



Kahramanmaraş Sütçü İmam University Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 14.02.2025
Kabul Tarihi : 19.03.2025

Received Date : 14.02.2025
Accepted Date : 19.03.2025

HÜNNAP FENOLİK EKSTRAKTI İLAVESİNİN KEFİRLERİN BAZI FİZİKOKİMYASAL VE FİTOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

EFFECT OF JUJUBE PHENOLIC EXTRACT ADDITION ON KEFIRS SOME PHYSICOCHEMICAL AND PHYTOCHEMICAL PROPERTIES

Kader TOKATLI^{1*} (ORCID: 0000-0002-3837-0248)

Refia Esma ERKEN¹ (ORCID: 0009-0009-7943-1711)

Elif GÜVEN¹ (ORCID: 0009-0000-7763-7323)

Moutessim HASSAN ZİBER¹ (ORCID: 0009-0001-2578-7669)

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Tokat, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Kader TOKATLI, kader.tokatli@gop.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada hünnap fenolik ekstraktı ile zenginleştirilen kefirlerin bazı fizikokimyasal, fitokimyasal ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır. İnek sütü ve kefir mayası kullanılarak üretilen kefiirlere farklı oranlarda (%0, 0,1 ve 0,3) hünnap fenolik ekstraktı ilave edilmiş ve üretilen kefirlerin kuru madde, pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, renk (L^* , a^* ve b^*), toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite analizleri yapılmış ve duyuşal analizleri gerçekleştirilmiştir. Kefiirlere hünnap fenolik ekstraktı ilavesi pH ve titrasyon asitliğinde anlamlı bir değişim oluşturmamış, serum ayrılması değerinde azalma meydana getirmiştir. Kefiirlere ilave edilen hünnap fenolik ekstraktı konsantrasyonundaki artış örneklerin a^* değerlerinin düşmesine ve b^* değerlerinin artmasına neden olmuştur. Kefirlerin toplam fenolik madde miktarları 126,89-152,44 mgGAE/L arasında değişiklik göstermiş ve hünnap fenolik ekstraktı ilavesi örneklerin toplam fenolik madde miktarlarında artış sağlamıştır. Kefirlerin antioksidan aktivite değerleri ise TEAC yöntemi ile 19,56-19,80 mgTE/L ve FRAP yöntemi ile 40,14-72,08 mgTE/L olarak bulunmuştur. Hünnap fenolik ekstraktı ilavesi kefir örneklerinin TEAC ile ölçülen antioksidan kapasite değerlerinde anlamlı bir değişim oluşturmazken FRAP ile ölçülen antioksidan kapasite değerlerinde anlamlı bir değişim meydana getirmiştir. Yapılan duyuşal değerlendirme sonucunda kefirlerin kıvam, koku, görünüş ve genel kabul edilebilirlik değerleri istatistiksel olarak farklı bulunmamış, kefiirlere ilave edilen hünnap fenolik ekstraktı konsantrasyonunun artması örneklerin tat-lezzet puanının düşmesine neden olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hünnap, kefir, fonksiyonel ürün, antioksidan aktivite

ABSTRACT

This study aimed to determine and compare some physicochemical, phytochemical and sensory properties of kefir enriched with jujube phenolic extract. Jujube phenolic extract was added to kefir produced using cow's milk and kefir yeast at different rates (0, 0.1 and 0.3%) and dry matter, pH, titratable acidity, serum separation, color (L^* , a^* , and b^*), total phenolic substance and antioxidant capacity analyses of the produced kefir were analyzed, and sensory analyses were performed. Addition of jujube phenolic extract to kefir did not cause a significant change in pH and titratable acidity but caused a decrease in serum separation value. The increase in the concentration of jujube phenolic extract added to kefir caused a decrease in a^* values and an increase in b^* values of the samples. Total phenolic substance amounts of kefir varied between 126.89-152.44mgGAE/L and the addition of jujube phenolic extract provided an increase in the total phenolic substance amounts of the samples. The antioxidant activity values of kefir were found to be 19.56-19.80mgTE/L by TEAC method and 40.14-72.08mgTE/L by FRAP method. While the addition of jujube phenolic extract did not cause a significant change in the antioxidant capacity values of kefir samples measured by TEAC, it caused a significant change in the antioxidant capacity values measured by FRAP.

ToCite: TOKATLI, K., ERKEN, R. E., GÜVEN, E., & HASSAN ZİBER, M., (2025). HÜNNAP FENOLİK EKSTRAKTI İLAVESİNİN KEFİRLERİN BAZI FİZİKOKİMYASAL VE FİTOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28(2), 914-922.

As a result of the sensory evaluation, the consistency, odor, appearance, and general acceptability values of kefir were not found to be statistically different, and the increase in the concentration of jujube phenolic extract added to kefir caused a decrease in the taste-flavor scores of the samples.

Keywords: Jujube, kefir, functional product, antioxidant activity

GİRİŞ

Günümüzde, insan sağlığı üzerinde yararlı etki gösteren canlı mikroorganizmalar içeren probiyotik gıdalara olan ilgi artmaktadır. Bu durum fermente süt ürünlerinin tüketimindeki artışın nedenlerinden birini oluşturmaktadır. Bu fermente süt ürünlerinden biri de kefir. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde kefir; "Fermentasyonda spesifik olarak *Lactobacillus kefir*, *Leuconostoc*, *Lactococcus* ve *Acetobacter* cinslerinin değişik suşları ile laktozu fermente eden (*Kluyveromyces marxianus*) ve etmeyen mayaları (*Saccharomyces unisporus*, *S. cerevisiae* ve *S. exiguus*) içeren starter kültürler veya kefir tanelerinin kullanıldığı fermente süt ürünü" olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2022). Kefir üretimi geleneksel ve endüstriyel yöntem olmak üzere iki yöntem kullanılarak gerçekleştirilir. Bunlardan geleneksel yöntemde kefir daneleri kullanılırken; endüstriyel yöntemde mayalar ve laktik asit bakterilerini içeren liyofilize starter kültürler kullanılır (Otles ve Cagindi, 2003). Kefir üretiminde süt kullanıldığından sütün bileşiminde yer alan mineral maddeler, vitaminler, laktoz ve yağ gibi besin maddelerinin hepsini bileşiminde bulundurmaktadır. Bununla birlikte fermantasyon süresince meydana gelen laktozun parçalanması, bazı vitaminlerin sentezlenmesi ve proteinlerin parçalanması kefirin beslenme açısından değerinin artmasına katkı sağlamaktadır (Cesur, 2014).

Fenolik bileşikler, benzen halkasına bağlı olan bir veya daha fazla hidroksil ve fonksiyonel gruba sahip olan maddelerdir. Biyolojik aktivite göstermeleri, enzim inhibisyonuna neden olmaları ve insan sağlığı üzerine gösterdikleri olumlu etkileri nedeniyle önem taşımaktadır. Bitkisel gıdanın renk, lezzet ve burukluk gibi özelliklerini etkileyerek ürünün tat ve aromasına katkı sağlamaktadır (Saldamlı, 1998; Cemeroğlu vd., 2001). Bununla birlikte antioksidatif, antimikrobiyal, antienflamatuvar ve antiviral etki göstermeleri sebebiyle sağlık üzerinde potansiyel yararlı etki göstermektedir (Raccach, 1984; Kamboj vd., 2012; Ambriz-Pérez vd., 2016; Deveci vd., 2016).

Ülkemizde ılıman iklimin hâkim olduğu Aydın, Denizli ve Antalya gibi yerlerde yaygın olarak yetiştirilen Hünnap (*Zizyphus jujuba*) besin değeri açısından oldukça zengin bir içeriğe sahiptir (Kavas ve Dalkılıç, 2015). Hünnapın toplam fenolik bileşik miktarları, toplam flavonoid miktarları ve antioksidan kapasitesi farklı çalışmalarda ortaya konmuştur (Wojdyło vd., 2016; Yaşa, 2016; Özkan, 2017; Zhang vd., 2010; Küpcü, 2024). Wojdyło vd. (2016) 4 farklı hünnap türünde 10'u flavan-3-ol, 13'ü flavonol, 1'i flavanon ve 1'i de dihidrokalkon olmak üzere 25 farklı fenolik bileşik tanımlamış; Küpcü (2024) ise Hünnap fenolik ekstraktının kateşin, süksinik asit, siyanidin klorür, rosmarinik asit, salisilik asit, rutin, oksalik asit, kuersetin dihidrat ve kuersetin 3-Beta-D-glikozid başta olmak üzere pelargonidin HCL, M P kumarik asit 10-12, T-3-OH sinamik asit, pelargonin klorid, sinamik asit, ferulik asit ve vanilik asit içerdiğini bildirmiştir.

Tüketicilerin sağlıklı alternatiflere yönelmeleri nedeniyle gıdaların biyoaktif özellik gösteren bileşenlerce zenginleştirilmesine yönelik çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Cesur (2014) kurutulmuş turuncgil (mandalina, portakal ve limon) kabukları; Bengi (2022) propolis; Tita vd. (2022) uçucu yağlar; Ayçiçek vd. (2024) turuncu havuç karotenoidleri; Barazi ve Arslan (2024) taze ve kurutulmuş kara mürver meyvesi; Coşkun vd. (2024) ise zerdeçal ekstraktı ilave ederek fonksiyonel kefir üretimi gerçekleştirmişlerdir. Literatürde farklı bileşenler ilave edilerek kefir üretimlerini içeren çalışmalar mevcut olsa da hünnap fenolik ekstraktı ilaveli kefir üretimini içeren bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada fermente bir içecek olan kefirin antioksidan etki gösteren hünnap fenolik ekstraktı ile zenginleştirilerek yeni bir ürün geliştirilmesi ve bu yeni ürünün bazı fizikokimyasal ve fitokimyasal özellikleri ile duyuşal özelliklerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Kefir üretimleri için pastörize inek sütü (SEK, Türkiye) ve *Lactobacillus kefir*, *Lactobacillus kefiranoferiens subsp. kefiranoferiens*, *Lactobacillus okefiranoferiens subsp. kefirgranum*, *Lactobacillus parakefir*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Streptococcus thermophilus*,

Lactococcus lactis subsp. lactis, *Bifidobacterium bifidum*, *Kluyveromyces marxianus*, *Saccharomyces cerevisiae* içeren ticari kefir mayası (Sevdanem, Türkiye) kullanılmıştır. Hünnap fenolik ekstraktı olarak Küpcü (2024) tarafından hünnaptan geleneksel yöntem ile ekstrakte edilen Hünnap fenolik ekstraktı kullanılmıştır.

Metot

Kefir Üretimi

Kefir üretimi için 1L pastörize inek sütüne 0,5g ticari kefir kültürü inoküle edilmiş ve 25°C’de pH’sı 4,6 olana kadar inkübasyona devam edilmiştir. İnkübasyonu tamamlanan kefirler 24 saat 4°C’de bekletilmiş ardından homojenizasyon sonrasında 250mL’lik cam şişelere doldurulmuştur.

Üretilen kefirlerin üzerine ön denemelerle belirlenmiş olan konsantrasyonlarda (%0,1 ve %0,3) hünnap fenolik ekstraktı ilave edilerek homojenizasyon işlemi yapılmış ve analizlere kadar 4°C’de bekletilmiştir.

Hünnap fenolik ekstraktı ilave edilmemiş kefir örneği kontrol (K), %0,1 hünnap fenolik ekstraktı ilave edilmiş kefir 0,1HK ve %0,3 hünnap fenolik ekstraktı ilave edilmiş kefir 0,3HK olarak adlandırılmıştır. Analizler 1 tekerrür 3 paralel olarak yürütülmüştür.

Fizikokimyasal Analizler

Kuru Madde Tayini

Kefir örneklerinin kuru madde içerikleri gravimetrik olarak belirlenmiştir. Kefir örnekleri darası alınmış kurutma kaplarına yaklaşık 5’er gram tartılmış, 105°C’lik etüvde sabit tartıma gelinceye kadar bekletilmiştir. Bu süre sonunda kapların desikatörde soğuması sağlandıktan sonra ağırlıkları belirlenmiş ve yüzde (%) kuru madde miktarları hesaplanmıştır (AOAC, 1997).

pH Tayini

Kefir örneklerinin pH değeri WTW Inolab pH 7110 Set 2 (Almanya) model pH-metre kullanılarak ölçülmüştür (AOAC, 1995).

Titrasyon Asitliği Tayini

Kefir örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin belirlenmesi için belli miktarda kefir 0.1 N NaOH ile pH değeri 8.1’e ulaşmaya kadar titre edilmiş ve titrasyonda sarf edilen NaOH miktarı kullanılarak hesaplama yapılmış, sonuçlar %laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (AOAC, 1995).

Serum Ayrılması

50 ml’lik santrifüj tüplerinin darası alındıktan sonra tüplere 25g kefir örnekleri ilave edilmiştir. Tüpler 6000 d/dk’da 10 dk santrifüj edildikten sonra tüplerdeki serum kısmı uzaklaştırılıp çökelti kısmı tartılmıştır. Örneklerin serum ayrılması değerleri % olarak ifade edilmiştir (Mutluer Yalçın, 2021).

Renk

Kefir örneklerine ait renk değerleri Minolta Renk Ölçüm Cihazı (Chroma meter, CR-300, Japonya) kullanılarak gerçekleştirilmiş ve örneklerin L*, a* ve b* değerleri belirlenmiştir (Singh vd., 2005).

Fitokimyasal Analizler

Toplam Fenolik Madde

Örneklerin toplam fenolik madde miktarları spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. 1mL kefir örneği üzerine 5 mL folin ayracı ve 15 mL %20’lik NaHCO₃ ilave edilip ve 100 mL’ye tamamlanmış ve süzöldükten sonra 2 saat karanlık ortamda bekletilmiştir. 760 nm’de absorbans değerleri okunmuş ve sonuçlar mgGAE/L cinsinden verilmiştir (Franke vd., 2004).

Antioksidan Kapasite

Kefir örneklerinin antioksidan kapasiteleri TEAC ve FRAP yöntemleri ile belirlenmiştir.

TEAC: Stok çözelti, ABTS [2,2’-azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)] ve potasyum peroksidisülfat çözeltisinin (K₂O₈S₂) 12-16 saat karanlık ortamda oda sıcaklığında bekletilmesi ile; çalışma çözeltisi ise stok

çözeltilinin etil alkol ile 734 nm'de 0.700-0.800 absorbans değeri verecek şekilde seyreltilmesi ile hazırlanmıştır. Çalışma çözeltisi (3mL) üzerine örnek (300µL) ilave edilip karıştırılmış ve oda sıcaklığında 6 dakika karanlık bir ortamda bekletilmiş ve 734 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. Troloks standart olarak kullanılmış ve sonuçlar mgTE/L olarak verilmiştir (Re vd., 1999).

FRAP: 20µL örnek üzerine 2.98mL FRAP çözeltisi ilave edilip karıştırıldıktan sonra karanlık ortamda 30 dakika bekletilmiş ve absorbansları 593nm'de okunmuştur. Standart olarak Troloks kullanılmış ve sonuçlar mgTE/L örnek olarak verilmiştir (Benzie ve Strain, 1996).

Duyusal Değerlendirme

Kefir örnekleri 10 kişilik panelist grubu tarafından 10 puanlık skala üzerinden 1 en düşük, 10 en yüksek olacak şekilde kıvam, tat-lezzet, koku, görünüş ve genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan duyusal değerlendirme formu Şekil 1'de verilmiştir.

Panelistin adı soyadı:

Tarih:

Önünüzde 3 farklı kefir örneği bulunmaktadır. Kefir örneklerini tadarak tabloda belirtilmiş olan özelliklerini 10 puanlık skala üzerinden (1 en düşük, 10 en yüksek) değerlendiriniz.

Özellik	Örnek Kodu		
	E	K	R
Kıvam			
Tat-lezzet			
Koku			
Görünüş			
Genel kabul edilebilirlik			

Not: Her örneği tattıktan sonra, bir sonraki ürün tadımından önce ağızınızı su ile çalkalayınız.

Şekil 1. Kefirlerin Duyusal Değerlendirmesinde Kullanılan Duyusal Değerlendirme Formu

İstatistiksel Analiz

Kefir örneklerindeki fizikokimyasal ve fitokimyasal özellikler açısından örnekler arası farklılığı belirlemek amacıyla, SPSS 17.0 paket programı kullanılarak varyans analizi yapılmış ve anlamlı olanlara Duncan testi uygulanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kefirlere ait pH, titrasyon asitliği, kuru madde ve serum ayrılması değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Kefirlerin pH değerleri 4,42 ile 4,48 arasında değişiklik göstermiş, en düşük pH değeri kontrol örneğinde, en yüksek pH değeri ise 0,3HK örneğinde tespit edilmiştir. Bununla birlikte kefirler arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Çalışmamızla benzer şekilde Kulaksız Günaydı (2022) sükroz ile yapay tatlandırıcılar ekleyerek ürettiği meyveli kefirlerin pH'larını 4,19 ile 4,39 arasında; Barazi (2022) yarım yağlı UHT inek sütü kullanarak ürettiği kefirlerle taze mürveri %2 ve %4, kuru mürveri ise %1 ve %0,5 ilave ederek ürettiği kefirlerin pH değerlerini 4,25-4,37 arasında bulmuştur.

Tablo 1. Kefirlerin pH, TA, Kuru Madde ve Serum Ayrılması Değerleri ($\pm$ standart sapma)

Örnek	pH	Titrasyon asitliği, %laktik asit	Kuru madde, %	Serum ayrılması, %
Kontrol	4,42 $\pm$ 0,07 ^a	0,88 $\pm$ 0,20 ^a	11,14 $\pm$ 0,03 ^a	62,77 $\pm$ 1,13 ^a
0,1HK	4,47 $\pm$ 0,01 ^a	0,69 $\pm$ 0,04 ^a	11,10 $\pm$ 0,01 ^b	63,70 $\pm$ 0,66 ^{ab}
0,3HK	4,48 $\pm$ 0,01 ^a	0,85 $\pm$ 0,05 ^a	11,09 $\pm$ 0,01 ^b	64,50 $\pm$ 0,48 ^b

a-b-c aynı sütunda farklı harflere sahip ortalama değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$). **Kontrol**: Hünnap fenolik ekstraktı ilave edilmemiş kefir; **0,1HK**: %0,1 hünnap fenolik ekstraktı ilave edilmiş kefir; **0,3HK**: %0,3 hünnap fenolik ekstraktı ilave edilmiş kefir

Kefirlerin titrasyon asitliği değerleri %0,69- %0,88 (laktik asit cinsinden) arasında değişiklik göstermiştir. En düşük TA değeri 0,1HK örneğinde en yüksek TA değeri ise kontrol örneğinde tespit edilmiş, kefirler arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Gürsoy vd. (2020) 6 farklı marka ticari kefir örneğinin asitlik değerlerinin %0,71-%0,93 (%laktik asit) arasında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Barazi (2022) ise ürettiği kefire %2 ve %4 taze mürver ve %1 ve %0,5 kuru mürver ilave etmiş ve kefirlerin titrasyon asitliği değerlerini laktik asit cinsinden %0,78-1,09 olarak belirlemiştir.

Çalışmamızda kontrol örneğinin kuru madde değeri %11,14, 0,1HK örneğinin kuru madde değeri %11,10 ve 0,3HK örneğinin kuru madde değeri ise %11,09 olarak belirlenmiştir. Kontrol örneği ile hünnap ekstraktı ilave edilmiş kefir örneklerinin kuru madde değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Bununla birlikte 0,1HK ve 0,3HK örneklerinin kuru madde değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($p>0,05$). Çalışmamıza benzer olarak Songun (2016), %1 ve %2 inülin ilavesiyle inek-keçi sütü karışımı ile ürettiği kefirlerin kuru madde oranlarını %11,84-%13,53 arasında bulmuştur. Bengi (2022) ise çalışmamızda elde edilen sonuçlardan yüksek olarak kefiirlere farklı oranlarda propolis ilave ederek yaptığı çalışma kapsamında ürettiği kefirlerin en düşük kuru madde oranını %16,92, en yüksek kuru madde oranını ise %17,11 olarak tespit etmiştir.

Kefir örneklerinin serum ayrılması değerleri %62,77 ile %64,50 arasında belirlenmiştir. Kefir örneklerine ilave edilen hünnap fenolik ekstraktı konsantrasyonunun artması serum ayrılması değerlerinde artışa neden olmuştur. En düşük serum ayrılması değeri kontrol örneğinde (%62,77) ölçülmüş onu 0,1HK (%63,70) ve 0,3HK (%64,50) izlemiştir. Kontrol örneği ile 0,1HK ve 0,1HK ile 0,3HK arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Arslan (2018), yer fıstığı sütü kullanarak ürettiği kefirlerin serum ayrılması değerlerini %33,73-53,68 aralığında belirlemiştir. Yiğitvar (2023) aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) jeli ilave ederek ürettiği kefirlerin 21 günlük depolanmaları sürecindeki serum ayrılması değerlerinin %57,15-67,29 arasında değişiklik gösterdiğini bildirmiştir. Demir (2020), %10 ve %15 oranında kuşburnu marmelatı ilave ettiği kefir örneklerini 21 gün depolamış ve serum ayrılması değerlerini incelemiştir. Serum ayrılması değerlerinin kontrol örneğinde 5,04-9,98ml/25g, %10 oranında kuşburnu marmelatı ilave edilen kefir örneğinde 4,04-8,68ml/25g ve %15 oranında kuşburnu marmelatı ilave edilen kefir örneğinde 5,03-6,28ml/25 g aralığında saptamıştır.

Kefir örneklerinin renk değerleri Tablo 2’de verilmiştir. Örneklerin parlaklığı ifade eden L^* değerleri 53,10-56,43 arasında değişiklik göstermiştir. En düşük L^* değeri 0,1HK örneğinde tespit edilmiş ve kontrol ve 0,3HK örnekleri ile arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Çalışmamızda elde edilmiş olan L^* parlaklık değerleri literatürdeki diğer çalışmalardan düşük bulunmuştur. Kahraman (2011), farklı oranlarda yulaf sütü (%0, 15, 30, 45 ve 50), kefir kültürü (%1, 2, 3, 4 ve 5) ve yaban mersini aroması (%9, 12, 15, 18 ve 21) kullanarak ürettiği kefirlerin L^* değerlerinin 69,45-76,29 arasında değiştiğini saptamıştır. Kefirlere ilave edilen yulaf sütü konsantrasyonundaki artış ile L^* değerlerinde azalma olduğunu belirlemiştir. Mutluer Yalçın (2021) %0, 0,25, 0,5 ve 1 oranında havuç lifi ilave ettiği kefirlerin L^* değerlerini 14 günlük depolama süresince 84,06-89,15 aralığında belirlemiş ve kefiirlere ilave edilen havuç lif oranının artması ile L^* değerinin düştüğünü belirlemiştir. Bengi (2022) farklı oranlarda (%0,150, 0,225 ve 0,300) propolis ekstraktı ilave ettiği çilek aromalı kefirleri 4°C’de 8 gün boyunca depolanmış ve kefirlerin L^* değerlerini 84,45-85,50 arasında tespit etmiştir.

Tablo 2. Kefirlerin Renk Değerleri (L^* , a^* ve b^*) ($\pm$ standart sapma)

Örnek	L^*	a^*	b^*
Kontrol	56,23 $\pm$ 0,10 ^b	1,23 $\pm$ 0,01 ^a	0,65 $\pm$ 0,06 ^a
0,1HK	53,10 $\pm$ 0,21 ^a	0,83 $\pm$ 0,01 ^b	1,51 $\pm$ 0,02 ^b
0,3HK	56,43 $\pm$ 0,13 ^b	0,79 $\pm$ 0,03 ^c	1,57 $\pm$ 0,03 ^b

a-b-c aynı sütunda farklı harflere sahip ortalama değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$). **Kontrol**: Hünnap fenolik ekstraktı ilave edilmemiş kefir; **0,1HK**: %0,1 hünnap fenolik ekstraktı ilave edilmiş kefir; **0,3HK**: %0,3 hünnap fenolik ekstraktı ilave edilmiş kefir

Kefirlerin a^* değerleri kontrol örneğinde 1,23, 0,1HK örneğinde 0,83 ve 0,3HK örneğinde ise 0,79 olarak ölçülmüştür. Kefirlere ilave edilen hünnap fenolik ekstraktı kırmızılık değerinin düşmesine neden olmuş, ilave edilen konsantrasyondaki artış ile kırmızılık değeri azalmıştır. Bununla birlikte örneklerin a^* değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Demir (2020), %10 ve %15 oranında kuşburnu marmelatı ilave ederek ürettiği

kefirlerin a^* değerini 21 günlük depolama süresince kontrol örneğinde -3,48 ile -3,50, %10 kuşburnu marmelatı ilave ederek ürettiği kefirlerde 0,98 ile 2,44 ve %15 kuşburnu marmelatı ilave ederek ürettiği kefirlerde 1,59 ile 3,14 arasında belirlemiştir. Mutluer Yalçın (2021) %0, 0,25, 0,5 ve 1 oranında havuç lifi ilave ederek ürettiği kefirlerin a^* değerlerinin 14 günlük depolama süresince -1.88 ile 1.90 arasında değiştiğini ve kefiirlere ilave edilen havuç lif oranının artması ile a^* değerinde artış meydana geldiğini saptamıştır.

Örneklerin b^* değerleri 0,65-1,57 arasında değişiklik göstermiştir. Hünnap fenolik ekstraktının kefiirlere ilave edilmesi, kefirlerin sarılık değerlerinde artış meydana getirmiştir. 0,1HK ve 0,3HK örneklerinin b^* değerleri arasındaki fark önemsiz ($p>0,05$) ancak kontrol ile hünnap fenolik ekstraktı ilave edilmiş kefirler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Çalışmamız ile benzer şekilde Demir (2020)'de kefiirlere kuşburnu marmelatı ilavesinin kefirlerin b^* değerlerinde artış meydana getirdiğini bildirmiştir. Goncu vd. (2017), kefiirlere limon lifi ve elma katkısının b^* renk değerini artırdığını, bununla birlikte depolama boyunca b^* değerinin etkilendiğini belirlemiştir.

Kefir örneklerinin toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivite değerleri Tablo 3' te verilmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde miktarları 126,89-152,44 mgGAE/L arasında değişiklik göstermiştir. Kefiirlere hünnap fenolik ekstraktı ilavesi örneklerin toplam fenolik madde miktarlarında artış meydana getirmiştir. Kontrol örneğinin toplam fenolik madde miktarı 126,89 mgGAE/L iken %0,1 oranında hünnap fenolik ekstraktı ilave edilen 0,1HK örneğinin toplam fenolik madde miktarı 130,59 mgGAE/L, %0,3 oranında hünnap fenolik ekstraktı ilave edilen 0,3HK örneğinin toplam fenolik madde miktarı ise 152,44 mgGAE/L olarak belirlenmiştir. Kefir örneklerinin toplam fenolik madde miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Barazi (2022) yarım yağlı UHT inek sütü kullanarak ürettiği kefiirlere taze mürveri %2 ve %4, kuru mürveri ise %1 ve %0,5 ilave ederek ürettiği kefir örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarını 167,94-531,33 mgGAE/kg aralığında tespit etmiştir. Şimşek (2024) kurutulmuş soğan kabuğu ekstraktı ekleyerek ürettiği kefirlerin toplam fenolik madde miktarlarını 14 günlük depolama süresi boyunca kontrol örneğinde 1020,50-1233,75 mgGAE/g ve soğan kabuğu ekstraktlı kefirlerde 896,25-1099,25 mgGAE/g olarak belirlemiştir. Dündar (2024) arı poleni ekstraktı içeren kefirler (%0, 0,25, 0,5 ve 1) üretmiş ve 4°C'de depolamıştır. Depolama süresince kontrol örneğinin toplam fenolik madde miktarını 62,58-123,25 µgGAE/mg ve arı poleni ekstraktlı kefirlerin toplam fenolik madde miktarlarını 133,22-376,73 µgGAE/mg aralığında belirlemiş, en yüksek toplam fenolik madde miktarını %1 arı poleni ekstraktı ilave ederek ürettiği kefirlerin 7.gününde tespit etmiştir.

Tablo 3. Kefirlerin Toplam Fenolik Madde Miktarları ve Antioksidan Aktivite (TEAC ve FRAP) Değerleri (±standart sapma)

Örnek	Toplam Fenolik Madde (mgGAE/L)	Antioksidan Kapasite	
		TEAC (mgTE/L)	FRAP (mgTE/L)
Kontrol	126,89±1,74 ^a	19,80±0,64 ^a	40,14±10,23 ^a
0,1HK	130,59±0,64 ^b	19,56±0,86 ^a	59,03±5,85 ^b
0,3HK	152,44±0,00 ^c	19,77±1,48 ^a	72,08±12,82 ^b

a-b-c aynı sütunda farklı harflere sahip ortalama değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$). **Kontrol:** Hünnap fenolik ekstraktı ilave edilmemiş kefir; **0,1HK:** %0,1 hünnap fenolik ekstraktı ilave edilmiş kefir; **0,3HK:** %0,3 hünnap fenolik ekstraktı ilave edilmiş kefir

Kefir örneklerinin antioksidan kapasite değerleri TEAC ve FRAP olmak üzere 2 farklı yöntemle belirlenmiştir. Örneklerin TEAC değerleri 19,56-19,80 mgTE/L aralığında saptanmış ve örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Örneklerin antioksidan kapasite değerleri FRAP ile değerlendirildiğinde ise kontrol örneği 40,14 mgTE/L iken 0,1HK örneği 59,03 mgTE/L ve 0,3HK örneği 72,08 mgTE/L olarak belirlenmiştir. Kefiirlere hünnap fenolik ekstraktı ilave edilmesi 0,1HK örneğinde yaklaşık 1,5, 0,3HK örneğinde ise yaklaşık 1,8 katlık antioksidan kapasitede artışa neden olmuştur. Bununla birlikte kontrol örneği ile 0,1HK ve 0,3HK örneklerinin FRAP ile belirlenen antioksidan aktivite değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Kullanılan 2 farklı yöntemle elde edilen sonuçlar arasındaki farklılık TEAC yönteminin nötr pH'da, FRAP yönteminin ise asidik pH'da gerçekleşmesinden kaynaklanmış olabilir (Albayrak vd., 2010). Ülker (2023) kereviz tozu (%0, 0,5, 0,75 ve 1) ilavesinin kefirlerin antioksidan özelliklerine etkisini incelediği çalışmasında 21 günlük depolama sürecinde kefirlerin antioksidan aktivitelerini DPPH yöntemi ile %1,62-5,11 inhibisyon aralığında tespit etmiş, en yüksek inhibisyon ise %0,75 kereviz tozu içeren kefirde 14.günde belirlemiştir. Dündar (2024) ise arı poleni ekstraktı (%0, 0,25, 0,5 ve 1) içeren kefirleri 4°C'de 21 gün depolamış ve FRAP yöntemi ile kefirlerin antioksidan kapasitelerinin 31,01-106,80 µgTE/g aralığında olduğunu saptamıştır. Her bir depolama süresince en yüksek FRAP değerlerini %1 arı poleni ekstraktı içeren kefirlerde belirlemiştir. Şimşek (2024) kurutulmuş soğan kabuğu ekstraktı

ekleyerek üretilen 14 gün depoladığı kefirlerin antioksidan madde miktarlarını kontrol örneğinde 32,44-35,20 $\mu\text{molTE/g}$, soğan kabuğu ekstraktlı kefirlerde ise 31,70-33,27 $\mu\text{molTE/g}$ aralığında tespit etmiştir.

Tablo 4. Kefir Örneklerinin Kıvam, Tat-Lezzet, Koku, Görünüş ve Genel Kabul Edilebilirlik Değerleri ($\pm$ standart sapma)

Örnek	Kıvam	Tat-lezzet	Koku	Görünüş	Genel kabul edilebilirlik
Kontrol	8,4 $\pm$ 1,1 ^a	7,8 $\pm$ 1,5 ^a	7,7 $\pm$ 1,3 ^a	8,2 $\pm$ 1,2 ^a	8,0 $\pm$ 1,3 ^a
0,1HK	8,4 $\pm$ 1,4 ^a	6,9 $\pm$ 1,4 ^a	7,7 $\pm$ 1,3 ^a	7,9 $\pm$ 1,6 ^a	7,2 $\pm$ 1,8 ^a
0,3HK	8,2 $\pm$ 1,7 ^a	5,0 $\pm$ 2,4 ^b	7,6 $\pm$ 1,8 ^a	7,9 $\pm$ 2,1 ^a	6,4 $\pm$ 1,8 ^a

a-b-c aynı sütunda farklı harflere sahip ortalama değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$). **Kontrol:** Hünnap fenolik ekstraktı ilave edilmemiş kefir; **0,1HK:** %0,1 hünnap fenolik ekstraktı ilave edilmiş kefir; **0,3HK:** %0,3 hünnap fenolik ekstraktı ilave edilmiş kefir

Kefirlerin duyuşal özellikleri kıvam, tat-lezzet, koku, görünüş ve genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirilmiştir (Tablo 4). Kefirlerin kıvam puanları 8,2-8,4 arasında değişiklik göstermiş ve istatistiksel açıdan aralarındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Tat-lezzet açısından yapılan değerlendirmede kefirler 5,0-7,8 arasında puan almıştır. Kontrol ve 0,1HK örneklerinin tat-lezzet puanları arasındaki fark önemsiz ($p>0,05$) ancak kontrol ve 0,1HK örneklerinin 0,3HK örneği ile aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Kefirlerin koku puanları 7,6-7,7 arasında, görünüş puanları ise 7,9-8,2 arasında değişiklik göstermiş ve hem koku hem de görünüş açısından kefirlerin aldıkları puanlar istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir ($p>0,05$). Kontrol örneğinin genel kabul edilebilirlik puanı 8,0, 0,1HK örneğinin ki 7,2 ve 0,3HK örneğinin ki ise 6,4 olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte kefirlerin genel kabul edilebilirlik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

SONUÇ

Bu çalışmada hünnap fenolik ekstraktı ilave edilerek kefirler üretilmiş, üretilen kefirlerin bazı fizikokimyasal, fitokimyasal ve duyuşal özellikleri belirlenmiş ve kıyaslanmıştır. Çalışmanın sonuçları kefirlerle hünnap fenolik ekstraktı ilave edilerek özellikle toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite açısından daha üstün özelliklere sahip ve duyuşal açıdan kabul edilebilir özellikte kefir üretilebileceğini göstermiştir. Kefirin yüksek antioksidan aktivite gösteren hünnap fenolik ekstraktı kullanılarak üretilmesi ile kefirin fonksiyonel özellikleri artırılmış ve alternatif sağlıklı fonksiyonel bir ürün geliştirilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Tübitak 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında (Proje no: 1919B012327094) desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Albayrak, S., Sağdıç, O., & Aksoy, A. (2010). Bitkisel ürünlerin ve gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 26(4), 401-409.
- Ambriz-Pérez, D. L., Leyva-López, N., Gutierrez-Grijalva, E. P., & Heredia, J. B. (2016). Phenolic compounds: Natural Alternative in Inflammation Treatment. A Review. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1), 1131412.
- Anonim. (2022). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği, Tebliğ No: 2022/44, Resmi Gazete: 30.11.2022, sayı 32029.
- AOAC. (1995). "Official Methods of Analysis of AOAC International", 16th Ed.
- AOAC. (1997). "Official Methods of Analysis of AOAC International", 16th. Ed.
- Ayçiçek, H. C., Esen, Z. N., Berktaş, S., & Çam, M. (2024). Turuncu Havuç (*Daucus Carota* L.) Karotenoidleri ile Zenginleştirilmiş Kefir Üretimi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 14(3), 1290-1300.
- Barazi, Ü. 2022. Mürverce zenginleştirilmiş fonksiyonel kefir üretimi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, (Yüksek lisans tezi), Denizli.

- Barazi, Ü., & Arslan, S. (2024). Enhancement of Kefir Functionality by Adding Black Elderberry and Evaluation of its Quality During Storage. *Food Science & Nutrition*, 12(11), 9325-9339.
- Bengi, S. (2022). Farklı Oranlarda Propolis İlave Edilmiş Kefirlerin Bazı Fizikokimyasal, Reolojik, Antioksidan, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikleri. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), Burdur.
- Benzie, I. F. F., Strain, J. J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay, *Analytical Biochemistry*, 239: 70-6.
- Cemeroğlu, B., & Yemenicioğlu, A. (2001). Meyve ve Sebzelerin (Bileşimi), İşleme Teknolojisi. Ankara, 328s.
- Cesur, H. (2014). Kurutulmuş Turunçgil Kabuklarının Kefirin Bazı Mikrobiyal, Kimyasal ve Fiziksel Özelliklerine Etkisi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı (Yüksek lisans tezi), Balıkesir.
- Coşkun, H., Albayrak, B., Helal, M., Dhyaa, S., & Öztürk, B. B. (2024). Zerdeçal Ekstraktı Kullanımının Kefirin Bazı Fizikokimyasal Özelliklerine Etkisi. *Gıda*, 49(6), 1062-1073.
- Demir, B. (2020). Kuşburnu Marmelatı İlaveli Kefirin Depolama Süresince Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı. (Yüksek Lisans Tezi), Erzurum.
- Deveci, H. A., Nur, G., Ali Kırpık, M., Harmankaya, A., & Yıldız, Y. (2016). Fenolik Bileşik İçeren Bitkisel Antioksidanlar. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 26-32.
- Dündar, O. (2024). Polen Ekstraktıyla Üretilen Kefirlerin Depolama Süresince Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Arı ve Arı Ürünleri Ana Bilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), Bingöl.
- Franke, S.I.R., Chless, K., Silveria, J.D., Robensam, G. (2004). Study of a Antioxidant and Mutagenic Activity of Different Orange Juices, *Food Chemistry*. 88: 45–55.
- Goncu, B., Celikel, A., Guler-Akin, M. B., & Serdar Akin, M. (2017). Some Properties of Kefir Enriched with Apple and Lemon Fiber. *Mljekarstvo: časopis za unapređenje proizvodnje i prerade mlijeka*, 67(3), 208-216.
- Gürsoy, O., Kocatürk, K., Güler Dal, H.Ö., Yakalı, H.N., Yılmaz, Y., 2020. Physicochemical and Rheological Properties of Commercial Kefir Drinks. *Akademik Gıda*, 18(4), 375-381.
- Kahraman, C. (2011). Production of Kefir From Bovine and Oat Milk Mixture. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), İzmir.
- Kamboj, A., Saluja, A. K., Kumar, M., & Atri, P. (2012). Antiviral Activity of Plant Polyphenols. *J. Pharm. Res*, 5(5), 2402-2412.
- Kavas, İ., & Dalkılıç, Z. (2015). Bazı Hünnap Genotiplerinin Morfolojik, Fenolojik ve Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Melezleme Olanaklarının Araştırılması. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(1), 57-72.
- Kulaksız Günaydı, Z. E. (2022). Meyveli Kefir Üretiminde Sükroz ile Birlikte Doğal ve Yapay Tatlandırıcı Kullanımının Ürün Kalitesine Etkisi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, (Doktora tezi), Sakarya.
- Küpcü, I. H. (2024). Geleneksel ve Güncel Yöntemlerle Hünnap Meyvesinden Fenolik Bileşenlerinin Ekstraksiyonu ve Karakterizasyonu. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı (Yüksek lisans tezi), Tokat.
- Mutluer Yalçın, M. (2021). Havuç Lifi ile Zenginleştirilmiş Kefirin Bazı Özellikleri. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), Şanlıurfa.
- Otles, S., & Cagindi, O. (2003). Kefir: A Probiotic Dairy-Composition, Nutritional and Therapeutic Aspects. *Pakistan journal of nutrition*, 2(2), 54-59.
- Özkan, H. İ. (2017). Hünnap (Zizyphus Jujuba Mill.) Meyvesinin Bazı Biyokimyasal Bileşenleri ile Antibakteriyel, Hipoglisemik ve Total Antioksidan Aktivitesinin İncelenmesi. Balıkesir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tıbbi Biyokimya Ana Bilim Dalı (Yüksek lisans tezi), Balıkesir.
- Raccach, M. (1984). The Antimicrobial Activity of Phenolic Antioxidants in Foods: A review 1. *Journal of Food Safety*, 6(3), 141-170.

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant Activity Applying an Improved ABTS Radical Cation Decolorization Assay, *Free Radical Biology & Medicine*. 26: 1231–7.

Saldamlı, İ. (1998). Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları. Ankara.

Singh N, Kaur M, Sandhu KS. (2005). Physicochemical and Functional Properties of Freeze-Dried and Oven Dried Corn Gluten Meals. *Drying Technology*, 23: 975- 988.

Songun, E. G., (2016). İnülin Takviyesi ile Üretilmiş İnek-Keçi Sütü Kefirinin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim, (Yüksek Lisans Tezi), Balıkesir.

Şimşek, D. S. (2024). Kurutulmuş Soğan (*Allium cepa L.*) Kabuğu Ekstraktı Eklenmiş Kefirin Mikrobiyal ve Kimyasal Özelliklerinin Araştırılması. İstanbul Aydın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Gıda Güvenliği ve Beslenme Bilimleri Ana Bilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul.

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.

Ülker, F. Z. (2023). Kereviz (*Apium Graveolens Var. Rapaceum*) İlavesinin Kefirlerin Mikrobiyolojik, Antioksidan ve Besinsel Özelliklerine Etkisi. Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), Gümüşhane.

Wojdyło, A., Carbonell-Barrachina, Á. A., Legua, P., & Hernández, F. (2016). Phenolic composition, ascorbic acid content, and antioxidant capacity of Spanish jujube (*Ziziphus jujube* Mill.) fruits. *Food chemistry*, 201, 307-314.

Yaşa, F. (2016). Türkiye’de Yetiştirilen Hünnap Meyvesinin Bileşimi ve Meyvenin Kurutulması Sırasında Bileşiminde Meydana Gelen Değişimler (Yüksek lisans tezi), Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yiğitvar, İ. (2023). Aloe Vera ile Zenginleştirilmiş Kefir Üretimi ve Depolama Süresince Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, (Doktora Tezi), Malatya.

Zhang, H., Jiang, L., Ye, S., Ye, Y., & Ren, F. (2010). Systematic evaluation of antioxidant capacities of the ethanolic extract of different tissues of jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) from China. *Food and chemical toxicology*, 48(6), 1461-1465.