

Piyasada Satılan Çeşitli Yüksek Proteinli Laktozsuz Sütlerin Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan İçerikleri

Özge Duygu OKUR^{1*}

¹Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 67100, Zonguldak

¹<https://orcid.org/0000-0002-5483-2983>

*Sorumlu yazar: oduyguokur@beun.edu.tr

Araştırma Makalesi

ÖZ

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 16.04.2022

Kabul tarihi: 22.08.2022

Online Yayınlanma: 10.03.2023

Anahtar Kelimeler:

Laktozsuz süt
Antioksidan aktivite
Fenolik madde

Bu çalışmanın amacı, özel beslenme grupları (laktoz intoleransına sahip bireyler/aktif spor yapan bireyler) tarafından tüketimi yaygın olan protein içeriği artırılmış laktozsuz süt ürünlerinin antioksidan aktivitesinin araştırılmasıdır. Bu çalışmada, Türkiye piyasasından toplanan protein içeriği artırılmış laktozsuz UHT sütlerde bazı fizikokimyasal analizler ile toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite tayinleri yapılmıştır. Genel olarak farklı markalara ait aynı aromayı içeren laktozsuz süt grupları içerisinde kurumadde arasındaki fark istatistiki olarak önemli ($p<0,05$), pH değerlerindeki değişim ise önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Laktozsuz süt örneklerinin fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri incelendiğinde, en yüksek değer (sırasıyla 2546,25 mg GAE/L ve 7,01 mM) protein içeriği artırılmış kahveli laktozsuz süt (9B) örneğinde tespit edilmiştir ($p<0,05$). Kahveli ve kakaolu örneklerde toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinin kendi aralarındaki değişim önemsiz iken ($p>0,05$), diğer ürün gruplarından farklılıkları önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Süt çeşitleri arasında toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Total Phenolic Substance and Antioxidant Contents of Various Lactose-Free High Protein Milks Sold in the Market

Research Article

ABSTRACT

Article History:

Received: 16.04.2022

Accepted: 22.08.2022

Published online: 10.03.2023

Keywords:

Lactose-free milk
Antioxidant activity
Phenolic substance

The aim of this study is to investigate the antioxidant activity of lactose-free dairy products with increased protein content, which are commonly consumed by special nutrition groups (lactose intolerant individuals/individuals who do active sports). In this study, some physicochemical analyzes and total phenolic substance and antioxidant activity determinations were made in lactose-free UHT milk with increased protein content collected from the Turkish market. In general, the difference between dry matter in lactose-free milk groups containing the same flavor belonging to different brands was statistically significant ($p<0.05$), while the change in pH values was insignificant ($p>0.05$). When the phenolic content and antioxidant activity values of the lactose-free milk samples were examined, the highest value (2546.25 mg GAE/L and 7.01 mM, respectively) was found in the lactose-free milk with coffee (9B) sample with increased protein content ($p<0.05$). While the difference between the total phenolic substance and antioxidant activity values in coffee and cocoa samples was insignificant ($p>0.05$), the differences from other product groups were significant ($p<0.05$). The difference between total phenolic substance and antioxidant activity values among milk varieties was significant ($p<0.05$).

To cite: Okur ÖD. Piyasada Satılan Çeşitli Yüksek Proteinli Laktozsuz Sütlerin Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan İçerikleri. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2023; 6(1): 427-438.

1. Giriş

Dünya yetişkin nüfusunun %75'inin laktoz hidrolizinden sorumlu enzim olan laktaz (β -galaktosidaz) eksikliğine sahip olduğu tahmin edildiğinden, laktoz içermeyen gıda pazarı son yıllarda önemli ölçüde büyümüştür (Silanikove ve ark., 2015; Suri ve ark., 2019). Ayrıca intoleranların çoğu β -galaktosidaz eksikliği olduğunu bilmemekte ve semptomlara neden olan laktoz miktarı da kişiden kişiye değişmektedir. Bazı tipik semptomlar karın ağrısı, gaz ve ishal olup, bu durumun vücudun beslenme dengesine zarar vermesinin yanı sıra süt ürünlerinin günlük tüketimden çıkarılmasına da neden olduğu bilinmektedir (Sharif ve ark., 2017). Bu nedenle, laktoz içermeyen süt ürünlerinin geliştirilmesi ve tüketimi oldukça önemli olmaktadır (Moreira ve ark., 2017; Cincotta ve ark., 2021; Pereira ve ark., 2020; Pachekrepapol ve ark., 2021). Laktozsuz süt ürünleri sektörü gitgide daha yaygın hale gelmekte ve laktoz intoleransı olan kişilerin süttten yapılan farklı, besleyici ve lezzetli ürünlerden oluşan geniş bir yelpazeden yararlanmaları için mükemmel fırsatlar sunmaktadır (Dekker ve ark., 2019). Özellikle duyusal kabulü yüksek süt ürünleri arasında laktozsuz aromalı sütler en önde gelenleridir (da Silva ve ark., 2021). Aromalı laktozsuz sütler genellikle güçlü bir tada ve renge sahip olduklarından, normal laktozsuz UHT sütlere kıyasla Maillard reaksiyonu ile ilgili kötü tat ve esmerleşme ile ilgili çok daha az soruna sahip olmaktadır (Li ve ark., 2015).

Yapısında yer alan yüksek kalitede biyoaktif bileşenlerin de etkisiyle süt, günümüzde egzersiz sonrası popüler bir toparlanma gıdası haline gelmiştir (James ve ark., 2019; Rankin ve ark., 2020). Bu etken bileşikler sayesinde süttün birçok durumda geri kazanım amacıyla kullanılması mümkün olmaktadır. Bu aşamada süt özellikle kas protein sentezi veya döngüsüne, rehidrasyona, egzersize bağlı kas ağrılarının yönetimine ve enerji dengesine katkıları ile ön plana çıkmaktadır (Alcantara ve ark., 2019; Rankin ve ark., 2020). Ayrıca inek süttünün oksidatif stresi azaltabilecek antioksidan özelliklere sahip olduğu ve karbonhidrat-protein karışımı tüketiminin lipid peroksidasyonunu azaltabileceği belirtilmiştir (Kerasiotti ve ark., 2012; Khan ve ark., 2019).

Fenolik bileşikler bilinen sağlık etkilerinden dolayı en popüler bileşik grubudur (Acosta-Estrada ve ark., 2014). Vücutta oksidan ve antioksidan dengenin korunmasında önemli rol oynayan fenolik bileşiklerin sahip oldukları biyolojik aktivite antioksidatif, antiinflamatuvar ve antimikrobiyal özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Kaur ve Mondal, 2014; Zhang ve Tsao, 2016). Süt, fenol, kresol, timol ve karvakrol gibi çeşitli fenolik bileşikleri önemli miktarda içermektedir. Fenolik bileşikler süttün mikrobiyolojik ve organoleptik özelliklerinde önemli rol oynayan ve insan sağlığı için hem fonksiyonel hem de besleyici bileşenlerdir. Süt ürünlerinin antioksidan aktivitesi de bu ürünlere fenolik içerikleri yüksek bileşenlerin ilave edilmesiyle artırılabilir (O'Connell ve Fox, 2001).

Gıdalardaki antioksidan aktivite, hem gıdanın raf ömrü açısından hem de insan vücudundaki oksidatif hasardan bireyleri koruduğu için önemlidir. Artan oksidatif stres, yaşa/diyete bağlı kronik hastalıkların çoğunun başlangıcında rol oynamaktadır (Ames ve ark., 1993; Benzie, 2003). Bu nedenle, antioksidan aktivite temel bir besinsel özellik olarak kabul edilmiştir (Serafini ve Peluso, 2016). Süt ürünleri ürün tipine (örneğin süt, yoğurt, fermente süt ve peynir) ve proses şartlarına (örneğin mekanik, termal ve

fermentatif) bağı olarak değişen oranlarda antioksidan bileşikleri içermektedir. Bu bileşikler süt ürünlerinde lipofilik ve hidrofilik antioksidan yapıları olarak proteinler (özellikle kazein), peptitler, antioksidan enzimler (örneğin süperoksit dismutaz, katalaz ve glutatyon peroksidaz), konjuge linoleik asit (KLA), koenzim Q₁₀, laktoferrin, karotenoidler, vitaminler (örneğin C, E, A, D₃) ve bazı mineraller şeklinde belirtilmektedir (Lindmark-Månsson ve Åkesson, 2000; Grażyna ve ark., 2017; Khan ve ark., 2019).

Son zamanlarda sporcular, yaşlılar ve çocukların besin değeri artırılmış gıda ve içeceklere olan talebinin arttığı gözlenmiştir (Niccolai ve ark., 2020). Bu çalışmada, hem aktif spor yapan bireyler/sporcuların hem de laktoz intoleransına sahip bireylerin rahatlıkla tüketebilecekleri laktozsuz ve proteini artırılmış sütlerin fenolik madde ve antioksidan içeriklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Ayrıca, ticari süt ürünlerinde antioksidan ve fenolik madde içeriklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar mevcut iken (Sönmez ve ark., 2010; Unal, 2012; Ertan ve ark., 2017; Fardet ve Rock, 2018), yüksek protein içerikli laktozsuz süt ürünlerinde belirtilen çalışma sayısı yok denecek kadar azdır (Ağagündüz, 2021). Dolayısıyla belirtilen çalışmanın aynı zamanda literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Bu çalışmada Zonguldak piyasasından temin edilen 4 üretici firmaya ait 13 adet farklı tip (sade, çilekli, kakaolu, kahveli, vanilya ve hindistan cevizi aromalı) protein içeriği artırılmış laktozsuz süt örneği (Tablo 1) 3 farklı zamanda (mart, mayıs ve temmuz aylarında) satın alınmış ve örnekler satın alınmasını takip eden bir sonraki gün içerisinde 2 paralelli olarak analiz edilmiştir.

Tablo 1. Süt örnekleri kompozisyonu (A-D: Üretici Firmalar)

Örnek Kodu	Süt çeşidi	İçerik
1A	Laktozsuz yüksek proteinli vanilya aromalı UHT süt	Yağsız süt
2B	Laktozsuz yüksek proteinli vitamin (B ₁ , B ₃ , B ₆ , B ₁₂) ve L-karnitin ilaveli vanilya aromalı UHT süt	Yağsız (%0,3 yağlı) süt
3C	Laktozsuz kakaolu UHT süt	En az %1 yağlı süt
4A	Laktozsuz yüksek proteinli kakaolu UHT süt	Yağsız süt
5B	Laktozsuz yüksek proteinli vitamin (B ₁ , B ₃ , B ₆ , B ₁₂) ve L-karnitin ilaveli kakaolu UHT süt	Yağsız (%0,3 yağlı) süt
6B	Laktozsuz yüksek proteinli vitamin (B ₁ , B ₃ , B ₆ , B ₁₂) ve L-karnitin ilaveli çilekli UHT süt	Yağsız (%0,3 yağlı) süt
7A	Laktozsuz yüksek proteinli çilekli UHT süt	Yağsız süt
8A	Laktozsuz yüksek proteinli kahveli UHT süt	Yağsız süt
9B	Laktozsuz yüksek proteinli vitamin (B ₁ , B ₃ , B ₆ , B ₁₂) ve L-karnitin ilaveli kahveli UHT süt	Yağsız (%0,3 yağlı) süt

10D	Laktozsuz yüksek proteinli hindistan cevizi aromalı UHT süt	Yağsız (%0,3 yağlı) süt
11B	Laktozsuz yüksek proteinli vitamin (B ₁ , B ₃ , B ₆ , B ₁₂) ve L-karnitin ilaveli hindistan cevizi aromalı UHT süt	Yağsız (%0,3 yağlı) süt
12A	Laktozsuz UHT süt	Yarım yağlı (%1,5 yağlı) süt
13B	Laktozsuz UHT süt	Yarım yağlı (%1,5 yağlı) süt

2.2. Metot

2.2.1. Analitik Metotlar

Örneklerin pH ve kuru madde analizleri AOAC prosedürlerine uygun olarak yapılmıştır (AOAC, 1997).

2.2.2. Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde içeriği standart olarak gallik asit kullanılarak Folin-Ciocalteu yöntemi ile spektrofotometrede (Shimadzu Scientific Instruments, Inc., Tokyo, Japonya) 760 nm de ölçülerek belirlenmiştir. Sonuçlar mg GAE/L olarak verilmiştir (Singleton ve Rossi, 1965).

2.2.3. Antioksidan Aktivite Tayini

- *TEAC (ABTS) Yöntemi*

Örneklerin toplam antioksidan aktivitesinin belirlenmesi amacıyla 7 mM 2,2'-azinobis (3-etil-benzotiazolin-6-sülfonik asit) diamonyum tuzu (ABTS) stok solüsyonu ve 2,45 mM potasyum persülfat çözeltisi karanlıkta 12-16 saat reaksiyona sokulmuş ve ABTS⁺ radikal katyonu elde edilmiştir. Örnek dilüsyonları fosfat tamponu (pH:7,4) kullanımıyla hazırlanmıştır. 2,2'-azinobis (3-etil-benzotiazolin-6-sülfonik asit) diamonyum tuzu (ABTS) çözeltisinin 2 mL'si üzerine 20 µL örnek veya troloks (farklı dilüsyon aralığında hazırlanmış) ilave edilmiş ve 6 dakikada reaksiyonun tamamlanması beklenmiştir. Antioksidanların radikalle reaksiyonu radikalın 734 nm'deki absorbansının düşürülmesi ile belirlenmiştir. Farklı troloks konsantrasyonları için standart eğri oluşturularak örneklerin troloks eşdeğeri antioksidan kapasiteleri (TEAC) hesaplanmıştır. Sonuçlar mM Troloks Eşdeğeri olarak ifade edilmiştir (Re ve ark., 1999).

- *İstatistiksel değerlendirme*

Elde edilen veriler SPSS 16.0 istatistik programı kullanılarak ANOVA varyans analizine tabi tutulmuştur ve önemli çıkan farklılıklara Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (SPSS, 2017). Çalışma üç tekerrürlü olarak yürütülmüş ve analizler iki paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Kurumadde ve pH Analiz Sonuçları

Protein içeriği artırılmış laktozsuz süt örneklerinde belirlenen kurumadde miktarları ve pH değerleri Tablo 2’de verilmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre, ürün grupları arasında pH değerlerindeki değişim önemli olup ($p<0,05$), farklı markalara ait aynı aromalı sütlerde pH değerleri değişimi önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Tablo 2. Protein içeriği artırılmış laktozsuz süt örneklerinin kurumadde ve pH değerleri (ortalama± standart hata)

Örnek Kodu	Çeşit	pH	Kurumadde (%)
1A	Vanilya	6,93±0,00 ^a	11,86±0,00 ^a
2B	Vanilya	6,63±0,00 ^b	12,57±0,01 ^b
3C	Kakao	6,68±0,00 ^b	10,86±0,01 ^c
4A	Kakao	6,95±0,00 ^a	11,10±0,01 ^d
5B	Kakao	6,71±0,00 ^b	13,60±0,02 ^e
6B	Çilek	6,57±0,02 ^b	12,44±0,04 ^f
7A	Çilek	6,58±0,00 ^b	12,60±0,01 ^b
8A	Kahve	6,84±0,01 ^c	11,80±0,01 ^a
9B	Kahve	6,87±0,00 ^c	11,94±0,05 ^a
10D	Hindistan cevizi	6,62±0,01 ^b	12,15±0,01 ^g
11B	Hindistan cevizi	6,60±0,01 ^b	12,08±0,01 ^g
12A	Sade	6,81±0,01 ^c	10,28±0,01 ^h
13B	Sade	6,83±0,00 ^c	10,17±0,00 ^h

Aynı sütündeki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade etmektedir ($p<0,05$)

Genel olarak farklı markalara ait aynı aromayı içeren ürün grupları içerisinde kurumadde değişimi önemli ($p<0,05$) bulunurken, kahveli (8, 9), hindistan cevizi aromalı (10, 11) ve sade (12, 13) örneklerde ürün grupları arasında kurumadde değişimi farksız bulunmuştur ($p>0,05$).

3.2. Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Sonuçları

Protein içeriği artırılmış çeşitli laktozsuz süt örneklerinde tespit edilen toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivite değerleri Tablo 3’ de verilmiştir. Ürünlerin fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri incelendiğinde (Tablo 3), en yüksek değerler sırasıyla 2546,25 mg GAE/L ve 7,01 mM olarak protein içeriği artırılmış kahveli laktozsuz süt (9) örneğinde tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Süt ve süt ürünlerinin antioksidan kapasitesi özellikle kükürt içeren sistein amino asitleri, A, E, C ve D₃ vitaminleri, karotenoidler, mineraller, süperoksit dismutaz, katalaz ve glutatyon peroksidaz gibi antioksidan enzimler, konjuge linoleik asit ve koenzim Q₁₀ gibi biyoaktif bileşenlerden kaynaklanmaktadır (Usta ve Yılmaz-Ersan, 2013; Khan ve ark., 2019). Aynı zamanda sütteki protein

fraksiyonları, özellikle kazein, antioksidan aktivite göstermektedir (Fardet ve Rock, 2018). Süt ayrıca, daidzein'in polifenolik bir metaboliti olan ve antioksidan aktivitesi bilimsel olarak belirlenmiş olan equol'u kayda değer miktarda içermektedir (Mustonen ve ark., 2009). Sütün antioksidan sistemleri tarafından süperoksit radikalleri, hidroksil radikalleri ve peroksit radikalleri engellenebilmektedir (Tong ve ark., 2000). Ticari UHT kutu sütlerde yapılan bir çalışmada toplam antioksidan kapasite değerlerinin 12,0-14,5 mM aralığında Troloks eşdeğeri olarak yüksek olduğu görülmektedir (Fardet ve Rock, 2018). Bu çalışmada ise değerlendirilen ürün grupları protein içeriği bakımından zenginleştirilmiş laktozsuz süt örnekleri olduğu için, temel bileşenlerin yanı sıra artırılmış protein fraksiyonları nedeniyle toplam antioksidan ve fenolik madde içerikleri sade sütlere göre yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Türkiye piyasasından toplanılan yüksek protein içerikli laktozsuz süt ürünlerinin toplam antioksidan içeriklerinin belirlendiği diğer bir çalışmada, mevcut çalışmamıza benzer olarak en yüksek toplam antioksidan değerleri kahve (2,88-3,17 mmol/L) ve kakao (2,86-2,88 mmol/L) aromalı laktozsuz sütlerde tespit edilmiştir (Ağagündüz, 2021). Piyasadan toplanan farklı yağ içerikli pastörize ve UHT kutu sütlerde toplam antioksidan ve fenolik madde içeriğinin belirlenmesine yönelik yapılan bir diğer çalışmada ise, süt örneklerinin toplam fenolik madde içeriği 505,46 ile 982,14 mg GAE/L arasında değişmiştir. Örneklerin toplam antioksidan kapasiteleri sırasıyla pastörize sütte 280,25 μ M Trolox eşdeğeri, tam yağlı UHT sütte 240,30 μ M TE, yağsız UHT sütte 216,78 μ M TE ve yarım yağlı UHT sütte 209,81 μ M TE bulunmuştur (Ertan ve ark., 2017). Ticari süt ürünlerinin antioksidan aktivitelerinin belirlendiği bir çalışmada, UHT süt ürünleri grubunda en yüksek DPPH süpürme aktiviteleri yağ içeriği yüksek sütler ve omega-3 yağ asitleri ile zenginleştirilmiş sütlerde elde edilmiştir. Bu yüksek değerlerin nedeni olarak yağda çözünen antioksidanların ve yağ globül membran proteinlerinin reaktivitesi örnek verilmiştir (Unal, 2012). Piyasadan toplanan sade ve farklı aromalı UHT kutu sütlerde toplam fenolik madde ve antioksidan içeriğinin belirlenmesine yönelik yapılan diğer bir çalışmada elde edilen sonuçlara göre, çilek aromalı, çikolatalı ve sade sütlerde toplam fenolik madde içeriği ortalama olarak sırasıyla 1152,93, 1587,52 ve 1030,10 mg GAE/L, TEAC değerleri sırasıyla 5,38, 6,25 ve 4,31mM Troloks eşdeğeri, ORAC değerleri ise sırasıyla 3,38, 4,31 ve 2,98 μ mol Troloks eşdeğeri/mL olarak bulunmuştur (Sönmez ve ark., 2010). Literatürde yer alan fenolik madde ve antioksidan içeriklerine dair sayısal farklılıkların özellikle numune hazırlama, örnek ekstraksiyonu ve bileşen farklılıklarından ileri geldiği düşünülmektedir.

Tablo 3. Protein içeriği artırılmış laktozsuz süt örneklerinin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite içeriği (ortalama \pm standart hata)

Örnek Kodu	Çeşit	Fenolik madde (mg GAE/L)	TEAC (mM)
1A	Vanilya	1552,50 \pm 6,25 ^a	4,11 \pm 0,04 ^a
2B	Vanilya	1858,75 \pm 12,50 ^b	4,98 \pm 0,02 ^b
3C	Kakao	1965,00 \pm 6,25 ^c	5,28 \pm 0,04 ^c

4A	Kakao	2527,50±6,25 ^d	6,30±0,04 ^d
5B	Kakao	2490,00±6,25 ^d	6,16±0,02 ^d
6B	Çilek	1808,75±12,50 ^b	4,37±0,02 ^a
7A	Çilek	1827,50±6,25 ^b	4,66±0,02 ^e
8A	Kahve	2502,50±6,25 ^d	6,22±0,04 ^d
9B	Kahve	2546,25±12,50 ^d	7,01±0,02 ^f
10D	Hindistan cevizi	1802,50±6,25 ^b	4,25±0,02 ^a
11B	Hindistan cevizi	1815,00±18,75 ^b	4,49±0,02 ^a
12A	Sade	1177,50±6,25 ^e	3,12±0,02 ^g
13B	Sade	1183,75±12,50 ^e	3,08±0,02 ^g

Aynı sütündeki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade etmektedir (p<0,05)

Bu araştırmada, özellikle kahveli ve kakaolu örneklerde (3C, 4A, 5B, 8A, 9B) toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri kendi içlerinde istatistiksel olarak farksız (p>0,05), diğer ürün gruplarında ise farklı bulunmuştur (p<0,05). Fenolik bileşikler ve alkaloidler, otoburlara ve patojen organizmalara karşı koruma sağlamak için ikincil bitki metabolitleridir. Gıdalarda, fenolikler duyuşal özelliklerin yanı sıra oksidatif stabiliteye ve antimikrobiyal korumaya katkıda bulunmaktadır (Baroni ve ark., 2021). Kahvenin sağlığa faydalı etkileri genellikle yüksek antioksidan aktivitesine atfedilmektedir (Bajaj ve Ballal, 2021; Çelik ve Gökmen, 2018; Yashin ve ark., 2013). Kahve, bitkinin ikincil metabolitleri olan polifenoller açısından zengindir (Wang ve Ho, 2009). Kahvenin temel polifenoller arasında klorojenik asit ve türevleri gibi fenolik asitler gelmektedir. Kahve, bunun yanı sıra epikateşinler, isoflavonlar, prosiyanidinler ve antosiyanidinler gibi flavonoidlerin de potansiyel kaynakları arasındadır (Ramirez-Coronel ve ark., 2004; Alves ve ark., 2010; Mullen ve ark., 2013). Kafein, trigonellin ve diterpenler de yeşil kahvenin önemli biyoaktif bileşenleridir. Kavrulma esnasında meydana gelen ve klorojenik asitlerin yıkım ürünleri olan melanoidinler de biyolojik aktiviteye sahip olmalarıyla bilinmektedir (Rodrigues ve Bragagnolo, 2013; Coelho ve ark., 2014). Kakao, çözünür fenolik bileşikler ve çözünmeyen polifenolikler dahil olmak üzere çok çeşitli antioksidanlar içermektedir (Sies ve ark., 2005; Hii ve ark., 2009; Çelik ve Gökmen, 2018). Kakao özellikle zengin bir fenolik asit ve flavan-3-ol kaynağıdır (Bruna ve ark., 2009; Hussain ve ark., 2021; Martínez ve ark., 2012; Mudenuiti ve ark., 2021).

L-karnitin, yağ asitlerinin β-oksidasyonu için gerekli olan endojen bir maddedir ve glikojen tutucu etkisinden dolayı ağırlıklı olarak sporcu beslenmesi alanında çalışılmaktadır (Sung ve ark., 2016). L-karnitin takviyesinin egzersiz performansını iyileştirmesinin yanı sıra, endojen antioksidan savunma sistemini ivmelendirdiği, lipid peroksidasyonunu önlediği ve oksidatif stresi inhibe ettiği bildirilmiştir (Karanth ve Jeevaratnam, 2005). Çalışılan örneklerde bir örnekte (B) içeriğinde yer alan bu bileşenin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite bakımından diğer ürün grupları ile karşılaştırıldığında etkisinin önemsiz olduğu bulunmuştur (p>0,05).

4. Sonuçlar

Toplumda beslenme alışkanlıkları, yaşam tarzları ve sağlık faktörleri gıda piyasasının fikirlerini giderek daha fazla takip etmekte ve bu da endüstrinin duysal ve beslenme açısından daha çekici gıdalar getirme sorumluluğunu güçlendirmektedir. Gıda piyasasında yeni gıda ürünlerinin yer alması, tüketiciler için kalite ve çeşitlilik, üreticiler için de daha yüksek kar ve azalan üretim maliyetleri dahil olmak üzere çok sayıda avantaj getirmektedir. Bu bağlamda özel tüketici gruplarına hitap eden ticari laktozsuz ve yüksek protein içerikli fonksiyonel süt ürünlerinin beslenme ve sağlık açısından güncel yöntemlerle toplam antioksidan aktivitelerinin ve fenolik madde içeriklerinin belirlenmesi önemli olmaktadır. Bu çalışmada, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri bakımından özellikle protein içeriği artırılmış laktozsuz kahveli ve kakaolu süt örneklerinde en yüksek değerler elde edilmiştir. Genel olarak çilekli, hindistan cevizi ve vanilya aromalı süt örneklerinin ise kontrol örneğine göre değişimleri önemli düzeyde bulunmuştur. Bu bağlamda bahsi geçen ürünleri tüketen özel tüketici gruplarının özellikle sade örneklerden ziyade sırasıyla kahveli, kakaolu, çilekli, vanilya ve hindistan cevizi aromalı ürünleri tercih ederek daha sağlıklı seçimler yapacağı düşünölmekte ve bireylere bu tarz bir tüketim önerilmektedir. Bilhassa laktoz intoleransı olan bireyler ve aktif spor yapan kişiler için tercih edilir olan bu ürünlerde sağlık etkileri bilinen antioksidan ve fenolik madde yapılarının bilinmesinin, konu ile ilgili yapılmış olan çalışma sayısının da yok denecek kadar az olduğu göz önünde bulundurulurak literatüre katkı sağlayacağı düşünölmektedir.

ıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazar makaleye %100 oranında katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

Kaynakça

Acosta-Estrada BA., Gutiérrez-Urbe JA., Serna-Saldívar SO. Bound phenolics in foods, a review. *Food Chemistry* 2014; 152(3): 46-55.

Ağagündüz D. Preliminary exploration of total antioxidant and oxidant status of novel high-protein milk products. *Journal of Food and Nutrition Research* 2021; 60(1): 1-8.

Alcantara JM., Sanchez-Delgado G., Martinez-Tellez B., Labayen I., Ruiz JR. Impact of cow's milk intake on exercise performance and recovery of muscle function: a systematic review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2019; 16(22): 41-52.

Alves RC., Almeida IM., Casal S., Oliveira MB. Isoflavones in coffee: influence of species, roast degree, and brewing method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2010; 58(5): 3002-3007.

- Ames BN., Shigenaga MK., Hagen TM. Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 1993; 90(2): 7915–7922.
- AOAC Method 947.05, 990.19. Official methods of analysis of AOAC international (16th ed.). Gaithersburg, MD 20877-2417. USA; 1997.
- Bajaj D., Ballal S. A review on antioxidant activity of coffee and its additives. *Journal of Pharmaceutical Research International* 2021; 33(25B): 77-85.
- Baroni L., Sarni AR., Zuliani C. Plant foods rich in antioxidants and human cognition: A systematic review. *Antioxidants* 2021; 10(5): 714-727.
- Benzie IFF. Evolution of dietary antioxidants. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* 2003; 136(1): 113–126.
- Bruna C., Eichholz I., Rohn S., Kroh LW., Huyskens–Keil S. Bioactive compounds and antioxidant activity of cocoa hulls (*Theobroma cacao L.*) from different origins. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 2009; 83(1): 9–13.
- Cincotta F, Conduro C., Tripodi G., Merlino M., Prestia O., Stanton C., Verzera A. Comparison of lactose free and traditional mozzarella cheese during shelf-life by aroma compounds and sensory analysis. *LWT- Food Science and Technology* 2021; 140(1): 110-118.
- Coelho C., Ribeiro M., Cruz AC., Domingues MR., Coimbra MA., Bunzel M., Nunes FM. Nature of phenolic compounds in coffee melanoidins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2014; 62(31): 7843-7853.
- Çelik EE., Gökmen V. A study on interactions between the insoluble fractions of different coffee infusions and major cocoa free antioxidants and different coffee infusions and dark chocolate. *Food Chemistry* 2018; 255(2): 8–14.
- da Silva CD., de Oliveira DR., Perrone ÍT., Fonseca CH, Garcia ES. Low-fat, lactose-free and leucine-enriched chocolate cow milk prototype: A preliminary study on sensorial acceptability and gastrointestinal complaints following exhaustive exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2021; 18(14): 1-9.
- Dekker PJT., Koenders D., Bruins MJ. Lactose-free dairy products: Market Developments, Production, Nutrition and Health Benefits. *Nutrients* 2019; 11(3): 551-565.
- Ertan K., Bayana D., Gokce O., Alatosava T., Yılmaz Y., Gursoy O. Total antioxidant capacity and phenolic content of pasteurized and UHT-treated cow milk samples marketed in Turkey. *Akademik Gıda* 2017; 15(2): 103-108.
- Fardet A., Rock E. *In vitro* and *in vivo* antioxidant potential of milks, yoghurts, fermented milks and cheeses: a narrative review of evidence. *Nutrition Research Reviews* 2018; 31(1): 52–70.
- Grażyna C., Hanna C., Adam A., Magdalena BM. Natural antioxidants in milk and dairy products. *International Journal of Dairy Technology* 2017; 70(2): 165–178.

- Grossmann M. Phenolics and alkaloids of raw cocoa nibs and husk: The role of soluble and insoluble-bound antioxidants. *Food Bioscience* 2021; 42(1): 101-108.
- Hii CL., Law CL., Suzannah S., Miswani S., Cloke M. Polyphenols in cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Asian Journal of Food and Agro-Industry* 2009; 2(4): 702-722.
- Hussain N., bt Md Dali AZ., Munawar N. Effects of fat contents and particle size of cocoa nibs on alkaloid composition, antioxidant activities, and volatile compound of concentrated cocoa drink. *Journal of Food Processing and Preservation* 2021; 45(9): 157-166.
- James LJ., Stevenson EJ., Rumbold P., Hulston CJ. Cow's milk as a post-exercise recovery drink: implications for performance and health. *European Journal of Sport Science* 2019; 19(1): 40–48.
- Kaur S., Mondal P. Study of total phenolic and flavonoid content, antioxidant activity and antimicrobial properties of medicinal plants. *Journal of Microbiology & Experimentation* 2014; 1(1): 58-71.
- Karant J., Jeevaratnam K. Oxidative stress and antioxidant status in rat blood, liver and muscle: effect of dietary lipid, carnitine and exercise. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research* 2005; 75(1): 333–339.
- Kerasioti E., Kiskini A., Veskoukis A., Jamurtas A., Tsitsimpikou C., Tsatsakis AM., Koutedakis Y., Stagos D., Kouretas D., Karathanos V. Effect of a special carbohydrate-protein cake on oxidative stress markers after exhaustive cycling in humans. *Food and Chemical Toxicology* 2012; 50(8): 2805–2810.
- Khan IT., Nadeem M., Imran M., Ullah R., Ajmal M., Jaspal MH. Antioxidant properties of milk and dairy products: a comprehensive review of the current knowledge. *Lipids in Health and Disease* 2019; 18(1): 41-49.
- Li XE., Lopetcharat K., Qiu Y., Drake MA. Sugar reduction of skim chocolate milk and viability of alternative sweetening through lactose hydrolysis. *Journal of Dairy Science* 2015; 98(3): 1455–1466.
- Lindmark-Månsson H., Åkesson B. Antioxidative factors in milk. *British Journal of Nutrition* 2000; 84(S1): 103–110.
- Martínez R., Torres P., Meneses MA., Figueroa JG., Pérez-Álvarez JA., Viuda-Martos M. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (*Theobroma cacao* L.) coproducts. *Food Research International* 2012; 49(1): 39–45.
- Moreira TC., da Silva ÁT., Fagundes C., Ferreira SMR., Cândido LMB., Passos M., Krüger CCH. Elaboration of yogurt with reduced level of lactose added of carob (*Ceratonia siliqua* L.). *LWT-Food Science and Technology* 2017; 76(4): 326–329.
- Mudenuti N.V.R., de Camargo A.C., de Alencar S.M., Danielski R., Shahidi F., Madeira T.B., Hirooka E.Y., Spinosa W.A., Grossmann M.V.E. Phenolics and alkaloids of raw cocoa nibs and husk: The role of soluble and insoluble-bound antioxidants. *Food Bioscience* 2021; 42: 101085.

- Mullen W., Nemzer B., Stalmach A., Ali S., Combet E. Polyphenolic and hydroxycinnamate contents of whole coffee fruits from China, India, and Mexico. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2013; 61(22): 5298-5309.
- Mustonen EA., Tuori M., Saastamoinen I., Taponen J., Wahala K., Saloniemi H., Vanhatalo A. Equol in milk of dairy cows is derived from forage legumes such as red clover. *British Journal of Nutrition* 2009; 102(11): 1552–1556.
- Niccolai A., Bažec K., Rodolfi L., Biondi N., Zlatić E., Jamnik P., Tredici MR. Lactic acid fermentation of *arthrospira platensis* (spirulina) in a vegetal soybean drink for developing new functional lactose-free beverages. *Frontiers in Microbiology* 2020; 11(3): 560-571.
- O’Connell JE., Fox PF. Significance and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk and dairy products: a review. *International Dairy Journal* 2001; 11(3): 103-120.
- Pachekrepapol U, Somboonchai N, Krimjai W. Physicochemical, rheological, and microbiological properties of lactose-free functional yogurt supplemented with fructooligosaccharides. *Journal of Food Processing and Preservation* 2021; 45(1): 27-35.
- Pereira JA., Pinto SS., Dias CO., Vieira MPT., Ribeiro DHB., Amboni RDMC., Fritzen-freire CB. Potentially symbiotic fermented milk: A preliminary approach using lactose-free milk. *LWT-Food Science and Technology* 2020; 118(6): 843-847.
- ramirez-coronel ma., marnet n., kolli vsk., roussos s., guyot s., augur c. characterization and estimation of proanthocyanidins and other phenolics in coffee pulp (*Coffea arabica*) by thiolysis–high-performance liquid chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2004; 52(5): 1344-1349.
- Rankin P., Callanan D., O’Brien K., Davison G., Stevenson EJ., Cockburn E. Can milk affect recovery from simulated team-sport match play? *Nutrients* 2020; 12(1): 112-117.
- Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans CA. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine* 1999; 26(9-10): 1231–1237.
- Rodrigues NP., Bragagnolo N. Identification and quantification of bioactive compounds in coffee brews by HPLC–DAD–MSn. *Journal of Food Composition and Analysis* 2013; 32(2): 105-115.
- Serafini M., Peluso I. Functional foods for health: the interrelated antioxidant and anti-inflammatory role of fruits, vegetables, herbs, spices and cocoa in humans. *Current Pharmaceutical Design* 2016; 22(44): 6701–6715.
- Sharif A., Khan S., Qamar F., Naveed S., Ghauri AO. Lactose intolerance and inheritance of lactase Persistence: A review. *RADS Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 2017; 5(3): 70–74.
- Sies H., Schewe T., Heiss C., Kelm M. Cocoa polyphenols and inflammatory mediators. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2005; 81(1): 304-312.

- Silanikove N., Leitner G., Merin U. The interrelationships between lactose intolerance and the modern dairy industry: global perspectives in evolutionary and historical backgrounds, *Nutrients* 2015; 7: 7312–7331.
- Singleton VL., Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 1965; 16(3): 144-158.
- Sönmez C., Ertuş G., Okur ÖD., Güzel-Seydim Z. UHT sütlerin bazı kalite kriterlerinin ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. *Akademik Gıda*, 2010; 8(1): 13-16.
- SPSS Statistics Student Version 16.0, 2017 SPSS Inc., Chicago, IL; 2017
- Sung DJ., Kim S., Kim J., An H., So WY. Role of l-carnitine in sports performance: Focus on ergogenic aid and antioxidant. *Science & Sports* 2016; 31(4): 177-188.
- Suri S., Kumar V., Prasad R., Tanwar B., Goyal A., Kaur S., Gat Y., Kumar A., Kaur J., Singh D. Considerations for development of lactose-free food. *Journal of Nutrition & Intermediary Metabolism* 2019; 15(1): 27-34.
- Tong LM., Sasaki S., McClements DJ., Decker EA. Mechanisms of the antioxidant activity of a high molecular weight fraction of whey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2000; 48(5): 1473-1478.
- Unal G. Antioxidant activity of commercial dairy products. *Agro FOOD Industry Hi Tech* 2012; 23(1): 39-42.
- Usta B., Yilmaz-Ersan L. Antioxidant enzymes of milk and their biological effects. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University* 2013; 27(2): 123-130.
- Wang Y., Ho CT. Polyphenolic chemistry of tea and coffee: a century of progress. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2009; 57(18): 8109-8114.
- Yashin A., Yashin Y., Wang JY., Nemzer, B. Antioxidant and antiradical activity of coffee. *Antioxidants (Basel, Switzerland)* 2013; 2(4): 230–245.
- Zhang H., Tsao R. Dietary polyphenols, oxidative stress and antioxidant and anti-inflammatory effects. *Current Opinion in Food Science* 2016; 8(2): 33-42.