

ÇİLEKLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ MANDA YOĞURDUNUN KALİTE KARAKTERİSTİKLERİ İLE YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONU, ACE İNHİBİTÖR AKTİVİTE VE HMF İÇERİĞİ BAKIMINDAN İNCELENMESİ

Murat Emre TERZİOĞLU^{*1}, Ayla ARSLANER², İhsan BAKIRCI¹

¹Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye

²Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bayburt, Türkiye

Geliş/ Received 20.10.2022; Kabul/ Accepted: 26.02.2023; Online baskı/ Published online: 08.03.2023

Terzioğlu, M. E., Arslaner, A., Bakırcı, İ. (2023). Çilekle zenginleştirilmiş manda yoğurdunun kalite karakteristikleri ile yağ asidi kompozisyonu, ACE inhibitör aktivite ve HMF içeriği bakımından incelenmesi. GIDA (2023) 48 (2) 381-393 doi: 10.15237/ gida.GD22101

Terzioğlu, M. E., Arslaner, A., Bakırcı, İ. (2023). Investigation of strawberry-enriched buffalo yoghurt in terms of quality characteristics and fatty acid composition, ACE inhibitor activity and HMF content. GIDA (2023) 48 (2) 381-393 doi: 10.15237/ gida.GD22101

ÖZ

Mevcut araştırmada ABT-2 probiyotik kültür kullanılarak üretilen manda yoğurtlarına farklı oranlarda (%5, %7.5, %10) çilek püresinin yanı sıra %7.5 oranında şeker ilave edilmiş ve yağ asidi kompozisyonu, ACE inhibitör aktivite ve HMF içeriği açısından incelenmiştir. Ayrıca yoğurt örneklerinde meyve ilavesi ve depolama periyodunun fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizler üzerine etkisi araştırılmıştır. Manda yoğurduna çilek püresi ilavesinin minör seviyede bulunan çoklu doymamış yağ asitleri hariç tüm yağ asitleri, ACE inhibitör aktivite, HMF içeriği, fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizler üzerine çok önemli ($P < 0.01$) etkisinin olduğu belirlenmiştir. Meyve ilavesiyle toplam doymuş yağ asitleri ve ACE inhibitör aktivite seviyesinin azaldığı belirlenirken HMF içeriği, toplam tekli doymamış yağ asitleri ve toplam çoklu doymamış yağ asitleri seviyesinde artış saptanmıştır. Bu araştırma sonucunda manda yoğurdunun fonksiyonel gıda olarak tüketimi tavsiye edilebilmektedir.

Anahtar kelimeler: Manda yoğurdu, ABT-2 probiyotik kültür, çilek, yağ asidi kompozisyonu, ACE inhibitör aktivite, HMF

INVESTIGATION OF STRAWBERRY-ENRICHED BUFFALO YOGHURT IN TERMS OF QUALITY CHARACTERISTICS AND FATTY ACID COMPOSITION, ACE INHIBITOR ACTIVITY AND HMF CONTENT

ABSTRACT

In the present study, different ratios (5%, 7.5%, 10%) of strawberry puree added to buffalo yoghurt produced using ABT-2 probiotic culture were investigated in terms of fatty acid composition, ACE inhibitor activity and HMF content. In addition, the effects of fruit addition and storage period on physicochemical, microbiological, and sensory analyses of yoghurt samples were investigated. It was determined that the addition of strawberry puree to buffalo yoghurt had a very significant ($P < 0.01$) effect on all fatty acids, ACE inhibitor activity, HMF content, physicochemical, microbiological and

*Yazışmalardan sorumlu yazar/Corresponding author

✉: murat.terzioglu@atauni.edu.tr

☎: (+90) 442 231 2485

☎: +90 (442) 231 5878

Murat Emre Terzioğlu; ORCID no: 0000-0001-6370-0694

Ayla Arslaner; ORCID no: 0000-0002-2777-9697

İhsan Bakırcı; ORCID no: 0000-0002-3744-3863

sensory analyses except for the minor polyunsaturated fatty acids. While it was determined that total saturated fatty acids and ACE inhibitor activity levels decreased with the addition of fruit, an increase was found in HMF content, total monounsaturated fatty acids and total polyunsaturated fatty acids. As a result of this research, consumption of buffalo yoghurt as a functional food can be recommended.

Keywords: Buffalo yoghurt, ABT-2 probiotic culture, strawberry, fatty acid composition, ACE inhibitor activity, HMF

GİRİŞ

Son yıllarda dünya genelinde tüketim oranı gittikçe artan yoğurt; belirli sıcaklık ve süre normlarında ısıtılma tabii tutulan süte yaklaşık %2-3 (w/v) oranında yoğurt starter kültürünün inoküle edilip pH 4.6 oluncaya dek inkübasyonda tutulması sonucu üretilen fermente bir süt ürünüdür. Yoğurt üretiminde hammadde olarak sıklıkla inek sütü tercih edilmesine rağmen, yüksek kurumadde ve eşsiz bileşime sahip manda sütü yoğurt üretimine daha uygun bir süt olarak ön plana çıkmaktadır (Nguyen vd., 2014; Vianna vd., 2019; Gupta vd., 2022). Manda sütü dünya çapında süt üretiminin %15'ini temsil etmekte olup, son yıllarda üretimi bakımından inek sütünden daha fazla büyüme oranı kaydetmiştir. Manda sütü, nihai ürüne olumlu katkılarının yanı sıra inek sütü protein alerjisi olan bireylerde inek sütüne potansiyel bir alternatif kaynak olarak sunulmaktadır. Bu sebeple manda sütü, büyük bir küresel pazar olan süt endüstrisine önemli katkılar sağlamaktadır (Vargas-Ramella vd., 2021). Manda yoğurdunun yağ asidi kompozisyonunda bulunan bütirik, kaprilik, kaprik ve laurik asit gibi kısa ve orta zincirli yağ asitlerinin antikanserojen ve antimikrobiyal etkilerine ilaveten çeşitli hastalıklara karşı koruyucu etkiye sahip olduğu bildirilmektedir. Öte yandan laurik, miristik, stearik ve palmitik asit gibi doymuş yağ asitleri miktarının plazmadaki toplam kolesterol seviyesinin artmasıyla ilişkili olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte oleik asit açısından oldukça zengin bir kaynak olan manda sütü ve yoğurdu plazma kolesterolü, LDL-kolesterolü ve trigliserit seviyesini azaltarak sağlık açısından çeşitli faydalar sağlamaktadır (Ivanova vd., 2011; Ivanova vd., 2021).

Biyoaktif bileşikler olan yağ asitlerine ilaveten fermentasyon, enzimatik hidroliz ya da gastrointestinal sistem yoluyla oluşan biyoaktif peptitler açısından da manda sütü ve yoğurdu

oldukça zengin kaynaklar olup, fonksiyonel gıda veya nutrasötik olarak nitelendirilmektedir (Durak ve Atlıhan Turan, 2020; Estévez vd., 2022). Kardiyovasküler hastalıkların başlıca risk faktörlerinden olan hipertansiyon tedavisinde kullanılan ilaçların yan etkilerinden kaçınmak için doğal kaynakların arayışı hız kazanmıştır. Bu bağlamda antihipertansif aktivite özellikteki biyoaktif peptitlere sahip olan manda sütü ve yoğurdu, anjiyotensin-dönüştürücü enzim (ACE) inhibitör aktivite sağlamakta ve sentetik ACE inhibitörlerine doğal ve sağlıklı ikame kaynaklar olarak gösterilmektedir (Durak ve Atlıhan Turan, 2020). Öte yandan yoğurdun mevcut fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesinde probiyotik mikroorganizmaların ve prebiyotik özelliğe sahip meyvelerin ilavesi kullanılan bir diğer yöntemdir. Günümüzde tüketicilerin bilinçlenmesi ve gıda taleplerinin değişmesiyle birlikte özellikle kolesterol emilimini engelleme ve antiinflamatuvar aktiviteye sahip probiyotik ürünlerin tüketimi daha da ön plana çıkmaktadır. Probiyotik mikroorganizmaların sağlık üzerindeki potansiyel etkilerinden faydalanmak için düzenli tüketimine ilaveten üründe yeterli seviyede (10^6 - 10^8 kob/mL) canlı probiyotik mikroorganizmanın bulunması önem arz etmektedir (Terzioğlu vd., 2022). Manda sütünün peyniraltı suyu proteinleri ve koloidal kalsiyum açısından zengin bir kaynak olması probiyotik bakterilerin etkisini arttırmaktadır (Da Silva vd., 2020; Ivanova vd., 2021).

Süt ve ürünlerinin sağladığı pek çok faydaya rağmen güvenilir ve raf ömrü uzun bir ürün elde etmek için uygulanan ısıtılma işlemi ve depolama neticesinde 5-hidroksimetilfurfural (HMF) gibi toksik bileşiklerin oluştuğu belirlenmiştir. Maillard reaksiyonunun ileri aşamalarında meydana gelen ve şekerlerin termal bozunma ürünü olan HMF, furfurallar grubuna ait bir bileşiktir. HMF'nin yapılan çalışmalar neticesinde sitotoksik,

genotoksik ve tümöral özellikte olduğu ortaya konmuştur. Bu nedenle, belirli düzeylerin üzerinde sağlık açısından risk teşkil eden HMF'nin süt ve süt ürünlerinde oluşumunun incelenmesinin gıda güvenliği ve ürün kalitesi açısından önemli olduğu değerlendirilmektedir (Van den Oever ve Mayer, 2021; Li vd., 2022). Mevcut çalışmada manda sütünden ABT-2 probiyotik kültür kullanılarak üretilen yoğurtlar farklı oranlarda çilek püresi ile zenginleştirilmiş olup yağ asidi kompozisyonu, ACE inhibitör aktivite ve HMF içeriği açısından incelenmiştir. Buna ilaveten üretilen manda yoğurtlarında meyve ilavesi ve depolama periyodunun fizikokimyasal (toplam kurumadde, yağ, protein, kül, viskozite, titrasyon asitliği ve pH), mikrobiyolojik (*Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12, *Lactobacillus acidophilus* LA-5 ve *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 + *L. acidophilus* LA-5) ve duyu analizleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Yoğurt üretiminde hammadde olarak kullanılan çiğ manda sütü Erzurum (Türkiye) iline ait yerel çiftliklerden, ABT-2 probiyotik kültür CHR Hansen (Süt-Sa, Sakarya/Türkiye) firmasından, çilek ve şeker ise Erzurum (Türkiye) piyasasında faaliyet gösteren yerel marketlerden temin edilmiştir.

Yöntem

Çilek püresinin hazırlanması

Deneme yoğurt örneklerine ilave edilmek üzere temin edilen çilekler yıkanıp temizlendikten sonra üzerine %7.5 oranında şeker ilave edilerek karıştırılmıştır. Karışım mutfak tipi blender vasıtasıyla homojenize (Cookplus, E64 HBS) edilerek püre haline getirilmiştir. Ardından $90 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 10 dk ısıtma tabii tutulmuş ve sonrasında oda sıcaklığına soğutulmuştur.

Deneme yoğurt üretimi

Deneme yoğurt üretimi Şekil 1'de verilen akış şeması kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Terzioğlu vd., 2022). Yoğurt üretimi tamamlandıktan sonra çilek püresi farklı oranlarda (%5, %7.5 ve %10) yoğurt örneklerine ilave edilmiştir.

Fizikokimyasal analizler

Kurt vd. (2015) tarafından ortaya konan metotlar aracılığıyla çiğ manda sütü ve deneme manda yoğurdu örneklerinde toplam kurumadde, yağ, protein, kül, titrasyon asitliği ve pH değerleri belirlenmiş olup, deneme manda yoğurdu örneklerinde bu analizlere ilaveten Bakırcı ve Kavaz (2008) tarafından ortaya konan metoda göre viskozite analizi yapılmıştır.

Yağ asidi kompozisyonu analizi

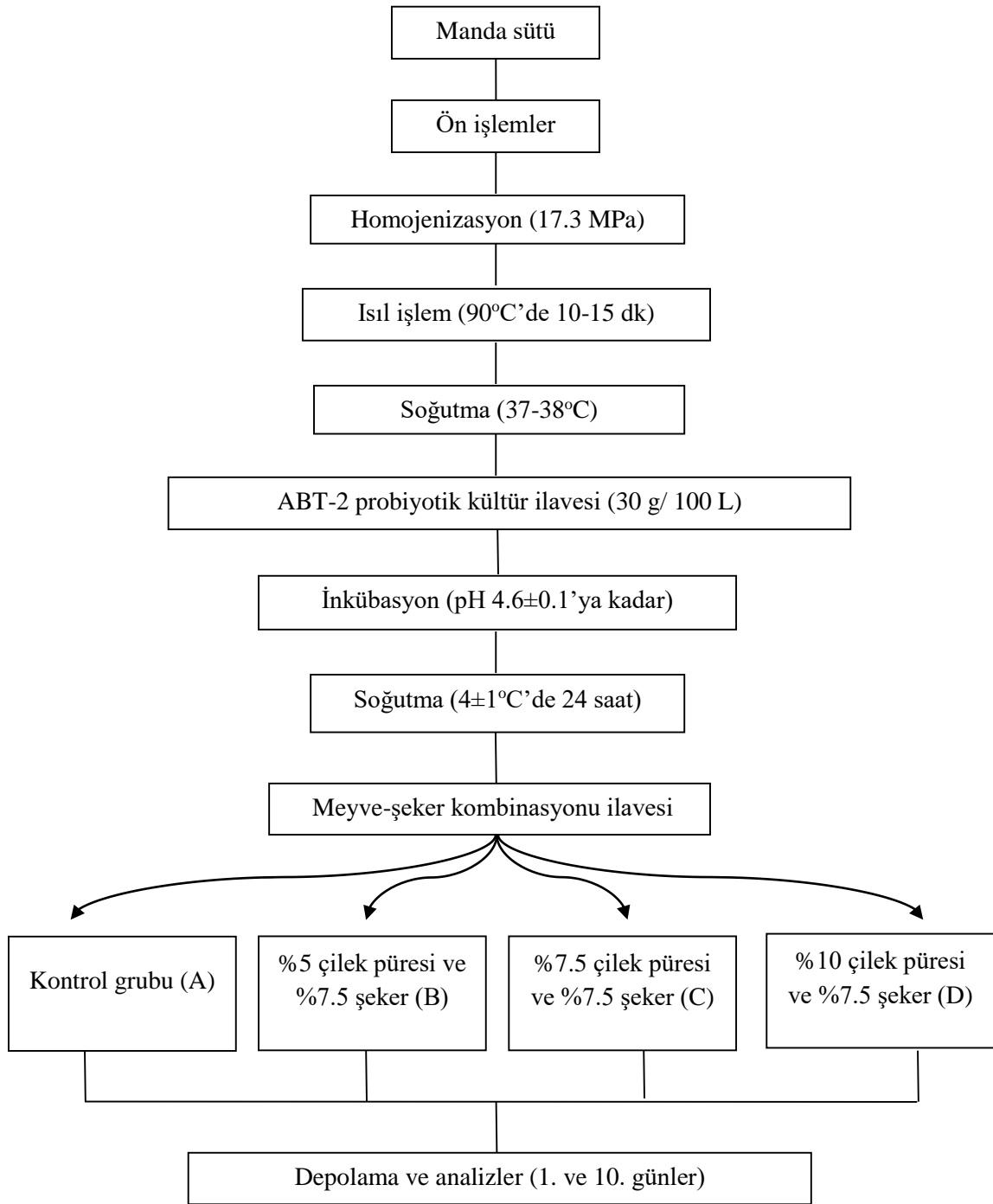
Deneme manda yoğurdu örneklerinin yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesinde gaz kromatografisi (Shimadzu, GC-QP2010), Restek RTX-2330 kapiler kolon (60 m x 0.25 mm x 0.1 µm) ve alev iyonizasyon detektörü (FID) kullanılmıştır (Satchithanandam vd., 2001).

ACE inhibitör aktivitesinin belirlenmesi

Deneme manda yoğurdu örneklerinin ACE inhibitör aktivitesinin belirlenmesi amacıyla 50 µL yoğurt numunesi üzerine 180 µL hippuril-L-histidil-L-lösin (HHL) çözeltisi ve 20 µL ACE çözeltisi ilave edilmiş ve karışım 37°C 'de 90 dk inkübasyona bırakılmıştır. Ardından karışıma 250 µL 1 M HCl çözeltisi ilave edilerek inkübasyon sonlandırılmıştır. Karışıma 1.7 mL etil asetat ilave edildikten sonra 100°C 'de 15 dk evaporasyon işlemi uygulanmıştır. Oluşan hippurik asit çözeltisine 1 mL distile su ilave edilmiş ve UV-spektrofotometrede (Optizen POP) 228 nm dalga boyunda absorbans ölçümü yapılmıştır (Cushman ve Cheung, 1971; Nakamura vd., 1995).

HMF içeriğinin belirlenmesi

Deneme manda yoğurdu örneklerinin HMF içeriği Urgan vd. (2017) tarafından ortaya konulan metotta bazı modifikasyonlar yapılarak tespit edilmiştir. HMF içeriğinin belirlenmesinde, 5 mL yoğurt örneği üzerine 5 mL oksalik asit eklenmiş ve karıştırılmıştır. Sonrasında 1 saat su banyosunda bekletilmiş ve bu işlemi takiben oda sıcaklığına soğutulmuştur. Elde edilen karışım filtre edildikten sonra 4 mL süzüntü alınıp üzerine 1 mL 0.05 M tiyobarbitürik asit çözeltisi eklenmiş ve tekrar su banyosunda bekletilmiştir. Sonrasında spektrofotometrede (Optizen POP) 443 nm dalga boyunda absorbans ölçümü yapılmıştır.



şekil 1. Deneme probiyotik manda yoğurdu üretimi akış şeması
Figure 1. The flow chart of the experimental probiotic buffalo yogurt production

Mikrobiyolojik analizler

Deneme manda yoğurdu örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analizlere ait bilgiler izelge 1'de verilmiştir. *S. thermophilus*, *B. animalis* subsp. *lactis*

BB-12, *L. acidophilus* LA-5 ve *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 + *L. acidophilus* LA-5 sayımı, Terzioğlu vd. (2022) tarafından ortaya konan metoda göre gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. Mikroorganizmalar, agar ve inkübasyon şartları
Table 1. Microorganisms, agar and incubation conditions

Mikroorganizmalar / <i>Microorganisms</i>	Agar / <i>Agar</i>	İnkübasyon Şartları / <i>Incubation Conditions</i>
<i>S. thermophilus</i>	M17 Agar (Oxoid Ltd.)	42°C, 24 saat
<i>B. animalis</i> subsp. <i>lactis</i> BB-12	MRS Agar (Oxoid Ltd.) + 0.5 g/L sistein (L-Cysteine, Sigma-Aldrich)	37°C, 48 saat
<i>L. acidophilus</i> LA-5	MRS Agar (Oxoid Ltd.) + 1.5 g/L bile (Bile salts, Sigma-Aldrich)	37°C, 48 saat
<i>B. animalis</i> subsp. <i>lactis</i> BB-12 + <i>L. acidophilus</i> LA-5	MRS Agar (Oxoid Ltd.)	37°C, 48 saat

Duyusal analizler

Deneme yoğurt örneklerinin duysal analizleri (kıvam, tat, koku, görünüş ve genel kabul edilebilirlik) yaş aralığı 25-30 arasında değişen, 4 kadın ve 4 erkekten oluşan alanında deneyimli 8 laboratuvar personeli panelist tarafından puanlama testi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Duyusal analiz parametreleri panelistler tarafından 1-5 puan arasında değerlendirilmiş olup, değerlendirmede 1 puan çok kötü ve 5 puan çok iyi olarak ifade edilmiştir (Bodyfelt vd., 1988).

İstatistiksel analizler

Tam Şansa Bağlı Bloklar Deneme Planına göre yürütülen mevcut çalışmada sade probiyotik manda yoğurdunun yanı sıra %5, %7.5 ve %10 oranında çilek püresi ile %7.5 oranında şeker ilave edilen toplam 4 farklı deneme probiyotik manda yoğurdu örnekleri üretilmiş olup depolamanın 1. ve 10. günlerinde 2 tekerrür olacak şekilde istatistiksel analizler SPSS 20 paket programı ile Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak yorumlanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çiğ manda sütüne ait fizikokimyasal analiz sonuçları

Mevcut çalışmada hammadde olarak kullanılan çiğ manda sütüne ait fizikokimyasal analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Manda sütünün toplam kurumadde, yağ, protein, kül, titrasyon asitliği ve pH değerlerinin literatürle uyum içerisinde olduğu tespit edilmiştir (Metin, 2014; Abesinghe vd., 2020; Boukria vd., 2020).

Deneme yoğurt örneklerinin fizikokimyasal analiz sonuçları

Kontrol grubu ile farklı oranlarda çilek püresi ilave edilen probiyotik manda yoğurtlarına ait fizikokimyasal analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Deneme yoğurt örneklerine meyve ilavesinin tüm fizikokimyasal analizler üzerinde istatistiksel olarak çok önemli ($P < 0.01$) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Manda yoğurduna farklı oranlarda çilek püresi ilavesi kontrol grubuna kıyasla toplam kurumadde, kül, viskozite ve titrasyon asitliği değerlerinde artışa sebep olurken yağ, protein ve pH değerlerinde azalmaya yol açmıştır. Tami vd. (2022) çeşitli meyveler gibi polifenoller açısından zengin kaynakların yoğurt üretiminde kullanımının daha üstün fizikokimyasal özelliklerle sonuçlanmasını, proteinlerle oluşturulan kompleksler ve toplam kurumadde miktarının artışından kaynaklanabileceğini rapor etmişlerdir.

Deneme yoğurt örneklerinde depolama periyodunun ise viskozite, titrasyon asitliği ve pH değerleri üzerine istatistiksel olarak çok önemli ($P < 0.01$) etkiye sahip olduğu saptanırken, diğer fizikokimyasal analizler üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı ($P > 0.05$) belirlenmiştir. Deneme yoğurt örneklerinde beklenildiği gibi depolama periyodunun ilerlemesiyle viskozite ve pH değerlerinde azalma tespit edilirken, titrasyon asitliği değerlerinde artış belirlenmiştir. Nitekim yoğurda meyve ilavesiyle fizikokimyasal analizler üzerine benzer etkilerin

gözlendiği çalışmalar literatürde yer almaktadır (Abdel-Hamid vd., 2020; Hameed vd., 2020; Hamdy vd., 2021).

Çizelge 2. Çiğ manda sütü ile deneme probiyotik manda yoğurtlarının fizikokimyasal analiz sonuçları
Table 2. Physicochemical analysis results of raw buffalo milk and experimental probiotic buffalo yoghurts

		Toplam Kurumadde (%) / Total Solids (%)	Yağ (%) / Fat (%)	Protein (%) / Protein (%)	Kül (%) / Ash (%)	Viskozite (cP) / Viscosity (cP)	Titrasyon Asitliği (%LA) / Titratable Acidity (LA%)	pH
Çiğ Manda Sütü/ Raw Buffalo Milk		16.48±0.10	7.24±0.02	4.14±0.04	0.76±0.01	-	0.21±0.00	6.66±0.01
Deneme Manda Yoğurtları / Experimental Buffalo Yoghurts								
A	17.66±0.10 ^d	7.51±0.05 ^a	4.76±0.05 ^a	0.82±0.02 ^d	8217.25±189.69 ^d	0.96±0.08 ^d	4.34±0.07 ^a	
B	19.52±0.25 ^c	6.75±0.05 ^b	4.50±0.04 ^b	0.90±0.01 ^c	9468.75±265.04 ^c	1.12±0.04 ^c	4.18±0.07 ^b	
C	22.26±0.06 ^b	6.41±0.05 ^c	4.31±0.03 ^c	0.95±0.02 ^b	10393.75±184.01 ^b	1.17±0.04 ^b	4.11±0.07 ^c	
D	23.24±0.21 ^a	6.19±0.04 ^d	4.11±0.06 ^d	1.03±0.03 ^a	118930.75±517.54 ^a	1.21±0.05 ^a	4.03±0.09 ^d	
	**	**	**	**	**	**	**	
Depolama Periyodu (Gün) / Storage Period (Day)								
1.	20.68±2.43 ^a	6.72±0.54 ^a	4.42±0.29 ^a	0.93±0.09 ^a	10236.25±1549.67 ^a	1.07±0.11 ^b	4.23±0.12 ^a	
10.	20.66±2.30 ^a	6.71±0.53 ^a	4.41±0.23 ^a	0.92±0.08 ^a	9769.00±1358.21 ^b	1.16±0.09 ^a	4.10±0.13 ^b	
	ns	ns	ns	ns	**	**	**	

a-d: sütunlar arasındaki farklılıkları gösterir.

***P* < 0.01; ns: *P* > 0.05; LA: Laktik asit

A: Kontrol manda yoğurdu; B: %5 çilek püresi + %7.5 şeker; C: %7.5 çilek püresi + %7.5 şeker; D: %10 çilek püresi + %7.5 şeker

a-d: Different letters indicate significant differences in column.

***P* < 0.01; ns: *P* > 0.05; LA: lactic acid

A: control buffalo yoghurt; B: %5 strawberry puree + %7.5 sugar; C: %7.5 strawberry puree + %7.5 sugar; D: %10 strawberry puree + %7.5 sugar

Deneme yoğurt örneklerinin yağ asidi kompozisyonu

Kontrol grubu ile farklı oranlarda çilek püresi ilave edilen probiyotik manda yoğurtlarına ait yağ asidi kompozisyonu sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.

Deneme yoğurt örneklerine meyve ilavesinin miristik asit, palmitik asit, stearik asit, diğer doymuş yağ asitleri, toplam doymuş yağ asitleri, oleik asit, diğer tekli doymamış yağ asitleri, toplam tekli doymamış yağ asitleri, linoleik asit ve toplam çoklu doymamış yağ asitleri üzerinde istatistiksel olarak çok önemli (*P* < 0.01) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Manda yoğurdunda beklenildiği gibi baskın doymuş yağ asitlerinin miristik asit, palmitik asit ve stearik asit olduğu, baskın tekli doymamış yağ asidinin oleik asit olduğu ve baskın çoklu doymamış yağ asidinin ise linoleik asit olduğu belirlenmiştir. Farklı oranlarda çilek püresinin ilave edilmesiyle toplam doymuş yağ asidi içeriğinin kontrol grubuna kıyasla azaldığı

belirlenmiş olup, kontrol grubu örneklerde toplam doymuş yağ asitleri %66.92 oranındayken çilek püresi ilave edilen örneklerde bu oran %63.05-63.32 arasında değişim göstermiştir. Farklı oranlarda çilek püresinin ilave edilmesiyle toplam tekli doymamış yağ asitlerinin arttığı saptanmış olup, kontrol grubu örneklerde toplam tekli doymamış yağ asitleri %29.54 oranındayken çilek püresi ilave edilen örneklerde bu oran %32.72-32.85 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çilek püresinin ilave edilmesiyle toplam çoklu doymamış yağ asitlerinde artış belirlenmiş olup, kontrol grubu örneklerde toplam çoklu doymamış yağ asitleri %3.54 oranındayken çilek püresi ilave edilen örneklerde bu oran %3.96-4.10 arasında değişiklik göstermiştir. Süt ürünlerinde yağ asidi kompozisyonu başlıca çiğ sütün yağ asidi içeriğinden etkilenmekle birlikte tür, genotip, laktasyon dönemi, beslenme tipi, beslenme oranı, mevsim ve süt sağım şekli gibi pek çok faktörden etkilenmektedir. Diğer taraftan süt işlemede

Meyveli probiyotik manda yoğurdunun kalite parametreleri

uygulanan homojenizasyon, ısı işlem ve fermantasyon gibi parametreler de yağ asidi kompozisyonu üzerinde önemli bir rol oynamaktadır (Paszczyk ve Czarnowska-Kujawska, 2022). Ayrıca yoğurda eklenen meyve gibi katkılar çoklu doymamış yağ asitleri miktarını

artırarak özellikle kardiyovasküler hastalıkların riskinin azaltılmasında etkili olmaktadır (İlyasoğlu ve Yılmaz, 2018). Nitekim literatürde manda yoğurdunun yağ asidi kompozisyonu üzerine benzer sonuçlar mevcuttur (Ivanova vd., 2011; Khan vd., 2020).

Çizelge 3. Deneme probiyotik manda yoğurtlarının yağ asidi kompozisyonu (%)
Table 3. Fatty acid composition of the experimental probiotic buffalo yogurts (%)

	A	B	C	D	
Miristik Asit / <i>Myristic Acid</i> (C14:0)	9.25±0.03 ^a	8.53±0.04 ^b	8.46±0.01 ^b	8.26±0.03 ^c	**
Palmitik Asit / <i>Palmitic Acid</i> (C16:0)	32.32±0.05 ^a	29.94±0.01 ^b	29.68±0.02 ^c	29.14±0.04 ^d	**
Stearik Asit / <i>Stearic Acid</i> (C18:0)	10.71±0.01 ^a	9.17±0.03 ^b	9.04±0.04 ^c	8.87±0.01 ^d	**
Diğer Doymuş Yağ Asitleri / <i>Other Saturated Fatty Acid</i>	14.64±0.06 ^d	15.68±0.04 ^c	16.04±0.04 ^b	16.78±0.03 ^a	**
∑ Doymuş Yağ Asitleri / ∑ <i>Saturated Fatty Acid</i>	66.92±0.03 ^a	63.32±0.04 ^b	63.22±0.03 ^c	63.05±0.05 ^d	**
Oleik Asit / <i>Oleic Acid</i> (C18:1)	26.32±0.04 ^d	28.47±0.01 ^c	28.59±0.01 ^b	28.95±0.02 ^a	**
Diğer Tekli Doymamış Yağ Asitleri / <i>Other Monounsaturated Fatty Acid</i>	3.22±0.02 ^c	4.25±0.01 ^a	4.21±0.01 ^a	3.90±0.02 ^b	**
∑ Tekli Doymamış Yağ Asitleri / ∑ <i>Monounsaturated Fatty Acid</i>	29.54±0.06 ^c	32.72±0.01 ^b	32.80±0.01 ^{ab}	32.85±0.04 ^a	**
Linoleik Asit / <i>Linoleic Acid</i> (C18:2)	2.91±0.01 ^c	3.67±0.04 ^b	3.73±0.04 ^b	3.88±0.01 ^a	**
Diğer Çoklu Doymamış Yağ Asitleri / <i>Other Polyunsaturated Fatty Acid</i>	0.63±0.09 ^a	0.29±0.08 ^b	0.25±0.08 ^b	0.22±0.11 ^b	*
∑ Çoklu Doymamış Yağ Asitleri / ∑ <i>Polyunsaturated Fatty Acid</i>	3.54±0.08 ^b	3.96±0.04 ^a	3.98±0.04 ^a	4.10±0.09 ^a	**

a-d: satırlar arasındaki farklılıkları gösterir.

** : P < 0.01; * : P < 0.05

A: Kontrol manda yoğurdu; B: %5 çilek püresi + %7.5 şeker; C: %7.5 çilek püresi + %7.5 şeker; D: %10 çilek püresi + %7.5 şeker

a-d: Different letters indicate significant differences in row.

** : P < 0.01; * : P < 0.05

A: control buffalo yogurt; B: %5 strawberry puree + %7.5 sugar; C: %7.5 strawberry puree + %7.5 sugar; D: %10 strawberry puree + %7.5 sugar

Deneme yoğurt örneklerinin ACE inhibitör aktivitesi

Kontrol grubu ile farklı oranlarda çilek püresi ilave edilen probiyotik manda yoğurtlarına ait ACE inhibitör aktivite sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir.

Deneme yoğurt örneklerine meyve ilavesinin ACE inhibitör aktivite üzerinde istatistiksel olarak çok önemli (P < 0.01) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubuna (%27.17) kıyasla

farklı oranlarda çilek püresi ilavesi yapılan örneklerde ACE inhibitör aktivite azalmış olup %18.03-22.53 arasında değişim göstermiştir. Kontrol grubunun ACE inhibitör aktivitesinin, fermantasyonda laktik asit bakterilerinin proteolitik aktivitesi neticesinde meydana gelen antihipertansif özelliğe sahip biyoaktif peptitlerden kaynaklandığı bildirilmektedir (Mirzapour-Kouhdasht ve Garcia-Vaquero, 2022). ACE inhibitör aktivitede meydana gelen

düşüş ise, çilek püresi ilavesiyle protein içeriğinde meydana gelen azalmanın antihipertansif aktiviteye sahip biyoaktif peptitlerin oluşumunu etkilemesiyle açıklanabilmektedir (Kim vd., 2021). Ayrıca yoğurt örneklerinin ACE inhibitör aktivitesindeki farklılıklarda sütün amino asit profili, farklı analitik yöntemlerin kullanılması,

proteoliz derecesi, fermentasyon ve saklama koşulları gibi birçok faktör etkili olmaktadır (Moschopoulou vd., 2018). Mevcut araştırma sonuçlarına göre manda yoğurdunun doğal bir ACE inhibitör kaynağı olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4. Deneme probiyotik manda yoğurtlarının ACE inhibitör aktivite ve HMF içerikleri
Table 4. ACE inhibitory activity and HMF contents of experimental probiotic buffalo yoghurts

		ACE İnhibitör Aktivite / ACE Inhibitory Activity (%)	HMF (µmol/L)
Deneme Manda Yoğurtları / Experimental Buffalo Yoghurts	A	27.17±0.55 ^a	16.74±0.32 ^d
	B	22.53±0.61 ^b	24.24±0.06 ^c
	C	21.38±0.13 ^b	28.13±0.44 ^b
	D	18.03±0.90 ^c	29.52±0.28 ^a
		**	**

a-d: sütunlar arasındaki farklılıkları gösterir.

***P* < 0.01

A: Kontrol manda yoğurdu; B: %5 çilek püresi + %7.5 şeker; C: %7.5 çilek püresi + %7.5 şeker; D: %10 çilek püresi + %7.5 şeker

a-d: Different letters indicate significant differences in column.

***P* < 0.01

A: control buffalo yoghurt; B: %5 strawberry puree + %7.5 sugar; C: %7.5 strawberry puree + %7.5 sugar; D: %10 strawberry puree + %7.5 sugar

Deneme yoğurt örneklerinin HMF içeriği

Sütü yoğurda dönüştürmeden önce uygulanan ısı işlem esnasında HMF gibi birtakım zararlı bileşiklerin oluştuğu bilinmektedir. Sağlık açısından risk teşkil eden HMF'nin süt ürünlerde belirlenmesi önemli bir kalite parametresi olarak nitelendirilmektedir (Czerwonka vd., 2020). Kontrol grubu ile farklı oranlarda çilek püresi ilave edilen probiyotik manda yoğurtlarına ait HMF içeriği sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir. Deneme yoğurt örneklerine meyve ilavesinin HMF içeriği üzerinde istatistiksel olarak çok önemli (*P* < 0.01) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla meyve ve şeker ilave edilen yoğurt örneklerinde HMF içeriğinin arttığı tespit edilmiştir. Çilek püresi oranının artışıyla HMF içeriğinin arttığı saptanmış olup %10 oranında çilek püresi ilave edilen örneklerde 29.52 µmol/L, %7.5 oranında çilek püresi ilave edilen örneklerde 28.13 µmol/L ve %5 oranında çilek püresi ilave edilen örneklerde 24.24 µmol/L olarak HMF içerikleri saptanmıştır. Çilek püresi oranının

artmasıyla HMF içeriğinin yükselmesinde, çilek içeriğinde bulunan ve indirgen şekerler olan glikoz ve fruktozun etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca çilek içeriğinde bulunan sakkarozun, asitliğin artması ve ısı işlemin etkisiyle inversiyona uğrayarak HMF oluşumuna neden olduğu bildirilmiştir (Güzel ve Mercan, 2004; Öz ve Kafkas, 2015). Sonuç olarak, Maillard reaksiyonu veya asidik şartlarda heksozların ısıtılması neticesinde oluşan HMF ısı işlem sıcaklığı, ısı işlem süresi, süt bileşimi ve pH gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Yangılar, 2013; Xing vd., 2021). Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) süt ve süt ürünlerinde HMF'nin bulunabilir maksimum sınırını 15 mg/kg olarak rapor etmiştir (Hou vd., 2022). Mevcut araştırmada kontrol grubu ile şeker ve farklı oranlarda çilek püresi ilave edilen manda yoğurtlarında HMF içeriğinin maksimum sınırın altında olduğu görülmüştür.

Meyveli probiyotik manda yoğurdunun kalite parametreleri

Deneme yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik analizleri

Deneme yoğurt örneklerine ait *S. thermophilus*, *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12, *L. acidophilus* LA-5 ve

B. animalis subsp. *lactis* BB-12 + *L. acidophilus* LA-5 sayım sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Deneme probiyotik manda yoğurtlarının mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/g)
Table 5. Microbiological analysis results of the experimental probiotic buffalo yoghurts (log cfu/g)

		<i>S. thermophilus</i>	<i>B. animalis</i> subsp. <i>lactis</i> BB-12	<i>L. acidophilus</i> LA-5	<i>B. animalis</i> subsp. <i>lactis</i> BB-12 + <i>L. acidophilus</i> LA-5
Deneme	A	7.21±0.14 ^d	7.13±0.07 ^d	7.19±0.07 ^d	7.26±0.06 ^d
Manda	B	7.39±0.12 ^c	7.28±0.07 ^c	7.36±0.09 ^c	7.43±0.07 ^c
Yoğurtları	/				
<i>Experimental</i>	C	7.53±0.11 ^b	7.50±0.08 ^b	7.57±0.12 ^b	7.67±0.08 ^b
<i>Buffalo Yoghurts</i>	D	7.68±0.12 ^a	7.70±0.09 ^a	7.69±0.09 ^a	7.79±0.05 ^a
		**	**	**	**
Depolama	1.	7.54±0.19 ^a	7.34±0.23 ^b	7.38±0.20 ^b	7.48±0.22 ^b
Periyodu	10.	7.35±0.20 ^b	7.46±0.24 ^a	7.53±0.21 ^a	7.59±0.22 ^a
(Gün) / <i>Storage</i>		**	**	**	**
<i>Period (Day)</i>					

a-d: sütunlar arasındaki farklılıkları gösterir.

***P* < 0.01

A: Kontrol manda yoğurdu; B: %5 çilek püresi + %7.5 şeker; C: %7.5 çilek püresi + %7.5 şeker; D: %10 çilek püresi + %7.5 şeker

a-d: Different letters indicate significant differences in column.

***P* < 0.01

A: control buffalo yoghurt; B: %5 strawberry puree + %7.5 sugar; C: %7.5 strawberry puree + %7.5 sugar; D: %10 strawberry puree + %7.5 sugar

Deneme yoğurt örneklerinde farklı oranlarda çilek püresi ilavesinin ve depolama periyodunun *S. thermophilus*, *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12, *L. acidophilus* LA-5 ve *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 + *L. acidophilus* LA-5 sayıları üzerine istatistiksel olarak çok önemli (*P* < 0.01) etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubuna kıyasla farklı oranlarda çilek püresi ilave edilen örneklerde mikrobiyal gelişimin desteklendiği ve mikroorganizma sayılarının arttığı tespit edilmiştir. Nitekim en yüksek *S. thermophilus*, *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12, *L. acidophilus* LA-5 ve *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 + *L. acidophilus* LA-5 sayıları, en yüksek oranda çilek püresi ilave edilen örneklerde saptanmıştır. Mikrobiyolojik analiz sonuçları incelendiğinde yoğurt örneklerine çilek püresi ilavesinin ABT-2 probiyotik kültürler için prebiyotik etki oluşturduğu görülmüştür. Depolama periyoduna bağlı olarak ise *S. thermophilus* sayısında azalma görülürken *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12, *L. acidophilus* LA-5 ve

B. animalis subsp. *lactis* BB-12 + *L. acidophilus* LA-5 sayılarının arttığı belirlenmiştir. Bu artışın, *S. thermophilus* sayısına bağlı oransal bir artış olduğu düşünülmektedir. Öte yandan depolama periyodu boyunca deneme yoğurt örneklerinde probiyotik mikroorganizma sayısının, terapötik etkiden yararlanmak için probiyotik ürün sınırı olan 10⁶ kob/g'dan (Vargas-Ramella vd., 2021) daha fazla olduğu saptanmıştır. Mevcut araştırma sonuçları, probiyotik mikroorganizmaların gelişiminin incelendiği çalışmalarla uyum içerisindedir (Bakırcı ve Kavaz, 2008; Akubor, 2016; Gangwar vd., 2016; Al-Dhabi vd., 2020).

Deneme yoğurt örneklerinin duyu analizi

Deneme yoğurt örneklerine ait duyu analiz sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir.

Deneme yoğurt örneklerinde farklı oranlarda çilek püresi ilavesinin ve depolama periyodunun duyu analiz parametreleri olan kıvam, tat, koku,

görünüş ve genel kabul edilebilirlik üzerine istatistiksel olarak çok önemli ($P < 0.01$) etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubuna kıyasla meyveli yoğurt örneklerinde duyu analizi puanlarının arttığı belirlenirken, beklenildiği gibi depolama periyodu boyunca duyu analizi puanları azalmıştır. Duyusal analiz parametrelerinin tümünde en yüksek puanı alan örnek, %5 oranında çilek püresi ilave edilen yoğurt örneğidir. Ayrıca incelenen tüm duyu analizi

parametrelerde kullanılan çilek püresi miktarının artmasıyla puanlar düşüş göstermiştir. Görünüş hariç diğer parametrelerde en düşük puanı kontrol grubu örneği almıştır. Nitekim literatürde yoğurda meyve gibi ilave edilen çeşitli katkıların duyu analizi parametrelerini iyileştirdiği ve panelistler tarafından daha yüksek oranda beğeni aldığı çalışmalar bulunmaktadır (Abdel-Hamid vd., 2020; Hovjecki vd., 2021).

Çizelge 6. Deneme probiyotik manda yoğurtlarının duyu değerlendirme sonuçları
Table 6. Sensory evaluation results of the experimental probiotic buffalo yoghurts

		Kıvam / Consistency	Tat / Taste	Koku / Smell	Görünüş / Appearance	Genel Kabul Edilebilirlik / Overall Acceptability
Deneme	A	2.84±0.29 ^d	2.83±0.35 ^c	2.61±0.24 ^d	2.86±0.26 ^c	11.14±1.01 ^d
Manda	B	4.14±0.21 ^a	4.09±0.30 ^a	4.16±0.45 ^a	4.08±0.37 ^a	16.47±1.30 ^a
Yoğurtları	C	3.60±0.30 ^b	3.57±0.29 ^b	3.69±0.23 ^b	3.58±0.41 ^b	14.44±1.17 ^b
<i>Experimental</i>	D	3.22±0.28 ^c	3.33±0.34 ^b	3.28±0.20 ^c	2.78±0.42 ^c	12.61±1.21 ^c
<i>Buffalo Yoghurts</i>		**	**	**	**	**
Depolama	1.	3.66±0.51 ^a	3.71±0.49 ^a	3.65±0.69 ^a	3.63±0.61 ^a	14.65±2.23 ^a
Periyodu	10.	3.24±0.54 ^b	3.20±0.51 ^b	3.22±0.56 ^b	3.02±0.56 ^b	12.68±2.08 ^b
(Gün) / <i>Storage</i>		**	**	**	**	**
<i>Period (Day)</i>						

a-d: sütunlar arasındaki farklılıkları gösterir.

** $P < 0.01$

A: Kontrol manda yoğurdu; B: %5 çilek püresi + %7.5 şeker; C: %7.5 çilek püresi + %7.5 şeker; D: %10 çilek püresi + %7.5 şeker

a-d: Different letters indicate significant differences in column.

** $P < 0.01$

A: control buffalo yoghurt; B: %5 strawberry puree + %7.5 sugar; C: %7.5 strawberry puree + %7.5 sugar; D: %10 strawberry puree + %7.5 sugar

SONUÇ

Son yıllarda fonksiyonel gıdalar hem sağlık üzerindeki sayısız faydaları hem de doğal kaynaklar olmaları nedeniyle dikkatleri üzerine çekmektedir. Fonksiyonel gıda olarak nitelendirilen yoğurt içerdiği besin öğeleri ve biyoaktif bileşiklerle eksiksiz bir süt ürünüdür. Mevcut araştırmada manda sütünden ABT-2 probiyotik kültür kullanılarak üretilen yoğurtlara farklı oranlarda çilek püresi ilave edilmiş ve örnekler çeşitli kalite parametreleri ile biyoaktivite açısından incelenmiştir. Manda yoğurdunun yağ asidi kompozisyonunda doymuş yağ asitlerinin ortalama %67, tekli doymamış yağ asitlerinin ortalama %30 ve çoklu doymamış yağ asitlerinin

ise ortalama %4 olduğu belirlenmiş olup, meyve ilavesiyle doymuş yağ asitlerinde azalma ve doymamış yağ asitlerinde ise artış tespit edilmiştir. Meyve ilavesiyle ACE inhibitör aktivitede azalma saptanırken, toksik bileşik olan HMF miktarında artış belirlenmiştir. Bununla birlikte, mevcut araştırmada tüm yoğurt örneklerinin HMF içeriği EFSA tarafından ortaya konan limitlerin altındadır. Diğer taraftan manda yoğurtlarına çilek püresi ilavesinin probiyotik mikroorganizmaların gelişimini desteklediği ve duyu özellikleri iyileştirdiği ortaya konmuştur.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar bu makale için herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemiştir.

YAZAR KATKILARI

Bu araştırmanın planlanması, yürütülmesi ve yazılmasında tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

TEŞEKKÜR

Mevcut araştırmanın bir bölümü 4th International Conference on Advanced Engineering Technologies (ICADET'22)'de özet bildiri olarak sunulmuştur.

KAYNAKLAR

Abdel-Hamid, M., Romeih. E., Huang, Z., Enomoto, T., Huang, L., Li, L. (2020) Bioactive properties of probiotic set-yogurt supplemented with *Siraitia grosvenorii* fruit extract. *Food Chemistry*, 303: 125400.

Abesinghe, A.M.N.L., Priyashantha, H., Prasanna, P.H.P., Kurukulasuriya, M.S., Ranadheera, C.S., Vidanarachchi, J.K. (2020). Inclusion of probiotics into fermented buffalo (*Bubalus bubalis*) milk: an overview of challenges and opportunities. *Fermentation*, 6(4): 121.

Akubor, P. I. (2016). Quality evaluation and storage properties of yoghurt supplemented with pineapple juice. *International Journal Science and Knowledge*, 5(1): 23-31.

Al-Dhabi, N.A., Valan Arasu, M., Vijayaraghavan, P., Esmail, G.A., Duraipandiyar, V., Kim, Y. O., Kim, H., Kim, H. J. (2020). Probiotic and antioxidant potential of *Lactobacillus reuteri* LR12 and *Lactobacillus lactis* LL10 isolated from pineapple puree and quality analysis of pineapple-flavored goat milk yoghurt during storage. *Microorganisms*, 8(10): 1461.

Bakırcı, I., Kavaz, A. (2008). An investigation of some properties of banana yogurts made with commercial ABT-2 starter culture during storage. *International Journal of Dairy Technology*, 61(3): 270-276.

Bodyfelt, F.W., Tobias, J., Trout, G.M. (1988). *The Sensory Evaluation of Dairy Products*, pp 227-300. New York: AVI Book.

Boukria, O., El Hadrami, E.M., Sameen, A., Sahar, A., Khan, S., Safarov, J., Sultanova, S., Leriche, F., Ait-Kaddour, A. (2020). Biochemical, physicochemical and sensory properties of yoghurts made from mixing milks of different mammalian species. *Foods*, 9(11): 1722.

Cushman, D.W., Cheung, H.S. (1971). Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochemical Pharmacology*, 20: 1637-1648.

Czerwonka, M., Pietrzak-Sajjad, R., Bobrowska-Korczak, B. (2020). Evaluation of 5-hydroxymethylfurfural content in market milk products. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 37(7): 1135-1144.

Da Silva, T.M.S., Piazzentin, A.C.M., Mendonça, C.M.N., Converti, A., Bogsan, C.S.B., Mora, D., de Souza Oliveira, R.P. (2020). Buffalo milk increases viability and resistance of probiotic bacteria in dairy beverages under in vitro simulated gastrointestinal conditions. *Journal of Dairy Science*, 103(9): 7890-7897.

Durak, M.Z., Atlıhan Turan, N. (2020). Antihypertensive peptides in dairy products. *American Journal of Biomedical Science & Research*, 7(2): 191-195.

Estévez, N., Fuciños, C., Rodríguez-Sanz, A., Rúa, M.L. (2022). Development and sensory test of a dairy product with ACE inhibitory and antioxidant peptides produced at a pilot plant scale. *Food Chemistry*, 394: 133459.

Gangwar, R., Hai, H., Sharma, N., Kumar, P. (2016). Development and quality evaluation of yoghurt fortified with pineapple, apple and sweet lemon juice (fruit yoghurt). *International Journal of Engineering Research*, 5(3): 621-629.

Gupta, M.K., Viejo, C.G., Fuentes, S., Torrico, D.D., Saturno, P.C., Gras, S.L., Dunshea, F.R., Cottrell, J.J. (2022). Digital technologies to assess yoghurt quality traits and consumers acceptability. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102: 5642-5652.

Güzel, Y.M., Mercan, T. (2004). Farklı reçeteler kullanılarak üretilen çilek reçellerindeki hidroksimetilfurfural (HMF) oluşumu ve

- depolama süresindeki değişimi. *Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi*, 6: 1-7.
- Hamdy, S.M., Abdelmontaleb, H.S., Mabrouk, A.M., Abbas, K.A. (2021). Physicochemical, viability, microstructure, and sensory properties of whole and skimmed buffalo set-yogurts containing different levels of polydextrose during refrigerated storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 00: e15643.
- Hameed, A., Inayat, S., Javed, I., Junaid, M., Ahmad, I., Ikram, A., Ali, M. (2020). Physicochemical quality and sensory attributes of soy milk yogurt blended with buffalo milk. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*, 18(2): 92-96.
- Hou, Y., Zhang, X., Liu, X., Wu, Q., Hou, J., Su, P., Guo, Q. (2022). Comparison of the effects of 5-Hydroxymethylfurfural in milk powder matrix and standard water on oxidative stress system of Zebrafish. *Foods*, 11(12): 1814.
- Hovjecki, M., Miloradovic, Z., Mirkovic, N., Radulovic, A., Pudja, P., Miocinovic, J. (2021). Rheological and textural properties of goat's milk set-type yoghurt as affected by heat treatment, transglutaminase addition and storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(14): 5898-5906.
- İlyasoğlu, H., Yılmaz, F. (2019). Characterisation of yoghurt enriched with polyunsaturated fatty acids by using walnut slurry. *International Journal of Dairy Technology*, 72(1): 110-119.
- Ivanova, S., Ilieva, Y., Penchev, P. (2021). Alterations in health-related fatty acids in buffalo milk after processing to traditional dairy products. *Acta Universitatis Cibinensis, Series E: Food Technology*, 25(2): 211-220.
- Ivanova, S., Miteva, D., Nacheva, I., Tsvetkov, T. (2011). Assessment of the effect of the technological processing and the storage term on the fatty acid composition of buffalo yoghurt. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 17(3): 269-276.
- Khan, I.T., Nadeem, M., Imran, M., Khalique, A. (2020). Impact of post fermentation cooling patterns on fatty acid profile, lipid oxidation and antioxidant features of cow and buffalo milk set yoghurt. *Lipids in Health and Disease*, 19(1): 1-12.
- Kim, E.D., Lee, H.S., Kim, K.T., Paik, H.D. (2021). Antioxidant and Angiotensin-Converting Enzyme (ACE) Inhibitory activities of yogurt supplemented with *Lactiplantibacillus plantarum* NK181 and *Lactobacillus delbrueckii* KU200171 and sensory evaluation. *Foods*, 10(10): 2324.
- Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A. (2015). Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 18, 238 s, Erzurum.
- Li, M., Shen, M., Lu, J., Yang, J., Huang, Y., Liu, L., Fan, H., Xie, J., Xie, M. (2022). Maillard reaction harmful products in dairy products: formation, occurrence, analysis, and mitigation strategies. *Food Research International*, 151: 110839.
- Metin, M. (2014). Süt Teknolojisi-Sütün Bileşimi ve İşlenmesi (13. Baskı). Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Mirzapour-Kouhdasht, A., Garcia-Vaquero, M. (2022). Cardioprotective peptides from milk processing and dairy products: from bioactivity to final products including commercialization and legislation. *Foods*, 11(9): 1270.
- Moschopoulou, E., Sakkas, L., Zoidou, E., Theodorou, G., Sgouridou, E., Kalathaki, C., Liarakou, A., Chatzigeorgiou, A., Politis, I., Moatsou, G. (2018). Effect of milk kind and storage on the biochemical, textural and biofunctional characteristics of set-type yoghurt. *International Dairy Journal*, 77: 47-55.
- Öz, A.T., Kafkas, E. (2015). Muhafaza süresinin 'Festival' çilek çeşidi meyvelerinde fiziksel özelliklere ve biyokimyasal bileşimine etkisinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(2): 105-112.
- Nakamura, Y., Yamamoto, N., Sakai, K., Okubo, A., Yamazaki, S., Takano, T. (1995) Purification and characterization of angiotensin-converting enzyme inhibitors from sour milk. *Journal of Dairy Science*, 78: 777-783.
- Nguyen, H.T.H., Ong, L., Lefèvre, C., Kentish, S. E., Gras, S.L. (2014). The microstructure and physicochemical properties of probiotic buffalo

- yoghurt during fermentation and storage: a comparison with bovine yoghurt. *Food and Bioprocess Technology*, 7(4): 937-953.
- Paszczyk, B., Czarnowska-Kujawska, M. (2022). Fatty acid profile, conjugated linoleic acid content, and lipid quality indices in selected yogurts available on the Polish market. *Animals*, 12(1): 96.
- Satchithanandam, S., Fritsche, J., Rader, J.I. (2001). Extension of AOAC Official Method 996.01 to the analysis of Standard Reference Material (SRM) 1846 and infant formulas. *Journal of AOAC International*, 84: 805-813.
- Tami, S.H., Aly, E., Darwish, A.A., Mohamed, E.S. (2022). Buffalo stirred yoghurt fortified with grape seed extract: new insights into its functional properties. *Food Bioscience*, 101752.
- Terzioğlu, M.E., Yıldız Küçük, N., Bakırcı, İ. (2022). The effect of pineapple addition at different rates to sheep yoghurt on antioxidant activity, 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) content, and ABT-2 probiotic culture growth. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15(ÖZEL SAYI I): 84-97.
- Urgu, M., Saatli, T.E., Türk, A., Koca, N. (2017). Determination of hydroxymethylfurfural content of heat-treated milk (pasteurized, UHT and lactose-hydrolysed UHT milk). *Akademik Gıda*, 15(3): 249-255.
- Van den Oever, S.P., Mayer, H.K. (2021). Analytical assessment of the intensity of heat treatment of milk and dairy products. *International Dairy Journal*, 121: 105097.
- Vargas-Ramella, M., Pateiro, M., Maggiolino, A., Faccia, M., Franco, D., De Palo, P., Lorenzo, J. M. (2021). Buffalo milk as a source of probiotic functional products. *Microorganisms*, 9(11): 2303.
- Vianna, F.S., da Cruz Silva Canto, A.C.V., Costa-Lima, B., Salim, A.P., Balthazar, C.F., Costa, M.P., Panzenhagen, P., Rachid, R., Franco, R.M., Conte-Junior, C.A., de Oliveira Silva, A.C. (2019). Milk from different species on physicochemical and microstructural yoghurt properties. *Ciência Rural*, 49(6): e20180522.
- Xing, Q., Fu, X., Liu, Z., Cao, Q., You, C. (2021). Contents and evolution of potential furfural compounds in milk-based formula, ultra-high temperature milk and pasteurised yoghurt. *International Dairy Journal*, 120: 105086.
- Yangilar, F. (2013). Hydroxymethylfurfural (HMF) in dairy products. *Akademik Gıda*, 11(3-4): 70-76.