



## Current Approach to Antioxidant-Enriched Kefir Samples

Merve Güneş<sup>1,a,\*</sup>, Murat Gökgöz<sup>2,b</sup>

<sup>1</sup>Department of Biochemistry, Faculty of Veterinary Medicine, Kırıkkale University, Kırıkkale, Türkiye

<sup>2</sup>Department of Nutrition and Dietetics, Faculty of Health Sciences, Kırıkkale University, Kırıkkale, Türkiye

\*Corresponding author

### Review

#### History

Received: 14/03/2024

Accepted: 08/07/2024

### ABSTRACT

One of the factors that threaten our health today is oxidative stress. The uncontrolled increase of free radicals in our body causes many diseases. To prevent this increase, the antioxidant defense system should be supported. In addition to a healthy and balanced diet, the use of natural and synthetic supplements taken orally is also among the recommendations. However, antioxidants in the synthetic category are not preferred because they have harmful effects on health. As a functional food, kefir supports the body's antioxidant defense thanks to the probiotic bacteria and yeast it contains. Kefir is also a fermented milk product, the beneficial properties of which can be enhanced by the addition of various ingredients. Cereals, legumes, various vegetables and fruits and their by-products (peel, pulp, seeds, etc.) are used as enrichment materials. Studies in this context have increased recently and interesting results have been obtained. Current studies have reported that the seeds of fruits such as grapes, pomegranates and rose hips, orange and mango peels, vegetables such as spinach and cabbage, and some legumes are added to kefir due to the bioactive compounds and antioxidant properties they contain. Looking at the literature, it has been reported that the ability to scavenge DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) and ABTS (2,2-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)) radicals, FRAP (ability to reduce ferric tripyridyltriazine to ferrous tripyridyltriazine) and CUPRAC (ability to reduce cupric-neocuprine to cuprous-neocuprine) analysis results, total phenolic compound amount and bowel functions were found to be higher compared to the control group. From these data, it was concluded that the nutritional components added to kefir have the potential to increase antioxidant capacity against oxidative stress.

**Keywords:** Antioxidant, Fermentation, Functional Food, Kefir

## Antioksidan Özelliği Zenginleştirilmiş Kefir Örneklerine Güncel Yaklaşım

#### Süreç

Geliş: 14/03/2024

Kabul: 08/07/2024

### Öz

Günümüzde sağlığımızı tehdit eden faktörlerden birisi de oksidatif strestir. Serbest radikallerin vücudumuzda kontrolsüz artışı birçok rahatsızlığa sebep olmaktadır. Bu artışı önlemek için antioksidan savunma sistemi desteklenmelidir. Sağlıklı ve dengeli beslenmeye ek olarak oral olarak alınan doğal ve sentetik takviye kullanımı tavsiyeler arasındadır. Fakat sentetik kategorisindeki antioksidanlar sağlığa zararlı etkileri de bulunduğu için tercih edilmemektedir. Fonksiyonel bir besin olarak kefir, içerdiği probiyotik bakteri ve mayalar sayesinde vücudun antioksidan savunmasını destekler. Kefir aynı zamanda çeşitli bileşenlerin eklenmesiyle faydalı özelliklerini geliştirebileceğimiz fermente bir süt ürünüdür. Tahıllar, baklagiller, çeşitli sebze-meyve ve bunların yan ürünleri (kabuk, posa, çekirdek vb.) zenginleştirme materyali olarak kullanılmaktadır. Bu bağlamda yapılan çalışmalar son zamanlarda artmış ve ilgi çekici sonuçlar elde edilmiştir. Yapılan güncel çalışmalarda içerdikleri biyoaktif bileşikler ve antioksidan özelliklerinden dolayı üzüm, nar, kuşburnu gibi meyvelerin çekirdekleri, portakal ve mango kabukları, ıspanak, lahanaya gibi sebzeler ve bazı baklagillerin kefire eklendikleri rapor edilmiştir. Sonuçlara bakıldığında kontrol grubuna kıyasla DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) ve ABTS (2,2-azino-bis (3-etilbenzothiazollin-6-sulfonik asit)) radikallerini süpürme yeteneğinin, FRAP (ferröz tripiridiltriiazini indirgeme yeteneği) ve CUPRAC (kuprik-neokuprinin, kupröz-neokuprine indirgeme yeteneği) analiz sonuçlarının, toplam fenolik bileşik miktarının ve bağırsak fonksiyonlarının daha yüksek bulunduğu rapor edilmiştir. Bu verilerden kefire eklenen besin bileşenlerinin oksidatif strese karşı antioksidan kapasiteyi artırıcı potansiyeli olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Antioksidan, Fermantasyon, Fonksiyonel Gıda, Kefir

#### Copyright



This work is licensed under  
Creative Commons Attribution 4.0  
International License

<sup>a</sup> [mervebent97@gmail.com](mailto:mervebent97@gmail.com)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9055-0369>

<sup>b</sup> [muratgokgoz@yahoo.com](mailto:muratgokgoz@yahoo.com)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0003-4451-6116>

**How to Cite:** Güneş M, Gökgöz M (2024) Current Approach to Antioxidant-Enriched Kefir Samples, Journal of Health Sciences Institute, 9(2): 261-266

### Giriş

Beslenme, hayatın her alanında karşımıza çıkan ve bizi her yönüyle etkileyen bir eylemdir. Toplumda sağlıklı beslenmeye olan ilgi ve bilinç gün geçtikçe artmaktadır. Bu alanda dikkat çeken bir kategori olan probiyotik ürünlerin sağlığa etkileri yadsınamayacak düzeydedir. Probiyotik özellik taşıyan besinler laktik asit bakterilerince zengindir. Bu bakteriler hastalıklara karşı korunmada ve tedavi sürecinde etkin rol oynayarak ölüm oranlarını

azaltmaktadır. Gastrointestinal sistemimizin doğal florasında bulunurlar fakat dış etkenlerle sayılarında ve etkinliklerinde azalmalar meydana gelmektedir. Bu sebeple oral olarak takviye edilmelidir (Shiby ve Mishra, 2013; Kukhtyn ve ark., 2018). Fermente süt ürünleri probiyotik kapasitesi yüksek içeceklerdir. Sindirimi iyileştirilmesi, laktöz intoleransına alternatif bir seçenek olması, plazma glikoz kontrolü sağlama, antihipertansif, antioksidan, anti-

alerjenik, antikanser özelliklere sahip olması son yıllarda araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Yoğurt, en çok tüketilen fermente süt ürünü olarak karşımıza çıkmaktadır. Fakat kefirin probiyotik kapasitesinin yoğurt ve süttten daha yüksek olduğu beyan edilmektedir (Farag ve ark., 2020; Demir ve Gürses, 2022).

Kefir, içerdiği nutrasotik ve aromatik bileşiklerin keşfedilmesiyle tüketimi artış gösteren bir içecektir. Kökeninin Kafkas Dağları'na dayandığı düşünülmektedir. Türk Gıda Kodeksi'ne göre (2022) kefir "Fermentasyonda, kefir danesine özgü karakteristik mikroorganizmalardan (*Lactobacillus kefir*, *Lactobacillus kefiranofaciens*, *Lactobacillus kefirgranum*) en az ikisini, laktozu fermente eden (*Kluyveromyces marxianus*) ve etmeyen mayaları (*Saccharomyces spp.*) zorunlu olarak içeren ve bunun yanında *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Acetobacter* ve benzeri bakteri cinslerine ait türler ile farklı maya türlerini de bulundurabilen kefir danelerinin veya starter kültürlerin kullanıldığı fermente süt ürünü" olarak tanımlanmaktadır. Mayalar ve bakterilerin faaliyetleri sonucu ortaya çıkan alkol ve asit türevleri (asetik asit, asetaldehit, etanol, karbondioksit, diasetil vb.) kefire özgü tadı ve köpüksü yapıyı verir (Brakucic ve ark., 2017; Ak, 2018; Demir ve Gürses, 2018).

Serbest radikallere maruziyetin artmasıyla oksidatif stres ortaya çıkmaktadır ve kronik hastalıklara yakalanma riski de artmaktadır. Vücudumuzda serbest radikallerin etkisini azaltmak için antioksidan maddelere ihtiyaç duyarız. Doğal ve sağlıklı besinler ihtiyacımız olan antioksidan kapasiteye ulaşmamızda bize yardımcı olmaktadır. Zengin fenolik bileşik içeren besinlerin güçlü antioksidanlar olduğu yapılan çalışmalarla saptanmıştır. Hem sütün hem de fermentasyon olayı sonrasında oluşan bileşenlerin faydalı özelliklerini bünyesinde barındıran kefir, bakteri ve mayaların da etkisiyle yüksek miktarda fenolik bileşiğe ve antioksidan kapasiteye sahip olduğunu göstermektedir. Oksidatif hasara sebep olan bileşenlerle etkileşime girerek aktifliğini azalttığı çalışmalarda saptanmıştır (Liu ve ark., 2005; Basiri, 2015; Yılmaz-Ersan ve ark., 2018; Perna ve ark., 2019). Son zamanlarda kefirin sahip olduğu bu faydalı özellikleri geliştirmek amacıyla kefire biyoaktif bileşenler eklenerek fonksiyonel besinler elde edilmektedir. Süt bazlı zenginleştirilmiş bu fonksiyonel ürünlerin antioksidan, antimikrobiyal özelliklerinin arttığı, probiyotik özelliği güçlendiği ve raf ömürlerinin uzadığı gözlemlenmiştir (Aiello ve ark., 2020; Kandyliari ve ark., 2023). Çalışmamızda kefirin antioksidan kapasitesi ve bu özelliklerin zenginleştirilmesi adına yapılan güncel araştırmaları incelemek amaçlanmıştır.

### **Kefirin Üretimi**

Kefir sıklıkla geleneksel veya ticari yöntemle üretilmektedir. Üretim, çeşitli sütlerin (inek, keçi, manda veya bitkisel sütler gibi) fermentasyonu sağlayacak mikroorganizmaları içeren maya ile aşılması temeline dayanır. Aşılana sütler 18-25°C sıcaklıkta 20-24 saat arası fermentasyona bırakılır. pH değeri 4,5-4,7 olduğunda işlem tamamlanır ve elde edilen kefirler 4°C'de muhafaza edilir. Geleneksel yöntemde kefir taneleri kullanılırken, ticari

yöntemde starter kültürler kullanılmaktadır. Kullanılan sütün çeşidi, tercih edilen yöntem, ortam sıcaklığı, fermentasyon süresi gibi birçok faktör kefirin yapısal, duysal, mikrobiyolojik ve fonksiyonel özelliklerini etkilemektedir (Barukcic ve ark., 2017; Ak, 2018; Atalar, 2019; Akdan ve ark., 2020; Akbulut-Ataman, 2020; Gürel ve ark., 2021).

### **Kefirin Fizikokimyasal ve Biyolojik Özellikleri**

Kefire ait spesifik özellikleri yüksek oranda sahip olduğu laktik asit bakterileri sağlamaktadır. Bu bakteriler sayesinde laktoz monomerlerine parçalanır ve çeşitli bileşikler (karbondioksit, diasetil, asetaldehit vb.) ortaya çıkar. Dolayısıyla sütün sindirimi kolaylaşır, laktoz intoleransı olan bireylerin tüketilebileceği bir forma dönüşür, bağırsak florasının iyileşmesine de katkıda bulunur. Kefire 'probiyotik' karakterini kazandıran yine laktik asit bakterileridir (Kezer, 2013; Shiby ve Mishra, 2013; Gürsoy ve ark., 2020). Kefir oluşumunda gerçekleşen fermentasyon sayesinde B1, B12, K vitaminleri, folik asit, kalsiyum, magnezyum ve amino asitlerin (özellikle triptofan) içeriği artmaktadır. Aynı zamanda fermentasyon olayı içeceğe uzun raf ömrü kazandırmaktadır (Farag ve ark., 2020; Carullo ve ark., 2022). Parlak görünümü, homojenize, acı ve köpüklü bir tekstüre sahip olan kefirin bileşiminde %1 süt asidi, %0.5-2.0 oranında etil alkol ve fermentasyon sonucu oluşan CO<sub>2</sub> molekülleri, %3-4 aralığında protein içeriği bulunmaktadır (Eryılmaz, 2018).

### **Kefirin Sağlığa Faydalı Özellikleri**

Kefir-sağlık ilişkisi çok yönlü ve çok çeşitli olarak karşımıza çıkmaktadır. İçerdiği triptofan aminoasidi, kalsiyum ve magnezyum mineralleri sinir sisteminde etkiliyken, laktik asitler ve biyoaktif peptitler antioksidan ve antimikrobiyal özellik göstermede etkilidir. Laktoferrin ve serum albümini sayesinde demir şelatlama özelliği kazanır ve inflamatuvar hastalıklara karşı koruyucu özellik gösterir (Liu ve ark., 2005; Eryılmaz, 2018, Aiello ve ark., 2020). Sütün fermente edilmesiyle C-reaktif protein sentezi azalır ve kardiyovasküler hastalık riskini düşürücü etki gösterir (Saadi ve ark., 2017). Kefir tanelerinden izole edilmiş *Lactobacillus plantarum* Lp27 bakterilerinin serum toplam kolesterol, LDL ve trigliserit miktarlarını düşürdüğü belirtilmiştir (Huang ve ark., 2013).

### **Kefirin Antioksidan Kapasitesi**

Oksidatif stres insan vücudunun yapı ve bileşenlerine zarar veren, serbest radikallerle tetiklenen bir durum olarak karşımıza çıkar. Bu durumdan korunmak için antioksidanlara başvurulmaktadır. Sentetik antioksidanlar toksik yapılarından, kanserojen etkilerinden dolayı tercih edilmemekte, insanlar doğal antioksidan kaynaklarına yönelmektedir. Bazı fermente içeceklerin antioksidan kapasitesi karşılaştırılmış ve süt bazlı ürünlerin daha yüksek performans gösterdiği belirtilmiştir. Bu özellikler ise sahip oldukları biyoaktif peptitlere atfedilmiştir (Moiseenko ve ark., 2021). Fermente ürünler arasındaki antioksidan farklar kullanılan sütün türü, yağ ve protein içeriği, canlı mikroorganizmaların oranları, kefir tanelerindeki enzim

çeşitliliği gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır. Koyun, deve, keçi ve inek sütünden elde edilen yoğurt ve kefirlerin antioksidan özellikleri yapılan DPPH ve ABTS radikallerini süpürme gücü, ferrik azaltıcı etkisi (FRAP) ve toplam fenolik içeriği analizleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak kefir örneklerinin yoğurtlara göre daha yüksek antioksidan etki gösterdiği saptanmıştır. Koyun ve deve sütüyle hazırlanan kefir ve yoğurt, keçi ve inek sütünün kullanıldığı ürünlerden daha yüksek antioksidatif etki göstermiştir (Baniasadi ve ark., 2022). Kefirin lipid peroksidatif inhibisyon kapasitesinin yüksekliği çalışmalarla saptanmıştır. Dolayısıyla literatüre baktığımızda kefir, antioksidan kapasitesi yüksek bir fermente süt ürünü olarak kabul edilmektedir (Liu ve ark., 2005; Yılmaz-Ersan ve ark., 2018; Perna ve ark., 2019).

Kefir, sütün içerdiği peyniraltı suyu proteinleri, kazein, aminoasit ve peptitler, A, C ve E vitaminleri, karotenoidler, laktik asit bakterileri ve enzimler gibi faydalı bileşenleri içermekte ve bunlar sayesinde antioksidan özelliğe sahip olmaktadır (Gürel ve ark., 2020). Aynı zamanda kefirde bulunan mayalar probiyotik özellik gösteren canlı mikroorganizmalar olarak kabul edilmektedir. Çeşitli fermente ürünlerden izole edilen 60 adet maya suşunun 19 tanesi mükemmel antioksidan aktivite göstermiştir. *Kluyveromyces marxianus* JYC2528 türündeki mayanın da antioksidan kapasitesi çalışmalar sonucu yüksek bulunmuştur (Hsu ve Chou, 2021). Kefirdeki laktik asit bakterilerinin de antioksidan kapasiteye etkisini araştırmak amacıyla kefir tanelerinden izole edilen bakteriler, soya ve yulaf sütünün fermentasyonunda kullanılmıştır. Sonuçlara göre bakteriler, mide asidi ve safra tuzlarına dayanıklı bulunarak probiyotik özelliğini korumuş ve sütlerin serbest radikalleri süpürücü etkisini artırmıştır (Aziz ve ark., 2023). İnek sütü ve eşek sütü kullanılarak üretilen kefirler, DPPH ve ABTS serbest radikallerine karşı benzer antioksidan aktivite göstermiştir. Şaşırtıcı olarak depolama süresince kefirlerin antioksidan kapasitesi daha da artmıştır. Bu durumun da yine laktik asit bakterileri ve mayaların proteolitik aktiviteleri sonucu ortaya çıkardığı biyoaktif peptitlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü antioksidan özelliğın artması ile yüksek proteoliz arasında bir ilişki olduğu sanılmaktadır (Aroua ve ark., 2023). İnek ve keçi sütünün peynir altı suları, kefir tanelerinden seçilen laktik asit bakterileri ile fermentasyona tabi tutularak bakterilerin antioksidan yetenekleri ve depolama koşullarının etkisi gözlemlenmiştir. Analizler sonucu fermente ürünlerin antioksidan özellikleri ve toplam fenolik bileşiklerı artmış, depolama sürecinde de bakterilerin proteolitik aktiviteleri yavaşlarsa da süreklilik göstermiştir (Biadafa ve Adzahan, 2021). Başka bir çalışmada ise peptitlerin bu işlevini kanıtlamak amacıyla koyun sütü optimize şartlarda *Lactobacillus plantarum* ile fermentasyona bırakılmıştır. Sürecin tamamlanmasından sonra peptitler saflaştırılarak karakterize edilmiştir ve bu biyoaktif peptitlerin antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri BIOPEP (biyoaktif peptitlerin veri tabanı)'de doğrulanmıştır. Dolayısıyla kefirin potansiyel bir antioksidan kaynağı olduğu bu yönüyle de doğrulanmıştır (Ashokbhai ve ark., 2022).

Kefir takviyesinin toksik bir metabolit olan zearalenon maddesinin etkisini hafifletme potansiyeli araştırılmıştır. Yapılan çalışmada günlük 200 µL kefir takviyesinin,

mikotoksin maruz bırakılan sıçanlarda antioksidan savunma sistemini geliştirdiği ve hepatoksisiteyi önlediği görülmüştür (Taheur ve ark., 2022). Başka bir in vivo çalışmada farelere günlük 0.3 mL/100 g kefir takviyesi yapılmış ve sonrasında ülser oluşturulmuştur. Mide lezyonlarının oluşmasında önemli faktör oynayan oksidatif stres kaynakları ile kefirde elde edilen 35 peptitin etkileşime girdiği saptanmıştır ve biyoaktif potansiyeli kanıtlanmıştır. Kefirin antioksidan savunmayı güçlendirdiği, oksidatif stresi ve inflamasyonu azalttığı gözlemlenmiştir (Côco ve ark., 2023). Yüksek yağlı diyet uygulanan sıçanlara 2-5 ml/gün keçi sütü kefir takviyesi edilmiş ve kontrol grubuna göre karaciğerdeki inflamasyon belirteçleri olan TNF-α (tümör nekroz faktörü-a), IL-6 (interlökin-6) ve MDA (malondialdehit) değerleri anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Yalnızca kefir takviyesi yapılan sıçanların ise yine kontrole göre antioksidan enzimler olan GSH (glutatyon) ve SOD (süperoksit dismutaz) seviyelerinin önemli ölçüde arttığı görülmüştür (Altamim ve ark., 2022). Sigara içen ve içmeyen bireylerde 6 hafta boyunca 200 ml/gün kefir takviyesi yapılmış ve yapılan analizler sonucu kefirin toplam antioksidan kapasitesini arttırdığı gözlemlenmiştir (Diken ve ark., 2022).

### **Kefirin Faydalı Özelliklerinin Geliştirilmesi**

Son zamanlarda kefir bazlı içeceklerin özelliklerini zenginleştirme çalışmalarına olan ilgi artmaktadır. Meyve ve bitkisel kaynaklı biyoaktif moleküller, tarımsal atık olarak değerlendirilen sap, tohum, kabuk gibi yan ürünler, çeşitli tahıllar ve posalar gibi birçok zenginleştirme materyali karşımıza çıkmaktadır (Aiello ve ark., 2020; Vicenssuto ve de Castro, 2020). Bakliyat yan ürünlerinin (kabuk ve çenek kısımları) prebiyotik potansiyeli taşıdığı, kefire eklendiğinde faydalı bakterilerin çoğalmasında etkili olduğu, polifenoller sayesinde toplam fenolik bileşik, flavonoid ve antioksidan aktiviteyi artırdığı görülmüştür (Saadi ve ark., 2017). Yenilikçi fonksiyonel bir besin üretmek amacıyla kefir bazlı lahana ve ıspanaklı smoothiler hazırlanmış ve sindirim süreci de değerlendirilmiştir. Besin değerlerinin zenginleştiği, lahanalı smoothie'nin toplam antioksidan kapasite, toplam fenolik içerik, DPPH, FRAP ve CUPRAC değerlerinin önemli ölçüde arttığı gözlemlenmiştir. In vitro gastrik sindirim sonrası ıspanaklı smoothie'nin daha yüksek toplam antioksidan ve toplam fenolik bileşik içerdiği, in vitro bağırsak sindirimi sonrasında da daha yüksek DPPH değerine sahip olduğu saptanmıştır. Karalahanalı örnek ise in vitro bağırsak sindirimi sonrasında daha yüksek FRAP değerine ulaşmıştır. Yani elde edilen ürün antioksidan açıdan zengin hale getirilmiştir (Yılmaz-Ersan ve ark., 2024). İlginç bir çalışma olarak Vimercati ve ark. (2020) kahve aromalı kefir üretimi gerçekleştirmiştir. Yağsız süt tozu, granül kahve ve şeker ilave edilen kefirlerin özellikleri incelenmiş, besin değerlerini olumlu etkilediği ve daha iyi antioksidan özelliklere sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Nar suyunun hem mayalanma aşaması hem de sonrasında kefire eklenmesiyle üretilen içeceğın duyuşal olarak yüksek puan aldığı ve yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu, farklı oranlarda kuşburnu marmelatı eklenen kefirin C vitamini miktarının arttığı, kapsüllenmiş formdaki böğürtlen suyunun kefire eklenmesi ile yapılan çalışmada,

eklenen miktara bağlı olarak antioksidan özelliklerini önemli ölçüde arttırdığı (ABTS ve DPPH radikallerini süpürme kapasitesi) ve antosiyanin içeriğini de zenginleştirdiği görülmüştür (Aiello ve ark., 2020; Demir ve Gürses, 2022; Travičić ve ark., 2023).

Beyaz üzüm çekirdeği ekstraktı, Sangiovese türü üzümün tohum ekstraktları gibi yan ürünler kefire eklenmiş ve bağırsak bariyerindeki inflamatuvar geçirgenliğini olumlu etkilediği, sindirim sürecinde de faydalı etkiler gösterdiği, toplam fenolik bileşik, total antioksidan kapasite ve DPPH değerlerinde sade kefire oranla ciddi artışlar olduğu belirtilmiştir (Carullo ve ark, 2020; 2022). Mavi acı bakla tohumlarının kefir tanesi ile aşılması ile elde edilen kefirin toplam fenolik içerik ve toplam flavonoid miktarlarında ciddi artışlar göstermesi, DPPH ve ABTS radikallerini temizlemesi, oksidatif strese karşı koruyucu potansiyeli olduğunu göstermektedir (Lopusiewicz ve ark., 2022). Nar kabuğu tozu ve deve sütünden elde edilen kefirde, mango kabuklarının fermentasyon aşamasında süte eklenerek elde edilen kefirde ve kuşburnu çekirdeği ile acı portakal kabuğu ekstraktlarıyla zenginleştirilen kefirde ABTS, DPPH ve FRAP analizleri olumlu sonuçlar vermiş, kontrol grubundan daha yüksek antioksidan özellik göstermiştir (Vicenssuto ve de Castro, 2020; Mortazavi ve ark., 2021; Kandyliari ve ark., 2023). Başka bir çalışmada ise eşek sütünden üretilen kefiirlere sulla balı ve biberiye yağı eklenmiş, en yüksek FRAP değerini sulla balı takviyesi vermiştir. Polifenol içeriği ve ABTS değerleri açısından ise biberiye yağı daha yüksek değerler göstermiştir (Perna ve ark, 2019). Lavanta, nane ve rezene uçucu yağlarının kapsüllenmiş formları kefiirlere eklenmiş ve antioksidan düzeyleri incelenmiştir. DPPH analizleri sonucu zenginleştirilmiş kefirlerin kontrol grubundan daha yüksek antioksidan özellik gösterdiği ve depolama sürecinde değerlerin zamanla düştüğü gözlemlenmiştir. Depolama süresince en yüksek antioksidan aktivite rezene içeren kefir örneğinde görülmüştür, daha sonra nane ve lavanta uçucu yağı örneği takip etmiş, en düşük değere sade kefir sahip olmuştur (Tita ve ark., 2022). Keçiyoynuzu yaprağı ekstrakte edilerek kefire eklenmiş ve toplam fenolik bileşik miktarı ile

DPPH, ABTS radikallerini süpürme gücü izlenmiştir. Ekstrakt miktarının artmasıyla toplam fenolik bileşik miktarı üç katına kadar artış göstermiş ve sonuçlar DPPH, ABTS analizleriyle de desteklenerek antioksidan özelliğinin arttığı saptanmıştır (Spizzirri ve ark., 2022). Moringa oleifera yaprak tozunun farklı oranlarda keçi sütüyle fermente edilmesi sonucu kefir elde edilmiş ve kontrol grubuna kıyasla toplam fenolik ve DPPH'ı arttırdığı görülmüştür (Wulansari ve ark., 2021).

Spesifik özelliklerini geliştirme amacıyla peynir altı suyu, süt, hurma özütü ve palmye özütünü belirli oranlarda karıştırarak farklı bir kefir içeriği tasarlanmıştır. Kabul edilebilir duyuşsal ve fizyokimyasal özelliklere sahip olduğu ve yüksek antioksidan aktivite gösterdiği (DPPH) beyan edilmiştir (M'hir ve ark., 2023). Başka bir formülasyon olarak soya sütü, Acromia aculeata (Jacq.) Lodd bitki tozu ve inülin takviyesi ile üretilen kefirin çeşitli analizleri yapılmış, ABTS analizi ve toplam fenolik bileşik içeriği sonucu yüksek antioksidan değere sahip olduğu belirtilmiştir (Silva ve ark., 2021). Liyofilize formdaki Arbutus unedo L. ve Tamarindus indica L. meyveleri, stevia, keşiş meyvesi özü, aspartam ve sakkaroz kullanılarak tatlandırılmış kefirde, fenolik bileşik miktarı ve çeşidinde önemli artış olduğu gösterilmiştir (Kulaksız Günaydı ve Ayar, 2022).

## Sonuç

Yapılan çalışmalar fermente süt ürünlerinin özellikle kefirin antioksidan özellik gösterdiğini, zenginleştirilmeye uygun bir baz olduğunu ve fonksiyonel besin olma potansiyelini taşıdığını doğrular niteliktedir (Çizelge 1.1 ve 1.2.). Faydalı özelliklerinin geliştirilmesinde kullanılan bileşenlerin çok açık bir yelpaze olması, literatüre yapılabilecek katkılar adına fikir sunmaktadır. İn vitro olarak yapılan bu analizlerin in vivo ve insan çalışmalarına taşınarak geliştirilmesi ve hastalıklara karşı koruyucu özelliklerin incelenmesi önerilmektedir. Oksidatif stresin risk faktörü olduğu birçok hastalıkta koruyucu ve tedavici özellikler göstermesi beklenen kefir ve kefir bazlı içeceklerin tüketiminin sıklaştırılması tavsiye edilebilir.

### Çizelge 1.1. Zenginleştirilmiş kefiirlere kullanılan materyaller ve bileşiminde meydana gelen değişiklikler

**Table 1.1. Materials used in enriched kefir and changes in its composition**

Zenginleştirme materyalleri	Meydana gelen değişiklikler	
Bakliyatların kabuk ve çenek kısımları	Prebiyotik özellik ve probiyotik bakterilerde artış toplam fenolik bileşik (TPC), falvanoid miktarında artış, antioksidan aktivite artışı	Saadi ve ark., 2017
Karalahana ve ıspanak	Toplam antioksidan kapasite (TAC) ve TPC artışı, Antioksidan aktivite artışı(DPPH, FRAP, CUPRAC)	Yılmaz-Ersan ve ark., 2024
Kahve, süt tozu, şeker	Antioksidan özelliklerde artış	Vimercati ve ark., 2020
Nar suyu	Duyuşsal özelliklerde artış, Antioksidan aktivitede artış	Aiello ve ark., 2020
Kuşburnu marmelatı	C vitamini miktarında artış	Demir ve Gürses, 2022
Kapsüllenmiş böğürtlen suyu	Antosiyanin miktarında artış, Antioksidan aktivite artışı (DPPH, ABTS)	Travičić ve ark., 2023
Beyaz üzüm çekirdeği ekstraktı	Antioksidan kapasitede artış, Sindirimi kolaylaştırma	Carullo ve ark, 2022
Sangiovese cv. Prina	Bağırsak florasında iyileşme, TPC ve TAC artışı, Antioksidan aktivite artışı (DPPH)	Carullo ve ark., 2020
Mavi acı bakla tohumları	TPC ve toplam flavonoid miktarında artış, Antioksidan aktivite artışı (DPPH, ABTS)	Lopusiewicz ve ark., 2022
Nar kabuğu tozu	Duyuşsal özelliklerin iyileşmesi, Antioksidan aktivite artışı (dpph, abts,frap)	Mortazavi ve ark., 2021
Mango kabukları	Antioksidan aktivite artışı (FRAP)	Vicenssuto ve de Castro, 2020
Kuşburnu çekirdeği ve acı portakal kabuğu ekstraktları	Antioksidan aktivite ve fenolik içerik artışı	Kandyliari ve ark., 2023



**Çizelge 1.2.** Zenginleştirilmiş kefirlerde kullanılan materyaller ve bileşiminde meydana gelen değişiklikler**Table 1.2.** Materials used in enriched kefir and changes in its composition

Zenginleştirme materyalleri	Meydana gelen değişiklikler	
Sulla balı ve biberiye yağı	Polifenol miktarında artış, Antioksidan aktivite artışı (abts,frap)	Perna ve ark., 2019
Kapsüllenmiş lavanta, nane ve rezene bitkilerinin uçucu yağları	Antioksidan aktivite artışı (DPPH)	Tita ve ark., 2022
Keçiboynuzu yaprağı ekstraktı	TPC'de artış, Antioksidan aktivite artışı (DPPH, ABTS)	Spizzirri ve ark., 2022
Moringa oleifera yaprak tozu	TPC'de artış, Antioksidan aktivite artışı (DPPH)	Wulansari ve ark., 2021
Peynir altı suyu, süt, hurma özütü ve palmye özütü	Antioksidan aktivite artışı (DPPH)	M'hir ve ark., 2023
Acromia aculeata (Jacq.) Lodd bitki tozu ve inülin	TPC'de artış, Antioksidan aktivite artışı (ABTS)	Silva ve ark., 2021
Liyofilize Arbutus unedo L. ve Tamarindus indica L. meyveleri, stevia, keşiş meyvesi özü, aspartam ve sakkaroz	Fenolik bileşik miktarı ve çeşidinde artış	Kulaksız Günaydı ve Ayar, 2022

**Çıkar Çatışması Bildirimi**

Makalede isimleri listelenen yazarların makalede sunulan veriler ve/veya makalenin konusu ile ilgili olarak herhangi bir kişi ya da kuruluş ile çıkar ilişkisi bulunmamaktadır.

**Kaynaklar**

- Aiello, F., Restuccia, D., Spizzirri, U. G., Carullo, G., Leporini, M., & Loizzo, M. R. (2020). Improving kefir bioactive properties by functional enrichment with plant and agro-food waste extracts. *Fermentation*, 6(3), 83. <https://doi.org/10.3390/fermentation6030083>
- Ak, G. (2018). Yenilebilir kıvamda üretilen meyveli kefirlerin fizikokimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Akbulut-Ataman, F. (2020). Laktozlu ve laktozsuz süttten kefir danesi ilavesiyle üretilen kefirlerle çilek püresi katılarak fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Akdan, C., Kınık, Ö., & İçier, F. (2020). Manda Sütü ve Diğer Süt Karışımlarıyla Üretilen Kefirlerin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39-50. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.775279>
- Altamimy, K. M., Alshammari, G. M., Yagoub, A. E. A., Albekairi, N. A., Alshehri, S., Saleh, A., & Yahya, M. A. (2022). Saudi Traditional Fermented Goat Milk Protects against Experimental Non-Alcoholic Fatty Liver Disease by Hypoglycaemic and Antioxidant Potentials. *Fermentation*, 8(12), 735. <https://doi.org/10.3390/fermentation8120735>
- Ashokbhai, J. K., Basaiawmoit, B., Sakure, A., Das, S., Patil, G. B., Mankad, M., & Hati, S. (2022). Purification and characterization of antioxidative and antimicrobial peptides from lactic-fermented sheep milk. *Journal of Food Science and Technology*, 59(11), 4262-4272. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05493-2>
- Atalar, I. (2019). Functional kefir production from high pressure homogenized hazelnut milk. *Lwt*, 107, 256-263. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.013>
- Aziz, T., Xingyu, H., Sarwar, A., Naveed, M., Shabbir, M. A., Khan, A. A., ... & Jalal, R. S. (2023). Assessing the probiotic potential, antioxidant, and antibacterial activities of oat and soy milk fermented with *Lactiplantibacillus plantarum* strains isolated from Tibetan Kefir. *Frontiers in Microbiology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1265188>
- Baniasadi, M., Azizkhani, M., Saris, P. E. J., & Tooryan, F. (2022). Comparative antioxidant potential of kefir and yogurt of bovine and non-bovine origins. *Journal of Food Science and Technology*, 59(4), 1307-1316. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05139-9>
- Barukčić, I., Gracin, L., Režek Jambrak, A., & Božanić, R. (2017). Comparison of chemical, rheological and sensory properties of kefir produced by kefir grains and commercial kefir starter. *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka*, 67(3), 169-176. <https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2017.0301>
- Basiri, S. (2015). Evaluation of antioxidant and antiradical properties of Pomegranate (*Punica granatum* L.) seed and defatted seed extracts. *Journal of food science and technology*, 52(2), 1117-1123. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1102-z>
- Biadała, A., & Adzahan, N. M. (2021). Storage Stability of Antioxidant in Milk Products Fermented with Selected Kefir Grain Microflora. *Molecules*, 26(11), 3307. <https://doi.org/10.3390/molecules26113307>
- Carullo, G., Governa, P., Spizzirri, U. G., Biagi, M., Sciuuba, F., Giorgi, G., ... & Restuccia, D. (2020). Sangiovese cv pomace seeds extract-fortified kefir exerts anti-inflammatory activity in an in vitro model of intestinal epithelium using caco-2 cells. *Antioxidants*, 9(1), 54. <https://doi.org/10.14674/IJFS-1758>
- Carullo, G., Spizzirri, U. G., Montopoli, M., Cocetta, V., Armentano, B., Tinazzi, M., ... & Restuccia, D. (2022). Milk kefir enriched with inulin-grafted seed extract from white wine pomace: chemical characterisation, antioxidant profile and in vitro gastrointestinal digestion. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(7), 4086-4095. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15724>
- Côco, L. Z., Aires, R., Carvalho, G. R., Belisário, E. D. S., Yap, M. K. K., Amorim, F. G., ... & Campagnaro, B. P. (2023). Unravelling the Gastroprotective Potential of Kefir: Exploring Antioxidant Effects in Preventing Gastric Ulcers. *Cells*, 12(24), 2799. <https://doi.org/10.3390/cells12242799>
- Demir, B., & Gürses, M. (2022). Determination of Antioxidant Activities of Rosehip Marmalade Added Kefir During Its Storage Process. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 12(2), 761-768. <https://doi.org/10.21597/jist.990056>
- Diken, H. O., Demirtas, B., & Kaya, H. K. (2022). Effects of kefir on paraoxanase activity (PON1), total antioxidant status (TAS), total oxidant status (TOS), and serum lipid profiles in smokers and non-smokers. *Food Science and Technology*, 42, e92721. <https://doi.org/10.1590/fst.92721>
- Eryılmaz, H. (2018). Farklı kefir kültürleri ve sütlerle elde edilen kefirlerin mineral içeriklerinin ve antioksidan özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Munzur Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tunceli.
- Farag, M. A., Jomaa, S. A., Abd El-Wahed, A., & R. El-Seedi, H. (2020). The many faces of kefir fermented dairy products: Quality characteristics, flavour chemistry, nutritional value, health benefits, and safety. *Nutrients*, 12(2), 346. <https://doi.org/10.3390/nu12020346>

- Gürel, D. B., Ildiz, M., Sabancı, S., Koca, N., Çağındı, Ö., & İçier, F. (2021). The Effect of Using Cow and Goat Milk on Antioxidant, Rheological and Sensory Properties of Kefir. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(1), 7-14. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i1.7-14.3330>
- Gürsoy, O., Kocatürk, K., Dal, H. Ö. G., Yakalı, H. N., & Yılmaz, Y. (2020). Physicochemical and rheological properties of commercial kefir drinks. *Akademik Gıda*, 18(4), 375-381. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.850881>
- Hsu, S. A., & Chou, J. Y. (2021). Yeasts in fermented food and kefir: in vitro characterization of probiotic traits. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences*, 31(2). <https://doi.org/10.36899/JAPS.2021.2.0245>
- Huang, Y., Wu, F., Wang, X., Sui, Y., Yang, L., & Wang, J. (2013). Characterization of *Lactobacillus plantarum* Lp27 isolated from Tibetan kefir grains: A potential probiotic bacterium with cholesterol-lowering effects. *Journal of Dairy Science*, 96(5), 2816-2825. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-6371>
- Kandyliari, A., Potsaki, P., Bousdouni, P., Kaloteraki, C., Christofilea, M., Almpounioti, K., ... & Koutelidakis, A. E. (2023). Development of Dairy Products Fortified with Plant Extracts: Antioxidant and Phenolic Content Characterization. *Antioxidants*, 12(2), 500. <https://doi.org/10.3390/antiox12020500>
- Kezer, G. (2013). İnek ve keçi sütü karışımından yapılan kefirlerin fizikokimyasal, mikrobiyal ve duyuşsal özellikleri üzerine yağ ikame maddelerinin etkisi. Yüksek Lisans Tezi Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Kukhtyn, M., Vichko, O., Horyuk, Y., Shved, O., & Novikov, V. (2018). Some probiotic characteristics of a fermented milk product based on microbiota of "Tibetan kefir grains" cultivated in Ukrainian household. *Journal of food science and technology*, 55, 252-257. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2931-y>
- Kulaksız Günaydı, Z. E., & Ayar, A. (2022). Phenolic compounds, amino acid profiles, and antibacterial properties of kefir prepared using freeze-dried *Arbutus unedo* L. and *Tamarindus indica* L. fruits and sweetened with stevia, monk fruit sweetener, and aspartame. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(8), e16767. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16767>
- Liu, J. R., Lin, Y. Y., Chen, M. J., Chen, L. J., & Lin, C. W. (2005). Antioxidative activities of kefir. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 18(4), 567-573. <https://doi.org/10.5713/ajas.2005.567>
- Łopusiewicz, Ł., Drozłowska, E., Trocer, P., Kwiatkowski, P., Bartkowiak, A., Gefrom, A., & Sienkiewicz, M. (2020). The effect of fermentation with kefir grains on the physicochemical and antioxidant properties of beverages from blue lupin (*Lupinus angustifolius* L.) seeds. *Molecules*, 25(24), 5791. <https://doi.org/10.3390/molecules25245791>
- M'hir, S., Ziadi, M., Mejri, A., & Ayed, L. (2023). Mixture of whey-milk and palm sap for novel kefir beverage using simplex-centroid mixture design. *Kuwait Journal of Science*, 50(4), 690-696. <https://doi.org/10.1016/j.kjs.2023.04.008>
- Moiseenko, K. V., Glazunova, O. A., Savinova, O. S., Ajibade, B. O., Ijabadeniyi, O. A., & Fedorova, T. V. (2021). Analytical characterization of the widely consumed commercialized fermented beverages from Russia (kefir and ryazhenka) and South Africa (amasi and mahewu): Potential functional properties and profiles of volatile organic compounds. *Foods*, 10(12), 3082. <https://doi.org/10.3390/foods10123082>
- Mortazavi, S. M., Jalali, H., & Ziaolhagh, S. (2021). Production of a probiotic camel milk enriched with pomegranate peel powder. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 16(6), 123-132. <https://doi.org/10.22067/ifstrj.v16i6.89179>
- Perna, A., Simonetti, A., & Gambacorta, E. (2019). Phenolic content and antioxidant activity of donkey milk kefir fortified with sulla honey and rosemary essential oil during refrigerated storage. *International Journal of Dairy Technology*, 72(1), 74-81. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12561>
- Saadi, L. O., Zaidi, F., Oomah, B. D., Haros, M., Yebra, M. J., & Hosseinian, F. (2017). Pulse ingredients supplementation affects kefir quality and antioxidant capacity during storage. *LWT*, 86, 619-626. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.011>
- Shiby, V. K., & Mishra, H. N. (2013). Fermented milks and milk products as functional foods—A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 53(5), 482-496. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.547398>
- Silva, J. C. D. M., Santana, R. V., Almeida, A. B. D., Takeuchi, K. P., & Egea, M. B. (2021). Changes in the Chemical, Technological, and Microbiological Properties of Kefir-Fermented Soymilk after Supplementation with Inulin and *Acrocomia aculeata* Pulp. *Applied Sciences*, 11(12), 5575. <https://doi.org/10.3390/app11125575>
- Spizzirri, U. G., Abduvakhidov, A., Caputo, P., Crupi, P., Muraglia, M., Oliviero Rossi, C., ... & Restuccia, D. (2022). Kefir enriched with carob (*Ceratonia siliqua* L.) leaves extract as a new ingredient during a gluten-free bread-making process. *Fermentation*, 8(7), 305. <https://doi.org/10.3390/fermentation8070305>
- Taheur, F. B., Mansour, C., Mechri, S., Skhiri, S. S., Jaouadi, B., Mzoughi, R., ... & Zouari, N. (2022). Does probiotic Kefir reduce dyslipidemia, hematological disorders and oxidative stress induced by zearalenone toxicity in wistar rats?. *Toxicol: X*, 14, 100121. <https://doi.org/10.1016/j.toxcx.2022.100121>
- Tița, O., Constantinescu, M. A., Tița, M. A., Opruța, T. I., Dabija, A., & Georgescu, C. (2022). Valorization on the Antioxidant Potential of Volatile Oils of *Lavandula angustifolia* Mill., *Mentha piperita* L. and *Foeniculum vulgare* L. in the Production of Kefir. *Applied Sciences*, 12(20), 10287. <https://doi.org/10.3390/app122010287>
- Travičić, V., Šovljanski, O., Tomić, A., Perović, M., Milošević, M., Četković, N., & Antov, M. (2023). Augmenting Functional and Sensorial Quality Attributes of Kefir through Fortification with Encapsulated Blackberry Juice. *Foods*, 12(22), 4163. <https://doi.org/10.3390/foods12224163>
- Türk Gıda Kodeksi, 2022. Fermente Süt Ürünleri Tebliği. Tarım ve Orman Bakanlığı. Tebliğ No: 2022/44
- Vicenssuto, G. M., & de Castro, R. J. S. (2020). Development of a novel probiotic milk product with enhanced antioxidant properties using mango peel as a fermentation substrate. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 24, 101564. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101564>
- Vimercati, W. C., da Silva Araújo, C., Macedo, L. L., Fonseca, H. C., Guimarães, J. S., de Abreu, L. R., & Pinto, S. M. (2020). Physicochemical, rheological, microbiological and sensory properties of newly developed coffee flavored kefir. *Lwt*, 123, 109069. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109069>
- Wulansari, P. D., Endah, S. R. N., Nofriyaldi, A., & Harmayani, E. (2021). Microbiological, chemical, fatty acid and antioxidant characteristics of goat milk kefir enriched with *Moringa oleifera* leaf powder during storage. *Food Science and Technology*, 42, e71621. <https://doi.org/10.1590/fst.71621>
- Yılmaz-Ersan, L., Ozcan, T., Akpınar-Bayizit, A., & Sahin, S. (2018). Comparison of antioxidant capacity of cow and ewe milk kefirs. *Journal of dairy science*, 101(5), 3788-3798. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13871>
- Yılmaz-Ersan, L., Ozcan, T., Usta-Gorgun, B., Ciniviz, M., Keser, G., Bengü, I., & Keser, R. A. (2024). Bioaccessibility and antioxidant capacity of kefir-based smoothies fortified with kale and spinach after in vitro gastrointestinal digestion. *Food Science & Nutrition*. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3917>