme alışkanlıkları ve bu durumun getirdiği sağlık problemleri, alerjik reaksiyona neden olan faktörlerin artması gibi nedenlerle fonksiyonel gıda tüketimine olan ilgi artmaya başlamıştır. Probiyotik ürünlerin sağlık üzerindeki olumlu etkisini kanıtlayan çalışmalar ile fonksiyonel gıda tüketiminde, probiyotik ürünler ilk sıralarda yer almaktadır. Probiyotik ürünlerin büyük bir kısmını da fermente gıdalar oluşturmaktadır. Vegan ve vejetaryen beslenme kültürünün de gün geçtikçe yaygınlaşması, sütteki alerjik faktörlerin de etkisi ile süt ürünü olmayan fermente gıdaların önemi artmıştır. Süt ürünü olmayan probiyotik özellikli fermente gıdaların tüm bu özelliklere sahip olmaları nedeni ile son yıllarda tüketimi ve üretimi oldukça fazladır. Dolayısıyla bu gıda ürünlerin üzerinde yapılan araştırmaların sayısı da artmıştır. Süt ürünü olmayan probiyotik özellikli fermente gıdaların büyük bir bölümü fermente içeceklerden oluşmaktadır. Bu içecekler literatürde; su kefir, kambuça, tepache, tibi v.b. olarak karşımıza çıkmaktadır.

Su kefir, su, meyve ve şeker karışımına su kefir tanelerinin eklenmesiyle yapılan fermente bir içecektir (Laureys ve Vuyst, 2014). Süt ürünü olmayan probiyotik özellikli fermente bir içecek olan su kefirinin bu özellikleri son yıllarda su kefir üretimini, çeşitlerini ve yapılan bilimsel çalışmaların sayısını arttırmıştır. Su kefir içeceği, suda bulunan karbonhidrat çözeltilisine kefir danesi ilave edilerek oda sıcaklığında, 1-10 gün süreyle fermantasyona tabi tutularak elde edilir. Sadece sakkaroz ilavesi ile yapılabildiği gibi, isteğe bağlı olarak kurutulmuş veya taze meyve parçacıkları ilave edilerek meyve şekerinden de yararlanıldığı ve ürüne farklı bir aroma kazandırıldığı bildirilmektedir (Gün ve diğ, 2019).

Kefir danesi düzensiz şekil ve boyutlarda olup, jel benzeri kristal görünümde beyaz ile sari-gri arasında bir renge sahiptir. Bu danelerin temel yapısını bir polisakkarit matriksinin oluşturduğu ifade edilmektedir (Neve ve Heller, 2002).

Farklı su kefirlerinin farklı tür çeşitliliği barındırdığı bildirilmiştir (Waldherr ve diğ, 2010). Su kefirinin üretildiği ülke hatta bölgeye göre su kefirindeki mikroorganizma

tür ve çeşitliliği değişkenlik gösterir. Fakat tüm su kefirlerinde ortak bulunan mikroorganizmalar ve kompozisyon bileşenleri mevcuttur.

Su kefirinde bulunan başlıca mikroorganizmalar laktik asit bakterileri (LAB), mayalar, bifidobakterler ve asetik asit bakterileri olarak belirtilmektedir (Laureys ve Vuyst, 2014). Laktik asit bakterileri ortamda hakim mikroorganizma türüdür. En baskın laktik asit bakterilerinin *L. casei*, *L. paracasei*, *L. hilgardii* olduğu ifade edilmiştir (Laureys ve Vuyst, 2014).

Su kefiri üretiminde karbon kaynağı olarak; sofr şeker veya esmer şeker yaygın olarak kullanılmaktadır. Şeker yanında pekmez, melas, bal gibi farklı şeker kaynakları da kullanılmaktadır. Su kefirine eklenen meyve ve benzeri gıda maddelerinin ise; azot ve diğer inorganik maddelerin kaynağı olarak kullanıldığı belirtilmiştir (Lynch ve diğ, 2021). Birçok meyve ile karşılaştırıldığında incirin fermanstasyonda en verimli substrat olduğu bildirilmiştir (Reiß, 1990). İncirin bu özelliğinin, su kefiri danelerinde gelişmeyi teşvik edici bir madde olarak bilinen kalsiyumu yüksek oranda içermesinden kaynaklanabileceği ifade edilmiştir (Laureys ve diğ, 2019). Su kefiri fermantasyonunun yapıldığı substrat içeriği su kefirinin mikrobiyolojik ve fizikokimyasal yapısını önemli ölçüde etkilemektedir.

Çalışmada kullanılan iğde, sağlık açısından çeşitli faydaları, kendine has aroması ve lezzeti olan bir meyvedir. Gıda sektöründe kendine çok geniş bir alan bulamayan iğdenin; yüksek antioksidan, antienflamatuar, antiülserojenik ve antimikrobiyal aktiviyete sahip bir meyve olduğu bildirilmektedir (Farzaei ve diğ, 2015). Ayrıca iğde meyvelerinden elde edilen ekstraktların yüksek antioksidan özelliklere sahip olduğu belirtilmektedir (Wang ve diğ, 2013; Gökbulut, 2014).

Çalışmada kullanılan meyvelerden biri olan keçiboynuzu yüksek şeker içeriği (%48-56) (esas olarak sakaroz, glikoz ve fruktoz), %3-4 protein, düşük yağ içeriği (%0,2-0,6) ile karakterize edildiği ifade edilmiştir (Battle ve Tous, 1997). Düşük alkaloid içeriği ve özellikle tohumlarda yüksek diyet lifi içeriğine sahip olduğu bildirilmektedir (Ortega ve diğ, 2009). Spesifik olarak, şekerler, diyet lifleri, polifenoller ve mineraller içerdiği ve gluten içermediği belirtilmektedir (Papaefstathiou ve diğ, 2018). Keçiboynuzu meyvesinin plazma atomik emisyon spektrofotometresi ile yapılan bir mineral kompozisyonu çalışmasında alüminyum, arsenik, boron, baryum, kalsiyum, kobalt, krom, demir, bakır, potasyum, lityum, magnezyum, manganez, gümüş, sodyum,

nikel, fosfor, stronsiyum, titanium, vanadium ve çinko miktarları ölçülmüştür. Kalsiyum, fosfor ve potasyum miktarlarının diğer minerallerden oldukça yüksek oranlarda olduğu bildirilmiştir (Özcan ve diğ, 2007). Morocco bölgesinin farklı yerlerinde keçiboynuzu ile yapılan bir çalışmada numunelerde kuru maddede 237,1 mg/100g ile 380,9 mg/100g arasında kalsiyum içeriği bildirilmiştir (Batal ve diğ, 2016). Keçiboynuzu meyvesinin yalnızca gıda endüstrisinde ve pediatrik uygulamalarda değil, aynı zamanda mükemmel bir fenolik bileşen ve lif kaynağı olarak da yaygın olarak kullanıldığı, diyetle uygulanmasının diyabet, hiperlipidemi, irritabl bağırsak sendromu ve kolorektal kanser gibi çeşitli hastalıkları önleyebilme potansiyeline sahip olduğu ifade edilmektedir (Zhu ve diğ, 2019). Doğal bir ürün olan keçiboynuzu sadece insan sağlığına faydalı olmakla kalmayıp, aynı zamanda ekonomik ve çevresel açıdan da büyük önem taşımaya ve gıda dışı sektörlerde de kendine oldukça geniş bir alan bulmaya başlamıştır.

Çalışmada kullanılan bir diğer meyve cennet hurması olarakda bilinen Trabzon hurmasıdır. Kendine has tat ve aromaya sahip olan Trabzon hurması, lif, C vitamini, karotenoidler gibi biyoaktif bileşikler içerdiği ifade edilmektedir (Domínguez Díaz ve diğ, 2020). In-vitro çalışmalarının, meyvedeki yoğun tanenlerin kardiyovasküler hastalık, hipertansiyon, diyabet ve çok çeşitli kanser riskini azaltabileceğini gösterdiği belirtilmiştir (George ve Redpath, 2008). Hurma meyvelerinin sırasıyla; şekerler, pigmentler, polifenoller ve vitaminler olmak üzere hem birincil hem de ikincil metabolitlerin iyi bir kaynağı olduğunu gösterdiği bildirilmektedir (Pu ve diğ, 2013; Jiménez-Sánchez ve diğ, 2015). Trabzon hurmasının; lifli yapısı, pektinlerinde bulunan değerli içerikleri, yüksek potasyum seviyesi ve düşük sodyum seviyesi ile iyi bir mineral profiline sahip olması gibi özellikleri ile kilo koruma, kardiyovasküler hastalıklar ve diyabet gibi özel rejimler için uygun bir gıda maddesi olduğu ifade edilmiştir (Tardugno ve diğ, 2021).

Su kefir üretiminde kuru incir bir çok farklı coğrafyada ortak olarak kullanılan bir substrat bileşenidir. Bunun nedeni yüksek fermantasyon verimi olarak belirtilmiştir. (Reiß, 1990; Laureys ve diğ, 2021). Kalsiyumun kefir danesi büyümesine etkisi ile ilgili yapılan bir çalışmada 0, 50, 200 mg kalsiyum içeren substrat ortamı farklı pH değerlerinde fermantasyona alınmış ve kalsiyum oranı yüksek olan substratların tane büyümesi ile doğru orantılı olduğu bildirilmiştir (Laureys ve diğ, 2019). Bu açıdan değerlendirildiğinde incirde ortalama kalsiyum miktarı 162 mg/100 gr dır. Trabzon

hurmasında bu oran yaklaşık 31 mg/100 gr, iğde meyvesinde 67 mg/100 gr, keçiboynuzunda ise 348 mg/100 gr'dır (Musa Özcan ve diğ, 2007; Wang ve diğ, 2013; Kim ve diğ, 2014; Butt ve diğ, 2015; Arvaniti ve diğ, 2019). Bu çalışmada özellikle keçiboynuzu ile yapılan su kefirlerinde; kefir kültürü üzerinde gelişme teşvik edici özellik göstererek ve fermentasyon veriminin yüksek olduğu görülmüştür.

Su kefirinde kullanılan alternatif bir polisakkarit kaynağı olarak bal, basit şekerler (esas olarak fruktoz ve glikoz) ve amino asitler, mineraller, organik asitler, proteinler, lipidler, vitaminler, aroma bileşikler, pigmentler, mumlar, polen gibi daha az yaygın olan diğer maddelerin karmaşık bir karışımını içerir. Ayrıca bal, kalp hastalığı, kanser, katarakt, bağışıklık sistemi düşüşü ve farklı inflamatuvar süreçler riskini azaltarak insan sağlığında önemli bir rol oynayan doğal bir antioksidan kaynağı olarak hizmet ettiği belirtilmektedir (Zarei ve diğ, 2019). Balın, antimikrobiyal, antifungal ve antitoksik etkileri ile ilgili yapılan çalışma sayısı da oldukça fazladır. Ayrıca balda yapılan in-vitro ve in-vivo çalışmalardan elde edilen veriler, balın laktik asit bakterilerinin büyümesini arttırdığını göstermektedir (Shamala ve diğ, 2000).

Bu çalışmada kurutulmuş Trabzon hurması, keçiboynuzu ve iğde meyveleri ile yapılan su kefirleri bulunmaktadır. Su kefirlerinde; bal, şeker ve su pH'nın, su kefirinin mikrobiyolojik, biyoerişilebilirlik, fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi araştırılacaktır. Bu amaçla kurutulmuş Trabzon hurması, keçiboynuzu ve iğde meyveleri, bal, şeker ve 6,5–7,5–8,5 pH değerlerinde su kullanılarak 18 farklı su kefirleri üretilmiştir. Bu kefirlerde mikrobiyolojik, biyoerişilebilirlik, fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri araştırılarak karşılaştırma yapılmıştır. Mikrobiyolojik ve fizikokimyasal araştırmalar için; toplam maya, toplam laktik asit bakterisi, toplam asetik asit bakterisi, kefir dane kütlesi (kuru ve ıslak), üretim sonrası 1 aylık süre boyunca pH değerleri, toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde, elektriksel iletkenlik, titrasyon asitliği analizleri yapılmıştır. Biyoerişilebilirlik özelliklerinin incelenmesi için ise son ürünün; antioksidan kapasitesine, toplam fenolik ve flavonoid bileşiklerine ve in-vitro biyoyararlılığına etkisi saptanmıştır. Toplam antioksidan kapasitesi, toplam fenolik ve toplam flavonoid bileşikler spektrofotometrik yöntemler ile, in-vitro biyoerişilebilirlik ağız, mide, bağırsak simülasyon yöntemi ile tayin edilmiştir. Duyusal incelemeler ise 1 aylık süre boyunca her gün gerçekleştirilen duyuşal testler ile yapılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Su Kefiri

Su kefir, çeşitli başlatıcı kültürler kullanılarak üretilen düşük alkol içeriğine sahip (%1'in altında) fermente asitli bir içecek olarak tanımlanmıştır (Kazakos ve diğ, 2016; Cai ve diğ, 2020; Moretti ve diğ, 2022). Polisakkarit bileşiklerin ve simbiyotik mikroorganizmaların bir arada bulunduğu kefir tanelerinin; meyve, su ve bazen de şeker içeren karışıma inoküle edilerek fermentasyonu sonucu elde edilen bir gıda ürünüdür. Meyvemsi, asidik, hafif tatlı bir tada ve aromaya sahip, ferahlatıcı ve gazlı bir içecektir (Laureys ve Vuyst, 2014).

Su kefir tanelerinin, ilk olarak "Opuntia" adı verilen Meksika dikenli armut kaktüslerinde şekerli yoğuşma suyunda maya ve bakteriler tarafından oluşturulan polisakkarit matriksi içinde tutulan simbiyotik bir konsorsiyum olarak oluştuğu bildirilmektedir (Lutz, 1899). Batı Avrupa'da "su kefir taneleri" adının kullanılmasının yanı sıra, tarihsel gelişim ve coğrafi konuma bağlı olarak "Ginger Beer Plants," "Tibicos," "Tibi Grains," "California Bees," "African Bees," "Ale Nuts," "Balm of Gilead," "Bèbéés," "Japanese Beer Seeds," and "Sugary Kefir Grains" gibi farklı isimlerle de bilindiği ifade edilmektedir (Laureys ve Vuyst, 2014; Fiorda ve diğ, 2017).

Su kefir, üretildiği bölgenin iklim, bitki örtüsü, kültürel yapısı, beslenme alışkanlıkları gibi faktörlerden büyük ölçüde etkilenen bir içecektir. Su kefir üretiminde kullanılan danedeki konsorsiyumu oluşturan mikroorganizmaların tür ve çeşidi, üretimde kullanılan meyve çeşidi ve miktarı, fermentasyon süresi gibi özellikleri bu faktörlerden etkilenen temel değişkenlerdir (Çevik ve diğ, 2019; Lynch ve diğ, 2021; Moretti ve diğ, 2022). Su kefirin endüstriyel üretiminin çok yakın bir geçmişe dayanması ve günümüzde hala çoğunlukla evlerde üretilen bir içecek olması da bu çeşitliliğe katkı sağlamıştır.

2.2 Su Kefiri Bileşenleri

2.2.1 Su kefirı danesi

Su kefirı tanesinde Laktikasit bakterilerinden *Lactobacillus*, asetik asit bakterilerinden *Acetobacter* ve mayalardan *Saccharomyces* daneyi oluşturan temel mikroorganizma üyelerini oluşturmaktadır. Konsorsiyumdaki en önemli mikroorganizma laktik asit bakterileridir (Laureys ve diğ, 2021). Ancak hangi türün baskın olduğu tanelerin kökeni, fermantasyonda kullanılan diğer bileşenler ve coğrafi bölgeye göre değişkenlik göstermektedir (Çevik ve diğ, 2019; Lynch ve diğ, 2021; Moretti ve diğ, 2022). Su kefirinin evlerde üretilen bir içecek olması da aynen süt kefirinde olduğu gibi mikrofloranın çeşitlenmesine hatta bazen istenmeyen mikroorganizmaların simbiyotik ortama katılmasına neden olmaktadır (Lynch ve diğ, 2021). Kefirin dane kompozisyonu coğrafi yapıya göre değişken konsorsiyumlarda ve buna bağlı olarak farklı metabolik aktivitelerde olabilmektedir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Su kefirı daneleri

Su kefirı danesinin mikroorganizmalar dışındaki en önemli bileşenlerinden biri egzopolisakkaritlerdir. Egzopolisakkarit üretimi bakteri ve mayalar tarafından yapılmaktadır. Su kefirinde bulunan en önemli egzopolisakkarit desktrandır. Desktran laktik asit bakterileri tarafından sentezlenir. Dekstran miktarı su kefirı tanesinde bulunan mikroorganizmaların oluşturduğu konsorsiyum kadar su kefirı kütlesini etkileyen bir bileşendir (Fels ve diğ, 2018).

2.2.1.1 Laktik asit bakterileri

Su kefirindeki mikroorganizmaların %65-80'inin laktik asit bakterilerinden oluştuğu bildirilmektedir (Cai ve diğ, 2020). Almanya'da %10 şeker içeren şekerli su çözeltisi, kuru incir ve limon dilimleri ile yapılan bir çalışmada; *L. hordei*, *L. nagelii*, *L. mesenteroides*, *Leuconostoc citreum* öne çıkan türler olarak bildirilmiştir (Gulitz ve diğ, 2011). Brezilya'da yapılan bir çalışmada; *L. casei*, *L. sunki*, *L. kefir*, *L. satsumensis*, *L. paracasei*, *L. helveticus* ve *L. buchneri* öne çıkan laktik asit bakterisi türlerini oluşturduğu ifade edilmiştir (Miguel ve diğ, 2011). Belçika'da yine kuru incir, şeker ve sudan oluşan çözelti ile yapılan bir çalışmada; *L. Casei*, *L. paracasei*, *L. hilgardii*, *L. harbinensis*, *L. nagelii*, *L. hordei*, *L. mali* tespit edilen laktik asit bakterileri olarak belirtilmiştir (Laureys ve Vuyst, 2014). Meksika'da pekmeze benzer bir gıda olan "panela" adı verilen bir şurupla yapılan su kefir çalışmasında ise *L. ghanensis*, *L. casei*, *L. paracasei*, *L. hilgardii* türü laktik asit bakterileri tespit edildiği ifade edilmiştir (Martínez-Torres ve diğ, 2017).

2.2.1.2 Asetik asit bakterileri

Asetik asit bakterilerinin su kefir fermentasyonundaki en önemli rolünün lezzet ve kıvam üzerindeki etkisi olduğu bildirilmiştir (Cai ve diğ, 2020). Su kefir üretimi fermentasyona dayalı bir işlem olduğu için çoğunlukla oksijen oranı düşük olmaktadır. Bu nedenle asetik asit bakterilerinin sayısı laktik asit bakterilerine oranla oldukça düşüktür. Asetik asit bakterilerinin kefir tanesi içindeki diğer mikroorganizmalara göre oranı yaklaşık %1 olarak bildirilmiştir (Cai ve diğ, 2020). Bu nedenle izolasyonları da her zaman mümkün olmamaktadır (Laureys ve Vuyst, 2014). Su kefir fermentasyonunda yüksek oksijen varlığında gelişebilen *Acetobacter fabarium* gibi türlerin yanı sıra anaerobik ortamlarda gelişebilen *A. indonesiensis* türünün de gelişebildiği belirtilmiştir (Laureys ve diğ, 2018). *A. lovaniensis*, *A. orientalis* ve *A. tropicalis* de tespit edilen diğer asetik asit bakterileri olarak bildirilmiştir (Gulitz ve diğ, 2011; Lynch ve diğ, 2021; Moretti ve diğ, 2022).

2.2.1.3 Diğer bakteriler

Su kefir endüstriyel üretim geçmişi çok yeni olan ve günümüze kadar çoğunlukla evlerde veya küçük ölçeklerde yöresel olarak üretilen bir içecek olduğu için baskın bakteriler dışında izole edilen çeşitli başka bakteriler de mevcuttur. Bu bakterilerin çeşitliliği laktik asit bakterilerinde ve asetik asit bakterilerinde olduğu gibi coğrafi

özellikler, kültürel yapı, reçete vb. faktörlerden etkilenmekte olup oldukça çeşitlilik göstermektedir. Su kefirlerinden izole edilen diğer bakteriler; *Bacillus cereus*, *Zymomonas*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter ludwigii* ve *Pseudarthrobacter chlorophenolicus* olarak bildirilmiştir (Lynch ve diğ, 2021).

2.2.1.4 Mayalar

Su kefirinde maya türlerinin çeşitliliği ve genişliği bakterilerle karşılaştırıldığında daha azdır. Sadece laktik asit bakterilerinin miktarı maya miktarının 2 ile 10 katı olarak bildirilmiştir (Laureys ve Vuyst, 2014). Su kefirinde mayaların temel görevi etanol ve CO₂ üretimidir (Cai ve diğ, 2020). Birçok çalışma su kefirinde en baskın maya türünü *Saccharomyces cerevisiae* olarak bildirmiştir (Kebler, 1921; Gulitz ve diğ, 2011; Laureys ve Vuyst, 2014; Lynch ve diğ, 2021). *S. cerevisiae*'nin, su kefiri içeceğinin organoleptik kalitesinin artmasına katkıda bulunduğu, güçlü ve tipik olarak maya aromasının yanı sıra ferahlatıcı, keskin tadı teşvik ettiği ifade edilmiştir (Magalhães ve diğ, 2010). Bazı çalışmalarda ise *Zymomonas spp.* baskın cins olarak ifade edilmiştir (Marsh ve diğ, 2013). *S. cerevisiae*'nin yanı sıra su kefirlerinden izole edilen diğer baskın maya türleri ise; *Hanseniaspora valbyensis*, *Lachancea fermentati*, *Zygotorusaspora florentina*, *Kazachstania aerobia*, *Lachancea meyersii*, *Candida lambica*, *Candida calida*, *Dekkera bruxcellensis* olarak belirtilmiştir (Pidoux, 1989; Magalhães ve diğ, 2010; Stadie ve diğ, 2013; Laureys ve Vuyst, 2014).

2.2.2 Substrat

Su kefiri üretiminde sofr şekerı veya esmer şeker en yaygın kullanılan karbon kaynağı iken, azot kaynağı olarak taze veya kuru meyvelerin eklendiğı belirtilmiştir (Lynch ve diğ, 2021). İncirlerin diğ er meyvelerle karşılaştırıldığında en optimum fermentasyonu ürettiğı bildirilmiştir (Reiß, 1990). İncirin bu özelliğinin, su kefiri danelerinde gelişmeyi teşvik edici bir madde olarak bilinen kalsiyumu yüksek oranda içermesinden kaynaklanmış olabileceğı ifade edilmiştir (Laureys ve diğ, 2019). Dolayısıyla kullanılan meyve içeriğı su kefirinin mikrobiyolojik ve fizikokimyasal yapısını önemli ölçüde etkilemektedir.

Su kefirinin tarihsel gelişimine bakıldığında substrat olarak çok farklı gıda maddeleri kullanıldığı görülmektedir. Su kefirinde substratlar; üretildiğı bölgenin iklim, bitki örtüsü, kültürel yapısı, beslenme alışkanlıkları gibi faktörlerden en çok etkilenen ve en çok çeşitlilik gösteren bileşendir.

Substrat olarak Meksika ve civarında; firavun inciri olarak da bilinen hint inciri meyvesi ve suyu, ananas, esmer şeker ve tarçın ile yapılan bir çeşit şekerli su çözeltisi, Kolombiya ve çevresinde aquapanela adı verilen yöresel bir şeker şurubu, Fransa, Almanya, Belçika ve çevresinde kuru incir ve limon, Amerika’da mısır unu, buğday unu, krem tartar ve zencefil ile tatlandırılmış çeşitli çözeltiler, kullanıldığı bildirilmiştir (Moretti ve diğ, 2022). Bunların yanında, substrat olarak; kıvılcık, alıç, kırmızı erik, nar, kuşburnu, iğde, elma, kivi, bal kabağı, ejder meyvesi, hindistan cevizi, soya peynir altı suyu, çilek, domates, kavun, havuç gibi meyve ve sebzelerin de kullanıldığı belirtilmektedir (Corona ve diğ, 2016; Randazzo ve diğ, 2016; Dwiloka ve diğ, 2020; Darvishzadeh ve diğ, 2021; Özçelik ve diğ, 2021). Su kefirli taze meyvelerin yanı sıra taze meyve suları ve kuru meyvelerle de yapılmaktadır. Üretimde meyve suyu veya kuru meyve kullanımı da su kefirinin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini etkilemektedir. Aroma ve fonksiyonellik açısından farklı özellikler kazandırmak için su kefirine eklenen bu gıda maddelerinin yanında fermentasyonda asıl etkili bileşikler polisakkarit kaynaklarıdır. Polisakkarit kaynağı olarak ise pekmez, melas şurubu, bal, rafine şeker, rafine olmamış şeker kullanıldığı bildirilmiştir (Magalhães ve diğ, 2010; Laureys ve De Vuyst, 2016; Fiorda ve diğ, 2017; Darvishzadeh ve diğ, 2021). Farklı polisakkarit kaynaklarının su kefirinin fizikokimyasal özellikleri üzerinde yüksek etkiye sahip olduğu ifade edilmektedir (Barnes, 2022).

Endüstriyel pazarda su kefirli, İngiltere merkez olmak üzere özellikle Avrupa’da belirli bir üretim hacmine ve müşteri portföyüne sahiptir. Su kefirinin vegan ve laktoz intoleransı açısından süt kefirine göre avantajlı özellikleri üretim hacminin artmasına etkili olmuştur. Küresel olarak süt ürünü olmayan probiyotik ürünlerle ilgili yapılan bir pazar araştırmasında, süt ürünü olmayan probiyotik ürünlerin hayatımıza ve günlük diyetlerimize girdiği bildirilmektedir. (Dey, 2018; Aspri ve diğ, 2020). Endüstriyel olarak, ahududu, yabanmersini, böğürtlen, mango, şeftali, elma, portakal, hibiskus, lavanta, yasemin, zencefil ve tarçınlı su kefirli üretimleri Avrupa ve Güney Asya’da yapılmaktadır.

Daha önce de belirtildiği gibi farklı coğrafi bölgelerde farklı substratlarla hazırlanan su kefirlerinde aroma ve lezzet farklılığının yanı sıra fizikokimyasal ve mikrobiyolojik yapısında da farklılıklar olduğu ifade edilmektedir (Fiorda ve diğ, 2017; Cai ve diğ, 2020; Değirmencioğlu, 2020; Lynch ve diğ, 2021; Moretti ve diğ, 2022). Örneğin

kalsiyum oranı yüksek meyvelerle yapılan su kefir üretimlerinde kefir tane büyümesinin dolayısıyla mikrobiyal sayım sonuçlarının daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Laureys ve diğ, 2019). Kalsiyumun bu etkisinin nedeni kefir konsorsiyumunu oluşturan mikrroorganizmaları bir arada tutan glukan-sukroz yapısında kalsiyumun bağlayıcı etkiye sahip olması ve bu yapının optimal aktivite için kalsiyum iyonlarına ihtiyaç duyması olarak bildirilmiştir (Yokoi ve Watanabe, 1992)

2.2.3 Su

Su kefirinin miktarca en büyük bileşeni sudur. Dolayısıyla suyun, su kefirinin mikrobiyal, fizikokimyasal ve duysal özelliklerini etkileyecek önemli bir bileşendir. Literatürde su kefir üretiminde kullanılan su ile ilgili ayrıntılı bir çalışma veya veriye rastlanılmamıştır. Akademik çalışmalarda üretilen su kefirlerinde; kaynatılmış çeşme suyu kullanımı bildirilmiştir (Laureys ve Vuyst, 2014; Laureys ve diğ, 2018). Mineral water olarak tabir edilen şişe su kullanımı en yaygın uygulama şekli olarak ifade edilmiştir (Marsh ve diğ, 2013; Stadie ve diğ, 2013; Bueno ve diğ, 2021; Patel ve diğ, 2022). Deiyonize su ve filtre edilmiş su da kullanılan su kaynaklarındandır (Dwiloka ve diğ, 2020; Darvishzadeh ve diğ, 2021).

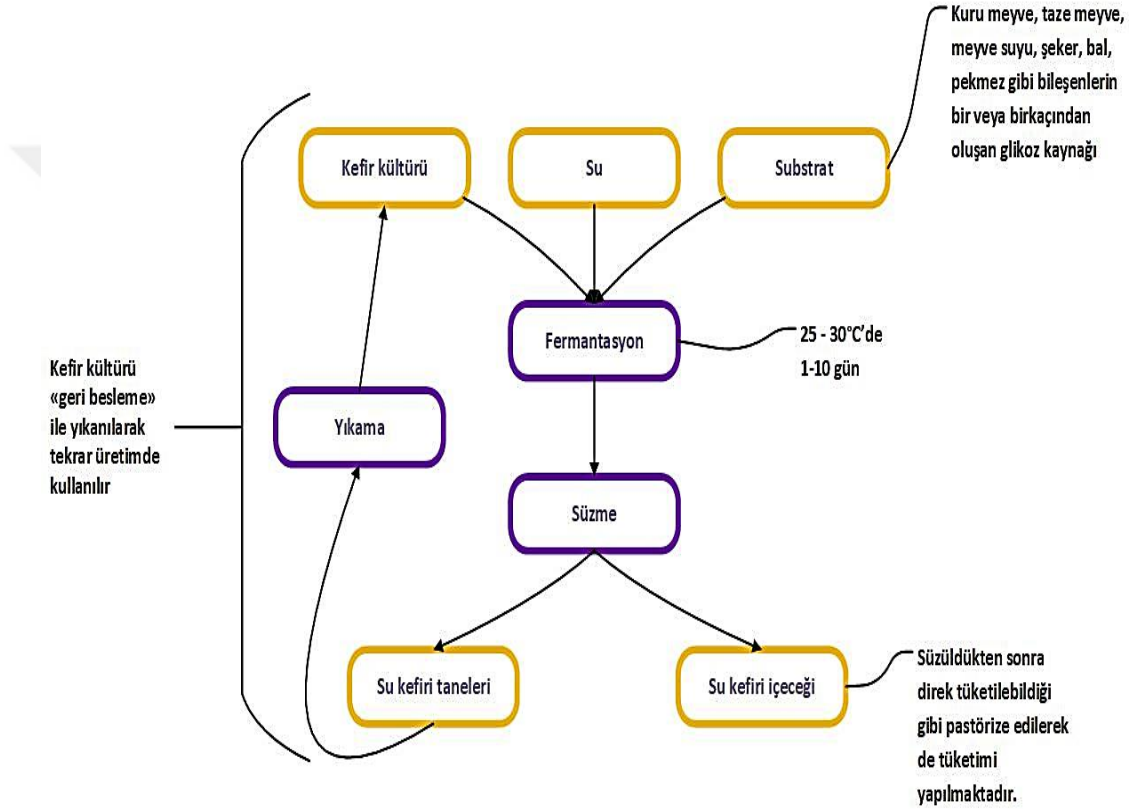
2.3 Üretim Aşamaları

Su kefir içeceği küçük ölçekli veya ev tipi üretimlerde geri besleme (back sloping) tekniği ile yapılırken endüstriyel üretimde hazır kültür formülleri ile gerçekleştirilmektedir (Fiorda ve diğ, 2017; Lynch ve diğ, 2021) (Şekil 2.2, Şekil 2.3, Şekil 2.4). Geri besleme tekniğinde su kefir üretiminde kullanılan kültür yıkanarak tekrar kullanılır (Laureys ve Vuyst, 2014). Kullanılan kültürdeki mikroorganizma çeşitliliği ve türü, substrat, fermentasyon süre ve sıcaklığı kefir tanelerinin ömrünü ve miktarını önemli ölçüde etkilediği belirtilmektedir (Darvishzadeh ve diğ, 2021).



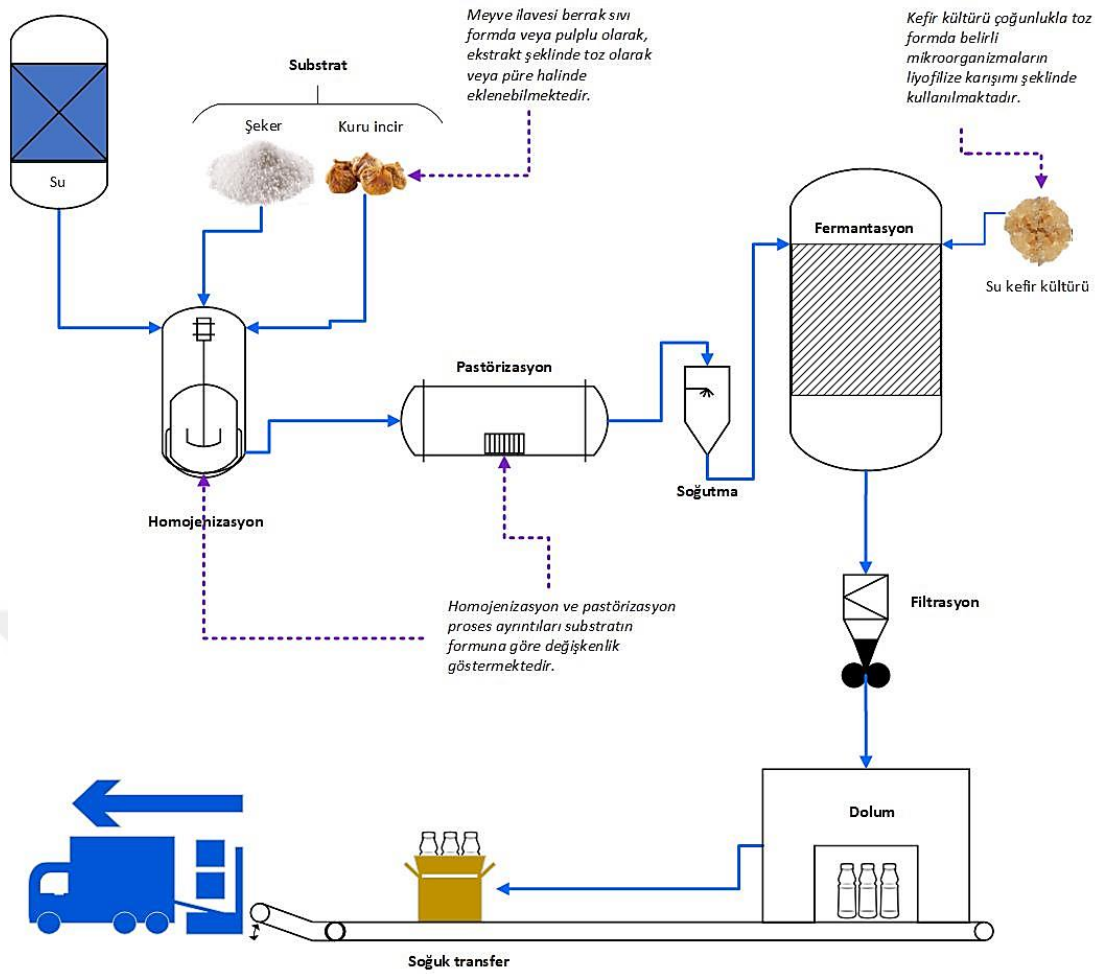
Şekil 2.2: Geri besleme (back-sloping) tekniği ile üretilmiş su kefir.

Üretim prosesinde öncelikle substrat hazırlanmaktadır. Substrat, kullanılacak hammadde özelliğine göre farklı hazırlık aşamalarından geçmektedir. Taze meyve kullanılacaksa yıkanılarak genelde püre haline getirilmektedir. Meyve suyu kullanılacaksa briksi istenilen dereceye ayarlanılarak kullanılmaktadır. Kuru meyve ise yıkanıp doğranarak veya parçalanarak kullanıma hazırlanmaktadır. Substratın sakkarit içeriğine göre; şeker, bal, pekmez gibi polisakkarit kaynakları eklenmektedir. Üzüm gibi yüksek oranda fruktoz içeren bir meyve suyu kullanılan substratta ilave şeker kullanılmadığı bildirilmiştir (Randazzo ve diğ, 2016).



Şekil 2.3: Geri besleme tekniği ile su kefirini üretimi.

Hazırlanan substratın pastörize edilerek, otoklavlanarak veya direk kullanılabilirdiği belirtilmektedir (Laureys ve De Vuyst, 2016). Reçetede belirtilen miktarlarda su ve kefir kültürü ile karıştırılarak fermantasyon işlemi gerçekleştirilir. Fermantasyon süresi; üretildiği bölgenin iklim, bitki örtüsü, kültürel yapısı ve beslenme alışkanlıklarına göre 24 saat ile 10 gün gibi oldukça geniş bir zaman ölçeğinde gerçekleştirilmektedir. (Lynch ve diğ, 2021).



Şekil 2.4: Endüstriyel su kefir üretim aşamaları.

2.4 Su Kefirinin Kimyasal Kompozisyonu

Çeşitli substratlarla yapılan su kefir fermentasyonu sonucu; organik asit, alkol, aldehit, ester, hidrokarbon, fenoller, sülfür bileşikler, aromatik hidrokarbonlar ve terpenler oluşmaktadır (Corona ve diğ, 2016; Laureys ve De Vuyst, 2016). Su kefirlerinde mikrobiyal konsorsiyumun en önemli metabolitleri etanol, CO₂ ve laktik asittir (Laureys ve Vuyst, 2014). Su kefirindeki önemli aroma bileşiklerini 2-metil-1-propanol, izoamil alkol, etil asetat, izoamil asetat, etil heksanoat, etil oktanoat ve etil dekonoatın oluşturduğu bildirilmektedir (Laureys ve De Vuyst, 2016). Fermentasyon sonucu düşük miktarda oluşan mannitolün de tatlı bir tada ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve su kefir için istenilen bir özellik olduğu ifade edilmektedir (Değirmencioğlu, 2020).

Su kefirinde baskın asit türü laktik asittir ve su kefirinde laktik asit miktarı arttıkça iletkenliğin arttığı kaydedilmiştir (Milci ve Yaygın, 2004). Elektriksel iletkenlik asit

üretimi ile arttığı için fermantasyonda istenilen miktarda asit üretimi, laktik asit bakterilerinin metabolik aktivitesi, fermantasyonda kalan şeker miktarı tahmini gibi faktörler de elektriksel iletkenlik değeri ile kontrol edilebilmektedir (Svensson, 1994; St-Gelais ve diğ, 1995).

Fermantasyonda ayrıca su kefiri konsorsiyumunun tane büyüklüğünü etkileyen egzopolisakkarit üretimi de bakteri ve mayalar tarafından yapılmaktadır. Su kefirinde bulunan en önemli egzopolisakkarit desktrandır. Desktran laktik asit bakterileri tarafından sentezlenir. Dekstran miktarı su kefiri tanesinde bulunan mikroorganizmaların oluşturduğu konsorsiyum kadar su kefiri kütesini etkileyen bir bileşendir (Fels ve diğ, 2018). Bu nedenle ıslak ve kuru dane ağırlık artışları dekstran üretim miktarı hakkında fikir sahibi olunabilmesi için önemli özelliklerdir. Dekstran üretimi için su kefiri konsorsiyumunun iyi bir alternatif olma potansiyeline sahip olduğu belirtilmektedir (Davidović ve diğ, 2015). Islak ve kuru dane ağırlıkları su kefirindeki dekstran gibi laktik asit bakterisi miktarı hakkında da fikir vermektedir.

Fermantasyonda mayalar tarafından üretilen CO₂ ve gliserolün de önemli fermantasyon ürünleri olduğu belirtilmiştir. CO₂ hem bazı laktik asit bakterilerinin gelişimine katkı sağlamak hem de kefirdeki gazlı yapıyı oluşturarak duysal açıdan kabul edilebilirliğini arttırmaktadır (Laureys ve De Vuyst, 2016; Değirmencioğlu, 2020). Gliserol ise az miktarda üretilse de fermente içeceklerin vizkozitesini arttırmakta ve duysal açıdan pozitif katkı sağlamaktadır (Laureys ve Vuyst, 2014).

Kuş iğdesi adı verilen bir iğde çeşidi ile yapılan bir kefir çalışmasında farklı oranlarda kuş iğdesi içeren kefirlerde DPPH yöntemi ile yapılan antioksidan kapasitesi 0,051 ile 0,129 TE/mL, toplam fenolik madde içeriği ise 48,411 ile 113,51 µg GAE/mL olarak bildirilmiştir (Darvishzadeh ve diğ, 2021).

Su kefiri %6 (g/mL) ve %12 (g/mL), meyve suları ise şekerli ve %6 (g/mL) şeker ilaveli olmak üzere iki farklı konsantrasyon ile hazırlanmış ve 72 saat fermentasyona bırakılmış bir su kefiri çalışmasında; şeker konsantrasyonunun, fermentasyon süresinin ve meyve suyu çeşidinin son ürünün antioksidan kapasitesine, toplam fenolik ve flavonoid bileşiklerine ve in vitro biyoerişilebilirliğine etkisinin incelendiği bir çalışmada özellikle şeker ilaveli örneklerde nar ve üzüm suyunda antioksidan kapasitesinde artış görülürken vişne suyunda azalma görülmüş ve şeker ilaveli örneklerdeki artışın şeker ilave edilmeyen örneklere göre daha çok olduğu

belirtilmiştir. Aynı çalışmada şeker ilavesinin antioksidan kapasitesindeki olumlu artışı fenolik madde miktarı ve flavonoid madde miktarı için de aynı etkiyi göstermiştir. (Yüce, 2015).

Ejder meyvesi ve elma ile yapılan bir su kefir çalışmasında ise titrasyon asitliği malik asit cinsinden 0,45 ile 0,53 g/100 mL, pH 3,87 ile 3,97, suda çözünür kuru madde miktarı değeri ise 8,22 ile 8,88 briks olarak bildirilmiştir (Bueno ve diğ, 2021)

Elma, üzüm, kivi, nar, ayva ve dikenli incir olarak bilinen hint inciri suyu ile yapılan bir kefir çalışmasında kefir içeceklerinin pH'ları 3,06 ile 4,11 arasında değiştiği görülmüştür. Titrasyon asitlikleri sitrik asit cinsinden 1,92 ile 12,81 g/L gibi geniş bir aralıkta olduğu, suda çözünür kuru madde miktarı değerlerinin 5,87 – 9,97 brix aralığında ölçüldüğü, toplam fenolik madde miktarının 131,61 ile 898,70 mg GAE/L, Antikoksidan kapasitenin ise % olarak 15,13 ile 89,51 arasında olduğu ifade edilmiştir (Randazzo ve diğ, 2016) Çalışmalardan anlaşıldığı gibi su kefirinin fizikokimyasal özellikleri de mikrobiyal özellikleri gibi; su kefir danelerinin orijini, substrat çeşit ve miktarı, fermentasyon süre ve sıcaklığı gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Lynch ve diğ, 2021)

2.5 Fonksiyonel özellikleri

Su kefir, birçok ülkede en az süt kefir kadar popüler ve insan sağlığını destekleyici bir içecek olarak tüketilmektedir. Su kefir sağlık açısından oldukça önemli olup, anti-mikrobiyal, anti-inflamatuar ve yara iyileştirici aktiviteleri bulunmaktadır. Su kefir tanelerinin 15 gün boyunca 50 g/L konsantrasyonda melas çözeltilerinde ferment edilmesi sonucu elde edilen su kefir içeceğinin kontrol grubuna göre enflamatuar süreci %43'lük bir oranda inhibe ettiği belirtilmiştir (Diniz ve diğ, 2003).

Süt ile yapılan kefir, modern tıbbi tedavilerin olmadığı zamanlarda tüberküloz, kanser ve mide-bağırsak rahatsızlıklarının tedavisinde kullanılmıştır ve aynı zamanda doğduğu dağlık bölge olan Kafkasya'da uzun ömür ile ilişkilendirilmiştir (Randazzo ve diğ, 2016). Bununla birlikte, sütle ilişkili sağlık yararlarının çoğu kefir fermentasyonun özellikleri ve etkileri ile bağlantılıdır (Lynch ve diğ, 2021). Su kefirinin de fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve fonksiyonel özellikleri açısından süt kefir ile benzerliği yüksektir (Güzel Seydim ve diğ, 2021). Bu nedenle aynı etkiyi su kefir için de belirtmek mümkündür.

Esmer şeker ile fermente edilen şekerli kefir tanelerinin, yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiği ve *Candida albicans*, *Salmonella Typhi*, *Shigella sonnei*, *Staphylococcus aureus* ve *E. coli*'yi inhibe ettiği belirtilmiştir (Hsieh ve diğ, 2012). Su kefiri ile yapılan bir çalışmada antidiyabetik ve anti-hiperlipidemik özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir. Beş hafta boyunca su kefiri tüketiminin, sadece kan glukozu üzerinde değil, aynı zamanda streptozotosin ile indüklenen diyabetik sıçanların vücut ağırlığı ve lipid profilleri üzerinde de yararlı bir etki gösterdiği ifade edilmiştir. Su kefirinin kısa süre tüketiminde bile hipoglisemik ve hipolipidemik etkilere sahip bir takviye olduğu ve bu nedenle, diyabet hastaları ile kardiyovasküler riskleri azaltmak için potansiyel sağlık takviyesi olabileceği ifade edilmektedir (Alsayadi ve diğ, 2014).

Yapılan in-vitro ve in-vivo çalışmalarda, sakkaroz varlığında laktik asit bakterilerince oluşturulan α -glukanların ürünün reolojik özelliklerini iyileştirmenin yanı sıra bağışıklık sistemini stimüle edici etki gösterdikleri, sindirilemez olmaları sebebiyle de barsaklardaki bazı bakterilerin çoğalmasını etkileyebilecekleri belirtilmiştir (Paiva ve diğ, 2016). Ayrıca su kefirinin, *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus salivarius*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella Typhimurium*, *E. coli*, *Listeria monocytogenes* ve *Candida albicans* gibi gıda güvenliği ve insan sağlığı açısından önem taşıyan patojenler üzerinde antimikrobiyal etkisinin bulunduğu da bildirilmiştir (Diniz ve diğ, 2003; Fiorda ve diğ, 2017; Martínez-Torres ve diğ, 2017).

Süt bazlı kefir ürünlerinin şeker kaynağı olarak laktoz içermesi ve kolesterol düzeyinin yüksek olması, laktoz intolerans ve kolesterol sorunları olan kişilerde sağlık problemlerine neden olabildiğini göstermektedir. Düşük kalori içeriği, kolesterol bulundurmaması ve laktoz içermemesi su kefirinin, süt bazlı kefir ürünlerine karşın bir alternatif olarak düşünülmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca vegan ve vejeteryan beslenen kişiler için de önemli probiyotik kaynaklarından biri olarak dikkat çekmektedir (Fiorda ve diğ, 2017).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Araştırmada kullanılan kurutulmuş Trabzon hurması, ığde ve keçiyoynuzu Bursa’da yerel bir kuruyemiş firmasından temin edilmiştir. Kefir üretiminde kullanılan kültür, ulusal bir su kefir üreticisinden temin edilmiştir. Kuru meyveler ve su kefir kültürü kullanıma kadar +4 °C’de buzdolabında muhafaza edilmiştir. Kefir üretiminde kullanılan su 5 litrelik pet şişelerde marketten alınmıştır. Satın alınan suların aynı parti numarasından olmasına dikkat edilerek kullanılıncaya kadar karanlık ve serin bir ortamda muhafaza edilmiştir. Kullanılan toz şeker ve çiçek balı ulusal markalar tercih edilerek yerel bir marketten temin edilmiş ve kullanılıncaya kadar serin ve karanlık bir ortamda muhafaza edilmiştir. Analizlerde; VWR-USC900TH model ultrasonik banyo, Hettich Zentrifugen Universal 320R model santrifüj ve Shimadzu UV-1700 model spektrofotometre, Mettler Toledo FE20 model pH metre, WTW Profiline Cond 3110 model kondüktivimetre ve Sartorius TE2145 marka hassas terazi kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

Kurutulmuş; Trabzon Hurması, Keçiyoynuzu ve ığde meyveleri, bal, şeker ve 6,5 – 7,5 – 8,5 pH değerlerinde su ile 18 farklı reçetede su kefir üretimi gerçekleştirilmiştir. Balın, meyvenin ve su pH’nın 18 su kefir örneği üzerindeki etkisi; biyoerişilebilirlik analizleri, mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyu analizlerle saptanmıştır.

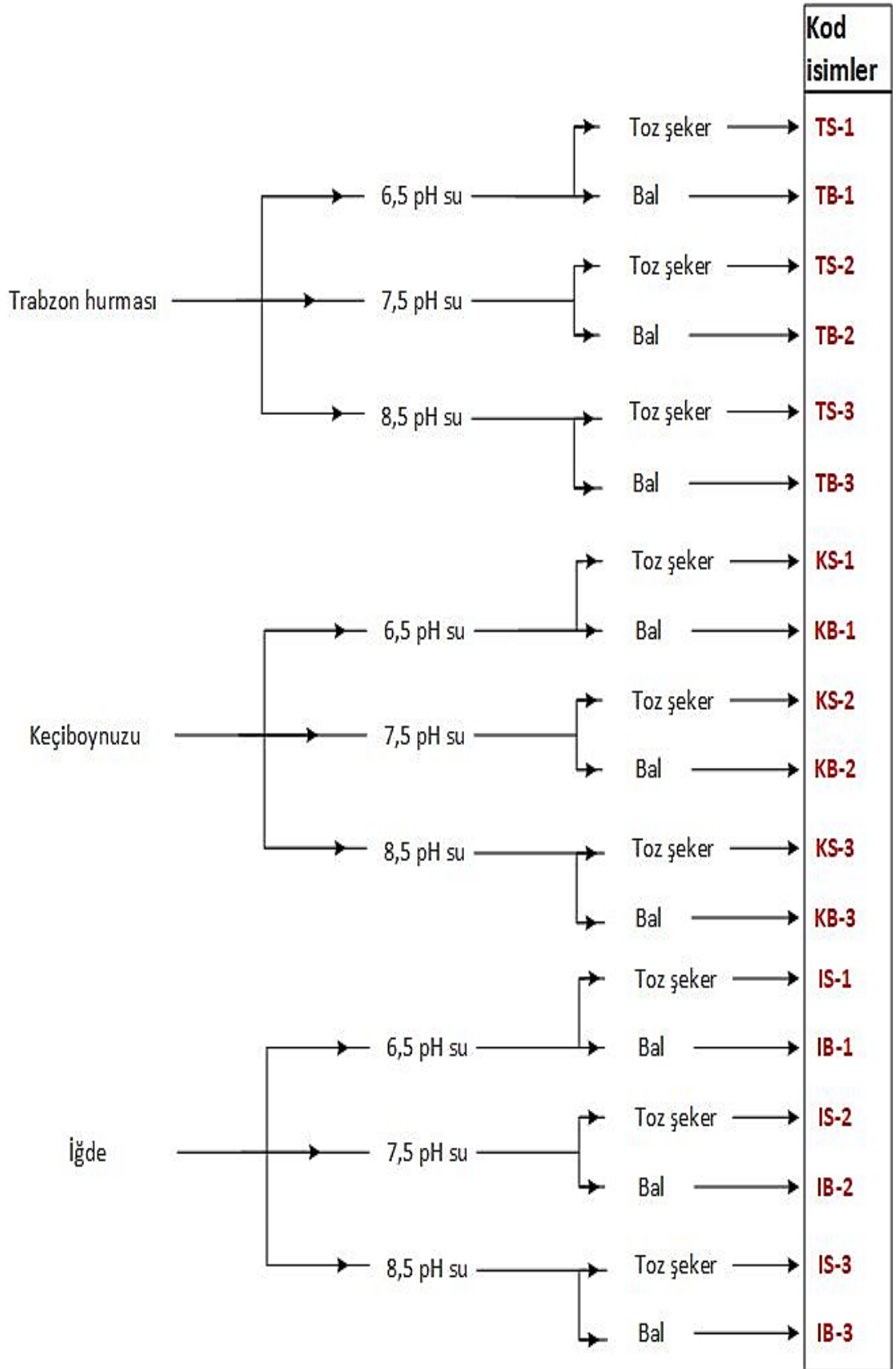
3.2.1 Su kefirinin üretimi

Büyük oranda evde yapılarak tüketilen bir içecek olduğu için su kefir reçetesi oldukça çeşitli subtrat ve farklı bileşen oranlarıyla hazırlanmaktadır. Çalışmadaki reçete belirlenirken literatürden ve evde su kefir üretimi gerçekleştirilen kişilerin formüllerinden yararlanılmıştır (Gün ve diğ; Laureys ve Vuyst, 2014; Kazakos ve diğ, 2016; Laureys ve De Vuyst, 2016; Aspri ve diğ, 2020; Cai ve diğ, 2020; Darvishzadeh ve diğ, 2021; Lynch ve diğ, 2021; Barnes, 2022; Moretti ve diğ, 2022) 18 farklı reçetede su kefir üretimi gerçekleştirilmiştir. Kefirleri fermantasyona hazırlamak için

5 L hacmindeki cam damacana yıkanıp saf sudan geçirilerek kurutulmuştur. Damacanalardan içine 100 °C’de 15 dakika ısıtılmış oda sıcaklığına soğumuş ve pH’ı ayarlanmış 4 L su doldurulmuştur. pH ayarlama işleminde 0,1 N NaOH ve %5-10’luk laktik asit çözeltisi kullanılmıştır. Suyu %8’i oranında şeker pancarı şekeri/bal ilave edilmiştir. Suyun %5’i oranında yıkanmış doğranmış kuru meyve ilave edilmiştir. Toplam kütlenin %5’i oranında su kefir kültürü ilave edilmiştir. Oda sıcaklığında (21-23 °C) fermentasyon başlığı kontrolünde şekerin tamamı tükenene kadar 2-5 gün fermentasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Trabzon hurmalı ve keçiyoynuzlu su kefir örneklerinde fermentasyon süresi iğdeli su kefir numunelerinden ortalama 12-18 saat daha uzun sürmüştür. Fermentasyon işlemi bitiminde süzülerek su kefir taneleri ve kuru meyve parçaları ayrılmıştır. Su kefirleri cam şişelerde ağzı kapalı olarak +4 °C’de muhafaza edilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.1: Su kefir numuneleri üretimi.



Şekil 3.2: Su kefirı örnek çeşitleri ve kod isimleri.

3.2.2 Fizikokimyasal analizler

3.2.2.1 Su kefir kuru dane ağırlığı artışının belirlenmesi

Su kefir kültürünün reçetede belirtilen miktarı başlangıç kuru ağırlığı olarak kaydedilmiştir. Fermantasyon sonunda su kefir kültürü süzülerek steril fizyolojik tuzlu su ile yıkanarak etüvde 105 °C'de 48 saat kurutulmuştur (Laureys ve diğ, 2018). Kurutulan taneler tartılarak kurutma sonrası kütle, kurutmadan önceki ağırlığa oranlanmasıyla %olarak tane ağırlık artışı tespit edilmiştir (Laureys ve Vuyst, 2014).

3.2.2.2 Su kefir ıslak dane ağırlığı artışının belirlenmesi

Su kefir fermantasyonundan 24 saat önce su kefir daneleri %5 şekerli su çözeltisinde bekletilerek aktive edilmiştir. Süre sonunda kefir daneleri süzölmüş ve steril fizyolojik tuzlu su ile yıkanarak tartılmıştır (Laureys ve Vuyst, 2014). Tartım sonucu başlangıç ağırlığı olarak kaydedilmiştir. Su kefir fermantasyonu tamamlandıktan sonrasında kefir danelerinin süzölməsi, yıkanması ve tartımı benzer şekilde gerçekleştirilmiştir. Fermantasyon sonrası kefir daneleri ağırlığı başlangıçtaki ağırlık ile oranlanarak %ıslak dane kütle artışı tespit edilmiştir.

3.2.2.3 Toplam kuru madde miktarının belirlenmesi

Fermantasyonu biten su kefir süzöldükten sonra yaklaşık 5 g tartılarak sabit tartıma getirilerek ve darası alınmış kurutma kabına aktarılmıştır. Su banyosunda 85 °C'de film tabakası oluncaya kadar bekletilip daha sonra sabit tartıma gelinceye kadar etüvde 105 °C'de kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Sabit tartıma ulaşıldığında kabın darası çıkartılarak kuru ağırlık ilk ağırlığa oranlanarak %toplam kuru madde miktarı tespit edilmiştir.

3.2.2.4 Suda çözünen kuru madde miktarının belirlenmesi

Fermantasyonu biten su kefir süzöldükten sonra el tipi refraktometre ile brix değeri okunarak su kefir içeceğindeki %suda çözünen kuru madde miktarı tespit edilmiştir (Tu ve diğ, 2019; Dwiloka ve diğ, 2020).

3.2.2.5 Titrasyon asitliğinin belirlenmesi

Fermantasyonu biten su kefir süzöldükten sonra 0,1 N NaOH ile pH 8,1'e kadar titre edilmiştir (Randazzo ve diğ, 2016; Bueno ve diğ, 2021; Özçelik ve diğ, 2021). Asitlik

değerleri sitrik asit cinsinden hesaplanmış olup titrasyon işlemi her bir örnek için 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.6 Elektriksel iletkenliğin belirlenmesi

Fermantasyonu biten su kefirı süzülerek kondüktivimetre ile elektriksel iletkenlik ölçümü yapılmıştır. Ölçümler 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.7 pH ölçümü

Fermantasyon bitiminden itibaren +4 °C'de muhafaza edilen su kefirlerinde 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 15., 20., 25. ve 30. günlerde pH metre ile pH ölçümü gerçekleştirilmiştir. Her ölçüm gününün başında pH metre kalibre edilmiştir.

3.2.3 Antioksidatif özelliklerin biyoerişilebilirlik analizleri

3.2.3.1 Ekstraksiyon

Fermantasyonu biten süzülen su kefirı örneklerinden 2 mL alınarak 5 mL %75'lik (%0,1 formik asit içeren) metanol ile karıştırılmıştır (Çapanoğlu ve diğ, 2008). 15 dakika ultrasonik banyoda bekletilmiştir. Santrifüjde 4000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Üst faz yeni bir tüpe alınarak kalan kalıntıya yeniden 5 mL %75'lik metanol ilave edilip işlem tekrarlanmıştır. Toplam 4 kere işlem tekrarlanarak 20±1 mL ekstrakt elde edilmiştir. Hazırlanan ekstraktlar analiz yapıncaya kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

3.2.3.2 Toplam fenolik madde miktarı analizi

Toplam fenolik madde miktarı analizi Folin-Ciocalteu yöntemine göre yapılmıştır. Kalibrasyon eğrisinde standart madde olarak gallik asit kullanılmıştır. Bu amaçla, uygun oranlarda seyreltilmiş 100 µL su kefirı ekstraktı %10'luk 0,75 mL Folin-Ciocalteu reaktifi ile karıştırılmıştır. Daha sonra bu karışıma 2 mL saf su ve 1 mL %15'lik doymuş Na₂CO₃ çözeltisi ilave edilerek iyice karıştırılmıştır (Miceli ve diğ, 2009). Elde edilen karışım oda sıcaklığında 2 saat karanlıkta bekletildikten sonra oluşan rengin absorbansı spektrofotometrede 765 nm'de okunmuştur. Toplam fenolik madde içeriği gallik asit kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak belirlenmiştir. Deneyler 3 tekrarlı olarak yapılmış ve ortalaması alınmıştır. Elde edilen veriler 100 g örnek başına düşen GAE mg (GAE mg /100 g) değeri olarak hesaplanmıştır.

3.2.3.3 Toplam flavonoid madde miktarı analizi

Toplam flavonoid madde miktarı kolorimetrik olarak UV spektrofotometre ile analiz edilmiştir. Ekstrakt 1/10 oranında seyreltilerek 10 mL'lik tüpe 1 mL ölçülerek konulmuştur. Sırasıyla içine sıfırıncı dakika da 0,3 mL %5'lik NaNO₂ ve 5. dakika da 0,3 mL %10'luk AlCl₃ eklenmiştir. Sonrasında 6 dakika bekletilmiştir. Bir sonraki işlem basamağında 2 mL 1 M NaOH ve 6,4 mL saf su eklenerek hacim 10 mL'ye tamamlanmıştır (Zhishen ve diğ, 1999). Söz konusu karışımın absorbansı 510 nm de spektrofotometrede okunmuştur. Standart flavonoid olarak epikateşin kullanılmıştır. Deneyler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçların ortalaması alınmıştır.

3.2.3.4 Toplam antioksidan kapasite tayini

Antioksidan kapasite tayini 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal yakalama yöntemine göre yapılmıştır. %100'lük metanol ile 0,1 mM DPPH çözeltisi hazırlanmıştır. 100 µL örnek ekstraktı 2 mL DPPH çözeltisi ile karıştırılarak 30 dakika karanlık bir ortamda bekletilmiştir. Bekletme süresi sonunda spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır. Trolox ile hazırlanmış %75'lik (%0,1 formik asit içeren) metanol çözeltisine göre kalibrasyon eğrisi oluşturulmuş ve sonuçlar 100 g'daki trolox equivalents antioxidant capacity (TEAC) birimiyle verilmiştir (Viuda-Martos ve diğ, 2011).

3.2.3.5 İn-vitro sindirim simülasyonu analizleri

İn-vitro ağız simülasyonu

Fermantasyonu biten süzülen su kefirinden ağız simülasyonu için 10 mL alınarak, 3,5 mL tükürük sıvısı, 0,5 mL α -amilaz solusyonu, 25µl CaCl₂ ve 975 µl saf su ile karıştırılarak 2 dakika 37 °C'de çalkalamalı su banyosunda tutulmuştur (Dinnella ve diğ, 2007).

İn-vitro mide simülasyonu

İn-vitro mide simülasyonu için ağız simülasyonu yapılan örnekten alınarak 6 mL mide sıvısı, 1,26 mL pepsin solusyonu, 4µL CaCl₂, 0,16 mL HCl ve 0,556µL saf su ile karıştırılmıştır. Elde edilen çözeltinin pH'sı 6 M HCl çözeltisi ile pH 3'ün altına indirilmiştir. Hazırlanan karışım çalkalamalı su banyosunda 37 °C'de 2 saat bekletilmiştir (Dinnella ve diğ, 2007).

İn-vitro bağırsak simülasyonu

İn-vitro bağırsak simülasyonu için mide stimülasyonundan çıkan örneğe 7,7 mL bağırsak sıvısı, 3,5 mL pankreas solusyonu, 1,75 mL safra solusyonu, 28µL CaCl₂ ve 0,105 mL 1M NaOH çözeltisi eklenmiştir. Elde edilen son hacim saf su ile 10 mL'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan karışım çalkalamalı su banyosunda 37 °C'de 2 saat bekletilmiştir (Dinnella ve diğ, 2007).

Elde edilen in-vitro örnekler bağırsak simülasyonundan sonra pefabloc çözeltisi eklenerek enzim aktivitesi durdurulmuş ve çözelti analiz yapılncaya kadar – 18 °C'de muhafaza edilmiştir. Analize alınacak örnekler derin dondurucudan çıkarılarak oda sıcaklığında çözündürülmüştür. Santrifüjlenerek üstte kalan kısım alınmış ve Whatman-No:41 filtre kağıdından süzülerek filtrat elde edilmiştir (Minekus ve diğ, 2014). Elde edilen bu filtrata ekstraksiyon işlemi yapılarak toplam fenol, toplam flavonoid ve toplam antioksidan kapasitesi analizleri gerçekleştirilmiştir.

3.2.4 Mikrobiyolojik analizler

Mikrobiyolojik analizi yapılacak örnekler steril fizyolojik tuzlu su (FTS) ile 10⁻⁹'a kadar seyreltilmiştir. Elde edilen dilüsyonlardan, mikrobiyolojik ekimler iki paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Sayım sonuçları kob/mL olarak belirlenmiştir.

3.2.4.1 Toplam maya sayımı

Su kefir örneklerinin maya sayımında, uygun dilüsyonlardan Yeast Extract Glucose Chloramphenicol (YGC) Agar besiyerine yayma plak yöntemi kullanılarak ekimler yapılmıştır (Laureys ve Vuyst, 2014). Petriler 30 °C'de 2-4 gün süre ile inkübe edilmiştir.

3.2.4.2 Toplam laktik asit bakterisi sayımı

Uygun dilüsyonlardan, Man, Rogosa ve Sharpe (MRS) Agar besiyeri kullanılarak çift tabakalı dökme plak yöntemi ile ekimler gerçekleştirilmiştir (Laureys ve Vuyst, 2014). Ekimi yapılan petriler 30 °C'de 2-4 gün boyunca inkübe edilmiştir.

3.2.4.3 Toplam asetik asit bakterisi sayımı

Glucose Yeast Extract Calcium Carbonate (GYC) Agar besiyerine yayma plak yöntemine göre ekim yapılmıştır (Yücel Şengün ve Kılıç, 2016). Ekim yapılan petriler 30 °C'de 5-10 gün boyunca inkübe edilmiştir.

3.2.5 Duyusal analizler

Fermantasyon bitiminden itibaren +4 °C'de muhafaza edilen su kefirlerinde 1., 5., 10., 15., 20., 25. ve 30. günlerde duyusal testler gerçekleştirilmiştir. Her bir örnek için toplam 7 duyusal test uygulanmıştır. Duyusal değerlendirmede panelistler 25-45 yaş arasında eşit sayıda kadın ve erkek oranına sahip 20 kişiden oluşturulmuştur. Her bir panelistten 1 ile 5 arasında (1 çok kötü, 5 çok iyi) arasında değerlendirme yapması istenmiştir (Şekil 3.3). Değerlendirme kriterleri; koku, tat-aroma, asitlik, ekşilik, bulanıklık, renk, genel kabul edilebilirlik olarak sunulmuştur (Tu ve diğ, 2019; Dwiloka ve diğ, 2020).

SU KEFİRİ KOD İSİMLİ NUMUNE DUYUSAL ANALİZ FORMU					
Değerlendirme Kriterleri	5 (çok iyi)	4	3	2	1 (çok kötü)
Genel Kabul Edilebilirlik	☐	☐	☐	☐	☐
Renk	☐	☐	☐	☐	☐
Bulanıklık	☐	☐	☐	☐	☐
Koku	☐	☐	☐	☐	☐
Tat - Aroma	☐	☐	☐	☐	☐
Asitlik	☐	☐	☐	☐	☐
Ekşilik	☐	☐	☐	☐	☐

Ad – Soyad :
Tarih :

Şekil 3.3: Duyusal analiz değerlendirme formu.

20 kişiden elde edilen veriler toplanıp ortalaması alınarak örneğin not verilen kriter üzerinden, seçilen değerlendirme günündeki puanı olarak kaydedilmiştir. Duyusal Analiz öncesi panelistlerin ağızlarını sade soda ile çalkalamaları istenmiştir (Dwiloka ve diğ, 2020).

3.2.6 İstatistiksel analizler

Çalışmada farklı reçetelerle hazırlanan su kefir örneklerinde belirlenen parametreler yönünden anlamlı bir fark olup olmadığı SPSS version 25.0 programı kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Veri setlerinde öncelikle normallik dağılımına

bakılmış, normal dağılıma uyan veriler için parametik bir test olan Oneway-ANOVA ile Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılarak %5 güven aralığında gruplar arasında anlamlı fark olup olmadığı belirlenmiştir ($p<0,05$).



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Fizikokimyasal Analizler

Su kefir örneklerinde yapılan fizikokimyasal analizler su kefir danelerinde yapılan ıslak ve kuru dane artışı, su kefir içeceğinde yapılan titrasyon asitliği, pH, toplam kuru madde, suda çözünen kuru madde, elektriksel iletkenlik analizlerinden oluşmaktadır (Çizelge 4.1). Fizikokimyasal analizler fermantasyon süreci, su kefir kompozisyonu, konsorsiyumu oluşturan mikroorganizmaların metabolik aktivitesi hakkında bilgi veren analizler olduğu için önemlidir.

Su kefir danelerinde yapılan ıslak dane artış %'leri incelendiğinde Trabzon hurması ile üretilen su kefirlerinde en yüksek ıslak dane artışı %29,7 ile TB-3 örneğinde, en düşük ıslak dane artışı ise %22,2 ile TS-2 örneğinde tespit edilmiştir (Şekil 4.10). Keçiboynuzu ile yapılan su kefirlerine bakıldığında en yüksek ıslak dane artışı %57,4 ile KS-2 örneğinde en düşük ıslak dane artışı ise %49,8 ile KS-3 örneğinde tespit edilmiştir.

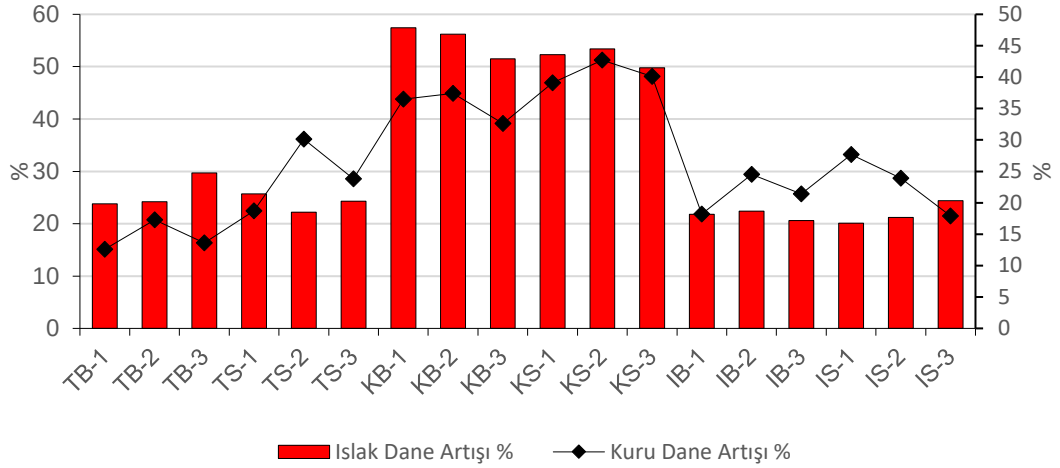
Keçiboynuzlu su kefir çeşitlerindeki ıslak dane artışı diğer örneklerden yaklaşık 2 kat fazla olarak saptanmıştır. İğdeli su kefirlerinde %24,4 ile en yüksek ıslak dane artışı IS-3 örneğinde, en düşük ıslak dane artışı ise %20,1 ile IS-1 örneğinde belirlenmiştir (Şekil 4.10).

Kuru dane artışları incelendiğinde Trabzon hurmalı su kefirlerinde %30,1 ile en yüksek kuru dane artışı TS-2 örneğinde, en düşük kuru dane artışı ise %12,6 ile TB-1 örneğinde saptanmıştır. Keçiboynuzlu su kefirlerinde en yüksek kuru dane artışı %42,7 ile KS-2 örneğinde, en düşük kuru dane artışı ise %32,6 ile KB-1 örneğinde tespit edilmiştir. Keçiboynuzlu su kefirlerinde kuru dane artış oranı, ıslak dane artış oranında olduğu gibi diğer örneklerden yüksek olarak saptanmıştır. Dekstran miktarı açısından keçiboynuzunun iyi bir substrat kaynağı olabileceği düşünülmektedir. İğdeli su kefirlerinde en yüksek kuru dane artışı %27,7 ile IS-1 örneğinde, en düşük kuru dane artışı ise %17,9 ile IS-3 örneğinde tespit edilmiştir (Şekil 4.1).

Çizelge 4.1: Su kefir örnekleri ıslak dane, kuru dane artış oranları, toplam kuru madde oranları ve suda çözünen kuru madde oranları.

Kod	Islak Dane Artışı %	Kuru Dane Artışı %	Toplam KM (%)	Suda Çözünen KM (Brix)
TB-1	23,8	12,6	11,96 ± 0,1 ^{*a}	9,46 ± 0,5 ^b
TB-2	24,2	17,3	11,78 ± 0,2 ^a	9,74 ± 0,3 ^a
TB-3	29,7	13,6	11,87 ± 0,2 ^a	9,68 ± 0,4 ^a
TS-1	25,7	18,7	11,45 ± 0,2 ^b	9,48 ± 0,3 ^b
TS-2	22,2	30,1	11,78 ± 0,1 ^a	9,70 ± 0,4 ^a
TS-3	24,3	23,8	11,84 ± 0,4 ^a	9,62 ± 0,4 ^{ab}
KB-1	57,4	36,5	9,35 ± 0,3 ^e	8,18 ± 0,2 ^d
KB-2	56,2	37,4	9,62 ± 0,1 ^d	8,32 ± 0,2 ^{cd}
KB-3	51,5	32,6	9,81 ± 0,1 ^c	8,34 ± 0,4 ^{cd}
KS-1	52,3	39,1	9,22 ± 0,5 ^e	8,32 ± 0,6 ^{cd}
KS-2	53,4	42,7	9,74 ± 0,4 ^{cd}	8,40 ± 0,4 ^c
KS-3	49,8	40,1	9,19 ± 0,1 ^e	8,38 ± 0,2 ^c
IB-1	21,8	18,2	8,96 ± 0,5 ^f	7,14 ± 0,2 ^{ef}
IB-2	22,4	24,5	8,87 ± 0,5 ^f	7,10 ± 0,1 ^{ef}
IB-3	20,6	21,4	8,43 ± 0,2 ^h	7,08 ± 0,2 ^f
IS-1	20,1	27,7	8,65 ± 0,2 ^g	7,26 ± 0,1 ^e
IS-2	21,2	23,9	8,92 ± 0,3 ^f	7,18 ± 0,3 ^{ef}
IS-3	24,4	17,9	8,64 ± 0,1 ^g	7,14 ± 0,3 ^{ef}

*: Farklı harfler aynı sütunda verilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir (P<0,05).



Şekil 4.1: Su kefir örnekleri %ıslak dane - kuru dane artışı.

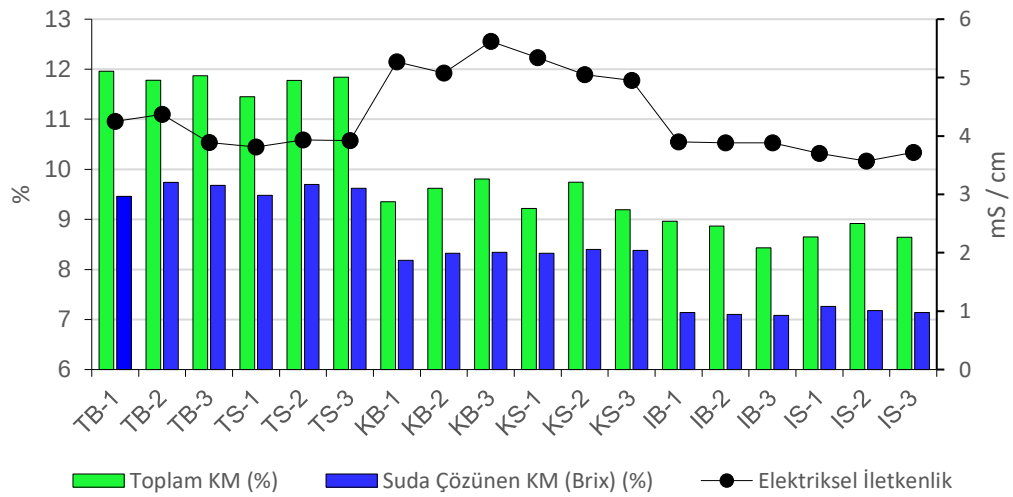
Farklı şeker kaynaklarının su kefir dane büyümesine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada agave şurubu, keşiş meyvesi olarak bilinen monk meyvesi, stevia tatlandırıcı, bal ve esmer şeker ile yapılan bir çalışmada en yüksek su kefir dane artışının esmer şeker ile fermente edilen kefirlerde olduğu bildirilmiştir (Barnes, 2022).

Brezilya’da su kefir daneleri şeker ve kuru incir ile yapılan 25 °C’de 24 saatlik fermantasyon sonucunda kuru dane ağırlığının $13,01 \pm 0,2$ g’dan $22,10 \pm 0,3$ g’a yükseldiği bildirilmiştir (Magalhães ve diğ., 2010).

Toplam kuru madde analiz sonuçları incelendiğinde Trabzon hurmalı su kefirlerinde en yüksek %toplam kuru madde değeri $11,96 \pm 0,1$ ile TB-1 örneğinde, en düşük %toplam kuru madde değeri ise $11,45 \pm 0,2$ ile TS-1 örneğinde kaydedilmiştir. Trabzon hurmalı su kefirlerinde toplam kuru madde değerleri genel olarak tüm örneklerde birbirine çok yakın değerlerde saptanırken, keçiboynuzlu ve iğdeli örneklerden daha yüksek olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.2). Keçiboynuzlu su kefirlerinde en yüksek toplam kuru madde değeri $9,81 \pm 0,1$ ile KB-3 örneğinde, en düşük %toplam kuru madde değeri ise $9,19 \pm 0,1$ ile KS-3 örneğinde kaydedilmiştir. Sonuçlar tüm keçiboynuzlu su kefir örneklerinde birbirine çok yakın olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.2). İğdeli su kefirlerinde en yüksek toplam kuru madde değeri $8,96 \pm 0,5$ ile IB-1 örneğinde, en düşük %toplam kuru madde değeri ise $8,43 \pm 0,2$ ile IB-3 örneğinde saptanmıştır. Sonuçlar tüm iğdeli su kefir örneklerinde birbirine oldukça yakın olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.2).

Suda çözünen %kuru madde (briks) değerleri incelendiğinde, toplam kuru madde değerleri ile paralel sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Toplam kuru madde değerlerinde olduğu gibi briks değerlerinde de en yüksek değerler Trabzon hurmalı su kefirlerinde tespit edilmiştir. Trabzon hurmalı su kefirlerinde en yüksek briks değeri $9,74 \pm 0,3$ ile TB-2 örneğinde, en düşük briks değeri ise $9,46 \pm 0,5$ ile TB-1 örneğinde saptanmıştır. Sonuçlar tüm Trabzon hurmalı su kefir örneklerinde birbirine çok yakın olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.2).

Keçiyoynuzlu su kefirlerinde en yüksek briks değeri $8,40 \pm 0,4$ ile KS-2 örneğinde, en düşük briks değeri ise $8,18 \pm 0,2$ ile KB-1 örneğinde saptanmış olup sonuçlar tüm keçiyoynuzlu su kefir örneklerinde birbirine yakındır. Keçiyoynuzlu su kefirlerinde elektriksel iletkenlik değeri diğer örneklerden yüksek olarak tespit edilmiştir. Keçiyoynuzlu su kefirinin suda çözünen kuru madde değerinin çok yüksek olmamasına rağmen elektriksel iletkenlik değerinin tüm örneklerden daha yüksek olması inorganik madde yönünden daha zengin olabileceğini düşündürmüştür (Şekil 4.2). İğdeli su kefirlerinde ise en yüksek briks değeri $7,26 \pm 0,1$ ile IS-1 örneğinde, en düşük briks değeri ise $7,08 \pm 0,2$ ile IB-3 örneğinde saptanmış olup sonuçlar iğdeli su kefir örneklerinde de birbirine yakın olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2: Su kefir örneklerinde toplam kuru madde, suda çözünen kuru madde ve elektriksel iletkenlik ilişkisi.

Brezilya’da su kefir daneleri şeker ve kuru incir ile yapılan 25 °C’de 24 saatlik fermentasyon sonucunda briks değerlerinin $5,2 \pm 0,2$ ’den $4,1 \pm 0,1$ ’e düştüğü bildirilmiştir (Magalhães ve diğ., 2010).

Hindistan cevizi suyu ve su kefir danelerinin 28 °C’de fermentasyonu ile yapılan bir su kefir çalışmasında 12., 24., 36. ve 48. saat briks değişimleri incelendiğinde sırasıyla; $53,8 \pm 0,14$, $2,04 \pm 0,09$, $2,16 \pm 0,48$ ve $1,04 \pm 0,09$ olarak bildirilmiştir (Dwiloka ve diğ, 2020).

Soya peyniraltı suyu su kefir daneleri fermentasyonu ile ilgili bir başka çalışmada ise 25 °C’de 24 saat fermentasyon yapılmış ve başlangıç 9,20 olan brix değerinin 48. saatte 4,43 e, 5. günün sonunda ise 3,97’ye düştüğü bildirilmiştir (Tu ve diğ, 2019).

Kızılcık, alıç, kuşburnu, nar ve kırmızı erik ile yapılan 25 °C’deki 48 saalik su kefir fermentasyonlarında fermentasyon öncesi ve sonrası briks değerleri sırasıyla; $10,92 \pm 0,55$ - $8,94 \pm 0,20$, $10,85 \pm 0,40$ - $9,16 \pm 0,30$, $11,42 \pm 0,25$ - $7,36 \pm 0,25$, $12,80 \pm 0,10$ - $7,34 \pm 0,20$ ve $9,85 \pm 0,10$ - $7,38 \pm 0,25$ olarak belirtilmiştir (Özçelik ve diğ, 2021).

Titrasyon asitliği analiz sonuçları incelendiğinde Trabzon hurmalı su kefirleri içinde en yüksek titrasyon asitliği $0,412 \pm 0,01$ g/100 mL ile TB-1 örneğinde, en düşük titrasyon asitliği ise $0,377 \pm 0,01$ g/100 mL ile TS-3 örneğinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Keçiboynuzlu su kefirlerinde en yüksek titrasyon asitliği $0,638 \pm 0,02$ g/100 mL ile KB-3 örneğinde, en düşük titrasyon asitliği ise $0,417 \pm 0,01$ g/100 mL ile KS-3 örneğinde saptanmıştır. İğdeli su kefirlerinde en yüksek ve en düşük titrasyon asitlikleri sırasıyla, $0,244 \pm 0,02$ g/100 mL ile IB-1 örneksi ve $0,204 \pm 0,03$ g/100 mL ile IS-3 örneğinde saptanmıştır. Titrasyon asitliğinin ballı örneklerde şekerli örneklerle göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Magalhães ve diğ. (2010) Brezilya’da su kefir daneleri şeker ve kuru incir ile yapılan 25 °C’de 24 saatlik fermentasyon sonucunda titrasyon asitliği değerlerinin $0,02 \pm 0,01$ ’den $0,07 \pm 0,01$ ’e yükseldiğini bildirilmişlerdir.

Randazzo ve diğ. (2016) elma, üzüm, kivi, nar, dikenli incir ve ayva meyvelerinin sularıyla su kefir danelerini 25 °C’de 48 saat fermente etmiş ve fermentasyon sonunda titrasyon asitliklerini ölçmüşlerdir. Asitlik değerleri sitrik asit cinsinden sırasıyla; $2,35 \pm 0,02$ g/L, $2,91 \pm 0,05$ g/L, $12,81 \pm 0,10$ g/L, $4,29 \pm 0,01$ g/L, $1,92 \pm 0,07$ g/L ve $7,43 \pm 0,05$ g/L olarak bildirmişlerdir.

Özçelik ve diğ. (2021) kızılcık, alıç, kuşburnu, nar ve kırmızı erik ile yaptıkları 25 °C’deki 48 saalik su kefir fermentasyonlarında fermentasyon sonrası titrasyon asitliği değerlerini sırasıyla; $3,44 \pm 0,05$ g/L, $3,09 \pm 0,00$ g/L, $3,75 \pm 0,01$ g/L, $4,12 \pm 0,04$ g/L, $3,88 \pm 0,01$ g/L, olarak bildirmişlerdir.

Çizelge 4.2: Su kefir örneklerinin titrasyon asitliği, son ürün pH ve elektriksel iletkenlik değerleri.

Kod	Titrasyon Asitliği (g/100 mL)	Son Ürün pH	Elektriksel İletkenlik (mS/ cm)
TB-1	0,412 ± 0,01 ^{*ef}	3,37 ± 0,05 ^{de}	4,25 ± 0,1 ^e
TB-2	0,395 ± 0,01 ^{efg}	3,45 ± 0,02 ^{de}	4,37 ± 0,2 ^e
TB-3	0,376 ± 0,05 ^g	3,77 ± 0,02 ^{bc}	3,89 ± 0,2 ^f
TS-1	0,403 ± 0,02 ^{efg}	3,31 ± 0,01 ^{ef}	3,81 ± 0,1 ^{fg}
TS-2	0,382 ± 0,01 ^{fg}	3,13 ± 0,01 ^{fgh}	3,93 ± 0,5 ^f
TS-3	0,377 ± 0,01 ^g	3,89 ± 0,01 ^b	3,92 ± 0,1 ^f
KB-1	0,485 ± 0,05 ^b	3,39 ± 0,01 ^{de}	5,27 ± 0,2 ^{bc}
KB-2	0,443 ± 0,03 ^{cd}	3,58 ± 0,05 ^{cd}	5,08 ± 0,2 ^{bcd}
KB-3	0,638 ± 0,02 ^a	4,39 ± 0,05 ^a	5,62 ± 0,3 ^a
KS-1	0,492 ± 0,02 ^b	3,11 ± 0,02 ^{fghi}	5,34 ± 0,3 ^b
KS-2	0,462 ± 0,01 ^{bc}	3,27 ± 0,01 ^{efg}	5,05 ± 0,1 ^{cd}
KS-3	0,417 ± 0,01 ^{de}	3,42 ± 0,01 ^{de}	4,95 ± 0,1 ^d
IB-1	0,244 ± 0,02 ^h	3,05 ± 0,02 ^{ghi}	3,90 ± 0,1 ^f
IB-2	0,229 ± 0,05 ^{hi}	2,81 ± 0,02 ⁱ	3,88 ± 0,2 ^f
IB-3	0,212 ± 0,02 ⁱ	3,07 ± 0,02 ^{ghi}	3,88 ± 0,5 ^f
IS-1	0,227 ± 0,02 ^{hi}	2,98 ± 0,01 ^{hii}	3,70 ± 0,5 ^{fg}
IS-2	0,211 ± 0,01 ⁱ	2,89 ± 0,01 ⁱⁱ	3,57 ± 0,3 ^g
IS-3	0,204 ± 0,03 ⁱ	2,39 ± 0,01 ^j	3,72 ± 0,1 ^{fg}

*: Farklı harfler aynı sütunda verilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir (P<0,05).

Son ürün pH değerleri incelendiğinde tüm kefirlerin pH değerlerinin 4,5'in altında olduğu görülmüştür. En yüksek pH değerleri 8,5 pH ile kurulan su kefir örneklerinde saptanmıştır. Trabzon hurmalı su kefirlerinde en yüksek son pH değeri 3,89 ± 0,01 ile TS-3 örneğinde, en düşük pH değeri ise 3,13 ± 0,01 ile TS-2 örneğinde tespit edilmiştir. Keçiboynuzlu su kefirlerinde ise en yüksek ve en düşük pH değerleri

sırasıyla $4,39 \pm 0,05$ ile KB-3 örneğinde ve $3,11 \pm 0,02$ ile KS-1 örneğinde saptanmıştır. İğdeli su kefirlerinde en yüksek pH değeri $3,07 \pm 0,02$ ile IB-3 örneğinde, en düşük pH değeri $2,39 \pm 0,01$ ile IS-3 örneğinde tespit edilmiştir.

Şeker, su ve incir ile yaptıkları 21 °C'deki 72 saatlik su kefir fermentasyon çalışmasında kefir kültürü konulmadan önce şeker, su ve incir karışımının pH değeri $4,85 \pm 0,01$ olarak ölçülmüş kültür ilave edildikten hemen sonra ise $4,26 \pm 0,03$ olarak tespit edilmiştir. Fermentasyon bitiminde ise pH değeri $3,45 \pm 0,01$ olarak bildirilmiştir (Laureys ve Vuyst, 2014).

Hindistan cevizi suyu ve su kefir danelerinin 28 °C'de fermentasyonu ile yapılan bir su kefir çalışmasında 12., 24., 36. ve 48. saat pH değişimleri incelendiğinde sırasıyla; $4,6 \pm 0,24$, $3,4 \pm 0,07$, $3,6 \pm 0,24$ ve $3,68 \pm 0,07$ olarak bildirilmiştir (Dwiloka ve diğ, 2020).

Tu ve diğ. (2019) soya peyniraltı suyu su kefir daneleri fermentasyonu ile ilgili bir çalışmada ise 25 °C'de 24 saat fermentasyon yapılmış ve başlangıçta 5,31 olan pH değerinin 48. saatte 3,47'ye, 5. günün sonunda ise 3,26'ye düştüğünü bildirmişlerdir.

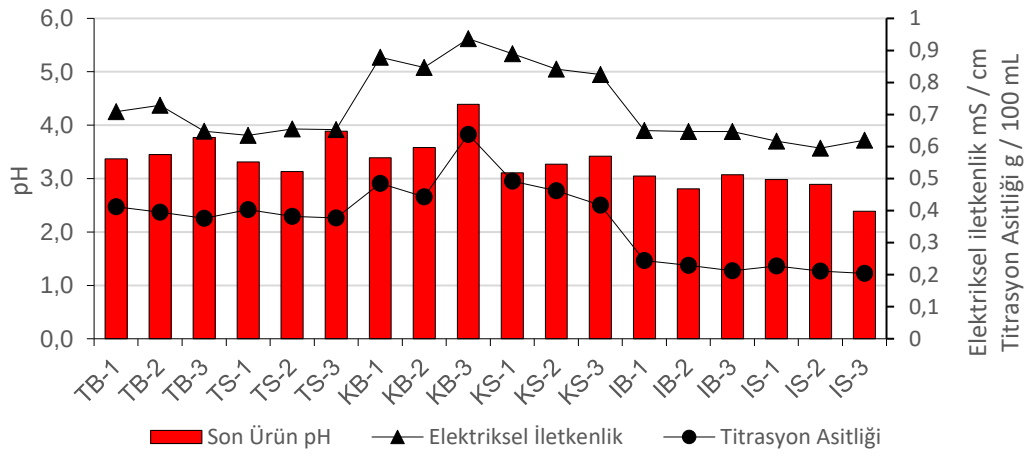
Elma, üzüm, kivi, nar, dikenli incir ve ayva meyvelerinin suları ile su kefir danelerinin 25 °C'de 48 saat fermente edildiği bir çalışmada fermentasyon sonunda kaydedilen pH değerleri sırasıyla; $4,04 \pm 0,08$, $3,31 \pm 0,04$, $3,48 \pm 0,03$, $3,89 \pm 0,08$, $4,11 \pm 0,07$ ve $3,62 \pm 0,05$ olarak bildirilmiştir (Randazzo ve diğ, 2016).

Kızılcık, alıç, kuşburnu, nar ve kırmızı erik ile yapılan 25 °C'deki 48 saatlik su kefir fermentasyonlarında, fermentasyon sonrası pH değerleri sırasıyla; $3,53 \pm 0,00$, $3,97 \pm 0,04$, $3,45 \pm 0,00$, $3,65 \pm 0,04$, $3,62 \pm 0,02$, olarak bildirilmiştir (Özçelik ve diğ, 2021).

Elektriksel iletkenlik değerleri incelendiğinde, Trabzon Hurmalı su kefirlerinde en yüksek elektriksel iletkenlik değeri $4,37 \pm 0,2$ mS/ cm ile TB-2 örneğinde, en düşük elektriksel iletkenlik değeri ise $3,81 \pm 0,1$ mS/ cm ile TS-1 örneğinde saptanmıştır. Keçiboynuzlu su kefirlerinde en yüksek ve en düşük elektriksel iletkenlik değerleri sırasıyla, $5,62 \pm 0,1$ mS/ cm ile KB-3 ve $4,95 \pm 0,3$ mS/ cm ile KS-3 örneğinde tespit edilmiştir.

İğdeli su kefirlerinde ise elektriksel iletkenlikte en yüksek değer $3,90 \pm 0,2$ mS/ cm ile IB-1 örneğinde, en düşük değer ise $3,72 \pm 0,5$ mS/ cm ile IS-3 örneğinde saptanmıştır. Elektriksel iletkenlik değerlerinin titrasyon asitliği değerleri ile paralellik göstermesi fermentasyonun istenildiği şekilde laktik asit fermentasyonu olarak gerçekleştiği

dolayısıyla metabolik aktivitenin ve kefir danelerindeki yapının tüm örneklerde standart kompozisyonda olduğu bulgusunu güçlendirmektedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3: Su kefir örnekleri son ürün pH, elektriksel iletkenlik ve titrasyon asitliği ilişkisi.

Su kefir örneklerinde Çizelge 4.3’deki gibi pH gelişimleri incelendiğinde Trabzon hurmalı su kefirlerinde ballı örneklerde ilk 3 gün hızlı bir pH düşüşü olduğu, sonraki günlerde pH düşüşünün yavaşladığı tespit edilmiştir. 20. günden sonra pH değerlerinin yakın ve paralel sonuçlarla sabitlenmeye başladığı saptanmıştır.

Şekerli örneklerde ise TS-1 ve TS-3’de ilk gün hızlı düşüş ivmesi, TS-2’de ise yavaş düşüş ivmesi saptanmıştır. TS-3’de 7-10. günlerde pH değerlerinde dalgalanmalar gözlemlenmiş olup daha sonra düşmeye devam ettiği tespit edilmiştir. TS-3’ün pH değeri 30. gündeki son ölçümde diğerlerinden daha yüksek bir değerde saptanmıştır. Keçiboynuzlu su kefirlerindeki pH değişimi incelendiğinde ballı örneklerde ilk 3 gün hızlı ve paralel bir düşüş tespit edilmiştir. KB-1 örneğinde 5-7. günlerde pH değerlerinde dalgalanma saptanmıştır.

KB-1 ve KB-2’de son pH değerlerinin çok yakın olduğu KB-3 örneğinin pH değerinin ise diğer iki örnekten yüksek seyrettiği saptanmıştır. Şekerli örneklerde ise KS-2 ve KS-3’de ilk 3 gün hızlı bir pH düşüşü, KS-1’de ise yavaş pH düşüşü tespit edilmiştir. Ölçümler süresince KS-3 örneğinin pH değeri her zaman diğer iki örnekten yüksek seyretmiş fakat son günlerde düşerek diğer iki örneğe yaklaşmıştır.

İgde ile yapılan su kefirlerinde ballı örneklerde ilk gün, her 3 örnekte hızlı bir pH düşüşü saptanmıştır. IB-1 örneğinde hızlı pH düşüşü 2. gün de devam etmiştir. 4. günden sonra IB-1 ve IB-2 birbirlerine çok yakın ve paralel bir pH değişimi

Çizelge 4.3: Su kefir örnekleri pH gelişimi.

Örnek	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün	6. gün	7. gün	8. gün	9. gün	10. gün	15. gün	20. gün	25. gün	30. gün
TB-1	5,74	4,28	4,03	4,19	4,24	3,95	3,67	3,65	3,59	3,52	3,48	3,42	3,36	3,37
TB-2	6,98	6,09	4,18	4,22	4,16	4,03	3,79	3,72	3,78	3,65	3,62	3,56	3,47	3,45
TB-3	7,27	6,57	5,11	5,02	4,95	4,97	4,86	4,91	4,62	4,39	4,12	3,90	3,82	3,77
TS-1	4,97	4,07	3,76	3,80	3,87	3,72	3,55	3,51	3,54	3,52	3,49	3,45	3,38	3,31
TS-2	6,05	5,81	4,26	4,32	4,21	4,13	3,95	3,62	3,41	3,29	3,22	3,15	3,17	3,13
TS-3	7,13	6,11	5,42	5,20	4,45	4,39	4,32	4,43	4,32	4,35	4,22	4,09	4,02	3,89
KB-1	5,97	4,83	4,42	4,21	4,12	3,73	3,94	3,81	3,69	3,57	3,51	3,42	3,36	3,39
KB-2	6,75	6,01	5,07	4,85	4,72	4,63	4,44	4,21	4,15	4,10	3,96	3,70	3,62	3,58
KB-3	7,22	6,30	5,42	5,36	5,24	5,22	5,16	5,18	5,02	4,83	4,75	4,66	4,51	4,39

Çizelge 4.3 (devam): Su kefir örnekleri pH gelişimi.

Örnek	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün	6. gün	7. gün	8. gün	9. gün	10. gün	15. gün	20. gün	25. gün	30. gün
KS-1	4,66	4,12	4,01	3,89	3,70	3,56	3,45	3,39	3,30	3,23	3,19	3,09	3,13	3,11
KS-2	5,94	5,07	4,15	4,03	3,91	3,83	3,95	3,78	3,61	3,44	3,31	3,32	3,24	3,27
KS-3	7,02	5,96	5,22	5,09	4,87	4,69	4,52	4,45	4,29	4,15	4,04	3,72	3,60	3,42
IB-1	6,16	5,13	5,04	4,88	4,71	4,6	4,47	4,36	4,31	4,27	3,72	3,41	3,22	3,05
IB-2	7,25	6,01	5,47	4,93	4,81	4,83	4,69	4,50	4,39	4,24	3,87	3,48	3,03	2,81
IB-3	6,81	5,92	5,88	5,81	5,83	5,79	5,64	5,5	5,37	5,14	4,72	4,18	3,35	3,07
IS-1	5,12	4,21	4,09	3,95	3,86	3,71	3,78	3,72	3,63	3,49	3,34	3,18	3,07	2,98
IS-2	6,12	5,75	5,60	5,34	5,37	4,72	4,19	4,11	3,83	3,71	3,56	3,31	3,17	2,89
IS-3	7,78	7,15	7,12	7,14	6,81	5,99	5,83	5,65	4,91	4,47	4,04	3,87	3,62	2,39

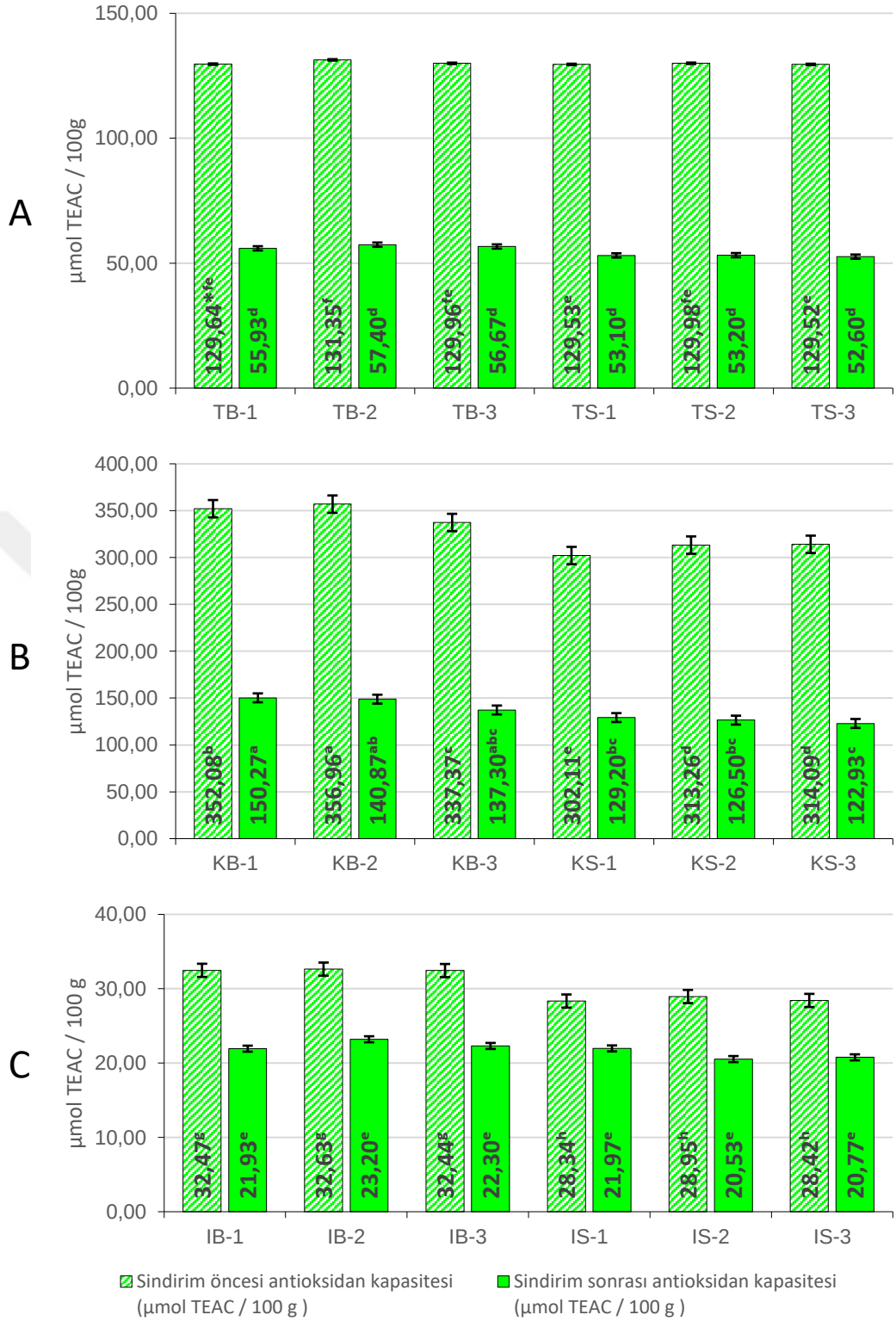
göstermiştir. Son ürün pH ölçümlerinde ise IB-2'nin, IB-1 örneğinden daha düşük bir pH değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. IB-3 örneğinde ise ilk gün gerçekleşen hızlı düşüşün ardından 10. güne kadar pH düşüşünün yavaşladığı tespit edilmiştir. Son ürün pH ölçümünde ise IB-1 ve IB-2 örneğine yakın pH değerleri tespit edilmiştir. Şekerli iğdeli su kefir örneklerinde ise 8. güne kadar pH değerlerinin birbirine paralel olduğu saptanmıştır. 8. günden sonra IS-2 ve IS-3 örneklerinin pH değerleri birbirine çok yaklaşmış ve son pH ölçümüne kadar çok yakın değerlerde oldukları tespit edilmiştir. IS-1 örneğinde ise 8. günden sonra pH düşüş hızı artmış ve son ürün pH değerinde diğer 2 örnekten daha düşük bir pH değeri tespit edilmiştir.

4.2 Antioksidatif özelliklerin biyoerişilebilirlik analizleri

Sindirim öncesi ve sindirim sonrası toplam antioksidan kapasitesi, toplam fenolik birleşik miktarı (TPC), toplam flavonoid miktarı (TFC) tayinleri yapılarak su kefirindeki bileşenlerin sindirim sonrasında alınkonma potansiyelleri incelenmiştir. Sindirim öncesi ve sindirim sonrası toplam antioksidan kapasitesi, TPC, TFC miktarları Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'de verilmiştir.

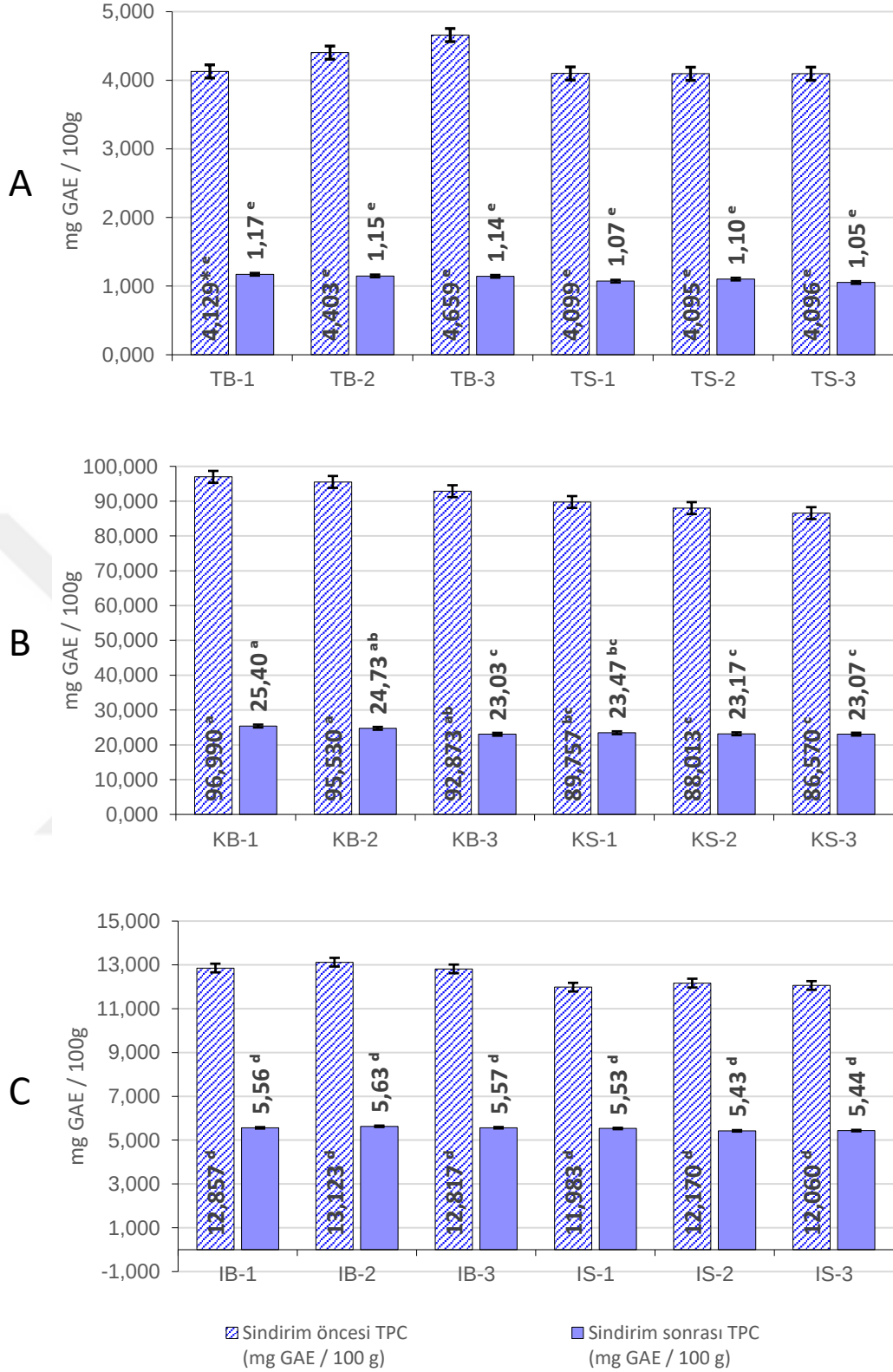
Antioksidan kapasitesi sindirim öncesi analiz sonuçları incelendiğinde Trabzon hurması ile yapılan su kefir örneklerinde sindirim öncesi en yüksek antioksidan kapasite $131,35 \pm 0,16 \mu\text{mol TEAC} / 100 \text{ g}$ ile TB-2 örneğinde, en düşük antioksidan kapasite ise $129,52 \pm 0,06 \mu\text{mol TEAC} / 100 \text{ g}$ ile TS-3 örneğinde tespit edilmiştir. Trabzon hurması ile yapılan su kefirlerinde su pH ve bal/şeker farklılığının antioksidan kapasite üzerinde yüksek bir etkisi olmadığı saptanmıştır (Şekil 4.4).

Keçiboynuzu ile yapılan su kefirleri incelendiğinde ise sindirim öncesi su kefir örneklerinde en yüksek antioksidan kapasite $356,96 \pm 0,25 \mu\text{mol TEAC} / 100 \text{ g}$ ile KB-2 örneğinde en düşük antioksidan kapasite ise $302,11 \pm 0,14 \mu\text{mol TEAC} / 100 \text{ g}$ ile KS-1 örneğinde tespit edilmiştir. Keçiboynuzlu su kefirlerinde, bal ile yapılan keçiboynuzlu su kefirlerine göre daha yüksek antioksidan kapasite sonuçları tespit edilmiştir. Tüm pH değerlerinde sonuçlar aynı olduğu için bu farkın bal değişkeninin etkisiyle oluştuğu düşünülmektedir. Keçiboynuzlu su kefirlerinin tüm çeşitlerindeki antioksidan kapasite miktarları diğer tüm örneklerden yüksek olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.4).



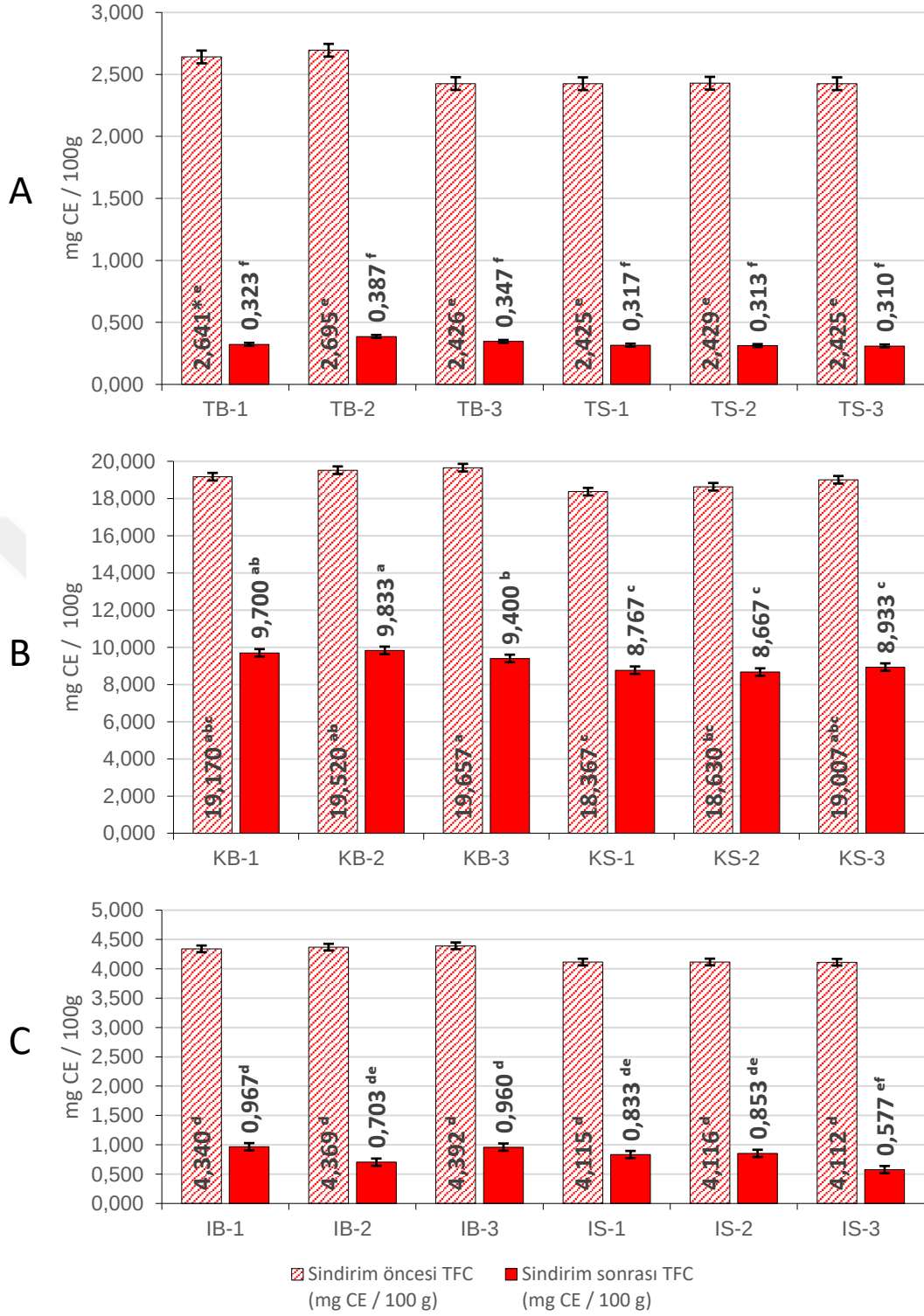
Şekil 4.4: Su kefiri örneklerinde sindirim öncesi ve sonrası antioksidan kapasite miktarı. (A: Trabzon hurmalı su kefirlerinde sindirim öncesi ve sonrası antioksidan kapasite miktarı, B: Keçiboynuzlu su kefirlerinde sindirim öncesi ve sonrası antioksidan kapasite miktarı, C : İğdeli su sindirim öncesi ve sonrası antioksidan kapasite miktarı)

*: Farklı harfler aynı renkli sütunlarda verilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir (P<0,05).



Şekil 4.5: Su kefir numunelerinde sindirim öncesi ve sonrası TPC miktarı. (A: Trabzon hurmalı su kefirlerinde sindirim öncesi ve sonrası TPC miktarı, B: Keçiboynuzlu su kefirlerinde sindirim öncesi ve sonrası TPC miktarı, C : İğdeli su sindirim öncesi ve sonrası TPC miktarı)

*: Farklı harfler aynı renkli sütunlarda verilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir (P<0,05).



Şekil 4.6: Su kefir örneklerinde sindirim öncesi ve sonrası TFC miktarı. (A: Trabzon hurmalı su kefirlerinde sindirim öncesi ve sonrası TFC miktarı, B: Keçiboynuzlu su kefirlerinde sindirim öncesi ve sonrası TFC miktarı, C : İğdeli su kefirlerinde sindirim öncesi ve sonrası TFC miktarı)

*: Farklı harfler aynı renkli sütunlarda verilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir (P<0,05).

İğde ile yapılan su kefirleri incelendiğinde ise su kefir örneklerinde sindirim öncesi en yüksek antioksidan kapasite $32,63 \pm 0,04 \mu\text{mol TEAC} / 100 \text{ g}$ ile IB-2 örneğinde, en düşük antioksidan kapasite ise $28,34 \pm 0,06 \mu\text{mol TEAC} / 100 \text{ g}$ ile IS-1 örneğinde tespit edilmiştir. İğde ile yapılan su kefirlerinde antioksidan kapasite değerlerinin ballı ve şekerli örneklerde ayrı olmak üzere birbirine oldukça yakın sonuçlar verdiği saptanmıştır (Şekil 4.4).

Bal ile yapılan su kefirlerinde şeker ile yapılan su kefirlerine göre daha yüksek sonuçlar tespit edilmiştir. Tüm pH değerlerinde sonuçlar aynı olduğu için bu farkın yine bal değişkeninden kaynaklandığı düşünülmektedir. Tüm su kefir örneklerinde bal ve pH 7,5'da su ile kurulan su kefirlerinin en yüksek antioksidan kapasite sonuçlarını verdiği saptanmıştır.

TPC sindirim öncesi analizlerde yapılan değerlendirmelerde, Trabzon hurması ile yapılan su kefir örneklerinde sindirim öncesi en yüksek TPC miktarı $4,659 \pm 0,09 \text{ mg GAE} / 100 \text{ g}$ ile TB-3 örneğinde, en düşük TPC miktarı ise $4,095 \pm 0,003 \text{ mg GAE} / 100 \text{ g}$ ile TS-2 örneğinde tespit edilmiştir. Trabzon hurmalı su kefirlerinde TPC değerlerinin birbirine yakın olduğu, ballı örneklerde şekerli örneklerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.5).

Keçiboynuzu ile yapılan su kefirlerinde sindirim öncesi en yüksek TPC değeri $96,990 \pm 0,217 \text{ mg GAE} / 100 \text{ g}$ ile KB-1, en düşük TPC miktarı ise $86,570 \pm 0,327 \text{ mg GAE} / 100 \text{ g}$ ile KS-3 örneğinde tespit edilmiştir.

Keçiboynuzlu su kefirlerinde, bal ile örneklerde, şeker ile yapılan örneklere göre daha yüksek TPC değerleri saptanmıştır (Şekil 4.5). Tüm pH değerlerinde sonuçlar aynı olduğu için bu farkın bal değişkeninden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca keçiboynuzlu su kefirlerinin tüm çeşitlerindeki TPC değerlerinin Trabzon hurması ile yapılan su kefirlerinden yaklaşık 20 kat, iğde ile yapılan su kefirlerinden ise yaklaşık 6-8 kat daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun keçiboynuzu meyvesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

İğdeli su kefirlerindeki sindirim öncesi TPC değerleri incelendiğinde ise en yüksek TPC değeri $13,123 \pm 0,042 \text{ mg GAE} / 100 \text{ g}$ ile IB-2 örneğinde, en düşük TPC değeri ise $11,983 \pm 0,045 \text{ mg GAE} / 100 \text{ g}$ ile IS-1 örneğinde tespit edilmiştir. Bal ile yapılan iğdeli su kefirlerindeki TPC değerinin şeker ile yapılanlardan daha yüksek olduğu saptanmıştır (Şekil 4.5).

TFC ile ilgili sindirim öncesi analizlerde yapılan incelemelerde, Trabzon hurması ile yapılan su kefir örneklerinde sindirim öncesi en yüksek TFC miktarı $2,695 \pm 0,003$ mg CE / 100 g ile TB-2 örneğinde, en düşük TFC miktarı ise $2,425 \pm 0,003$ mg CE / 100 g ile TS-3 örneğinde tespit edilmiştir. Trabzon hurmalı su kefirlerinde TFC değerlerinin, TPC ve antioksidan kapasitesi değerlerinde olduğu gibi birbirine yakın sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.6).

Keçiboynuzu ile yapılan su kefirlerinde sindirim öncesi en yüksek TFC değeri $19,657 \pm 0,270$ mg CE / 100 g ile KB-3 örneğinde, en düşük TFC değeri ise $19,007 \pm 0,065$ mg CE / 100 g ile KS-3 örneğinde tespit edilmiştir. Keçiboynuzlu su kefirlerinde TFC değerlerinin bal ile yapılan keçiboynuzlu su kefirlerinde, şeker ile yapılan keçiboynuzlu su kefirlerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır (Şekil 4.6). Keçiboynuzlu su kefirlerinin tüm çeşitlerindeki TFC değerleri, antioksidan kapasitesi ve TPC değerlerinde olduğu gibi diğer tüm su kefir örneklerinden yüksektir.

İğdeli su kefirlerindeki sindirim öncesi TFC değerleri incelendiğinde ise en yüksek TFC değeri $4,392 \pm 0,060$ mg CE / 100 g ile IB-3 örneğinde, en düşük TFC değeri ise $4,112 \pm 0,001$ mg CE / 100 g ile IS-3 örneğinde tespit edilmiştir. İğde ile yapılan su kefirlerinin tüm çeşitlerinde TFC değerlerinin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.6).

Sindirim sonrası analizler incelendiğinde; Trabzon hurması ile yapılan su kefir örneklerinde sindirim sonrası en yüksek antioksidan kapasite $57,40 \pm 0,030$ μ mol TEAC / 100 g ile TB-2 örneğinde en düşük antioksidan kapasite ise $52,60 \pm 0,017$ μ mol TEAC / 100 g ile TS-3 örneğinde tespit edilmiştir. Trabzon hurması örneklerinde sindirim öncesi ve sonrası en yüksek ve en düşük değerler aynı su kefir örneğinde saptanmıştır (Şekil 4.4).

Keçiboynuzu ile yapılan su kefirleri incelendiğinde ise sindirim sonrası su kefir örneklerinde en yüksek antioksidan kapasite $150,27 \pm 0,142$ μ mol TEAC / 100 g ile KB-1 örneğinde, en düşük antioksidan kapasite ise $122,93 \pm 0,023$ μ mol TEAC / 100 g ile KS-3 örneğinde tespit edilmiştir. Keçiboynuzlu su kefirlerinde sindirim sonrası ölçülen antioksidan kapasite değerleri, sindirim öncesi yapılan ölçümlerde olduğu gibi, bal ile yapılan keçiboynuzlu su kefirlerinde şeker ile yapılan keçiboynuzlu su kefirlerine göre daha yüksek tespit edilmiştir. Ayrıca keçiboynuzlu su kefirlerinin tüm çeşitlerindeki antioksidan kapasite miktarları diğer örneklerden yüksektir (Şekil 4.4).

İğde ile yapılan su kefirleri incelendiğinde ise su kefiri örneklerinde sindirim sonrası en yüksek antioksidan kapasite $23,20 \pm 0,030$ $\mu\text{mol TEAC} / 100 \text{ g}$ ile IB-2 örneğinde, en düşük antioksidan kapasite ise $20,53 \pm 0,015$ $\mu\text{mol TEAC} / 100 \text{ g}$ ile IS-2 örneğinde tespit edilmiştir (Şekil 4.4). İğdeli su kefirlerinde antioksidan kapasite değerlerinin birbirine oldukça yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. Bal ile yapılan su kefirlerinde şeker ile yapılan su kefirlerine göre daha yüksek sonuçlar tespit edilmiştir.

TPC açısından sindirim sonrası analizlerde yapılan değerlendirmelerde, Trabzon hurması ile yapılan su kefiri örneklerinde sindirim sonrası en yüksek TPC miktarı $1,17 \pm 0,0012$ $\text{mg GAE} / 100 \text{ g}$ ile TB-1 örneğinde, en düşük TPC miktarı ise $1,05 \pm 0,0006$ $\text{mg GAE} / 100 \text{ g}$ ile TS-3 örneğinde tespit edilmiştir. Trabzon hurmalı su kefirlerinde TPC değerlerinin birbirine yakın olduğu, ballı örneklerde, şekerli örneklerden yüksek olduğu saptanmıştır (Şekil 4.5).

Keçiyoynuzu ile yapılan su kefirlerinde sindirim sonrası en yüksek TPC değeri $25,40 \pm 0,2951$ $\text{mg GAE} / 100 \text{ g}$ ile KB-1 örneğinde, en düşük TPC miktarı ise $23,03 \pm 0,0115$ $\text{mg GAE} / 100 \text{ g}$ ile KB-3 örneğinde tespit edilmiştir. Ayrıca keçiyoynuzlu su kefirlerinin tüm çeşitlerindeki sindirim sonrası TPC değerleri diğer tüm örneklerden yüksektir (Şekil 4.5).

İğdeli su kefirlerindeki sindirim sonrası TPC değerleri incelendiğinde ise en yüksek TPC değeri $5,63 \pm 0,0035$ $\text{mg GAE} / 100 \text{ g}$ ile IB-2 örneğinde, en düşük TPC değeri ise $5,43 \pm 0,0015$ $\text{mg GAE} / 100 \text{ g}$ ile IS-2 örneğinde tespit edilmiştir. İğdeli su kefirlerinde farklı pH ve bal, şeker kombinasyonlarında sindirim sonrası TPC değerleri arasında önemli bir farklılık olmadığı saptanmıştır. İğdeli su kefirlerinde antioksidan kapasitesi sindirim sonrası sonuçlarda olduğu gibi, TPC değerlerinde de alınkonma oranları diğer tüm örneklerden yüksek olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.5).

TFC ile ilgili sindirim sonrası analizlerde yapılan değerlendirmelerde, Trabzon hurması ile yapılan su kefiri örneklerinde sindirim sonrası en yüksek TFC miktarı $0,387 \pm 0,0006$ $\text{mg CE} / 100 \text{ g}$ ile TB-2 örneğinde, en düşük TFC miktarı ise $0,310 \pm 0,0010$ $\text{mg CE} / 100 \text{ g}$ ile TS-3 örneğinde tespit edilmiştir (Şekil 4.6).

Keçiyoynuzu ile yapılan su kefirlerinde sindirim öncesi en yüksek TFC değeri $9,833 \pm 0,0058$ $\text{mg CE} / 100 \text{ g}$ ile KB-2 örneğinde, en düşük TFC miktarı ise $8,667 \pm 0,0058$ $\text{mg CE} / 100 \text{ g}$ ile KS-2 örneğinde tespit edilmiştir. Keçiyoynuzlu su kefirlerinin tüm çeşitlerindeki TFC değerleri, antioksidan kapasitesi ve TPC değerlerinde olduğu gibi

diğer tüm su kefir örneklerinden yüksektir. Ayrıca Sindirim sonrası TFC alkonma oranı en yüksek olan örnekler keçiyoynuzlu su kefir örnekleridir (Şekil 4.6).

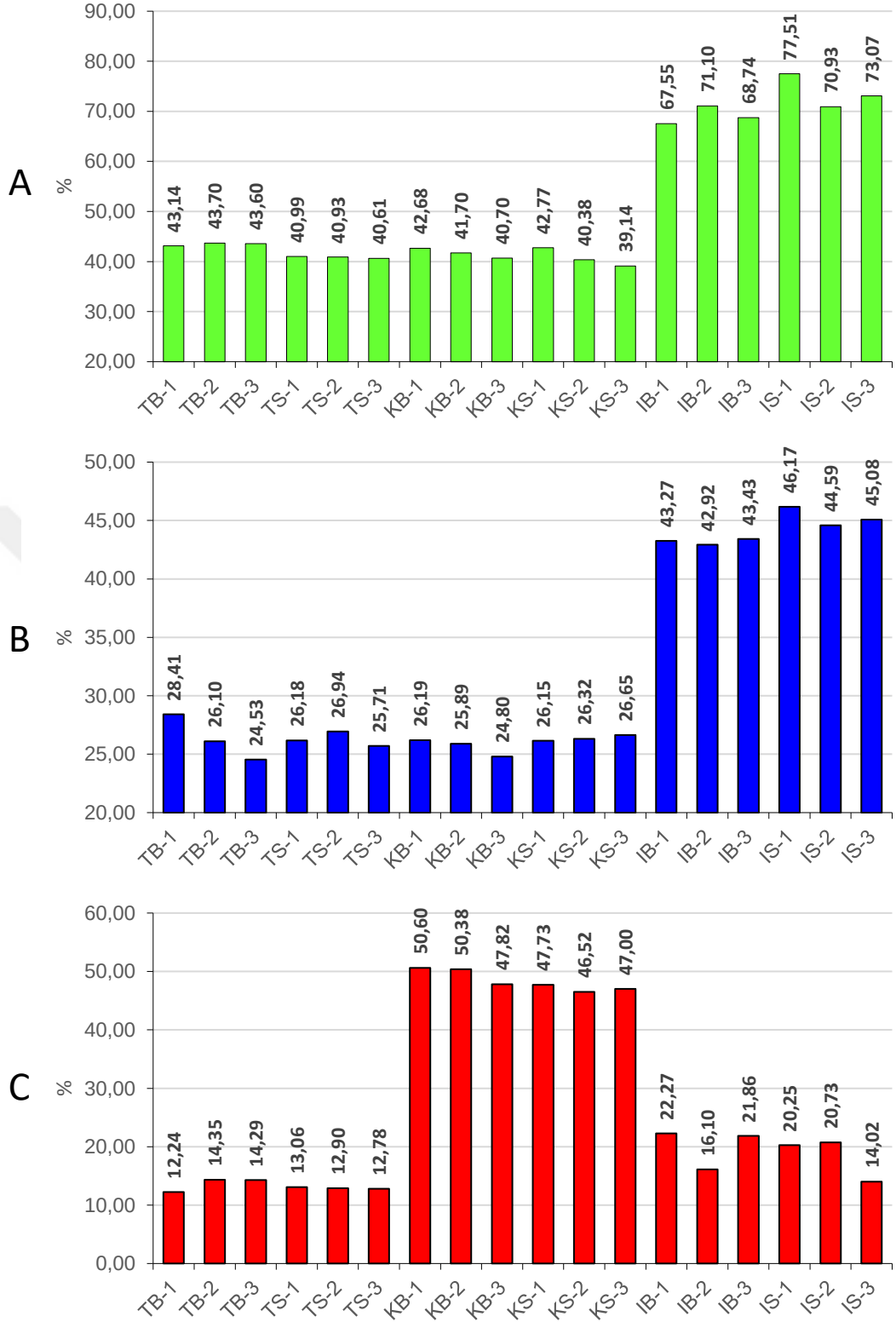
İğdeli su kefirlerindeki sindirim sonrası TFC değerleri incelendiğinde ise en yüksek TFC değeri $0,967 \pm 0,0015$ mg CE / 100 g ile IB-1 örneğinde, en düşük TFC değeri ise $0,577 \pm 0,0430$ mg CE / 100 g ile IS-3 örneğinde tespit edilmiştir. Tüm iğde ile yapılan su kefirlerinde TFC değerlerinin antioksidan kapasite ve TPC değerlerinde olduğu gibi birbirine çok yakın olduğu saptanmıştır (Şekil 4.6).

Trabzon hurması ile yapılan su kefirlerinde en yüksek antioksidan kapasite biyoerişilebilirlik %'si %43,60 ile TB-3 örneğinde, en az biyoerişilebilirlik %'si ise %40,61 ile TS-3 örneğinde tespit edilmiştir. Keçiyoynuzu ile yapılan su kefir örneklerinde en yüksek antioksidan kapasite biyoerişilebilirlik %'si %42,77 ile KS-1 örneğinde, en düşük biyoerişilebilirlik %'si ise %39,14 ile KS-3 örneğinde olduğu görülmüştür. İğde ile yapılan su kefirlerinde ise biyoerişilebilirlik %'leri oldukça yüksek olup diğer su kefirlerinin yaklaşık 1,5-2 katıdır. İğdeli su kefir örneklerinde en yüksek biyoerişilebilirlik %'si %77,51 ile IS-1 örneğinde, en düşük biyoerişilebilirlik %'si %67,55 ile IB-1 örneğinde tespit edilmiştir (Şekil 4.7).

TPC değerlerinin %biyoerişilebilirlik değerleri incelendiğinde ise Trabzon hurmasında en yüksek biyoerişilebilirlik %28,40 ile TB-1 örneğinde, en düşük biyoerişilebilirlik ise %24,53 ile TB-3 örneğinde belirlenmiştir. Keçiyoynuzu ile yapılan su kefirlerinde en yüksek %biyoerişilebilirlik %26,65 ile KS-3 örneğinde, en düşük %biyoerişilebilirlik ise %24,80 ile KB-3 örneğinde tespit edilmiştir. İğdeli su kefirlerinde ise en yüksek %biyoerişilebilirlik değeri %46,17 ile IS-1 örneğinde, en düşük %biyoerişilebilirlik ise %42,92 ile IB-2 örneğinde belirlenmiştir (Şekil 4.7).

TFC değerlerinin %biyoerişilebilirlik oranlarına bakıldığı zaman Trabzon hurmalı su kefirlerinde en yüksek %biyoerişilebilirlik %14,35 ile TB-2 örneğinde, en düşük %biyoerişilebilirlik ise %12,24 ile TB-1 örneğinde tespit edilmiştir (Şekil 4.7).

Keçiyoynuzlu su kefirlerinde en yüksek %biyoerişilebilirlik değeri %50,60 ile KB-1 örneğinde saptanmıştır. En düşük biyoerişilebilirlik ise %46,52 ile KS-2 örneğine aittir. Keçiyoynuzlu su kefirlerinde TFC %biyoerişilebilirlik değerleri iğde ve Trabzon hurması ile yapılan su kefirlerinden yüksektir. İğdeli su kefirlerinde ise %biyoerişilebilirlik değerleri %22,27 ile IB-1 örneğinde en yüksek, %14,02 ile IS-3 örneğinde en düşük değerde saptanmıştır (Şekil 4.7).



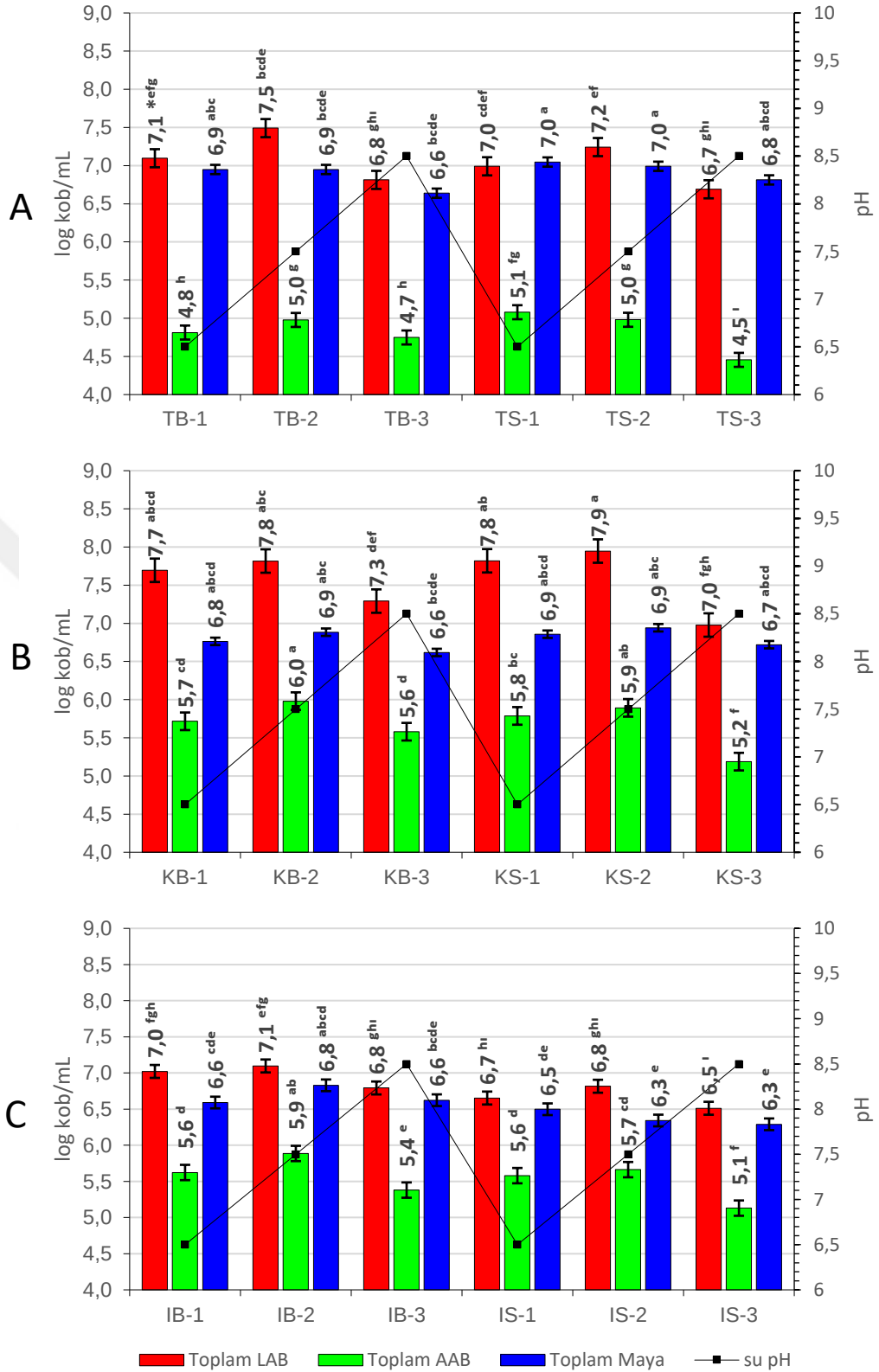
Şekil 4.7: Su kefir örneklerinde %biyoerişilebilirlik değerleri. (A: Su kefirlerinde antioksidan kapasite %biyoerişilebilirlik değerleri, B: : Su kefirlerinde TFC %biyoerişilebilirlik değerleri, C : Su kefirlerinde TPC %biyoerişilebilirlik değerleri)

Su kefirlerinin biyoerişilebilirlik özellikleri ile ilgili gerçekleştirilen bir çalışmada, nar, vişne ve üzüm sularını şeker ilaveli ve şeker ilavesiz olarak su kefir daneleri ile fermente edilmiş ve toplam antioksidan kapasitesi, TPC ve TFC değerleri spektrofotometrik yöntemler ile, in vitro biyoerişilebilirlik ağız, mide, bağırsak simülasyon yöntemi ile tayin edilmiştir. Çalışmada en yüksek biyoerişilebilirlik değerleri ince bağırsak simülasyonun sonunda, antioksidan kapasitesinde; 72 saat fermente edilen şekerli-vişneli su kefirlerinde %19,24 saat fermente edilen şekerli-narlı su kefirlerinde %10,24 saat fermente edilen şekerli-üzümlü su kefirlerinde %10 olarak bildirilmiştir. TPC için en yüksek biyoerişilebilirlik değerleri; 48 saat fermente edilen şekerli-vişneli su kefirlerinde %22,72 saat fermente edilen şekerli-narlı su kefirlerinde %18,24 saat fermente edilen şekerli-üzümlü su kefirlerinde %12 olarak ifade edilmiştir. TFC için en yüksek biyoerişilebilirlik değerleri ise; 72 saat fermente edilen şekerli-vişneli su kefirlerinde %53,72 saat fermente edilen şekerli-narlı su kefirlerinde %34,72 saat fermente edilen şekerli-üzümlü su kefirlerinde %30 olarak bildirilmiştir (Yüce, 2015).

Su kefirlerinin toplam antioksidan kapasitesi, TPC ve TFC değerleriyle ilgili yapılan bir başka çalışmada ise iğdeli su kefirlerinin en yüksek antioksidan kapasite, TPC ve TFC değerlerine ulaştığı fermantasyon süre ve sıcaklığı tespit edilmeye çalışılmış ve optimum koşulların 20 °C’de 24 saatlik fermantasyon olduğu daha yüksek sıcaklık ve sürenin antioksidan kapasitesi, TPC ve TFC değerlerini düşürdüğü bildirilmiştir. Fenolik bileşikler diğer moleküllere dönüştüren mikrobiyal enzimlerin daha yüksek sıcaklık ve daha uzun fermantasyon süresinde artan mikroorganizma faaliyetine bağlı olarak miktarının artması ve pH değişimlerinin antioksidan kapasitesi, TPC ve TFC değerlerini etkilemesi bu durumun muhtemel nedeni olarak bildirilmektedir (Darvishzadeh ve diğ, 2021).

4.3 Mikrobiyolojik Analizler

18 farklı su kefir örneği ile yapılan mikrobiyolojik ekimlerde elde edilen kültürel sayım sonuçları Şekil 4.8’de verilmiştir. Ekim sonuçları incelendiğinde; Trabzon hurmalı su kefirlerinde en yüksek LAB sayısı $7,5 \pm 0,2$ log kob/mL ile TB-2 örneğinde, en düşük LAB sayısı ise $6,7 \pm 0,1$ log kob/mL ile TS-3 örneğinde tespit edilmiştir. Keçiboynuzlu su kefirlerinde en yüksek LAB sayısı $7,9 \pm 0,1$ log kob/mL ile KS-2, en düşük LAB sayısı ise $7,0 \pm 0,1$ log kob/mL KS-3 örneğinde tespit edilmiştir. İğdeli su



Şekil 4.8: Su kefirleri örneklerinde LAB, AAB ve maya sayım sonuçları. (A: Trabzon hurmalı su kefirlerinde LAB, AAB ve maya sayım sonuçları, B: Keçiboynuzlu su kefirlerinde LAB, AAB ve maya sayım sonuçları, C : İğdeli su kefirlerinde LAB, AAB ve maya sayım sonuçları)

*: Farklı harfler aynı renkli sütunlarda verilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir ($P < 0,05$).

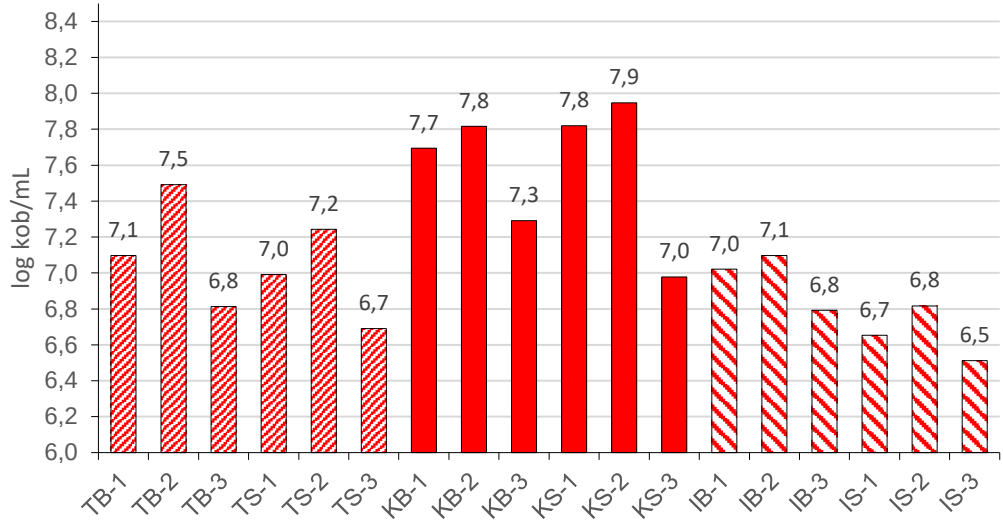
kefirlerinde en yüksek LAB sayısı $7,1 \pm 0,5$ log kob/mL ile IB-2, en düşük LAB sayısı ise $6,5 \pm 0,2$ log kob/mL ile IS-3 örneğinde tespit edilmiştir (Şekil 4.8).

Asetik asit bakterileri (AAB) sayım sonuçları incelendiğinde ise tüm örneklerde AAB sayısının LAB sayısının altında olduğu saptanmıştır. Trabzon hurmalı su kefirlerinde en yüksek AAB sayısı $5,1 \pm 0,2$ log kob/mL ile TS-1 örneğinde, en düşük AAB sayısı ise $4,5 \pm 0,1$ log kob/mL ile TS-3 örneğinde saptanmıştır. Keçiboynuzlu su kefirlerinde en yüksek AAB sayısı $6,0 \pm 0,1$ log kob/mL ile KB-2, en düşük AAB sayısı ise $5,2 \pm 0,5$ log kob/mL ile KS-3 örneğinde tespit edilmiştir. İğdeli su kefirlerinde en yüksek AAB sayısı $5,9 \pm 0,2$ log kob/mL ile IB-2, en düşük AAB sayısı ise $5,1 \pm 0,2$ log kob/mL ile IS-3 örneğinde tespit edilmiştir (Şekil 4.8).

Toplam maya sayılarına dikkate alındığında en yüksek maya sayısının Trabzon hurmalı su kefirlerinde olduğu saptanmıştır. Trabzon hurmalı su kefirlerinde en yüksek maya sayısı $7,0 \pm 0,1$ log kob/mL ile TS-1 ve TS-2 örneğinde, en düşük maya sayısı ise $6,6 \pm 0,5$ log kob/mL ile TB-3 örneğinde tespit edilmiştir. Keçiboynuzlu su kefirlerinde en yüksek maya sayısı $6,9 \pm 0,2$ log kob/mL ile KS-1, KS-2 ve KB-2 örneklerinde, en düşük maya sayısı ise $6,6 \pm 0,2$ log kob/mL ile KB-3 örneğinde tespit edilmiştir. İğdeli su kefirlerinde en yüksek maya sayısı $6,8 \pm 0,2$ log kob/mL ile IB-2, en düşük maya sayısı ise $6,3 \pm 0,1$ log kob/mL ile IS-2 ve IS-3 örneklerinde saptanmıştır (Şekil 4.8).

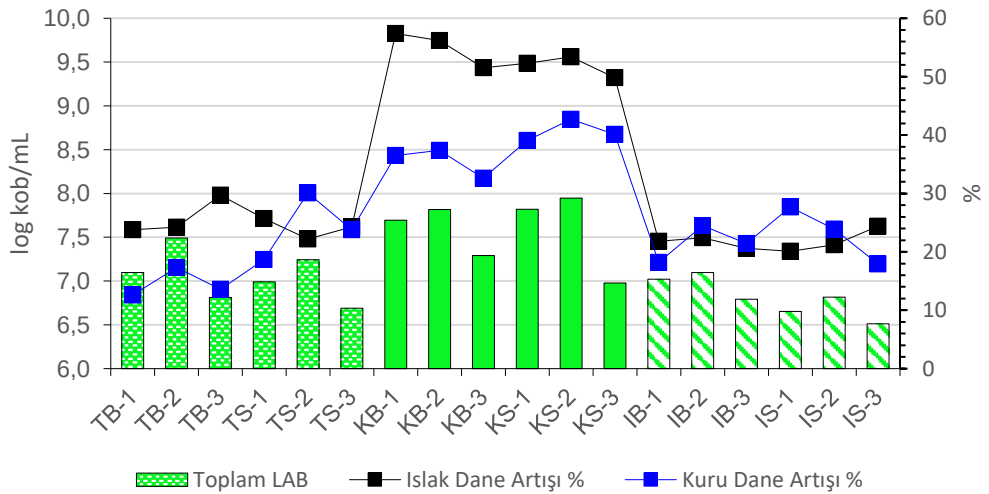
Tüm örnekler içinde en yüksek LAB sayısı KS-2 örneğinde saptanmıştır. En düşük LAB sayısı ise $6,5 \pm 0,2$ log kob/mL ile IS-3 örneğinde tespit edilmiştir. En yüksek AAB sayısı $6,0 \pm 0,1$ log kob/mL ile KB-2 örneğinde, en düşük AAB sayısı ise $4,5 \pm 0,1$ log kob/mL olarak TS-3 örneğinde saptanmıştır. En yüksek maya sayısı $7,0 \pm 0,1$ log kob/mL ile TS-1 ve TS-2 örneklerinde, en düşük maya sayısı ise $6,3 \pm 0,1$ log kob/mL ile IS-2 ve IS-3 örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.8).

Beklenildiği gibi toplam LAB sayısı, toplam maya ve toplam AAB sayısından fazla olup laktik asit bakterileri tüm örneklerde baskın tür olarak tespit edilmiştir. En yüksek LAB sayısı tüm pH, şeker ve bal kombinasyonlarında keçiboynuzlu su kefirlerinde saptanmıştır. En yüksek LAB sayıları tüm numunelerde 7,5 pH'da su ile yapılan su kefirlerinde belirlenmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9 : Su kefir örneklerindeki LAB sayısı.

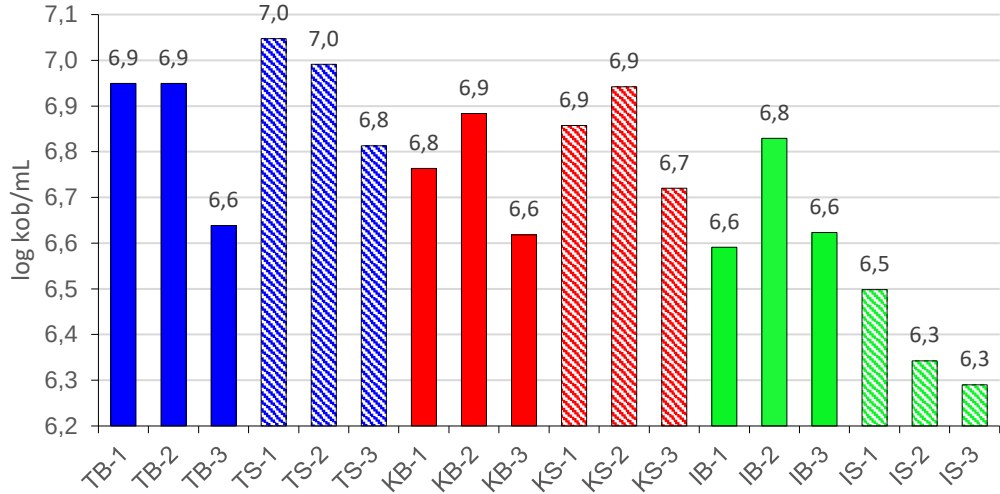
Kefirlerin geliştirildiği üç farklı pH değeri ile ilgili yapılan incelemede LAB'nin yanı sıra AAB ve maya sayısı açısından da en yüksek sayım sonuçları pH 7,5'da üretilen su kefirlerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.8). LAB sayısı ile su kefir danelerindeki ıslak ve kuru ağırlık artış değerleri incelendiğinde aralarında paralellik olduğu görülmüştür. Islak ve kuru dane ağırlıklarının büyük bir kısmını, baskın tür olan laktik asit bakterileri ve bu bakterilerin oluşturduğu egzopolisakkaritlerin meydana geldiği bilindiğinden bu paralellik LAB'ın baskın tür olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilebileceği şeklinde yorumlanmıştır. (Şekil 4.10).



Şekil 4.10: Su kefirlerindeki LAB sayısı ile ıslak-kuru dane ağırlık artışları ilişkisi.

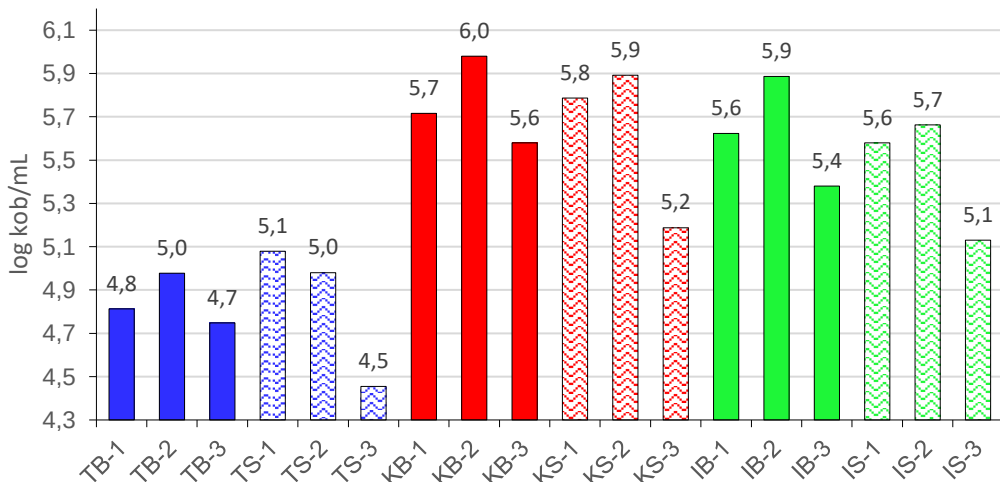
Substratta polisakkarit çeşidi olarak bal ve şeker kullanımının maya ve AAB sayısına etkisine bakıldığında ise kullanılan meyve çeşidine göre farklılıklar olduğu

saptanmıştır. Trabzon hurmasında en yüksek maya sayısının şeker kullanımı ile gerçekleştiği tespit edilmiştir. Aynı durum keçiyoynuzu denemesinde de gözlenmiştir. İğde ile yapılan su kefirlerinde ise durum tam tersi olarak tespit edilmiş olup bal ile yapılan su kefirlerindeki maya sayısı şeker ile yapılan su kefirlerindeki maya sayısından daha yüksektir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11: Su kefiri örneklerindeki maya sayısı.

Bal ve şekerin AAB üzerine etkisi incelendiğinde tüm örneklerde pH 8,5 pH'da su ile üretilen su kefirlerinde, AAB sayısının ballı örneklerde şekerli örneklere göre daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Bir diğer dikkat çeken nokta ise; Trabzon hurmalı su kefirlerinin diğer örneklerden daha düşük AAB sayısına sahip olmasıdır (Şekil 4.12).



Şekil 4.12: Su kefiri örneklerindeki AAB sayısı.

Laureys ve Vuyst (2014) tarafından yapılan bir su kefiri kültürel sayım çalışmasında incir ekstraktı, toz şeker, içme suyu ve kefir danesi ile yapılan bir su kefirinde 8 günlük

fermantasyon sonunda LAB sayısı $6,9 \pm 0,1$ log kob/mL, maya sayısı $6,3 \pm 0,2$ log kob/mL, AAB sayısı ise $3,8 \pm 0,1$ log kob/mL olarak bildirilmiştir. Su kefirine bal ve şekerin etkisi ile ilgili yapılan bir çalışmada ise şeker ile yapılan su kefirlerinde fermentasyon sonrası ürünün raf ömrü boyunca 1. ve 5. haftalarda yapılan kültürel sayımlarda, şeker ile yapılan su kefirlerinde LAB sayıları 4,15 log kob/mL ile 5,35 log kob/mL arasında, maya sayıları ise 2,75 log kob/mL ile 4,25 log kob/mL arasında tespit edildiği bildirilmiştir. Bal ile yapılan su kefirlerinde ise LAB sayıları 6,47 log kob/mL ile 7,54 log kob/mL arasında maya sayıları ise 5,04 log kob/mL ile 5,75 log kob/mL arasında bildirilmiştir (Çevik ve diğ, 2019).

Laureys ve diğ. (2019) tarafından yapılan başka bir çalışmada farklı pH değerleri ve kalsiyum oranlarıyla yapılan su kefirlerinde LAB sayıları $8,3 \pm 0,1$ log kob/mL ile $8,6 \pm 0,1$ log kob/mL arasında, maya sayıları $7,2 \pm 0,1$ log kob/mL ile $7,7 \pm 0,1$ log kob/mL arasında, AAB sayıları ise $2,5 \pm 0,4$ log kob/mL ile $4,8 \pm 0,1$ log kob/mL arasında bildirilmiştir.

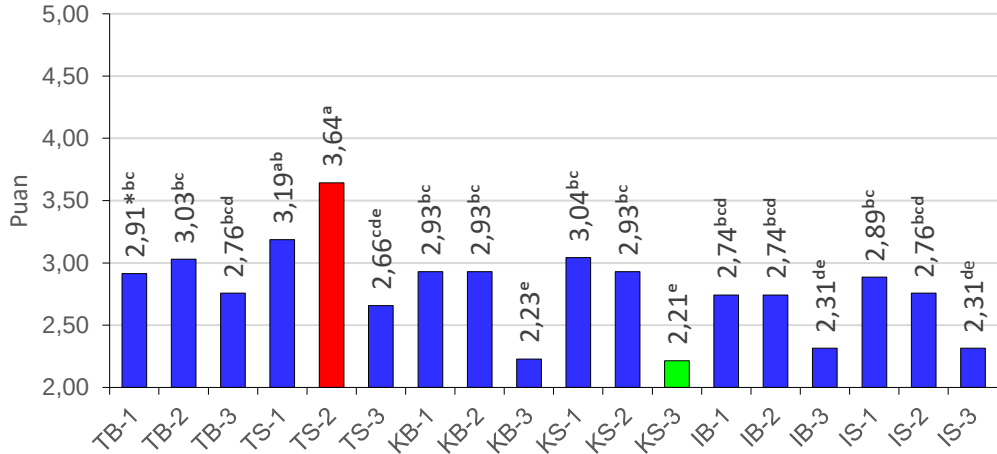
Farklı kefir kültür miktarı, farklı oksijen ortamları ve farklı sakkarit çeşitlerinin su kefiri fermentasyonu üzerine etkisi ile ilgili yapılan bir çalışmada LAB sayılarının $7,1 \pm 0,1$ log kob/mL ile $7,8 \pm 0,1$ log kob/mL arasında, maya sayılarının $6,7 \pm 0,1$ log kob/mL ile $7,0 \pm 0,1$ log kob/mL arasında, AAB sayılarının ise $3,2 \pm 0,2$ log kob/mL ile $5,8 \pm 0,1$ log kob/mL arasında tespit edildiği bildirilmiştir (Laureys ve diğ, 2021) .

Su kefiri ile yapılan çalışmalarda kültürel sayım sonuçları değişkenlik gösterebilmektedir. Kefir kültürlerinin çeşitliliği, reçete farklılıkları, kullanılan substratlardaki çeşitlilik ve üretim yöntemleri bu değişkenliğin temel sebeplerini oluşturmaktadır.

4.4 Duyusal Analizler

Örneklerde yapılan duyusal analiz sonuçları incelendiğinde 1. gün değerlendirmelerinde en yüksek değerlendirme puanı Trabzon hurmalı su kefirlerinde görülmüştür. En yüksek değerlendirme ballı ve şekerli örneklerde sırasıyla TB-2 ve TS-2’de, en düşük değerlendirme puanı ise TB-3 ve TS-3 örneklerinde görülmüştür. Keçiboynuzlu su kefirlerinde ise en yüksek puan ballı ve şekerli örneklerde sırasıyla KB-1-KB-2 ve KS-1 örneklerinde tespit edilmiştir. Keçiboynuzlu su kefirlerindeki 1.

günün en düşük ortalaması ise KB-3 ve KS-3 örneklerinde belirlenmiştir. İğdeli su kefirleri incelendiğinde ise 1. günün en yüksek duyusal puanına sahip örnekler ballı ve şekerli örneklerde sırasıyla IB-1-IB-2 ve IS-1 örnekleridir. En düşük duyusal puan ise iğdeli örneklerde IB-3 ve IS-3 örneklerinde tespit edilmiştir. 1. gün değerlendirmelerinde tüm örneklerde 8,5 pH'da su ile kurulan su kefirleri duyusal açıdan en düşük puanı almıştır (Şekil 4.13).



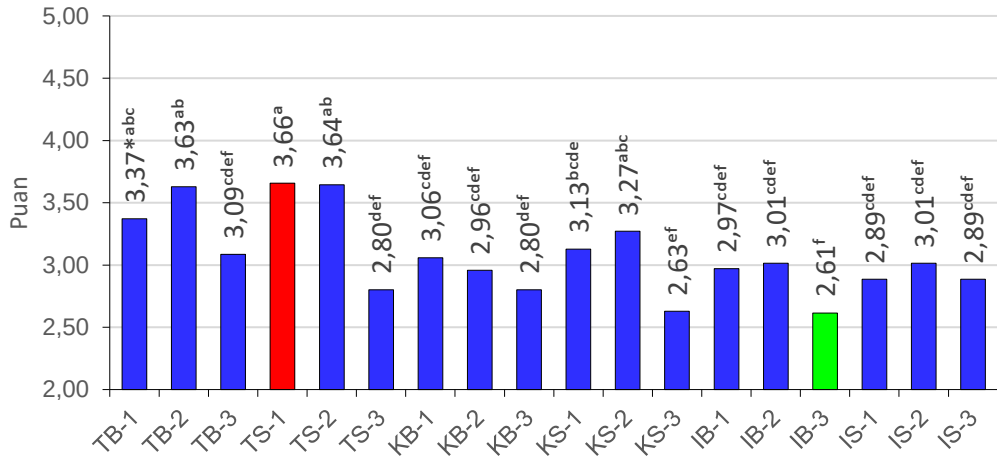
Şekil 4.13: Su kefiri örneklerinde 1. gün duyusal değerlendirme sonuçları. (■: En yüksek puan alan örnek, ■: En düşük puan alan örnek)

*: Farklı harfler sütunlarda verilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir ($P<0,05$).

5. gün değerlendirmelerine bakıldığında Trabzon hurmalı örneklerde en yüksek değerlendirme puanı ballı ve şekerli örneklerde sırasıyla TB-2 ve TS-1'de, en düşük değerlendirme puanı ise TB-3 ve TS-3'de görülmüştür. Keçiboynuzlu su kefirlerinde ise en yüksek puan ballı ve şekerli örneklerde sırasıyla KB-1 ve KS-2 örneklerinde tespit edilmiştir. Keçiboynuzlu su kefirlerindeki 5. günün en düşük ortalaması ise KB-3 ve KS-3 örneklerinde belirlenmiştir. İğdeli su kefirleri incelendiğinde ise 5. günün en yüksek duyusal puanına sahip örnekler ballı ve şekerli örneklerde sırasıyla IB-2 ve IS-2 örnekleridir. En düşük duyusal puan ise iğdeli su kefirlerinde IB-1-IB-3 ve IS-3 örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.14).

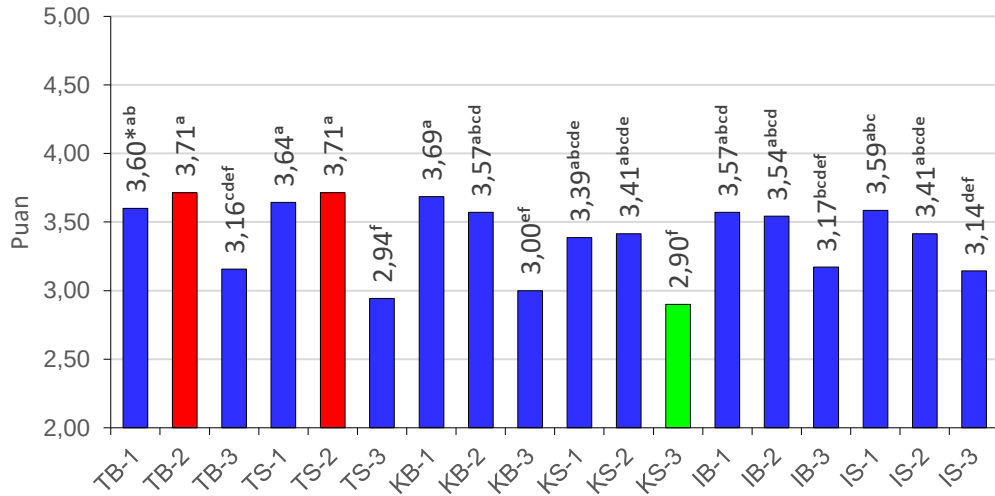
10. gün değerlendirmelerinde ise Trabzon hurmalı örneklerde en yüksek duyusal puan ballı ve şekerli örneklerde sırasıyla TB-2 ve TS-2'de en düşük duyusal puan ise TB-3 ve TS-3'de görülmüştür. Keçiboynuzlu su kefirlerinde en yüksek puan ballı ve şekerli örneklerde sırasıyla KB-1 ve KS-2 örneklerinde tespit edilmiştir. Keçiboynuzlu su kefirlerindeki 10. günün en düşük ortalaması KB-3 ve KS-3 örneklerinde belirlenmiştir. İğdeli su kefirleri incelendiğinde ise 10. günün en yüksek puanına sahip

örnekler ballı ve şekerli örneklerde sırasıyla IB-1 ve IS-1 örnekleridir. En düşük puan ise içdeli örneklerde IB-3 ve IS-3 örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.15).



Şekil 4.14: Su kefir örneklerinde 5. gün duyusal değerlendirme sonuçları. (■: En yüksek puan alan örnek, ■: En düşük puan alan örnek)

*: Farklı harfler sütunlarda verilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir ($P<0,05$).

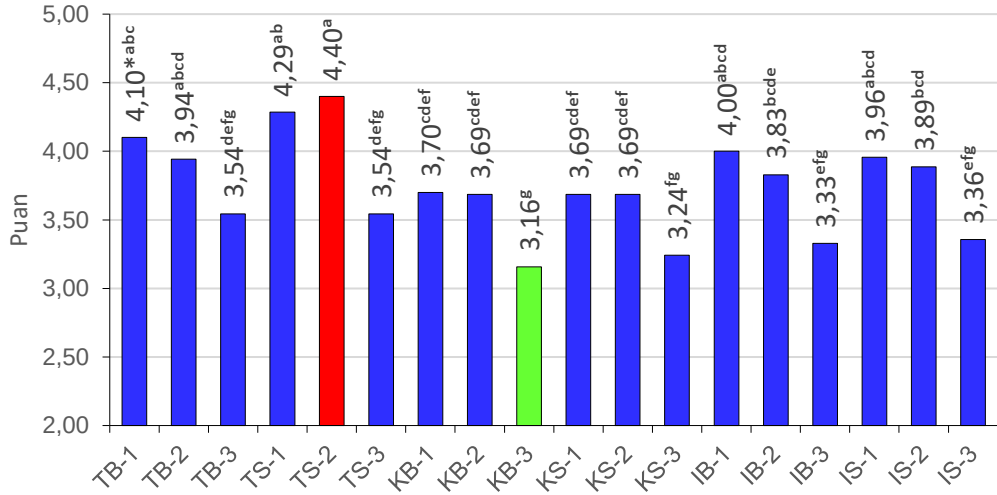


Şekil 4.15: Su kefir örneklerinde 10. gün duyusal değerlendirme sonuçları. (■: En yüksek puan alan örnek, ■: En düşük puan alan örnek)

*: Farklı harfler sütunlarda verilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir ($P<0,05$).

15. gün değerlendirmeleri incelendiğinde Trabzon hurmalı örneklerde en yüksek değerlendirme puanı ballı ve şekerli örneklerde sırasıyla TB-1 ve TS-2’de, en düşük değerlendirme puanı ise TB-3 ve TS-3’de görülmüştür. Keçiboynuzlu su kefirlerinde ise en yüksek puan ballı ve şekerli örneklerde sırasıyla KB-1 ve KS-2 örneklerinde tespit edilmiştir. Keçiboynuzlu su kefirlerindeki 15. günün en düşük ortalaması ise KB-3 ve KS-3 örneklerinde belirlenmiştir. İçdeli su kefirleri incelendiğinde ise 15.

günün en yüksek duyuşsal puanına sahip örnekler ballı ve şekerli su kefirlerinde sırasıyla IB-1 ve IS-1 örnekleridir. En düşük duyuşsal puan iğdeli su kefirlerinde IB-3 ve IS-3 örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16: Su kefirı örneklerinde 15. gün duyuşsal değerlendirme sonuçları. (■: En yüksek puan alan örnek, ■: En düşük puan alan örnek)

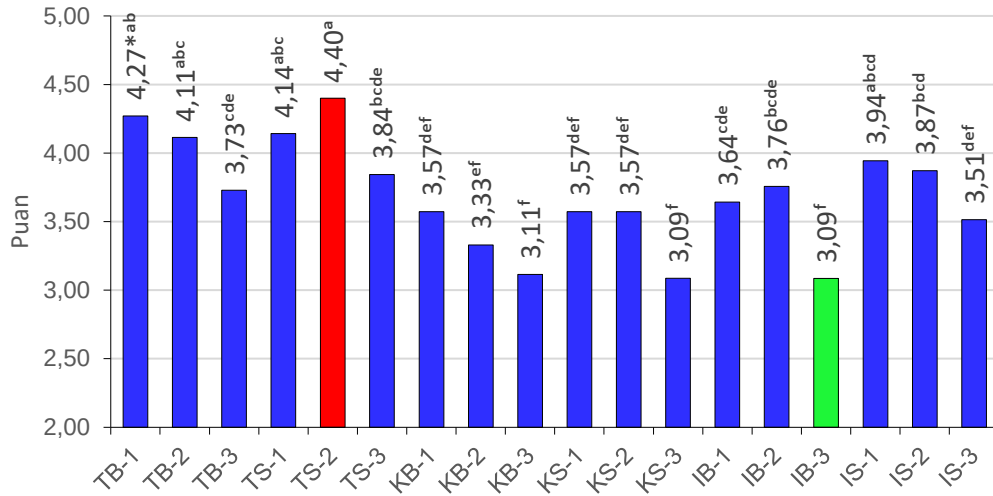
*: Farklı harfler sütunlarda verilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir ($P < 0,05$).

20. gün değerlendirmelerine incelendiğinde; Trabzon hurmalı örneklerde en yüksek değerlendirme puanı ballı ve şekerli örneklerde sırasıyla TB-1 ve TS-2’de, en düşük değerlendirme puanı ise TB-3 ve TS-3’de görülmüştür. Keçiboynuzlu su kefirlerinde ise en yüksek puan ballı ve şekerli örneklerde sırasıyla KB-1 ve KS-1-KS-2 örneklerinde tespit edilmiştir. Keçiboynuzlu su kefirlerindeki 20. günün en düşük ortalama puanı ise KB-3 ve KS-3 örneklerinde saptanmıştır. İğdeli su kefirleri incelendiğinde ise 20. günün en yüksek duyuşsal puanına sahip örnekler ballı ve şekerli örneklerde sırasıyla IB-2 ve IS-1 örnekleridir. En düşük duyuşsal puan ise iğdeli örneklerde IB-3 ve IS-3 örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.17).

25. gün değerlendirmelerinde; Trabzon hurmalı örneklerde en yüksek değerlendirme puanı ballı ve şekerli örneklerde sırasıyla TB-1 ve TS-2’de, en düşük puan ise TB-3 ve TS-3’de saptanmıştır. Keçiboynuzlu su kefirlerinde ise en yüksek puan ballı ve şekerli örneklerde sırasıyla KB-2 ve KS-2 örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.18).

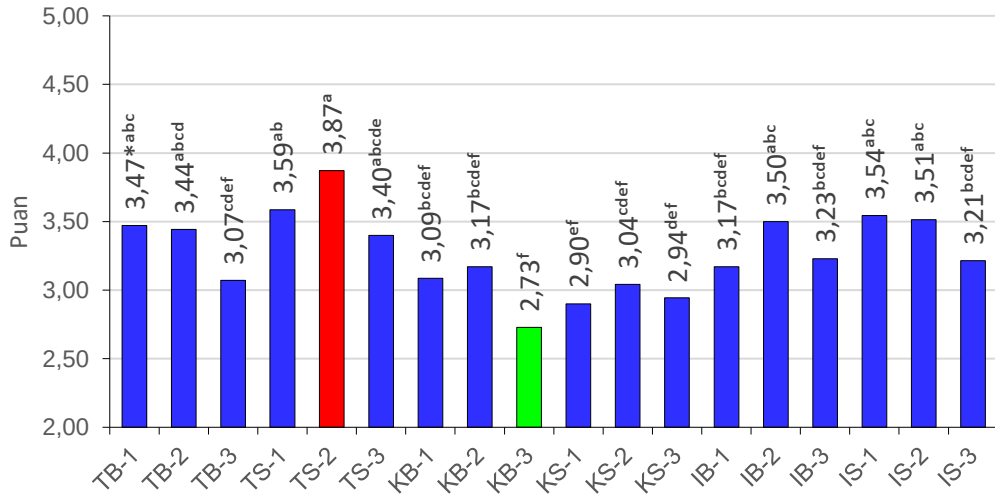
Keçiboynuzlu su kefirlerindeki 25. günün en düşük puan ise KB-3 ve KS-1 örneklerinde belirlenmiştir. İğdeli su kefirleri incelendiğinde ise 25. günün en yüksek duyuşsal puanına sahip örnekler ballı ve şekerli örneklerde sırasıyla IB-2 ve IS-1

örnekleridir. En düşük duyusal puan ise iğdeli örneklerde IB-1 ve IS-3 örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.17: Su kefir örneklerinde 20. gün duyusal değerlendirme sonuçları. (■: En yüksek puan alan örnek, ■: En düşük puan alan örnek)

*: Farklı harfler sütunlarda verilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir ($P<0,05$).

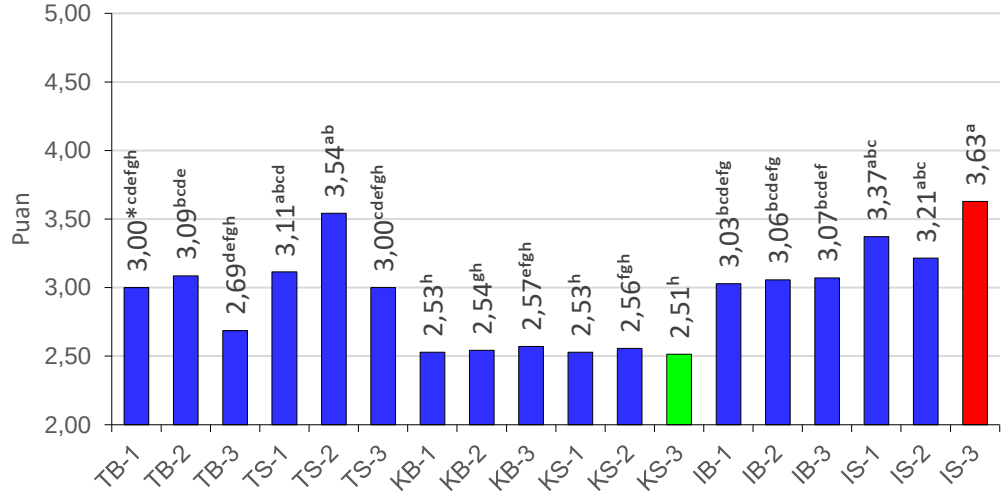


Şekil 4.18: Su kefir örneklerinde 25. gün duyusal değerlendirme sonuçları. (■: En yüksek puan alan örnek, ■: En düşük puan alan örnek)

*: Farklı harfler sütunlarda verilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir ($P<0,05$).

30. gün duyusal değerlendirmelerine bakıldığında Trabzon hurmalı örneklerde en yüksek değerlendirme puanı ballı ve şekerli örneklerde sırasıyla; TB-2 ve TS-2’de, en düşük değerlendirme puanı ise TB-1 ve TS-3’de görülmüştür. Keçiyoynuzlu su kefirlerinde ise en yüksek puan ballı ve şekerli örneklerde sırasıyla KB-3 ve KS-2 örneklerinde tespit edilmiştir. Keçiyoynuzlu su kefirlerindeki 30. günün en düşük

ortalama puanı ise KB-1 ve KS-3 örneklerinde belirlenmiştir. İğdeli su kefirleri incelendiğinde ise 30. günün en yüksek duyusal puanına sahip örnekler ballı ve şekerli örneklerde sırasıyla IB-3 ve IS-3 örnekleridir. En düşük duyusal puan ise iğdeli örneklerde IB-1 ve IS-2 örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.19).



Şekil 4.19: Su kefir örneklerinde 30. gün duyusal değerlendirme sonuçları. (■: En yüksek puan alan örnek, ■: En düşük puan alan örnek)

*: Farklı harfler sütunlarda verilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğunu ifade etmektedir ($P < 0,05$).

1. gün değerlendirmelerinde en yüksek puanı 3,64 ortalama puan ile TS-2 örneği almıştır. 5. gün değerlendirmelerinde ise TS-1 örneği 3,66 puan ile en iyi duyusal değerlendirme puanını almıştır. 10. gün değerlendirmelerinde 3,71 puan ortalama ile TB-2 ve TS-2 en yüksek duyusal değerlendirme puanını almıştır. 15. günde TS-2 4,40 ile en iyi duyusal değerlendirme örneği olmuştur. 20., 25., ve 30. günlerde ise sırasıyla 4,40 puanla TS-2, 3,87 puanla TS-2, 3,54 puanla TS-2 örneği en yüksek duyusal puanları almışlardır.

En yüksek duyusal değerlendirme puanını Trabzon hurmalı su kefirleri almıştır. Özellikle TS-2 kod isimli su kefir duyusal açıdan 5. gün hariç en yüksek puanı alan su kefir olmuştur. TS-2 örneğinin 5. gün puanı da en yüksek puanı alan TS-1 örneğinden 0,02 puan düşük olarak tespit edilmiştir. En iyi duyusal değerlendirme puanları tüm örneklerde 15. ve 20. günlerde tespit edilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

- Keçiboynuzlu su kefir örneklerinde diğer örneklerden farklı olarak daha yüksek miktarda LAB tespit edilmiştir.
- Kültürel sayımlarda tüm meyvelerde 8,5 pH ile kurulan örneklerde LAB, AAB, maya sayısının 6,5 ve 7,5 pH'da su ile kurulan su kefirlerinden daha düşük olduğu görülmüştür. 8,5 pH suyun mikroorganizma gelişmesini baskıladığı düşünülmektedir.
- En yüksek LAB sayısı 7,5 pH'da su ile kurulan su kefir örneklerinde tespit edilmiştir.
- Yapılan fizikokimyasal analizlerde kuru dane artışının LAB sayısı ile paralel sonuçlar vermesi, LAB'ın ortamda baskın tür olduğunun, ıslak dane artışının LAB sayısı ile paralel olması ise dekstran üretiminin göstergesi olarak değerlendirilmiştir.
- Trabzon hurmalı ve keçiboynuzlu su kefirlerinin şekerli çeşitlerinde maya sayısı ballı çeşitlerine göre daha yüksektir. İğdeli su kefirlerinde ise ballı su kefir çeşitlerindeki maya sayısı şekerli çeşitlerden daha yüksek olarak tespit edilmiştir.
- AAB sayım sonuçları incelendiğinde, tüm su kefir çeşitlerinde ballı örneklerde şekerli örneklerden daha yüksek AAB bulunduğu tespit edilmiştir.
- Trabzon hurmalı su kefirlerinin tüm çeşitlerinin diğer örneklerden daha düşük AAB sayısına sahip olduğu saptanmıştır.
- Keçiboynuzlu su kefirinin tüm çeşitlerinde, hem sindirim öncesi hem sindirim sonrası antioksidan kapasite değerleri diğer tüm su kefirlerinden daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Keçiboynuzlu su kefirlerinde grup içinde yapılan değerlendirmede ise ballı örneklerde tüm pH değerlerinde sindirim öncesi ve sindirim sonrası antioksidan kapasite miktarı şekerli örneklerden daha yüksektir.

- Sindirim öncesi antioksidan kapasite değerleri incelendiğinde, tüm meyve çeşitlerinde 7,5 pH'da su ve bal ile kurulan su kefirlerindeki değerlerin diğer çeşitlerden daha yüksek olduğu saptanmıştır.
- Su kefirlerinde sindirim öncesi TPC değerleri incelendiğinde, tüm su kefir çeşitlerinde ballı örneklerdeki TPC değerlerinin şekerli örneklerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sindirim sonrası TPC değerleri ise yine tüm su kefir çeşitlerinde ballı örneklerde şekerlilerden daha yüksek olarak saptanmıştır.
- Keçiyoynuzlu ve ballı su kefirlerinde sindirim öncesi ve sonrası TPC değerlerinin Trabzon hurmalı ve iğdeli su kefirlerinin ballı örneklerinden belirgin olarak yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde Keçiyoynuzu ve şeker ile yapılan su kefirlerinde sindirim öncesi ve sonrası TPC değerlerinin Trabzon hurmalı ve iğdeli su kefirlerinin şekerli örneklerinden belirgin olarak yüksek olduğu saptanmıştır.
- Biyoerişilebilirlik analizlerinde %biyoerişilebilirlik değerleri incelendiğinde; iğdeli su kefirlerindeki antioksidan kapasite %biyoerişilebilirlik değerlerinin, Trabzon hurmalı ve keçiyoynuzlu tüm örneklerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aynı durum TPC %biyoerişilebilirlik değerleri için de geçerlidir. TFC %biyoerişilebilirlik değerleri incelendiğinde ise antioksidan kapasite ve TPC biyoerişilebilirlik değerlerinden farklı olarak keçiyoynuzlu örneklerde daha yüksek olduğu saptanmıştır.
- Fizikokimyasal analizlerde ıslak dane ve kuru dane artış oranları keçiyoynuzlu su kefir örneklerinde diğer numunelerden daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Islak dane ve kuru dane artış oranlarının tüm su kefir örneklerinde paralellik göstermesi diğer göstergelerle birlikte tüm su kefir çeşitlerindeki kefir danelerinin standart kompozisyonda olduğunun belirteci olarak yorumlanmıştır.
- Toplam kuru madde miktarlarının Trabzon hurmalı su kefirlerinin tüm çeşitlerinde diğer su kefirlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç Trabzon hurmalı su kefirinin pulplu yapıda olmasından kaynaklanmaktadır. Suda çözünen kuru madde miktarının ölçüsü olan briks değeri de Trabzon hurmalı su kefirlerinde daha yüksek olarak saptanmış olup

kuru madde değerlerindeki bu sonuçlar duysal analizlerde genel kabul edilebilirlik açısından Trabzon hurmalı su kefirleri üzerinde olumlu etki yaratmıştır. Trabzon hurmalı su kefirleri duysal değerlendirmede en yüksek değerlendirme sonuçlarına sahiptir.

- Keçiboynuzlu su kefirlerinin çok yüksek olmayan suda çözünen kuru madde miktarlarına rağmen elektriksel iletkenlik değerleri diğer örneklerden daha yüksek olarak ölçülmüştür. Bu sonuç keçiboynuzlu su kefirinin oransal olarak iyon açısından daha zengin olduğunu düşündürmektedir.
- Elektriksel iletkenlik değerlerinin son ürün pH değerleri ve titrasyon asitliği ile uyumlu olması fermentasyonun istenildiği şekilde laktik asit fermentasyonu şeklinde gerçekleştiği, kefir danelerindeki konsorsiyumun ve metabolik aktivitenin standart kompozisyonda olduğu bulgusunu güçlendirmektedir. Kefir danelerinin standart kompozisyonda olması diğer analiz sonuçlarının güvenilirliğini arttırmaktadır.
- Duysal analiz sonuçları incelendiğinde en yüksek duysal değerlendirme puanını Trabzon hurmalı su kefirlerinin aldığı görülmektedir. Özellikle TS-2 kod isimli su kefiri örneği duysal açıdan en yüksek puanı alan su kefiri çeşidi olmuştur. Bu sonucun Trabzon hurmasının pulplu ve aromatik yapısı ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Su kefirlerinin tüm çeşitlerinin fermentasyonun 15. ve 20. günlerinde duysal açıdan daha yüksek puanlar aldığı görülmektedir.

Yapılan çalışmalarda keçiboynuzu, Trabzon hurması, içdeli su kefirleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmada farklı pH değerlerinde su, bal ve şeker faktörleri de incelenmiştir. Söz konusu faktörler mikrobiyolojik çalışmalar, biyoerişilebilirlik analizleri ve fizikokimyasal analizlerle test edilerek farklılıklar tespit edilmeye çalışılmıştır.

Keçiboynuzlu su kefirlerinde su kefiri danesindeki ıslak ve kuru dane artışının yüksek olması keçiboynuzunun, su kefiri kültürü ve fermentasyonla dekstran üretiminde kullanılabilecek doğal bir kaynak olduğunun göstergesidir. Elektriksel iletkenlik değerlerinin yüksek olması ise su kefiri içeceği olarak yüksek inorganik madde kapasitesine sahip fonksiyonel bir içecek olma ihtimalinin beirtedir. Sindirim öncesi ve sonrası antioksidan kapasite ve TPC değerlerinin yüksek olması, TFC %biyoerişilebilirlik oranlarının yüksek olması da güçlü bir fonksiyonel gıda

olabileceğinin göstergesidir. Ayrıca keçiyoynuzlu su kefirlerinde, diğer örneklerden daha yüksek LAB sayısı probiyotik özelliğini de ön plana çıkarmaktadır. Elde edilen bu sonuçların keçiyoynuzlu su kefirleri ile ilgili daha ayrıntılı çalışmalar yapılması için önemli veriler olduğu düşünülmektedir. Keçiyoynuzlu su kefirlerinin farklı reçeteler formüle edilerek duyuşal açıdan geliştirilmesi ile güçlü bir probiyotik ve fonksiyonel içecek olma potansiyelinin bulunduğu düşünülmektedir. Trabzon hurmalı su kefirlerinin duyuşal olarak diğer örneklerden yüksek sonuç alması daha öncede değinildiğı gibi pulplu yapıda olması ve aromatik özelliğıyle ilişkilendirilmiştir. Sindirim öncesi ve sonrası antioksidan kapasite, TPC ve TFC analiz sonuçları da fonksiyonel özelliklerinin iyi olduğunun göstergesidir. Su kefirleri genelde berrak içecekler olarak karşımıza çıkarken, Trabzon hurmalı su kefirinin yüksek duyuşal analiz puanının yanı sıra analizlerde elde edilen sonuçlar ile iyi bir su kefir çeşidi olabileceğı düşünülmektedir. İğdeli su kefirlerinde antioksidan kapasite ve TPC biyoerişilebilirlik değeri­lerinin diğer örneklerden çok yüksek olması bu alanda daha ayrıntılı çalışmalar yapılmasına merak uyandıracak niteliktedir.

Yapılan çalışmalarda su pH değeri ile ilgili elde edilen veriler su kefir üretiminde kullanılacak suyun özellikleri ile ilgili bilgi vermektedir. Su pH değeri ile ilgili analiz sonuçlarına bakıldığında 8,5 pH değeri­nin LAB, AAB, ve maya gelişmesini baskıladığı görülmektedir. Ayrıca LAB sayısının tüm kefir çeşitlerinde 7,5 pH’da su ile kurulan örneklerde daha yüksek olduğu görülmektedir. Sindirim öncesi antioksidan kapasitesi miktarında da en yüksek sonuçlar 7,5 pH ile kurulan su kefirlerinde tespit edilmiştir. TPC ve TFC değeri­leri için de yakın durumlar söz konusudur. pH değeri 7,5 olan suyun su kefir üretimi için, daha iyi bir ortam oluşmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Substrattaki bal ve şeker değışkenlerinin su kefirleri üzerindeki etkisi incelendiğinde, ballı örneklerde şekerli örneklere göre AAB sayısının daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Bal aynı zamanda biyoerişilebilirlik açısından da şeker­e göre daha iyi bir alternatif olduğunu göstermiştir. Sindirim öncesi ve sonrası en yüksek antioksidan kapasite değeri­leri ballı örneklerde tespit edilmiştir. Yine aynı şekilde TPC değeri­leri incelendiğinde ballı örneklerde sindirim öncesi ve sindirim sonrası değeri­lerin ballı örneklerde şekerli örneklerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Balın biyoerişilebilirlik üzerindeki bu pozitif etkisinin başka çalışmalarda kullanılmasına olanak sağlayabilecek nitelikte olduğu düşünülmektedir. Diğer bir açıdan ballı

numuneler duyusal olarak şekerli numunelerden daha düşük değerlendirme puanını sahip olduğu için balın su kefir üretiminde kullanılması durumunda reçetenin duyusal açıdan ayrıntılı bir değerlendirme ile geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

- Alsayadi, M., Jawfi, Y. A., Belarbi, M., Soualem-Mami, Z., Merzouk, H., Sari, D. C., Sabri, F. ve Ghalim, M.** (2014) "Evaluation of Anti-Hyperglycemic and Anti-Hyperlipidemic Activities of Water Kefir as Probiotic on Streptozotocin-Induced Diabetic Wistar Rats", *Journal of Diabetes Mellitus*, 04(02), 85-95.
- Arvaniti, O. S., Samaras, Y., Gatidou, G., Thomaidis, N. S. ve Stasinakis, A. S.** (2019) "Review on Fresh and Dried Figs: Chemical Analysis and Occurrence Of Phytochemical Compounds, Antioxidant Capacity and Health Effects", *Food Research International*, 119, 244-267.
- Aspri, M., Papademas, P. ve Tsaltas, D.** (2020) "Review on Non-Dairy Probiotics and Their Use in Non-Dairy Based Products", *Fermentation*, 6(1), 30.
- Barnes, M.** (2022) "Alternative Sweeteners for Cultivating Water Kefir Grains", *Honors Theses*.
- Batal, H. E., Hasib, A., Dehbi, F., Zaki, N., Ouattmane, A. ve Boulli, A.** (2016) "Assessment of Nutritional Composition of Carob Pulp (*Ceratonia Siliqua* L.) Collected From Various Locations in Morocco".
- Battle, I. ve Tous, J.** (1997) *Carob tree Ceratonia siliqua L.*
- Bueno, R. S., Ressutte, J. B., Hata, N. N. Y., Henrique-Bana, F. C., Guergoletto, K. B., de Oliveira, A. G. ve Spinosa, W. A.** (2021) "Quality and Shelf Life Assessment of a New Beverage Produced from Water Kefir Grains and Red Pitaya", *LWT*, 140, 110770.
- Butt, M. S., Sultan, M. T., Aziz, M., Naz, A., Ahmed, W., Kumar, N. ve Imran, M.** (2015) "Persimmon (*Diospyros kaki*) Fruit: Hidden Phytochemicals and Health Claims", *EXCLI journal*, 14, 542.
- Cai, Y., Sounderrajan, A. ve Serventi, L.** (2020) "Water Kefir: A Review of its Microbiological Profile, Antioxidant Potential and Sensory Quality", *Acta Scientifci Nutritional Health*, 4(6), 10-17.
- Corona, O., Randazzo, W., Miceli, A., Guarcello, R., Francesca, N., Erten, H., Moschetti, G. ve Settanni, L.** (2016) "Characterization of Kefir-Like Beverages Produced from Vegetable Juices", *LWT - Food Science and Technology*, 66, 572-581.

- Çapanoğlu, E., Beekwilder, J., Boyacıoğlu, D., Hall, R. ve de Vos, R.** (2008) “Changes in Antioxidant and Metabolite Profiles during Production of Tomato Paste”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(3), 964-973.
- Çevik, T., Aydoğdu, N. S., Özdemir, N. ve Kök Taş, T.** (2019) “The Effect of Different Sugars on Water Kefir Grains”, *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(sp1), 40.
- Darvishzadeh, P., Orsat, V. ve 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 (*Elaeagnus angustifolia*)”, *Food and Bioprocess Technology*, 14(2), 248-260.
- Davidović, S. Z., Miljković, M. G., Antonović, D. G., Rajilić-Stojanović, M. D. ve Dimitrijević-Branković, S. I.** (2015) “Water Kefir Grain as a Source of Potent Dextran Producing Lactic Acid Bacteria”, *Hemijaska Industrija*, 69(6), 595-604.
- Değirmencioglu, N.** (2020) “Su Kefiri: Kimyasal Bileşimi ve Sağlık Üzerindeki Etkileri”, 18.
- Dey, G.** (2018) “Non-dairy Probiotic Foods: Innovations and Market Trends”, Panda, S. K. and Shetty, P. H. (eds) *Innovations in Technologies for Fermented Food and Beverage Industries*. Cham, 159-173.
- Diniz, R. O., Garla, L. K., Schneedorf, J. M. ve Carvalho, J. C. T.** (2003) “Study of Anti-Inflammatory Activity of Tibetan Mushroom, a Symbiotic Culture of Bacteria and Fungi Encapsulated into a Polysaccharide Matrix”, *Pharmacological Research*, 47(1), 49-52.
- Dinnella, C., Minichino, P., D’Andrea, A. M. ve Monteleone, E.** (2007) “Bioaccessibility and Antioxidant Activity Stability of Phenolic Compounds from Extra-Virgin Olive Oils during In Vitro Digestion”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(21), 8423-8429.
- Domínguez Díaz, L., Dorta, E., Maher, S., Morales, P., Fernández-Ruiz, V., Cámara, M. ve Sánchez-Mata, M.-C.** (2020) “Potential Nutrition and Health Claims in Destringed Persimmon Fruits (*Diospyros kaki* L.), Variety ‘Rojo Brillante’, PDO’Ribera del Xúquer””, *Nutrients*, 12(5), 1397.
- Dwiloka, B., Rizqiati, H. ve Setiani, B. E.** (2020) “Physicochemical and Sensory Characteristics of Green Coconut (*Cocos nucifera* L.) Water Kefir”, *International Journal of Food Studies*, 9(2), 346-359.
- Farzaei, M. H., Bahramsoltani, R., Abbasabadi, Z. ve Rahimi, R.** (2015) “A Comprehensive Review on Phytochemical and Pharmacological Aspects of *Elaeagnus Angustifolia* L.”, *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 67(11), 1467-1480.

- Fels, L., Jakob, F., Vogel, R. F. ve Wefers, D.** (2018) "Structural Characterization of the Exopolysaccharides from Water Kefir", *Carbohydrate Polymers*, 189, 296-303.
- Fiorda, F. A., de Melo Pereira, G. V., Thomaz-Soccol, V., Rakshit, S. K., Pagnoncelli, M. G. B., Vandenberghe, L. P. de S. ve Soccol, C. R.** (2017) "Microbiological, Biochemical, and Functional Aspects of Sugary Kefir Fermentation - A review", *Food Microbiology*, 66, 86-95.
- George, A. P. ve Redpath, S.** (2008) "Health and Medicinal Benefits of Persimmon Fruit: a Review", 6.
- Gökbulut, İ.** (2014) "Volatile Composition, Antimicrobial and Antioxidant Properties of Different Parts from *Elaeagnus angustifolia* L.", *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 17(6), 1187-1202.
- Gulitz, A., Stadie, J., Wenning, M., Ehrmann, M. A. ve Vogel, R. F.** (2011) "The Microbial Diversity of Water Kefir", *International Journal of Food Microbiology*, 151(3), 284-288.
- Güzel Seydim, Z. B., Gökırmaklı, Ç. ve 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.
- Hsieh, H.-H., Wang, S.-Y., Chen, T.-L., Huang, Y.-L. ve Chen, M.-J.** (2012) "Effects of Cow's and Goat's Milk as Fermentation Media on the Microbial Ecology of Sugary Kefir Grains", *International Journal of Food Microbiology*, 157(1), 73-81.
- Jiménez-Sánchez, C., Lozano-Sánchez, J., Marti, N., Saura, D., Valero, M., Segura-Carretero, A. ve Fernández-Gutiérrez, A.** (2015) "Characterization of Polyphenols, Sugars, and Other Polar Compounds in Persimmon Juices Produced under Different Technologies and Their Assessment in Terms of Compositional Variations", *Food Chemistry*, 182, 282-291.
- Kazakos, S., Mantzourani, I., Nouska, C., Alexopoulos, A., Bezirtzoglou, E., Bekatorou, A., Plessas, S. ve Varzakas, T.** (2016) "Production of Low-Alcohol Fruit Beverages Through Fermentation of Pomegranate and Orange Juices with Kefir Grains", *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 4(1), 19-26.
- Kebler, L. F.** (1921) "California Bees", *The Journal of the American Pharmaceutical Association* (1912), 10(12), 939-943.
- Kim, I.-D., Lee, J.-W., Kim, S.-J., Cho, J.-W., Dhungana, S. K., Lim, Y.-S. ve Shin, D.-H.** (2014) "Exogenous Application of Natural Extracts of Persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) can Help in Maintaining Nutritional and Mineral Composition of Dried Persimmon", *African Journal of Biotechnology*, 13(22).

- Laureys, D., Aerts, M., Vandamme, P. ve De Vuyst, L.** (2018) “Oxygen and Diverse Nutrients Influence The Water Kefir Fermentation Process”, *Food Microbiology*, 11.
- Laureys, D., Aerts, M., Vandamme, P. ve De Vuyst, L.** (2019) “The Buffer Capacity and Calcium Concentration of Water Influence the Microbial Species Diversity, Grain Growth, and Metabolite Production During Water Kefir Fermentation”, *Frontiers in Microbiology*, 10, 2876.
- Laureys, D. ve De Vuyst, L.** (2016) “The Water Kefir Grain Inoculum Determines the Characteristics of the Resulting Water Kefir Fermentation Process”, *Journal of Applied Microbiology*, 122(3), 719-732.
- Laureys, D., Leroy, F., Hauffman, T., Raes, M., Aerts, M., Vandamme, P. ve De Vuyst, L.** (2021) “The Type and Concentration of Inoculum and Substrate as Well as the Presence of Oxygen Impact the Water Kefir Fermentation Process”, *Frontiers in Microbiology*, 12, 628599.
- Laureys, D. ve Vuyst, L. D.** (2014) “Microbial Species Diversity, Community Dynamics, and Metabolite Kinetics of Water Kefir Fermentation”, *Applied and Environmental Microbiology*, 80(8), 9.
- Lynch, K. M., Wilkinson, S., Daenen, L. ve Arendt, E. K.** (2021) “An Update on Water Kefir: Microbiology, Composition and Production”, *International Journal of Food Microbiology*, 345, 109128.
- Magalhães, K. T., de M. Pereira, G. V., Dias, D. R. ve Schwan, R. F.** (2010) “Microbial Communities and Chemical Changes During Fermentation of Sugary Brazilian Kefir”, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 26(7), 1241-1250.
- Marsh, A. J., O’Sullivan, O., Hill, C., Ross, R. P. ve Cotter, P. D.** (2013) “Sequencebased Analysis of the Microbial Composition of Water Kefir from Multiple Sources”, *FEMS Microbiol Lett*, 7.
- Martínez-Torres, A., Gutiérrez-Ambrocio, S., Heredia-del-Orbe, P., Villa-Tanaca, L. ve Hernández-Rodríguez, C.** (2017) “Inferring The Role of Microorganisms in Water Kefir Fermentations”, *International Journal of Food Science & Technology*, 52(2), 559-571.
- Miceli, N., Trovato, A., Dugo, P., Cacciola, F., Donato, P., Marino, A., Bellinghieri, V., La Barbera, T. M., Güvenç, A. ve Taviano, M. F.** (2009) “Comparative Analysis of Flavonoid Profile, Antioxidant and Antimicrobial Activity of the Berries of *Juniperus communis* L. var. *communis* and *Juniperus communis* L. var. *saxatilis* var. from Turkey”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(15), 6570-6577.
- Miguel, M. G. da C. P., Cardoso, P. G., Magalhães, K. T. ve Schwan, R. F.** (2011) “Profile of Microbial Communities Present in Tibico (Sugary Kefir) Grains from Different Brazilian States”, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27(8), 1875-1884.

- Milci, S. ve Yaygın, H.** (2004) “Elektrik İletkenliği Ölçüm Tekniğinin Süt Teknolojisindeki Uygulama Alanları”, 5.
- Minekus, M., Alming, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T., Bourlieu, C., Carrière, F., Boutrou, R., Corredig, M. ve Dupont, D.** (2014) “A Standardised Static In Vitro Digestion Method Suitable for Food–An International Consensus”, *Food & function*, 5(6), 1113-1124.
- Moretti, A. F., Moure, M. C., Quiñoy, F., Esposito, F., Simonelli, N., Medrano, M. ve 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.
- Özcan, M. M., Arslan, D. ve Gökçalık, H.** (2007) “Some Compositional Properties and Mineral Contents of Carob (*Ceratonia Siliqua*) Fruit, Flour and Syrup”, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58(8), 652-658.
- Ortega, N., Macia, A., Romero, M.-P., Trullols, E., Morello, J.-R., Angles, N. ve Motilva, M.-J.** (2009) “Rapid Determination of Phenolic Compounds and Alkaloids of Carob Flour by Improved Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(16), 7239-7244.
- Özçelik, F., Kınık, O. ve Akan, E.** (2021) “Use of Cornelian Cherry, Hawthorn, Red Plum, Roseship and Pomegranate Juices in The Production of Water Kefir Beverages”, *Food Bioscience*, 9.
- Paiva, I. M. de, Steinberg, R. da S., Lula, I. S., Souza-Fagundes, E. M. de, Mendes, T. de O., Bell, M. J. V., Nicoli, J. R., Nunes, Á. C. ve Neumann, E.** (2016) “Lactobacillus kefirianofaciens and Lactobacillus satsumensis Isolated from Brazilian Kefir Grains Produce Alpha-Glucans that are Potentially Suitable for Food Applications”, *LWT - Food Science and Technology*, 72, 390-398.
- Papaefstathiou, E., Agapiou, A., Giannopoulos, S. ve Kokkinofa, R.** (2018) “Nutritional Characterization of Carobs and Traditional Carob Products”, *Food Science & Nutrition*, 6(8), 2151-2161.
- Patel, S. H., Tan, J. P., Börner, R. A., Zhang, S. J., Priour, S., Lima, A., Ngom-Bru, C., Cotter, P. D. ve Duboux, S.** (2022) “A temporal View of the Water Kefir Microbiota and Flavour Attributes”, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 80, 103084.
- Pidoux, M.** (1989) “The Microbial Flora of Sugary Kefir Grain (The Gingerbeer Plant): Biosynthesis of the Grain from *Lactobacillus hilgardii* Producing a Polysaccharide Gel”, *MIRCEN Journal of Applied Microbiology and Biotechnology*, 5(2), 223-238.

- Pu, F., Ren, X.-L. ve Zhang, X.-P.** (2013) “Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Fruits of Six Diospyros Kaki Genotypes”, *European Food Research and Technology*, 237(6), 923-932.
- Randazzo, W., Corona, O., Guarcello, R., Francesca, N., Germanà, M. A., Erten, H., Moschetti, G. ve Settanni, L.** (2016) “Development of New Non-Dairy Beverages from Mediterranean Fruit Juices Fermented with Water Kefir Microorganisms”, *Food Microbiology*, 54, 40-51.
- Reiß, J.** (1990) “Metabolic Activity of Tibi Grains”, *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, (191), 462-465.
- Shamala, T. R., Shri Jyothi, Y. ve Saibaba, P.** (2000) “Stimulatory Effect of Honey on Multiplication of Lactic Acid Bacteria under In Vitro and In Vivo Conditions”, *Letters in Applied Microbiology*, 30(6), 453-455.
- Stadie, J., Gultiz, A., Ehrmann, M. A. ve Vogel, R. F.** (2013) “Metabolic Activity and Symbiotic Interactions of Lactic Acid Bacteria and Yeasts Isolated from Water Kefir”, *Food Microbiology*, 35(2), 92-98.
- St-Gelais, D., Champagne, C. P., Erepmoc, F. ve Audet, P.** (1995) “The Use of Electrical Conductivity to Follow Acidification of Dairy Blends”, *International Dairy Journal*, 5(5), 427-438.
- Svensson, U. K.** (1994) “Starter Culture Characterization by conductance Methods”, *Journal of Dairy Science*, 77(12), 3516-3523.
- Tardugno, R., Gervasi, T., Nava, V., Cammilleri, G., Ferrantelli, V. ve Cicero, N.** (2021) “Nutritional and Mineral Composition of Persimmon Fruits (*Diospyros kaki* L.) from Central and Southern Italy”, *Natural Product Research*, 1-6.
- Tu, C., Azi, F., Huang, J., Xu, X., Xing, G. ve Dong, M.** (2019) “Quality and Metagenomic Evaluation of a Novel Functional Beverage Produced from Soy Whey Using Water Kefir Grains”, *LWT*, 113, 108258.
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas-Barberá, E. ve Pérez-Álvarez, J. A.** (2011) “Antioxidant Properties of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Bagasses Obtained as Co-Product in the Juice Extraction”, *Food Research International*, 44(5), 1217-1223.
- Waldherr, F. W., Doll, V. M., Meißner, D. ve Vogel, R. F.** (2010) “Identification and Characterization of a Glucan-Producing Enzyme from *Lactobacillus hilgardii* TMW 1.828 Involved in Granule Formation of Water Kefir”, *Food Microbiology*, 27(5), 672-678.
- Wang, Y., Guo, T., Li, J. Y., Zhou, S. Z., Zhao, P. ve Fan, M. T.** (2013) “Four Flavonoid Glycosides from the Pulps of *Elaeagnus angustifolia* and their Antioxidant Activities”, *Advanced Materials Research*, 756-759, 16-20.

- Yokoi, H. ve Watanabe, T.** (1992) “Optimum Culture Conditions for Production of Kefiran by *Lactobacillus* sp. KPB-167B Isolated from Kefir Grains”, *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 74(5), 327-329.
- Yüce, H.** (2015) Su Kefiri Taneleri İle Fermente Edilen Vişne, Nar Ve Üzüm Suyunun Antioksidan Profili, Miktarı Ve İn-vitro Biyoerişilebilirliğinde Meydana Gelen Değişimler. İTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yücel Şengün, İ. ve Kılıç, G.** (2016) “Isolation, Identification and Current Taxonomy of Acetic Acid Bacteria”, *Biological Diversity and Conservation*, 9(1), 154-162.
- Zarei, M., Fazlara, A. ve Tulabifard, N.** (2019) “Effect of Thermal Treatment on Physicochemical and Antioxidant Properties of Honey”, *Heliyon*, 5(6), e01894.
- Zhishen, J., Mengcheng, T. ve Jianming, W.** (1999) “The Determination of Flavonoid Contents in Mulberry and their Scavenging Effects on Superoxide Radicals”, *Food Chemistry*, 64(4), 555-559.
- Zhu, B.-J., Zayed, M. Z., Zhu, H.-X., Zhao, J. ve Li, S.-P.** (2019) “Functional Polysaccharides of Carob Fruit: A Review”, *Chinese Medicine*, 14(1), 1-10.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Meltem ŞENTÜRK

Doğum Tarihi ve Yeri : -

E-posta : -

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2004, Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2004 Göktürk Baharat A.Ş. - Kalite Mühendisi
- 2004 – 2006 Pelit Çikolata Ltd. Şti. – Arge Mühendisi
- 2007 – 2008 Tat Konserve Gıda San. A.Ş. – Kalite Sorumlusu
- 2010 – 2012 Unpa Pastaneleri Ltd. Şti. – Kalite Güvence Müdürü
- 2012 – Milli Eğitim Bakanlığı – Laboratuvar Hiz. Alan Öğretmeni