

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HAYVANSAL VE BİTKİSEL SÜTLERİN KİMYASAL BİLEŞİMİ
VE ANTIOKSİDAN ÖZELLİKLERİ**

Melek Betül KALA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

Danışman
Prof. Dr. Suzan YALÇIN

KONYA-2024

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HAYVANSAL VE BİTKİSEL SÜTLERİN KİMYASAL BİLEŞİMİ
VE ANTIOKSİDAN ÖZELLİKLERİ**

Melek Betül KALA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

Danışman
Prof. Dr. Suzan YALÇIN

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 21202137 proje numarası ile desteklenmiştir.

KONYA-2024

ÖNSÖZ

Yaşamın her evresinde tüketilen süt makro ve mikro besin unsurlarını yeterli düzeyde içermektedir. Günümüzde en çok tercih edilen süt; inek sütüdür. Dünya süt üretiminin %83'ünü inek sütü oluşturmaktadır. Bununla birlikte koyun, keçi ve manda sütleri de tercih edilen sütler arasındadır. Süt kalsiyum, fosfor, riboflavin, esansiyel amino asitler ve yağ asitleri içermesi nedeniyle önemli bir besin kaynağıdır. Günlük protein, karbonhidrat ve kalsiyum ihtiyacının karşılanmasında önemli bir yer tutar. Bir porsiyon inek sütü, küçük bir çocuğun bir gün boyunca ihtiyaç duyduğu proteinin %60'ından fazlasını ve kalsiyumun yaklaşık %42'sini sağlar. Ayrıca B₁₂, D vitamini ve folat gereksinimlerinin de önemli bir kısmını karşılar.

Laktoz yalnızca hayvansal sütlerde bulunan karbonhidrat türüdür. Laktoz sindirimi sonucu oluşan galaktoz glikolipidlerin kaynağıdır ve beyin dokusuna katılır. Bu nedenle beyin gelişimi açısından önemlidir. Hayvansal süt proteinleri kazein ve serum proteinleri olmak üzere iki ana gruptan oluşur. Süt proteinlerinden laktoferrin enfeksiyonlara karşı koruyucudur ve antiviral etkiye sahiptir. Serum albümin taşımada, metabolizmada ve serbest radikallere karşı korunmada etkilidir. Ayrıca immünoglobülinler ve büyüme faktörleri sağlık üzerinde faydalı etkilere sahiptir. Süt yağının önemli bir kısmı trigliserit ve kısa zincirli yağ asitlerinden oluşmaktadır.

Süt bileşimi, hayvanın türü, genetik faktörler, fizyolojik faktörler, beslenme faktörleri, sağım sıklığı ve çevresel koşullara bağlı olarak önemli ölçüde farklılık gösterir. İnek, keçi, koyun ve manda sütünün bileşimleri birbirinden farklıdır. Manda sütünün enerji içeriği diğerlerine göre daha yüksektir. Bunu sırasıyla koyun, inek ve keçi sütü izler. Yağ içeriği en yüksek hayvansal sütler ise koyun ve manda sütüdür. Ayrıca koyun sütündeki protein içeriği de diğer sütlerle kıyasla yüksektir. Yüksek Lisans eğitimim süresince, problemleri çözmeye ve sorunlarla başa çıkmamda gerek bilimsel deneyim ve birikimini, gerekse manevi destek ve yardımını esirgemeyen, her koşulda sürekli ilgi, anlayış ve sabır gösteren sevgili danışman hocam, Sayın Prof. Dr. Suzan YALÇIN'a ve çalışmam sırasında gerek araç-gereç gerekse tecrübelerini benimle paylaşan Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalında görevli hocalarıma ve bölüm araştırma görevlilerine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR	iii
ÖZET.....	iv
SUMMARY	v
1. GİRİŞ	1
1.1. Hayvansal Süt.....	1
1.1.1. Hayvansal Süt Bileşimi.....	1
1.1.2. Hayvansal Sütün Antioksidan Özelliği.....	8
1.2. Bitkisel Süt	12
1.2.1. Pirinç Sütü.....	19
1.2.2. Yulaf Sütü	20
1.2.3. Soya Sütü	21
1.2.4. Badem Sütü.....	22
1.2.5. Fındık Sütü.....	23
1.2.6. Hindistan Cevizi Sütü	23
1.2.7. Antep Fıstığı Sütü	24
2.GEREÇ VE YÖNTEM.....	26
2.1. Gereç	26
2.2. Yöntem	26
2.2.1. Süt Numunelerinde Kurumadde ve Kül Analizlerinin Belirlenmesi ...	26
2.2.2. Süt Numunelerinde pH Değerinin Belirlenmesi	26
2.2.3. Süt Numunelerinde Toplam Fenolik Maddenin Analizi	26
2.2.4. Süt Numunelerinde Toplam Antioksidan-Oksidan Statüsünün Belirlenmesi	27
2.2.6. İstatistik Analizler	28
3. BULGULAR	29
4. TARTIŞMA	39
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	48
6. KAYNAKLAR	49
7. EKLER.....	58
EK-A: Etik Kurul Onayı.....	58
EK-B: Turnitin Raporu.....	59
8. ÖZGEÇMİŞ.....	65

SİMGELER VE KISALTMALAR

AAE	Askorbik asit eşdeğeri
ABTS	2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)
BHT	Butilleşmiş hidroksi toluen
CAT	Katalaz
CUPRAC	Oksidan olarak bakır (II) kullanılan toplam antioksidan potansiyel
DPPH	2,2 difenil 1 pikril hidrazil
DNA	Deoksiriboz nükleik asit
FCT	Folin-Ciocalteu reaktifi
FRAP	Demir iyon indirgeyici antioksidan güç kapasitesi
g	Gram
GAE	Gallik asit eşdeğeri
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
IC ₅₀	%50 inhibisyonu sağlayan konsantrasyon
KM	Kuru madde
l	litre
mg	Miligram
ml	Mililitre
mM	Milimol
n	Numune sayısı
ORAC	Oksijen radikal absorbans kapasite
OSI	Oksidatif stres indeksi
QE	Quersetin eşdeğeri
RE	Rutin eşdeğeri
ROM	Reaktif oksijen metabolitleri
ROS	Reaktif oksijen türleri
RNS	Reaktif azot türleri
RSA	Radikal süpürme aktivitesi
SOD	Süperoksit dismutaz
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TAA	Toplam antioksidan aktivite
TAC	Toplam antioksidan kapasite
TAE	Tannik asit eşdeğeri
TE	Trolox eşdeğeri
TEAC	Trolox eşdeğeri antioksidan kapasite
TAS	Toplam antioksidan statusu
TFC	Toplam flavonoid konsantrasyonu
TOA	Toplam oksidasyon aktivitesi
TPS	Toplam fenolik madde
TRAP	Toplam radikal yakalayıcı antioksidan parametre
TOS	Toplam oksidan statusu
%	yüzde
μ	mikro

ÖZET

T.C

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HAYVANSAL VE BİTKİSEL SÜTLERİN KİMYASAL BİLEŞİMİ VE ANTIOKSİDAN ÖZELLİKLERİ

Melek Betül KALA

Besin Hijyeni Ve Teknolojisi Anabilim Dalı

YÜKSEK LİSANS TEZİ/KONYA-2024

Türkiye’de tüketime sunulan sütün kimyasal bileşimi ve antioksidan özelliklerini belirlemek için yapılan bu çalışmada farklı bölgelerden 16 adedi hayvansal süt ve 40 adedi bitki bazlı süt olmak üzere 56 adet süt numuneleri temin edilmiştir. Süt numuneleri olarak UHT inek sütü, pastörize inek sütü, Hindistan cevizi sütü, soya sütü, badem sütü, fındık sütü ve yulaf sütü analiz edilmiştir. Süt numunelerinde kurumadde, kül, toplam antioksidan, toplam oksidan, oksidatif stress, katalaz enzim aktivitesi, ve toplam fenolik madde analizi yönünden incelenmiştir.

Badem sütü en yüksek pH değerine sahipken inek sütleri, yulaf sütü ve Hindistan cevizi sütünde düşük pH görülmüştür. Bitki bazlı sütlerde kurumadde ve kül düşük düzeyde bulunmuştur. İnek sütleri ve soya sütünde toplam fenolik madde yüksek bulunmuştur. Toplam antioksidan statüsü ve katalaz enzim düzeyleri fındık ve yulaf sütünde, oksidatif stress indeksi badem sütü ve inek sütlerinde yüksek bulunmuştur. Pastörize ve UHT inek sütlerinde pH, kuru madde, kül, toplam fenolik madde ve antioksidan özellikler bakımından farklılık görülmemiştir.

Çalışma sonuçları vegan diyeti kullananlar açısından çok yararlı olacaktır.

Anahtar Sözcükler: Antioksidan özellik; Hayvansal süt; Bitkisel Süt; Kimyasal bileşim

SUMMARY

**REPUBLIC OF TURKEY
SELCUK UNIVERSITY
HEALTH SCIENCES INSTITUTE**

CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF ANIMAL AND PLANT BASED MILKS

Melek Betül KALA

Department of Food Hygiene and Technology

MASTER / KONYA-2024

This study was conducted to determine the chemical composition and antioxidant properties of milk consumed in Turkey and total 56 milk samples, 16 of which were animal milk and 40 were plant based milk were obtained from different regions. UHT cow's milk, pasteurized cow's milk, coconut milk, soy milk, almond milk, hazelnut milk and oat milk were analyzed as milk samples. Milk samples were analyzed in terms of dry matter, ash, total antioxidant, total oxidant, oxidative stress, catalase enzyme activity, and total phenolic substance analysis.

While almond milk had the highest pH value, cow's milk, oat milk and coconut milk had lower pH value. Low levels of dry matter and ash were found in plant-based milks. Total phenolic substances were found to be high in cow's milk and soy milk. Total antioxidant status and catalase enzyme levels were found to be high in hazelnut and oat milk, and oxidative stress index was found to be high in almond milk and cow's milk. There was no difference in pH, dry matter, ash, total phenolic substance and antioxidant properties between pasteurized and UHT cow milk.

This study results will be very useful for those on a vegan diet.

Key Words: Antioxidant properties; Animal milk; Plant based milk; Chemical composition

1. GİRİŞ

1.1. Hayvansal Süt

Süt, tüm memelilerin dişilerinin yeni doğan yavrularını besleyebilmek için, süt bezlerinde salgılanan; protein, yağ ve laktozdan zengin, beyaz renkli bir sıvıdır. Elde edildiği canlıya göre inek sütü, keçi sütü, koyun sütü vb isimlendirilir. Günümüzde en çok tercih edilen inek sütü olsa da keçi, koyun ve manda sütleri de piyasada satılmaktadır (Yiğit 2019).

Türk Gıda Kodeksine göre çiğ süt; inek, keçi, koyun veya mandanın sağılmasıyla elde edilen, 40°C' nin üzerinde ve bu seviyede ısıtılmamış veya eşdeğer olarak etkiye sahip herhangi bir işlem görmemiş olan meme bezinde üretilen salgıdır. İçme sütü ise çiğ sütün; pastörizasyon, yüksek sıcaklıkta pastörizasyon, UHT veya sterilizasyon işlemlerinden biri uygulanarak elde edilen ve başka bir işleme gerek kalmadan tüketime sunulan süttür.

İnek sütü, dünya çapında üretilen sütün %85'ini temsil eder, inek sütünden sonra dünya çapındaki süt üretimi en yüksek manda sütünde (%11) görülürken, bunu keçi (%2,3), koyun (%1,4) ve deve sütü (%0,2) takip etmektedir (Gerosa ve Skoet 2012).

1.1.1. Hayvansal Süt Bileşimi

Sütün bileşimi temelde tüm memelilerde benzerdir; yani hepsi su, protein, yağ, karbonhidrat, vitamin ve mineraller içermektedir. Ancak türe göre, yeni doğan canlının beslenme, büyüme ve enerji gereksinimlerine uygun şekilde farklılık göstermektedir. Hatta aynı tür hayvanlar arasında bile çevresel, genetik ve fizyolojik faktörler nedeniyle farklılık gösterebilmektedir. Süt ayrıca pigmentler, enzimler, vitaminler, fosfolipidler vb diğer maddeleri de içerir. Su ve gazlar uzaklaştırıldığında geriye kalan artık madde kuru madde olarak adlandırılır (Metin 2012). Süt önemli bir protein kaynağıdır. Kalsiyum, fosfor vb mineraller; A vitamini, riboflavin ve B₁₂ vitaminleri açısından önemli bir kaynaktır. Laktoz, süt yağı, kazein, laktoglobulin ve laktalbumin sadece sütte bulunan bileşenlerdir. Ayrıca süt, enzimlerin içeriği yoluyla ve hormonlar nedeniyle büyüme faktörü olarak, immünglobulinler ve diğer antibakteriyel sindirim

ajanları nedeniyle koruyucu işlev gibi çeşitli fizyolojik fonksiyonlara da sahiptir (Thompson ve ark 2009, Rudd 2013, Tarte ve ark 2019).

Sütün bileşimi, elde edildiği hayvan türüne bağlı olarak içerdiği besin maddeleri açısından farklılık göstermektedir. Hayvanın beslenmesi, yaşı, sağlık durumu, laktasyon dönemi, üretilen süt miktarı, yaşadığı bölgenin iklim koşulları ve sağılma zamanı ve gibi faktörler de sütün bileşimini etkilemektedir. Ayrıca süt üzerine uygulanan ısı işlemlerin türü de özellikle mineral oranını etkileyebilmektedir. (Zamberlin ve ark 2012, Rudd 2013).

Süt proteinleri

Hayvansal süt proteinleri, kazein ve serum (whey) proteinleri olmak üzere iki temel gruptan oluşmaktadır. Kazein sütün asit veya enzimler ile koagüle olan kısmıdır. Çözelti içerisinde çökelmeyen kısım ise serum proteinleridir.

Kazein süt proteinlerinin yaklaşık %80'ini oluşturmaktadır ve bu nedenle sütün esas proteini olarak kabul edilmektedir. Kazein; mineralleri ve eser elementleri (kalsiyum, fosfor, demir, çinko ve bakır) taşıyan, metabolizmayı ve antioksidan enzimlerin aktivitesini düzenleyen α S1 kazein, α S2 kazein, β kazein, κ kazein ve γ kazein olmak üzere dört fraksiyondan oluşmaktadır. Kazein molekülleri üçüncül bir yapıya sahip değildir ve sütte kazein miselleri olarak bilinen büyük yapılar halinde bulunurlar. α S1 en aygın fraksiyonudur ve insan sütünde bulunmaz. Ayrıca süt proteini alerjisinin de en sık nedenidir. Serum proteinleri ise süt proteinlerinin yaklaşık %20'sini oluşturmaktadır. Başlıca laktoglobulin (LG) ve laktalbümin (LA), serum albümin (SA), immünoglobulinler (Ig), laktoferrin (LF), proteoz pepton 3 ve seruloplazminden oluşmaktadır. Peynir altı suyu proteinleri, sülfür içeren amino asitler (SAA) ve dallı zincirli amino asitler (BCAA) dahil olmak üzere esansiyel amino asitler bakımından kazeinden daha zengindir (Park 2009, Metin 2012, Power ve ark 2013).

Kazein/protein oranı 2/3 olan sütlere kazein sütü denir. İnek, koyun ve keçi sütleri kazein sütleridir. Kazein yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır ancak asitliğe dayanıklı değildir. pH 4.6'da çökmesi sebebiyle mide salgılarıyla pıhtılaşır ve zor sindirilir (Park 2009).

Kazein proteinleri misel yapıda bulunur. α S1 kazein, α S2 kazein, β kazein, κ kazein ve γ kazein proteinlerin çeşitli oranlarda bulunur. Bu oran ve misel yapının boyutu farklı hayvan sütlerine göre değişiklik göstermektedir. Deve sütü kazein miseli en geniş çapa sahipken, koyun ve inek sütü daha küçük çaplı kazein misellerine sahiptir. Bu konuda yapılan bir çalışmada kazein misellerinin çapları ile kazein konsantrasyonu arasında negatif bir ilişki olduğu saptanmıştır (Bornaz ve ark 2009).

Serum proteinleri suda çözünür yapıdadırlar ve ısıya duyarlıdırlar. Sütün 90°C'ye ısıtılmasıyla çökerler (Koçak 1987, Smithers 2008). Fiziksel, kimyasal ve fonksiyonel özellikler yönünden birçok farklı protein içerirler ve en önemlisi esansiyel amino asitleri içermeleridir. Bu özelliklerinden dolayı biyolojik değeri en yüksek protein grubudurlar (Smilowitz ve ark 2005, Smithers 2008). Serum proteinleri vitamin ve mineral maddelerin taşınımı ve emiliminde görev almakta ve immünolüjik olarak koruyucu bir role sahiptirler (Marshall 2004).

Toplam albümin ve globülin miktarının toplam proteine oranı 1/3'ten fazla olan sütlere albümin sütü denir. İnsan, kısrak, eşek, köpek sütü albümin sütüdür (Rudd 2013).

Laktoglobülin serum proteinlerinin %50-60'ını oluşturmaktadır. Globüler yapısı nedeniyle midede bulunan proteolitik enzimlere ve asitliğe karşı da dayanıklıdır (Papiz 1986). Ayrıca glutasyon açısından zengin olması sebebiyle güçlü antioksidan özellik göstererek immunolojik anlamda koruyucu etki gösterir. Hayvansal kaynaklı süt proteinlerinin önemli bir kısmını oluşturmaya karşın anne sütünde bulunmamaktadır (Karagözlü ve Bayarar, 2004).

Laktalbumin ise serum proteinlerinin %20- 25'ini oluşturmaktadır. Laktozun biyosentezinde görev almakta ve bağışıklık sistemine destek olmaktadır (De Wit 1998). Laktoferrin antioksidan, antibakteriyel ve antiviral etki gösteren demir bağlayıcı bir glikoproteindir. Bebeklerde patojenlere karşı birincil savunma mekanizmasını oluşturmaktadır. Bu sebeple insan sütünde inek sütüne kıyasla yaklaşık iki kat fazla bulunmaktadır. Metabolizma ve taşımada da önemli rol oynamaktadır. Ayrıca kemik gelişimini desteklediğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Brock 1980, Marshall 2004).

Hayvansal sütlerde bulunan immünoglobülinlerin de sağlık üzerine önemli etkileri bulunmaktadır. Süt ile sindirim sistemine taşınarak pasif bağışıklığı desteklemektedir. İmmünoglobulinler kolostrum sütünde en yüksektir ve laktasyon sırasında seviyeleri düşmektedir (Marshall 2004, Smithers 2008). Serum albumini ise kanda serbest yağ asitlerini bağlayarak taşınmalarında görev almaktadır (Marshall 2004).

Bu bileşenlerle birlikte sütte birçok enzim de bulunmaktadır. Alkalın fosfataz (ALP) bu önemli enzimlerden biridir. İnek ve koyun sütü başta olmak üzere tüm memeli sütlerinde bulunur. Pastörizasyon için termal bir indikatördür. ALP ısıl işleme inaktive olduğu için, enzim seviyesi azaldıkça pastörizasyonun etkili olduğu anlaşılmış olur. Ksantin oksidoredüktaz ise süt yağı globül zarının önemli bir proteindir ve yenidoğan bağırsağında, bağırsak epitelinin endojen enzimini tamamlayarak antimikrobiyal etki göstermektedir. Etkinliği inek sütünde en yüksektir (Claeys ve ark 2014).

Ayrıca, süt proteinlerinin moleküler formu ve aminoasit dizisi bir türden diğerine farklılık gösterebilir, bu da protein sindirilebilirliğini, besin kalitesini ve termostabiliteyi etkiler. Süt proteinlerinin besin değeri büyük ölçüde esansiyel amino asitlerin varlığına bağlıdır. Koyun ve keçi sütleri, esansiyel aminoasitler açısından en zengin stlerdir. Özellikle koyun sütü tüm esansiyel aminoasitleri en fazla bulunduran süt türüdür. Manda ve inek sütlerinde sınırlı sistein ve metiyonin bulunurken, deve sütünde sınırlı lizin bulunur. Eşek sütü, diğer hayvan sütü türlerine göre daha fazla valin ve lizin içerir. Deve sütünün metiyonin, valin, fenilalanin, arjinin ve lösin içerikleri inek sütünden daha yüksektir (Guo ve ark 2007).

Farklı süt proteinleri alerjik reaksiyonlara neden olabilmektedir, ancak yapılan çalışmalar bu alerjinin temel nedeninin α S1 kazein ve β -LG'ye karşı sentezlenen bir antikor olduğunu göstermiştir. Bu proteinler en fazla inek sütünde bulunduğu için çoğunlukla inek sütü protein alerjisi olarak bilinir. İnsan ve deve sütünde β -LG bulunmamaktadır. Ancak sığır, manda, koyun ve keçi sütü ile at ve eşek sütünde nispeten yüksek konsantrasyonlarda mevcuttur (El-Agamy 2007).

Keçi sütü çok düşük miktarda α S1 kazein içerdiğinden inek sütüne kıyasla düşük alerjik özelliğe sahiptir (Lara-Villoslada ve ark 2005). Ayrıca keçi, koyun,

deve, manda, at ve eşek sütünün inek sütünün alerjisi durumunda veya hipoalerjenik bebek formülünde alternatif olarak kullanımını inceleyen bazı klinik çalışmalar mevcuttur. Ama bu sütünün avantajlarına ilişkin sonuçlar çelişkilidir ve inek sütünün alerjisi olan kişiler, sığır sütünündeki muadilleriyle pozitif çapraz reaksiyon nedeniyle manda, keçi, koyun, at ve eşek sütünün proteinlerine de tepki verebilmektedir (Alessandri ve Mari 2007, El-Agamy 2007, Tesse ve ark 2009). Bununla birlikte, koyun, keçi ve manda sütününe kıyasla sığır sütünün ile daha düşük çapraz reaktiviteye sahip oldukları için at, eşek ve deve sütünün inek sütünün alerjisi durumunda bir alternatif sunabilir (Restani Beretta ve ark 2002).

Öte yandan, koyun ve keçi sütünün proteinleri birbirleriyle sığır sütünün proteinlerinden daha yakından ilişkilidir, bu da keçi peynirine alerjisi olan bir kişinin koyun sütünün proteinleriyle neden daha yüksek IgE çapraz reaktivitesi gösterdiğini, ancak sığır sütünün ve sığır sütününü tolere edebildiğini açıklar. Kazeinlerin ve peynir altı suyu proteinlerinin yüksek çeşitlilikteki genetik polimorfizmleri (örneğin bazı keçi sütününde α S1kazein yoktur) sütünün alerjisinin karmaşıklığına katkıda bulunur ve her protein bir alerjik reaksiyona neden olabilir (Caira ve ark 2012).

Sütünün yağı

Sütünün yağı %98 oranda trigliseritlerden ve karbon sayısı 4 ile 10 arası değişen kısa zincirli yağ asitlerinden oluşmaktadır. Yağ asitlerinin doymuşluk ve doymamışlık oranı da değişkendir. Geriye kalan %0,5-1,0 fosfolipitler, %0,2-0,5 serbest steroller, yağda çözünen vitaminler (A, D, E, K), serbest yağ asitleri ve yağ asidi türevlerinden oluşmaktadır. Yağ globüllerinin trigliserit içeriği mevsimsel rasyon değişiklikleri, sütünün tipi ve laktasyon döngüsü ile değişir. Ayrıca sütünün yağ globüllerinin yapısı, sütünün meme bezlerinde salgılanmasından sağıma kadar sürekli değişmektedir (Jensen ve ark 1991, Argov ve ark 2008).

Keçi ve koyun gibi küçükbaş hayvan sütününün yağ globül çapları inek sütününe kıyasla daha küçüktür. Yapılan çalışmalarda en küçük çaplı yağ globülüne sahip sütünün koyun sütünün olduğu ikinci sırada ise keçi sütününün yer aldığı tespit edilmiştir. Bu özellik koyun ve keçi sütününe, inek sütününe göre daha etkin ve kolay sindirim avantajı sağlamaktadır (Park ve ark 2007, Raynal-Ljutovac ve ark 2008, Riberio ve Riberio 2010).

Keçi ve koyun sütlerinde kısa ve orta zincirli yağ asitleri olan kaproik asit, kaprilik asit, kaprik asit ve laurik asit miktarı inek sütüne göre daha fazla bulunmaktadır. Bu da hem sütlerin sindirilebilirliğini artırmakta hem de kolesterol depolarını sınırlayarak ve mobilizasyonu artırarak insanlarda kolesterolün düşürülmesine yardımcı olmaktadır (Park 2009, Markiewicz-Kęszycka 2013). İnek sütü ve keçi sütü karşılaştırıldığında; keçi sütünde bütiril, miristik, palmitik, linoleik asitin fazla olduğu, stearik ve oleik asit içeriklerinin ise düşük olduğu saptanmıştır. Ayrıca koyun sütünde tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri ile omega3 ve omega6 yağ asitleri oranının keçi sütüne kıyasla fazla olduğu bildirilmiştir (Hilali ve ark 2011, Sumarmono ve ark 2015). Ayrıca keçi sütünde alerjik aktivite inek sütüne göre daha azdır. Yağ küreciklerinin küçük boyutu, krema oluşturmayı kolaylaştırır. Manda sütünün yağ oranı yüksek olmasına rağmen kolesterol seviyesi düşüktür (Lara-Villoslada ve ark 2005).

Süt şekeri

Laktoz, tüm memeli sütlerinde bulunan temel karbonhidrattır ve glikoz ve galaktozdan oluşan bir disakkarittir. Tek kaynağı hayvansal sütlerdir. Hayvansal sütlerde bulunup bitkisel sütlerde bulunmayan tek karbonhidrattır. Hayvansal sütlerin ortalama laktoz oranı birbirine çok yakın olmakla birlikte %5 civarındadır. Sütün kalori içeriğinin yaklaşık %30'unu karşılamaktadır. Laktoz kuru süt maddesinin ise yaklaşık üçte birini oluşturmaktadır. İnek sütünde bu oran kuru madde de %33-40; keçi ve koyun sütünde ise %22-27 seviyelerindedir. Bu fark koyun ve keçi sütünün protein ve yağ içeriğinin inek sütünden daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Park ve ark 2007, Akın ve ark 2012). Laktoz sindirim sisteminde galaktoz ve glikoza ayrılarak enerji kaynağı olarak kullanılır. Galaktoz, beyin dokusu ve glikolipitlerin kaynağıdır. Bu sebeple beyin gelişimi için oldukça önemlidir (Markiewicz-Kęszycka ve ark 2013).

Süt laktoz dışında düşük miktarlarda da olsa oligosakkaritler, glikoproteinler ve glikopeptitler içermektedir. Oligosakkaritler bağırsak florasının büyümesini modüle etme, farklı gastrointestinal ve inflamatuvar süreçleri etkileme ve bakteriyel ve viral enfeksiyonlara karşı koruma sağlama potansiyeline sahiptirler (Kunz ve Rudloff 2006). Oligosakkaride bağlı sialik asidin (aynı zamanda glikoproteine bağlı ve serbest sialik asidin) bağırsak florasının gelişimini ve beyin ve merkezi sinir sisteminin

gangliozitlerinin glikosilasyon seviyesini etkilediği rapor edilmiştir (Potocnik ve ark 2011).

Laktoz, sindirim sistemine girdiğinde laktaz adı verilen bir enzim yardımı ile hidrolize olarak bileşenlerine ayrılır. Tüm memeliler süttten kesilmenin ardından bağırsaktaki laktaz aktivitesinin çoğunu kaybeder. Düşük laktaz aktivitesi sebebiyle laktoz sindirilemez ve gastrointestinal bazı sorunlar görülür. Dünya üzerinde yaşayan her 10 insandan birinin sütü sindiremediği tahmin edilmektedir. Bu sebeple, laktoz intoleransı olan insanların ihtiyaçlarını karşılamak için sıvı, tablet, toz formda laktaz, laktozu hidrolize edilmiş süt, laktoz içeriği azaltılmış süt ve ürünleri üretiminde yeni teknolojiler geliştirilmektedir. Ayrıca yoğurt, kefir, ayran gibi fermente süt ürünleri laktozu azalmış ürünler olduğu için bu kişiler tarafından tüketilebilmektedir. Peynir ise esas olarak peynir altı suyundaki kayıp ve başlangıç kültürleri kullanılarak üretilmesi nedeniyle laktoz içermez (Akin ve ark 2012, Claeys ve ark 2014).

Sütte bulunan vitaminler

Vitaminler, sütte bulunan fizyolojik, biyokimyasal ve metabolik biyoaktif bileşiklerdir. Hayvansal sütler, insanların ihtiyaç duyduğu hemen hemen tüm vitaminleri içerirler. Yağda çözünen vitaminler olan A,D, E, K vitaminlerinin miktarı süttün yağ miktarıyla ilişkilidir. Süt yağı azaldıkça yağda çözünen vitaminler de azalır. Suda çözünen vitaminler olan B grubu ve C vitamini de sütte bulunur. Karotenoidler ve ribofilavinler süt yağına sırasıyla sarımsı ve floresan renkler verir. Keçi sütü daha düşük karotenoid içeriği sebebiyle diğer hayvansal sütlere göre daha beyazdır (Starbard ve ark 2015). Ayrıca keçi sütü B12 vitamini açısından da fakirdir, bebek beslenmesinde ve bazı sindirim problemi olan kişilerde kullanılabilir (Markiewicz-Keszycka ve ark 2013).

Süttün vitamin içeriği hayvanın vitamin depolarına ve beslenme şekline bağlı olarak çok fazla değişkenlik göstermektedir. Suda çözünen vitamin seviyeleri, yağda çözünen vitaminlere kıyasla beslenme şeklinden daha çok etkilenmektedir (Park ve ark 2007, Abd El-Salam ve El-Shibiny 2011).

Vitaminler ısıya duyarlı olduğu için UHT işlemi sırasında C vitamini, folat ve B6 vitamin düzeyleri önemli ölçüde düşmektedir. Tiamin, B12 ve pantotenat düzeylerinin de az da olsa düştüğü görülmüştür (Gordon 2014).

Sütte bulunan mineraller

Hayvansal sütler; kemik büyümesi, gelişmesi ve metabolizması için gerekli olan kalsiyum ve fosforun önemli bir kaynağıdır. Ayrıca magnezyum, çinko, sodyum ve potasyum açısından da zengindir (Cashman, 2006). Kalsiyumun biyoyararlanımı kazein konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. Koyun sütünün hem kazein konsantrasyonu hem kalsiyum içeriği diğer sütlerden daha yüksek düzeydedir. Ayrıca magnezyum ve çinko açısından da zengindir. Sütteki demir miktarı genellikle düşük seviyededir. Deve sütü en yüksek, keçi sütü ise en düşük demir içeriğine sahiptir. Buna rağmen keçi sütündeki demirin biyoyararlanımı daha yüksektir. Sebebi ise bağırsakta demir emilimine katkı sağlayan nükleotitleri daha fazla içermesidir (Barlowska ve ark 2011). Oranlar değişebilmekle birlikte; koyun, keçi ve manda sütleri inek sütüne göre daha fazla kalsiyum ve fosfor içermektedir. Ayrıca keçi sütü diğer sütlere oranla daha fazla magnezyum içermektedir (Abd El-Salam ve El-Shibiny 2011, Mayer ve Fiechter 2012, Medhammar ve ark. 2012).

1.1.2. Hayvansal Sütün Antioksidan zelliği

Atomik ya da moleküler yapılarda iftlenmemis tek elektron bölümleri ‘serbest oksijen radikali’ olarak isimlendirilmektedir. Bu radikaller, hücredeki diğer moleküllerle kolayca etkileşime girerek oksidatif stres oluşumuna neden olmaktadır. Bu moleküller lipidlerin, proteinlerin ve DNA'nın oksidatif değişiminden sorumludur ve aktiviteleri kanser, ateroskleroz ve nörodejenerasyon gibi klinik hastalıklarla ilişkilendirilmiştir (Gilbert 2000, Robbins ve Cotran 2010). Antioksidanlar serbest radikallerin nötralizasyonu ve oksidatif stresin önlenmesinden sorumludur. Bu nedenle serbest radikallerin zararlı etkilerinden korunmak için antioksidan içeriği yüksek gıdalar tercih edilmelidir (Çakatay ve Kayalı 2006).

Sütün antioksidan özellikleri içerdiği tokoferoller, retinol ve karotenoidler, askorbat, fenoller ve düşük moleküler ağırlıklı tiyoller gibi çeşitli antioksidan bileşiklerden kaynaklanmaktadır (Noziere ve ark 2006, Chauveau-Duriot ve ark 2010, Niero ve ark 2015). Ayrıca kazein sindiriminden ve laktoferrinden türetilen peptitlerin de antioksidan özellik gösterdiği düşünülmektedir.

Süt proteinleri çok yönlü antioksidan etkiler gösterir. Serbest radikalleri (ROS) yakalarlar, metalleri şelatlarlar ve ROS'un üretimine ve ortadan kaldırılmasına katılan

enzimleri modüle ederler (Bottani ve ark 2020). Kazein fraksiyonları, antioksidan peptidler de dahil olmak üzere birçok biyopeptidin öncüsüdür (Power ve ark 2013). Peptitlerin biyolojik aktivitesi amino asit dizisi, yapısı, konfigürasyonu ve moleküler ağırlığı ile belirlenir. Triptofan, tirozin, histidin, prolinden oluşan peptitler güçlü antioksidanlardır. Peptit yapısında bulunan hidrofobik amino asitler (lösin veya valin), peptitlerin antioksidan aktivitesini ve lipid peroksidasyonunu engelleme yeteneklerini etkiler (Bielecka ve ark 2022).

Kazein hidrolizi, iki değerlikli katyonları bağlayan, taşıyan ve artıran ve ROS'u ortadan kaldıran b-kazomorfinlerin ve kazein fosfopeptitlerin (CPP) oluşumuna yol açar. Lipid peroksidasyonunun neden olduğu hasarı en aza indirir ve hidrojen peroksit karşı koruyucu etki göstermektedir. Kazein fosfopeptitlerin ayrıca glutatyon (GSH) seviyelerini arttırarak, katalaz (CAT) aktivitesini indükleyerek ve hücre döngüsünü düzenleyerek hücre canlılığını arttırdığı bulunmuştur. CPP'nin lipid peroksidasyonuna karşı koruyucu etkileri metal şelasyonuna atfedilmektedir (García-Nebot ve ark 2011).

Peynir altı suyu proteininin antioksidan aktivitesi ise histidin ve diğer hidrofobik amino asitlerin içeriği ile belirlenmektedir. Protein içeriği, protein hidroliz ve denatürasyon derecesi de önemli bir rol oynar. Peynir altı suyu proteinleri serbest radikalleri temizler, metalleri şelatlar ve proteinlerdeki -SH tiyol gruplarını kurtarır. Peynir altı suyu proteininin hidrolizi sırasında antioksidan kapasitesi yüksek peptidler salınır (Power ve ark 2013).

Laktoferrin, inflamatuvar yanıtı baskılar, doğal öldürücü hücrelerin *in vitro* sitotoksitesini arttırır ve inflamasyon bölgelerinde lökositler tarafından ROS salınımını inhibe eder. Ancak LF'nin antioksidan kapasitesi demirle doyumlukla orantılı olarak azalır (Cutone ve ark 2020).

β laktoglobulinin antioksidan aktivitesi yüksek düzeyde sülfür içeren aminoasitler (SAA) içeriğinden kaynaklanmaktadır. β laktoglobulin, A vitamini ve polifenoller de dahil olmak üzere çeşitli hidrofobik moleküllere bağlanarak proteinlerin alerjenik potansiyelini azaltır ve ince bağırsaktaki oksidasyonunu azaltarak antioksidan kapasitesini arttırır (Wu ve ark 2018, Li ve ark 2019).

Sütün antioksidan kapasitesi süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), glutatyon peroksidaz (GPx), glutatyon redüktaz (GR) ve laktoperoksidaz (LPx)

enzimlerinden etkilenir. Süperoksit dismutaz, süperoksit anyon radikallerini H_2O_2 ve O_2 'ye dönüştürür. Süt yağı globül membranlarına bağlanan katalaz, hem içeren bir aktif bölgeye sahiptir ve H_2O_2 'yi su ve oksijene parçalar. Hidrojen peroksit de GPx tarafından uzaklaştırılır. Biyolojik sistemlerde GPx, glutasyonun indirgenmesini katalize ederek H_2O_2 'yi nötralize eder. H_2O_2 'nin hidrojen alıcısı olduğu çeşitli bileşiklerin (asitler, aromatik aminler, tiyosiyanatlar, fenoller ve askorbik asit) oksidasyonu LPx tarafından katalize edilir (Khan ve ark 2019).

Süt antioksidanları, özellikle sütün işlenmesi, peynir üretimi ve olgunlaşması sırasında sütün oksidatif stabilitesinin korunmasında önemli bir rol oynamaktadır. İlk olarak süt antioksidanları, protein hidrolizi ve amino asit salınımının bir sonucu olarak proteinlerin biyolojik ve besinsel özelliklerinin kaybına yol açabilecek oksidatif değişimin önlenmesinde etkilidir (McDermott ve ark 2016). İkincisi, süt ve peynirdeki lipid peroksidasyonu, antioksidanların varlığında önemli ölçüde sınırlıdır, bu da oksidatif acılaşmanın ve oksitlenmiş tat görünümünün gecikmesine neden olmaktadır (Richardson ve Korycka-Dahl 1983). Üçüncüsü, kremanın şiddetli ısıl işlemi, antioksidan sülfhidril gruplarının açığa çıkması nedeniyle tereyağının oksidatif stabilitesini artırır (Fox ve ark 1998). Dördüncüsü, toplam antioksidan kapasite, proteoliz gelişiminin bir sonucu olarak çözünebilir antioksidan peptitlerin oluşum hızıyla ilişkili olarak olgunlaşma süresinin yanı sıra peynir yapım sürecinin kendisi tarafından da belirlenir (Lucas ve ark 2006, Gupta ve ark 2009). Gıda antioksidanları serbest radikallerin nötralizasyonu ve deaktivasyonundan sorumlu oldukları için insan sağlığında önemli bir rol oynarlar. Oksidatif stres ve serbest radikaller, esas olarak lipid peroksidasyonu, proteinlerin oksidatif değişimi ve DNA bölünmesiyle ilişkili sitolojik strese neden olur. Biyokimyasal düzeydeki bu hasar, kanser, ateroskleroz, romatoid artrit, nörodejenerasyon ve diyabet gibi klinik hastalıklarla ilişkilendirilmiştir. Sütteki antioksidanların çok çeşitli olmasına rağmen, bu moleküllerin çoğunluğu eser miktarda veya düşük konsantrasyonda mevcuttur (Gilbert 2000, Robbins ve Cotran 2010).

Sütteki tokoferoller, retinol, karotenoidler, askorbat, fenoller, düşük moleküler ağırlıklı tiyoller, kazein türevi peptitler ve laktoferrin ile ilgili antioksidan katkının toplamı toplam antioksidan aktivitesi (TAA) olarak tanımlanmıştır (Chen ve ark 2003).

Nayak ve ark (2020) yaptıkları geniş kapsamlı bir analizde manda sütünün inek, koyun ve keçi sütüne kıyasla daha fazla enerji içerdiğini öne sürmüşlerdir. Sonrasında bunu sırasıyla koyun, inek ve keçi sütü izlemiştir. Aynı makalede koyun sütünün yağ içeriği %7,30 ile en yüksek yağ içeriği olarak belirlenmiştir. Manda sütünün yağ içeriği %7,10 ile koyun sütüne yakın bulunmuştur. İnek ve keçi sütünün yağ oranı ise %3,60 ile birbirine eşit olduğu görülmüştür. Koyun sütündeki protein içeriği %5,70 ile manda, inek ve keçi sütünden daha yüksektir. Manda sütünün protein içeriğinin %5 olduğu görülmüştür. İnek ve keçi sütünün protein oranları ise birbirine yakındır. Yine tüm bu sütlerin laktoz içeriğinin neredeyse aynı oranda olduğu görülmüştür. Manda sütündeki kül içeriği en yüksek olup, bunu koyun, deve, inek, keçi sütü takip etmektedir. Hayvansal sütün yaklaşık yüzde 87'si sudur. Su içerikleri yüksekten düşüğe sırasıyla inek, keçi, manda ve koyun sütü olarak sıralanmıştır. Sütün su içeriği bir türden diğer süt türüne, hayvana ve türlerine göre değişir. Süt bileşimi, genetik faktörler, fizyolojik faktörler, beslenme faktörleri, sağım sıklığı ve çevresel koşullar nedeniyle önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Bileşimdeki en büyük değişiklikler laktasyon sırasında meydana gelmektedir. Aynı çalışmada manda, koyun ve inek sütündeki ortalama toplam esansiyel amino asit konsantrasyonu keçi sütü hariç hemen hemen benzer olduğu görülmüştür. Esansiyel amino asit lösin'in yüksek konsantrasyonu anne sütünde, daha düşük konsantrasyonu ise manda sütünde, ardından koyun, inek, keçi ve deve sütünde bildirilmektedir. Keçi sütünde prolin içeriği daha yüksek olup, bunu deve, inek, koyun ve manda sütü takip etmektedir. Aynı çalışmada en yüksek kazein miktarı keçi sütünde, ardından inek, koyun, manda, sütünde görülürken, en düşük peynir altı suyu proteini içeriği inek sütünde, ardından keçi, koyun, deve, manda sütünde görülmektedir. İnek sütü kazein ve peynir altı suyu protein içeriği deve, manda, keçi ve koyun sütüne oldukça benzerdir.

Claeys ve ark (2014) derleme çalışmasında hayvansal sütler enerji içeriği ve besin bileşimi açısından değerlendirildiğinde manda sütünün en yüksek enerji içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Protein içeriği en yüksek sütün koyun sütü, kazein/whey protein oranı en yüksek sütün ise inek sütü olduğu görülmüştür. Yağ içeriği en yüksek olan süt ise koyun sütüdür. Sütlerin laktoz oranı ve kül oranı ise birbirine yakın değerlerdedir. Kuru madde içeriği en yüksek süt ise manda sütü olmuştur.

Yılmaz Ersan ve ark (2018) yaptıkları çalışmada DPPH, ABTS ve FRAP yöntemleriyle koyun ve inek sütünün antioksidan kapasitelerini ve fenolik içeriklerini araştırmışlardır. Sütler hem çiğ olarak hem de pastörize edildikten sonra teste tabi tutulmuştur. Çiğ koyun sütünün antioksidan kapasitesi DPPH yönteminde 8,70 mg TE/100 ml, ABTS yönteminde 33,18 mg TE /100 ml, FRAP yönteminde ise 5,82 mg TE /100 ml olarak bulunmuştur. Pöstörize edildikten sonra ise bu değerler sırasıyla 5,03 mg TE /100 ml, 24,13 mg TE /100 ml, 6,43 mg TE /100 ml olarak değişmiştir. Fenolik içeriği ise 121,63 mg GAE/l iken pöstörize edildikten sonra 115,82 mg GAE/100 ml 'ye düşmüştür. Çiğ inek sütünün antioksidan kapasitesi DPPH yönteminde 3,14 mg TE /100 ml, ABTS yönteminde 21,48 mg TE /100 ml, FRAP yönteminde ise 1,41 mg TE /100 ml olarak bulunmuştur. Pastörize edildikten sonra ise bu değerler sırasıyla 2,66 mg TE /100 ml, 48,6 mg TE /100 ml, 6,15 mg TE /100 ml olarak değişmiştir. Fenolik içeriği ise 68,91 mg GAE/100 ml iken pöstörize edildikten sonra 152,14 mg GAE/100 ml'ye yükselmiştir. Isıl işlem görmüş koyun sütünde DPPH, ABTS ve TPC değerleri çiğ süte göre daha düşük, FRAP değeri ise daha yüksek bulunmuştur. Koyun sütünün TPC değerleri ısıl işlem sırasında azalırken inek sütünde artmıştır; bu her iki süt türünde mevcut biyolojik olarak aktif bileşenlerin farklılıklarına bağlı olarak fenoliklerin ısıya karşı kararsızlığını gösterir. Isıl işlem inek sütünde DPPH değerini düşürse de ABTS, FRAP ve TPC değerlerinin yükselmesine neden olmuştur. Birçok çalışmada ısıl işlemin gıdalardaki TPC üzerine etkileri çelişkilidir. Bazı araştırmacılar fenolik içerikte artış olduğunu bildirirken bazıları ise azalma gözlemlemiştir. Ertan ve ark (2017) bu çelişkili sonuçlardan ısıl işlem koşulları ve numune matrisinin sorumlu olabileceğini belirtmiştir.

1.2. Bitkisel Süt

Tüketiciler son yıllarda çevre bilinci, sürdürülebilirlik ve daha sağlıklı bir yaşam tarzı isteği başta olmak üzere birçok sebeple bitki bazlı beslenmeye yöneldi (Janssen ve ark 2016, Sebastiani ve ark 2019). Artan gıda üretiminin; iklim değişikliği, ekotoksinite, su ve arazi kullanımının artması gibi çevresel etkileri vardır. Özellikle süt üretiminde doğrudan sera gazı emisyonları çevreye zarar vermektedir. Bu gibi sebeplerle vegan ya da vejetaryen beslenme şeklini benimseyen tüketiciler bitki bazlı süt ve süt ürünlerini talep etmektedir. Bu çevre bilincinin yanında hayvansal kaynaklı besinlerin yoğun olarak tüketilmesinin çeşitli kardiyovasküler hastalıklara ve kolesterol

yüksekliğine sebep olabileceği bilinmektedir. Bitki kaynakları ise içerdikleri diyet lifi, düşük glisemik indeks, sağlıklı yağ asitleri, vitaminler, mineraller ve antioksidanlar sayesinde bu hastalıklara karşı koruyucu etki sağlamaktadır. Ayrıca inek sütü temel besin maddeleri açısından çok zengin olsa da içinde bulunan α -laktalbumin ve β -laktoglobülin en yaygın gıda alerjenlerinden biridir. Yine inek sütünün temel karbonhidrat kaynağı olan laktozun sindiriminde zorlanan yani laktoz intoleransına sahip tüketiciler de oldukça fazladır. İnek sütü protein alerjisi ve laktoz intoleransı olan tüketiciler de bitkisel süt ve süt ürünlerini tüketmektedir (Aydar ve ark 2020, Mertdınç ve ark 2023). Bu nedenlerin bir sonucu olarak oluşan büyük tüketici kitlesi sebebiyle alternatif bitkisel süt ve süt ürünleri pazarı gittikçe genişlemektedir. Süt ürünleri alternatifleri pazarının 2023'te 27 milyar ABD Doları ve 2028'de 43,6 milyar ABD Doları değerinde olması ve 2023'ten 2028'e kadar %10,1'lik bir Bileşik Büyüme Oranı ile büyümesi beklenmektedir.

Bitkisel süt ikameleri; baklagillerin, yağlı tohumların veya tahılların parçalanması, hammaddenin boyutunun küçültülmesi, suda ekstrakte edilmesi ve ardından homojenize edilmesiyle elde edilirler. Görünüşte inek sütüne benzer ancak inek sütünden farklı duyuşal özelliklere, stabiliteye ve besin bileşimine sahiptir (Sethi ve ark 2016, Lima ve ark 2017).

Kuruyemişler, tahıllar ve yağlı tohumlar, zengin biyoaktif bileşikler, makro besinler, mikro besinler ve fitokimyasal içeriğı nedeniyle insan sağlığı için sayısız faydaya sahiptir. Esansiyel yağ asitleri, lifler, dengeli mineral oranı, zengin selenyum içeriğı, polifenoller, tokoferoller ve fitosterollerini içermeleri bu besinlerin başlıca tercih sebepleridir. Tahıllar ve yağlı tohumlar yüksek miktarda tekli ve çoklu doymamış yağ asidi içermelerinin yanında insan vücudunun sentezleyemediğı linoleik ve α -linolenik asitler gibi esansiyel yağ asitlerini de bünyelerinde bulundurlar. Düşük miktardaki doymuş yağ asidi sayesinde de dengeli bir yağ içeriğine sahiptirler (Aydar ve ark 2020).

Tahıl ve yağlı tohumlardan elde edilen bitkisel sütlerin de bu zengin antioksidan aktivite ve yağ asidi içeriğı nedeniyle kardiyovasküler hastalıklar, ateroskleroz, kanser ve diyabet riskini azaltarak sağlık üzerinde olumlu etkilere sahip olduğı gözlemlenmiştir (Zujko ve Witkowska 2014).

Bitkisel proteinler, aminoasit sınırlandırılması nedeniyle genellikle hayvansal proteinlere göre beslenme değeri açısından daha düşük kalite ve sindirilebilirliğe sahiptir (Mäkinen ve ark 2016). Tahıl proteinleri genellikle daha düşük lizin içeriğine sahipken, baklagil proteinleri genellikle daha düşük sistein ve metiyonin içeriğine sahiptir (Schaafsma, 2000). Sadece soya sütü içeceği, inek sütüne benzer protein içeriği sağlar ve genellikle yetişkin nüfus için tam bir protein olarak kabul edilirken, diğer tüm içecekler yetersiz protein düzeylerine sahiptir (Schaafsma 2000, Mäkinen ve ark 2016, Jeske ve ark 2016).

Besin katkısı yoluyla tüketiciler üzerindeki olumlu etkiye ek olarak, bitkisel sütler, inek sütü üretimine kıyasla daha düşük üretim maliyetine sahiptirler. Diğer bir faydası ise, karbonhidrat ve protein yönünden zengin gıda endüstrisi artıklarının hammadde olarak kullanılabilmesidir. Bu ürünler yem olarak kullanılabilir veya ileri dönüştürülebilir. Atık suların arıtılması için gereken su ayak izinin azaltılması ve iklim değişikliği ve ekotoksosite üzerindeki etkinin azaltılması potansiyelinden kaynaklanan çevre üzerinde olumlu bir etki vardır (Aydar ve ark 2020).

Bitkisel sütlerin olumlu yönlerinin yanında bazı olumsuz yönleri de bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi geleneksel süte kıyasla düşük protein içeriğidir. Protein içeriği elde edildiği ham maddeye göre değişmekle birlikte hiçbir bitkisel sütün inek sütünün genel protein konsantrasyonuna ulaşamadığı bilinmektedir (Mertdinç ve ark 2023)

Diğer dezavantajlardan biri ise mineral ve vitaminlerin düşük biyoyararlanımıdır (Dubey ve Patel 2018). Bitkisel sütlerin işlenmesi sırasında uygulanan işlemler, mikro besinlerin konsantrasyonunu etkiler, çünkü ham madde üretimden önce ıslatılır veya ağartılırsa suda çözünür vitaminler, dekantasyon aşamasında ise mineraller kayba uğrayabilmektedir. Isıl işlem, hem sıcaklığa hem de maruz kalma süresine bağlı olarak bazı ısıya duyarlı vitaminleri ve proteinleri denatüre edebilir. Bu nedenle bitkisel sütlere vitamin ve mineral eklenmesi besin kalitesini artıracaktır (Mäkinen ve ark 2016, Singhal ve ark 2017).

Bitkisel sütlerin bir diğer olumsuz yanı düşük duyuşal kabuldür. Üreticiler tüketici kabulünü artırmak amacıyla şeker eklemektedir, ancak bu da uzun vadede ağız sağlığı sorunlarına sebep olabilmektedir (Dubey ve Patel 2018, Aydar ve ark 2020).

Şeker ilavesinin başka bir olumsuz etkisi ise obezite ve diyabet riskini artırmasıdır (Shin ve ark 2018). Bu sebeple tüketiciler yapay tatlandırıcı olarak bilinen bu katkı maddelerinin ürünlerden çıkarılmasını talep etmektedir. Hayvansal kaynaklı sütün besin kalitesi ve lezzetini karşılayan, hiçbir katkı maddesi içermeyen bitkisel sütün popülerlik kazanması beklenmektedir (Asioli ve ark 2017).

Bitkisel sütünler birbirinden farklı besin değerlerine sahiptir. Bu nedenle inek sütününe eşdeğer besin değeri yüksek bir ürün elde etmek için protein, vitamin, mineral veya enzim takviyesini yanında iki veya daha fazla bitkisel sütünü karıştırmak da öne sürülen başka bir fikirdir ancak bitkisel sütünlerin harmanlanmasıyla ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır (Sethi ve ark 2016).

Bitki bazlı sütün ikamelerinden yoğurt, dondurma vb sütün ürünleri de elde edilebilmektedir. Bu da kısıtlı diyetleri olan tüketiciler için teknolojik ve besleyici kaliteye sahip gıda ürünleri seçeneklerinin daha da genişletilebileceğini göstermektedir (Aboufazli ve ark 2016, Demir ve ark 2021).

Bir çalışmada yarım yağlı inek sütünü (%1,5 yağ) ile pirinç, yulaf, hindistan cevizi, fındık, kinoa, kaplan cevizi ve soya sütününün kimyasal bileşimi ve antioksidan kapasiteleri karşılaştırılmıştır. İnek sütününde 0,73 g/100 ml kül olduğu belirtilmiştir. Bitki bazlı sütünlerin kül içeriği 0,3 ile 0,66 g/100 ml arasında değişmiştir. Sütünlerin fenolik içerikleri değerlendirildiğinde en yüksek fenolik içeriğin soya sütününde (65,88 mg GAE/100 ml) olduğu görülmüştür. İnek sütününün fenolik içeriği ise 63,01 mg GAE/100 ml bulunmuştur. En düşük fenolik içeriğe sahip sütün 5,13 mg GAE/100 ml ile Hindistan cevizi sütünü olduğu tespit edilmiştir. Sütünlerin toplam flavonoid içeriklerine bakıldığında en yüksek değerin soya sütününde (117,11 mg CE/100 ml) olduğu görülmüştür. Sütün alternatiflerinin antioksidan kapasitesi ile ilgili olarak, ORAC, FRAP ve ABTS yöntemlerini içeren çeşitli testler kullanılarak tahmin edilmiştir ve değerleri $\mu\text{mol TE/ml}$ olarak ifade edilmiştir. Sütün alternatifleri arasında ORAC testinde en yüksek antioksidan kapasite 2,05 $\mu\text{mol TE/ml}$ ile kinoa sütününde bulunmuştur. Onu 1,77 $\mu\text{mol TE/ml}$ ile yulaf sütünü, 1,57 $\mu\text{mol TE/ml}$ inek sütünü izlemiştir. En düşük antioksidan aktivite ise Hindistan cevizinde (0,18 $\mu\text{mol TE/ml}$) ölçülmüştür. FRAP testine göre en yüksek antioksidan aktivite 1,57 $\mu\text{mol TE/ml}$ ile soya sütününde tespit edilmiştir. Yulaf sütününde 0,77 $\mu\text{mol TE/ml}$ ölçülmüştür. En düşük antioksidan aktivite yine Hindistan cevizi sütününde (0,05 $\mu\text{mol TE/ml}$) ölçülmüştür. ABTS testinde en

yüksek antioksidan aktivite 2,09 $\mu\text{mol TE/ml}$ ile soya sütünde tespit edilmiştir. İnek sütünün toplam antioksidan aktivitesi 1,63 $\mu\text{mol TE/ml}$ ölçülmüştür. En düşük antioksidan aktivite pirinç sütünde (0,15 $\mu\text{mol TE/ml}$) ölçülmüştür (Aly ve ark 2022). Soya sütünün yüksek antioksidan kapasitesi, genistein, daidzein ve glisitinin gibi güçlü antioksidanlar olarak kabul edilen, özellikle genistein ve daidzein gibi bazı izoflavonların varlığı ile ilişkilendirilmektedir (Aydar ve ark 2020). Genel olarak, antioksidan kapasite, TPC ile doğrusal bir korelasyona sahip olarak görülmektedir (Aly ve ark 2022).

Bir çalışmada pirinç, kaju, badem, yer fıstığı, hindistancevizi, yulaf, soya ve inek sütünün toplam antioksidan kapasitesi araştırılmıştır. Bu bağlamda, antioksidan kapasiteleri (DPPH), pirinç numuneleri için 283,55 $\mu\text{mol TE/L}$ ve 301,93 $\mu\text{mol TE/L}$; kaju fıstığı için 297,19 $\mu\text{mol TE/L}$ ve 300,21 $\mu\text{mol TE/L}$; badem numuneleri için 304,83 $\mu\text{mol TE/L}$; hindistan cevizi örnekleri 3,07 $\mu\text{mol TE/L}$, 306,23 $\mu\text{mol TE/L}$, 290,61 $\mu\text{mol TE/L}$ ve 299,99 $\mu\text{mol TE/L}$ ve yulaf numunesi 306,46 $\mu\text{mol TE/L}$ olarak tespit edilmiştir. En yüksek DPPH değeri yulaf sütünde tespit edilirken ve inek sütü ile arasında önemli bir fark görülmemiştir. Yer fıstığı numunesinde ise DPPH tespit edilememiştir. Bu çalışmada en yüksek fenolik içeriğin 12,4 mg GAE/L ile pirinç sütünde olduğu en düşük fenolik içerik ise 0,2 mg GAE/L ile hindistan cevizinde bulunmuştur. Aynı çalışmada sütlerin mineral içerikleri de değerlendirilmiştir. Ca içeriği sırasıyla pirinç ve hindistancevizi sütü için 10 ila 1697,33 mg/L arasında değişen geniş bir aralık göstermiştir. Mg içeriği Pirinç ve kaju sütü için sırasıyla 6,29 ila 251,23-268,43 mg/L aralığında değişmiştir. Pirinç sütü numuneleri için Fe içeriği 0,76 mg/L ile 12,89 mg/L arasında değişmiştir. Yulaf ve soya örnekleri için çinko içeriği sırasıyla 0,57 mg/L ila 8,13 mg/L arasında değişmiştir (Silva ve ark 2020).

Aysu ve ark (2022) fındık sütü ile ilgili yaptıkları çalışmada fındık sütünün protein içeriğini 2,3 g/100 g olarak bulmuştur. Yağ içeriğini 6,56 g/100g ve karbonhidrat içeriğini 2,31 g/100 g, enerji içeriğini 77,41 kkal ve kül içeriğini 0,30 g/100 g olarak bulmuştur. pH 6,82 ve asitlik % 0,009 tespit edilmiştir. Fındık sütünün TPC'si 51,45 mg/L, DPPH 55 $\mu\text{mol/L}$ FRAP değeri 72,67 $\mu\text{mol/L}$ olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada fındık sütünün yağ içeriği de araştırılmış, oleik asit (>%80) en fazla tespit edilen yağ asidi olmuştur. Ayrıca ana yağ asitleri olarak linoleik, palmitik ve

stearik asitleri de içerdiği de görülmüştür. Fındık sütü, fındığa benzer bir yağ asidi bileşimi sağlamıştır.

Mertdinç ve ark (2023) yaptıkları çalışmada Antep fıstığı sütünün protein içeriğini %3,78 – Siirt fıstığını % 3,09 olarak bulmuşlardır. Bu sonuç Antep fıstığı sütünün piyasadaki diğer bitkisel sütlere nazaran orta derecede daha yüksek proteine sahip olduğunu göstermektedir (Jeske ve ark 2016, Schuster ve ark 2018). Bitkisel bazlı süt ikamelerinin önündeki en önemli engellerden biri, özellikle inek sütünde %3-3,5 civarında olan hayvansal bazlı sütün toplam protein konsantrasyonunu genel olarak karşılayamamasıdır. Schuster ve ark (2018) tarafından yürütülen araştırmalara göre badem, kaju ve pirinç sütünün protein düzeylerinin her biri porsiyon başına yaklaşık 1 g veya daha az protein içermektedir. En fazla bulunan yağ asidi oleik asit, en fazla bulunan fenolik bileşikler ise kateşin ve gallik asittir (Mertdinç ve ark 2023). Antep fıstığı sütünün toplam yağ içeriği %3,2, Siirt fıstığınıniki ise %3,1 olarak bulunmuştur. Tam yağlı inek sütünde 3,5 ila 4 g/100 g yağ bulunur ve bitkisel bazlı süt ikamelerine kıyasla daha fazla enerji ve yağ içerir (Mertdinç ve ark 2023).

Başka bir çalışmada Antep ve Siirt fıstıklarından hazırlanan bitkisel sütlere; palmitik asit, palmitoleik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit, linolenik asit, γ -linolenik asit ve behenik asit olmak üzere sekiz farklı yağ asidi açısından değerlendirilmiştir. Oleik asitin Antep fıstığı sütünde %68,01; Siirt fıstığı sütünde %74,13 değerleriyle baskın doymamış yağ asidi olduğu bulunmuştur. Linoleik asit ise sırasıyla %16,75 ve %12,86 değeriyle en çok bulunan ikinci yağ asidi olmuştur (Mertdinç ve ark 2023).

Silva ve ark (2020) beyaz, kırmızı ve siyah pirinçten yapılan sütlere karşılaştırdıkları çalışmada bitki bazlı sütlere protein içeriği %1,14 \pm 0,11 ila 1,75 \pm 0,00 arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir. Sütlere lipit içeriği \leq %1,02 bulunmuştur. Karbonhidrat içerikleri kıyaslandığında en az beyaz pirinçte %4,43; en fazla kırmızı pirinçte %10, 92 bulunmuştur. Enerji miktarı en yüksek olan kırmızı pirinç sütü olmuştur. Aynı çalışmada en yüksek fenolik içerik 77,03 mg GAE/100 g ile siyah pirinç sütünde görülmüştür.

Bir çalışmada sade ve aromalı süt örneklerinin antioksidan aktiviteleri ile bazı kimyasal özellikleri araştırılmıştır. Bu çalışmada sade, çilek aromalı ve çikolatalı süt

örnekleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre çilek aromalı, çikolatalı ve sade sütlerde toplam fenolik madde içeriği sırasıyla 1152,93; 1587,52 ve 1030,10 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/L, TEAC testi değerleri sırasıyla 5,38; 6,25 ve 4,31 51 mM TE, ORAC değerleri ise sırasıyla 3,38; 4,31 ve 2,98 $\mu\text{mol TE/mL}$ olarak bulunmuştur. Antioksidan aktiviteleri, toplam fenolik madde içeriği ve ORAC bakımından ürünler arasında en düşük değerler sade süt örneklerinde tespit edilmiştir. Çikolatalı sütlerde toplam antioksidan aktivite değerleri en yüksek belirlenmiştir. Çikolatalı ve çilek aromalı sütün yağ oranları sade süte göre düşük bulunmuştur. Sütlerin pH değerlerinin ise birbirine yakın olduğu görülmüştür (Sönmez ve ark 2010).

Başka bir çalışmada, Türkiye’de satışa sunulan UHT ve pastörize sütlerin toplam fenolik içeriği ve antioksidan kapasiteleri incelenmiştir. Süt örneklerinin toplam antioksidan kapasiteleri ve fenolik içerikleri, sırasıyla 2,2’-azino-bis 3- etilbenzotiazol 6-sülfonik asit ve Folin- Ciocalteu yöntemleriyle belirlenmiştir. Süt örnekleri içerisinde tam yağlı pastörize süt örneği $1293,50 \pm 70,10$ mg GAE/L ile UHT sütlerden daha yüksek fenolik içeriğe sahip olduğu görülmüştür. UHT sütlerde ise en yüksek fenolik içerik tam yağlı UHT sütte bulunmuştur. ABTS yöntemiyle elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda örneklerin toplam antioksidan kapasiteleri değerlendirildiğinde en yüksek antioksidan kapasite pastörize sütte ($280,25 \pm 7,71$ μM Trolox eşdeğeri, TE) bulunmuştur. Daha sonra sırasıyla tam yağlı süt ($240,30 \pm 15,71$ $\mu\text{M TE}$), yağsız süt ($216,78 \pm 4,90$ $\mu\text{M TE}$) ve yarım yağlı ($209,81 \pm 7,03$ $\mu\text{M TE}$) süt örneklerinin antioksidan kapasiteleri bulunmuştur. Tam yağlı örneklerde fenolik içerik ve antioksidan kapasite değerleri daha yüksek bulunsada toplam antioksidan aktivite değerleri veya toplam fenolik içerikleri ile yağ, protein veya laktoz içerikleri arasındaki korelasyon önemsiz bulunmuştur (Ertan ve ark 2017). Bu çalışmada yağsız süt örneklerinin TEAC değerleri ve toplam fenolik içeriklerinin az yağlı süt örneklerine göre daha yüksek olmasını süt örneklerinin ticari tip olması, hammadde kompozisyonundaki farklılıklar ve eşit olmayan süt örneklerinden kaynaklanabileceğini öne sürmüşlerdir.

Tam yağlı, yarım yağlı ve yağsız süt örneklerinin antioksidan kapasitelerini oksijen radikal absorbans kapasitesi (ORAC) yöntemiyle inceleyen Zulueta ve ark (2009) tam yağlı, az yağlı ve yağsız süt örneklerinin ORAC değerlerini sırasıyla 14,044; 13,104 ve 12,697 mM TE olarak rapor etmişlerdir. Bu çalışmalar sonunda

ticari süt örneklerinin toplam antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik içeriği, termal işlem ve yağ ayırımından etkilendiği söylenebilir. Tam yağlı UHT süt rneklerinin UHT az yağlı ve yağsız süt örneklerine göre TEAC değerlerinin daha yüksek olmasını A ve E vitaminleri ve β -karoten ve yağ globül membran proteinleri gibi yağda znebiyen antioksidanlar ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir (Zulueta ve ark 2009).

Niero ve ark (2017b) iğ mada, keçi ve koyun sütüyle yaptıkları çalışmada en yüksek TAA içeriğinin ortalama 7,78 mmol/L TE ile koyun sütünde gözlemlemişlerdir. Mada sütünün TAA' sını 7,35 mmol/L TE ve keçi sütünün TAA'sını ise 6,80 mmol/L TE olarak hesaplamışlardır. TAA'da gözlenen farklılıklar, özellikle inek, mada, keçi ve koyun sütünün yağ, protein ve kazein yüzdesi açısından tre özgü süt kimyasal bileşimi ile ilgili olabilir. Bu hipoteze göre keçi sütündeki TAA, neredeyse benzer kimyasal bileime sahip olarak inek sütüne benzer değerler sergilerken, koyun ve mada sütü de daha yüksek yağ, protein ve kazein yüzdesine sahiptir ve önemli ölçüde daha yüksek TAA gözlenmiştir (Niero ve ark 2017b).

1.2.1. Pirinç Sütü

Pirinç (*Oryza sativa*), başta Asya lkeleri olmak üzere dünya çapında en çok tüketilen tahıllardan biridir (Folorunso ve ark 2016). Bu tahılın yüksek tüketimi, yalnızca besin değeriyle değil, aynı zamanda bu tahılın alerjen bir gıda olmaması ve lyak hastaları için toksik olmaması gibi özelliklerinden dolayı da glutensiz ürünlerin üretimine uygun hale gelmesiyle de ilişkilidir (Walter ve ark 2008).

Pirinç, yüksek oranda nişasta içeriğinin yanında protein, mineral ve vitamin içerdiği için besin değeri yüksektir ancak lipid içeriği düşüktür. Pirinç yaklaşık %7 oranında protein içermektedir. Esansiyel aminoasit profili diğer tahıllardan daha iyi olmakla birlikte lizinden sınırlıdır (Hassan ve ark 2012). Pirinç fosfor, potasyum ve magnezyum açısından zengindir ve ayrıca önemli konsantrasyonlarda B-kompleks vitaminleri ve α -tokoferol (E vitamini) içerir (Walter ve ark, 2008). Ancak suda çözünür pirinç özü yüksek karbonhidrat içeriğine karşın düşük protein, lipid, vitamin ve mineral içeriğine sahiptir (Tzifi ve ark 2014, Vanga ve Raghavan 2018). Pirinç sütü, yüksek nişasta içeriği nedeniyle zayıf emülsiyon stabilitesine sahiptir. Pirinç sütünü

inek sütüne benzetmek için genellikle tam tahıllı pirinç şurubu ve vanilya gibi lezzet arttırıcılarla desteklemek gerekmektedir (Tzifi ve ark 2014).

Ayrıca kırmızı pirinç gibi diğer pirinç çeşitleri de gıda endüstrisinde kullanılmaya başlanmaktadır. Liflerin yanı sıra fenolik bileşikler, antosiyaninler ve kateşinler gibi besin bileşenleri açısından da zengin olduğundan, yeni gıda ürünlerinin geliştirilmesinde kullanılmasının uygun olduğu düşünülmektedir. Gıda endüstrisinde kullanılabilecek başka bir alternatif ise siyah pirinçtir. Fenolik bileşikler, tokoferoller gibi biyoaktif bileşenlerin yanı sıra, yüksek miktarda antosiyanin, tokotrienoller, γ -orizanol, fitik asit ve lifler içermektedir.

1.2.2. Yulaf Sütü

Yulaf; iyi bir amino asit, yağ asitleri, vitamin, mineral ve diyet lifleri bileşimine sahiptir ve tokoferol, kafeik asit, ferulik asit ve avenasterol gibi antioksidanlar içermesi sebebiyle oldukça değerli bir fonksiyonel gıdadır. Yulafın popüler olmasının en büyük sebebi iyi bir lif kaynağı olmasıdır. Yulafın ana bileşeni yaygın olarak β -glukan olarak bilinen β -D-glukandır (Schmiele ve ark 2011, Sethi ve ark 2016).

Yulafın olumlu sağlık etkileri çoğunlukla nutrasötik özelliklere sahip β -glukan kaynağından ileri gelmektedir. Sindirim sistemi üzerine olumlu etkileri vardır, kolorektal kanseri önlemeye yardımcı olmaktadır. Ayrıca kandaki glikoz, serum toplam kolesterol, toplam lipit ve trigliserit seviyelerinin düşürülmesinde ve HDL kolesterol fraksiyonunun artırılmasında önemli rol oynamaktadır (Schmiele ve ark 2011, Sethi ve ark 2016).

Yulaf lipitleri, yüksek oranlarda tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri olan oleik asit ve linoleik asitten oluşmaktadır (Zwer 2010). Bununla birlikte, lipitler gıda müstahzarlarında kullanıldığında kötü tat ve kızarmış ürünlerin aşırı esmerleşmesi gibi çeşitli işleme sorunlarına neden olabilmektedir (Rasane ve ark 2013). Yulaf ayrıca önemli miktarda lipaz içerir ve bu durum yulaf ile işlenmiş ürünler için acılaşmaya ve kısa depolama ömrüne neden olabilmektedir. Ancak bu olumsuz etkiler yüksek sıcaklıkta kolayca devre dışı bırakılabilir (Lehtinen ve ark 2003).

Bahsedilen fonksiyonel özellikleri nedeniyle başta yulaf sütü olmak üzere yulaf bazlı ürünler, son yıllarda küresel pazarda kendine yer bulmaya başlamıştır. Kabul

edilebilir tadı, besleyici özellikleri ve olumsuz çevre etkisinin düşük olması nedeniyle yulaf sütü, badem sütünün ardından en fazla tercih edilen ikinci bitki bazlı süt alternatifi haline gelmiştir (Nayil ve ark 2015, Watson 2020).

Yulaf sütünün ana bileşenleri su ve yulaf unudur. Yulaf sütü üretimine yönelik genel işlem, yulaf ununun su ile karıştırılarak bir bulamaç elde edilmesiyle nişastanın enzimatik hidrolizi ve filtrasyonunun ardından ısıtma işlemi ve homojenleştirme şeklindedir. Ürünün mikrobiyal stabilitesini artırmak için ısıtma uygulanmaktadır (Mäkinen ve ark 2016). Ortaya çıkan ürün, ekstrakte edilmiş protein partiküllerinin ve yağ kütlelerinin koloidal bir süspansiyonudur.

Yulaf sütünün dezavantajı düşük kalsiyum içermesidir. Bu nedenle bu sınırlamayı kaldırmak adına kalsiyumla zenginleştirilebilir (Sethi ve ark 2016).

1.2.3. Soya Sütü

Soya sütü, temel olarak tam soya fasulyesinin sulu bir özüdür. Soya sütünün kullanımı ilk olarak yaklaşık 2000 yıl önce Çin'de rapor edilmiştir. Soya sütü, süt tedarikinin yetersiz olduğu nüfusa besin sağlama amacına hizmet eden ilk bitkisel bazlı süttür (Sethi ve 2016). Karbonhidratlar, proteinler ve lipitler açısından zengindir. Linoleik (18:2) ve linolenik (18:3) asitler gibi önemli miktarda çoklu doymamış yağ asitleri içerir, kolesterol içermez ve önemli miktarda vitamin ve mineral içeriğine sahiptir (Liu 1997, Biswas ve ark 2002). Soya proteini, tüm esansiyel amino asitleri yeterli miktarda içerir (Bisla ve ark 2012). Ayrıca izoflavonlar veya fitoöstrojenler gibi güçlü doğal antioksidanları da içerir. Soya ürünleri içerdiği fitokimyasallar sayesinde kolesterol seviyelerini düşürürler, bazı kanserler, osteoporoz ve diğer kronik bulaşıcı olmayan dejeneratif hastalık riskini azaltırlar. (Sethi ve ark 2016, Mandarino 2017). Tüm bu içerikler soya sütünün sağlık yararlarını artırmaktadır ve bu sebeple gün geçtikçe soya sütünün popülaritesi artmaktadır (De ve ark 2022). Dünya çapında 7,3 milyar olduğu tahmin edilen pazar büyüklüğüyle en çok tavsiye edilen bitkisel bazlı sütlerden biridir ve bu pazarın ilerideki yıllarda daha da artacağı tahmin edilmektedir (Al Zahrani ve Shori 2023).

Soya tüketiminin bir dezavantajı alerjiye neden olabilecek proteinleri içermesi ve yaygın olarak alerjiye sebep olmasıdır. Ayrıca inek sütü alerjisi olan kişilerin

yaklaşık %14'ünün soyaya karşı da reaksiyonları olduğu da bilinmektedir (Zeiger ve ark 1999, Soares Junior ve ark 2010).

Soya sütü geleneksel yöntemlerle üretildiğinde sınırlı raf ömrüne ve karakteristik fasulyemsi tada sahiptir. Soya sütündeki çiğ fasulye tadının sebebi tanelerin yırtılması sırasında yağ asitleri üzerindeki lipoksijenaz etkisiyle hidroperoksitlerin oluşmasıdır. Hidroperoksitler bozulduğunda istenmeyen tatlardan sorumlu olan uçucu ve uçucu olmayan bileşiklere yol açar (Wang ve ark 1999). Modern soya sütü üretiminde, fasulye tadı azaltılarak besin değerini, raf ömrünü ve rahatlığı en üst düzeye çıkarmak için ileri teknolojiler ve ekipmanlar kullanılmaktadır. Bu kötü kokunun giderilmesi için, uçucu bileşiklerin çoğunun sıyrılmasıyla sonuçlanan yüksek sıcaklıkta vakum işlemi gibi farklı yöntemler kullanılır (Sethi ve ark 2016).

1.2.4. Badem Sütü

Bademlerin ana bileşenleri proteinler, lipidler, çözünür şekerler, mineraller ve liflerdir (Roncero ve ark 2016). Bademler %35 ile 52 arasında lipit, %22-25 ile protein içerir. Lipitlerin önemli bir kısmı doymamış yağ asitleridir, proteinler ise çoğunlukla esansiyel amino asitlerden oluşmaktadır. Badem E vitamini, kalsiyum, magnezyum, manganez, selenyum, potasyum, çinko, fosfor ve bakır gibi besin bileşenleri açısından zengindir ve arabinoz içermesi sayesinde prebiyotik özelliklere sahiptirler (Sethi ve ark 2016). Bu zengin içeriği sayesinde kardiyovasküler hastalıklardan koruma, bağırsak geçişini düzenleme, kanserin önlenmesi, serbest radikallere karşı koruma gibi sağlık faydaları vardır. Fakat bazı protein bileşiklerine duyarlı bireyler için alerjenik olabilmektedir (Roncero ve ark 2016).

Badem zengin besin bileşimi sebebiyle bitki bazlı süt ikamesi üretimi için de kullanılmaktadır. Özellikle Avrupa pazarında inek sütünün ikamesi olarak iyi bir yer edinmiştir. Bu süt ikame maddesi, antioksidanlar (flavonoidler, E vitamini ve poliaminler), lifler ve fitosteroller gibi faydalı biyoaktif bileşiklere sahiptir (Ferragut ve ark 2015). Ancak badem içeceklerinin büyük çoğunluğu sudur, bu nedenle bütün bademlerde bulunan faydalı besinlerin çok daha az konsantre hali bu sütlerde bulunur (Silva ve ark 2020). Yine de epidemiyolojik ve klinik çalışmalarda badem sütünün de obezite, hipertansiyon, diyabet ve metabolik sendrom gibi çeşitli hastalıkların

önlenmesine yardımcı olabileceği kaydedilmiştir (Aune ve ark 2016, Bechthold ve ark 2019). Badem sütü yüksek oranda çoklu doymamış yağ asitleri içerdiği için oksidasyona ve hidrolitik acılaşmaya çok duyarlıdır. Süte uygulana ısıl işlemler bu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonuna ve istenmeyen ekşi tatların gelişmesine yol açabilir (Perez-Gonzalez ve ark 2015).

1.2.5. Fındık Sütü

Fındığın suda öğütülmesi, homojenleştirilmesi ve filtrelenmesi ile hazırlanan fındık sütü, bütün fındık ile hemen hemen aynı potansiyel sağlık faydalarını sağlayabilmektedir (Bernat ve ark 2014, Jeske ve ark 2016). Fındık karbonhidrat, protein, lipid, vitamin, lif, fenolik bileşikler, mineraller, tokoferoller, fitosteroller ve skualen bileşimi nedeniyle insan sağlığı ve beslenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Ermiş ve ark 2018). Özellikle yağda çözünen bir fenolik antioksidan olan E vitamini için mükemmel bir kaynaktır (Shahidi ve ark 2007). Başta oleik asit olmak üzere tekli doymamış yağ asitleri açısından da önemli bir kaynaktır. Fındıkta bulunan lipidler çoğunlukla triaçilgliseroldür, ancak yine de daha az miktarlarda fitosteroller, yağda çözünen vitaminler, fosfolipidler ve sfingolipidler içerir (Silva ve ark 2020).

Fındık, gıda endüstrisi tarafından dondurma ve süt ürünleri, unlu mamuller, şekerlemeler, şekerleme ve çikolata ürünleri gibi ürünlerin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Çoğunlukla çeşitli ürünlerde tat ve aroma vermek için kullanılırlar (Şimşek ve Aykut 2007). Besin bileşimi ve yararlı sağlık özellikleri göz önüne alındığında bitkisel süt üretimi için de uygun bir besindir (Ermiş ve ark 2018).

1.2.6. Hindistan Cevizi Sütü

Hindistan cevizi, besleyici, yoğun kıvamlı bir üründür ve iyi bir lif kaynağıdır. Hindistan cevizi sütü Güney Doğu Asya mutfağında önemli bir rol oynar. Sadece içecek olarak tüketilmemekte, birçok tatlı ve tuzlu yemek tarifinde de malzeme olarak da kullanılmaktadır. Hindistan cevizi sütü demir, kalsiyum, potasyum, magnezyum ve çinko gibi vitamin ve mineraller açısından zengindir ve önemli miktarda C ve E vitamini içerir (Seow ve Gwee 1997). Hindistan cevizi sütünün antikanserojen, antimikrobiyal, antibakteriyel ve antiviral gibi yararlı sağlık etkileri olduğu bilinmektedir. Ayrıca anne sütünde bulunan ve beyin gelişimini desteklemekle ilişkili olan doymuş bir yağ olan laurik asit içerir (Belew ve Belew 2007). Laurik asit ayrıca

bağışıklık sistemini güçlendirmeye ve kan damarlarının esnekliğini korumaya yardımcı olur. Hindistan cevizi sütü tüketimi nadiren alerjik reaksiyonlarla ilişkilidir (Sethi ve ark 2016).

Hindistan cevizinin lipit profili incelendiğinde önemli bir kısmının orta zincirli yağ asitlerinden oluştuğu görülmektedir. Orta zincirli yağ asitleri bağırsaktan emilerek enerji üretimi için doğrudan karaciğere gönderildiği için biyosentez ve kolesterol taşınımına katılmamaktadır (Bernat ve ark 2014).

1.2.7. Antep Fıstığı Sütü

Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.), Orta Doğu ve Orta Asya'ya özgü sert kabuklu yağlı tohumlardan biridir (Gentile ve ark 2007). Türkiye Antep fıstığı yetiştiriciliğinde dünya sıralamasında üst sıralarda yer almaktadır. Üretimin yaklaşık %90'ı Gaziantep, Şanlıurfa, Adıyaman, Siirt başta olmak üzere Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yapılmaktadır (Çağlar ve ark 2017, Özay ve ark 2021).

Antep fıstığı kendine özgü ve yoğun bir tada sahiptir. Atıştırmalık olarak tüketiminin yanında pasta, çikolata, dondurma ve baklava gibi gıdalarda lezzeti artırmak için kullanılabilir. Antep fıstığı, yüksek kaliteli bitkisel protein, tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri, yüksek lif içeriği, vitamin, mineral ve tokoferoller, fitosteroller ve fenolik bileşikler gibi antioksidan etkisi yüksek biyoaktif bileşiklerden zengin olması sebebiyle önemli fonksiyonel besinlerden biridir. Antep fıstığı çeşitleri yaklaşık %27,5 karbonhidrat, %21 protein ve %45 yağ içerir. Bu protein içeriği, kuru baklagillerin protein miktarına oldukça yakındır ve tüm esansiyel aminoasitleri dengeli ve yeterli miktarda bulundurmaktadır. Yüksek yağ içeriğine sahip olmasına karşın doymamış yağ asitleri bakımından oldukça zengindir (%87) ve temel doymamış yağ asidi oleik asittir. Ayrıca insanlar için önemli esansiyel yağ asitlerinden olan linoleik asit açısından da zengindir (Küçüköner ve Yurt 2003, Tokuşoğlu 2007, Leung ve ark 2022).

Antep fıstığı, yüksek miktarda B₁, B₆, E, A ve C vitamini içermesinin yanında demir, potasyum, magnezyum, kalsiyum, bakır, manganez gibi mineraller açısından da zengindir (Küçüköner ve Yurt 2003, Huang ve ark 2006). Ayrıca kardiyovasküler

hastalıklar ve bazı kanser türlerinin önlenmesinde önemli rol oynayan antosiyaninler, flavonoidler, proantosiyanidinler, flavonoller, izoflavonlar, flavanonlar, fenolik asitler ve hidrolize edilebilir tanenler, antep fıstığında önemli ölçüde bulunur (Bolling ve ark 2011).

Antep fıstığı içerdiği bitkisel protein, antioksidanlar ve posa sayesinde düşük glisemik indekse sahiptir. Bu sebeple kan şekerinin düzenlenmesini sağlayarak tip 2 diyabet, metabolik sendrom gibi durumların iyileştirilmesinde fayda sağlamaktadır. Sahip olduğu tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri sayesinde de kolesterolü düşürme ve kardiyovasküler hastalıklara karşı koruduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Kendall ve ark 2014, Gulati ve ark 2014).

Antep fıstığının hem besinsel özellikleri, hem Türkiye’de çok fazla üretilmesi bitkisel süt olarak kullanımı için önemli bir avantajdır ancak hem Antep fıstığı sütü üretimi yaygın değil hem de sütün besinsel bileşimi, fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi konusunda yeterli araştırma yapılmamıştır (Mertdinç ve ark 2023).

Bu projede hayvansal ve bitkisel bazlı sütlerin kimyasal bileşimi ve antioksidan özellikleri belirlenerek karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Son yıllarda vegan beslenmeye ilgi artmıştır. Bunun nedenini bu kişiler, kolesterolden dolayı görülebilecek hastalıkların önüne geçilmesine ve et tüketiminin hayvan hakları ile ilgili konular, kirlilik, aşırı su tüketimi ile karbondioksit ve metan emisyonu gibi çevre üzerine olumsuz etkiye sahip olmasına bağlamaktadırlar. Bitkisel bazlı sütler, tahıllar, baklagiller, yağlı tohumlar ve yalancı tahılların suda çözünebilen ekstraktları olup inek sütüne benzer görünüşe sahiptir. Bununla birlikte duyuusal özellikleri, stabilitesi ve besin madde bileşimi inek sütünden farklılık göstermektedir. Bitkisel bazlı ürünler inek sütü yerine protein kaynağı olarak tüketildiğinde protein eksikliği ve buna bağlı ciddi hastalıklar görülebilir. Bu nedenle bu bitkisel bazlı sütler, protein, enzimler, probiyotikler veya diğer katkılarla zenginleştirilmektedir. Baklagil sütlerinin kapsadığı isoflavonlar sağlık açısından yararlıdır. Bitkisel bazlı sütlerin kalitesinde ve bileşiminde önemli farklılıkların bulunmasından dolayı bu projede bitkisel bazlı sütler kimyasal bileşim ve antioksidan özellikler bakımından karşılaştırılacaktır. Çalışma sonuçları vegan diyeti kullananlar açısından da çok yararlı olacaktır.

2.GEREÇ VE YÖNTEM

2.1.Gereç

Bu çalışmada Türkiye’de tüketime sunulan 56 adet çeşitli süt numuneleri temin edilmiştir. Bu süt numunelerinden 16 adedi hayvansal süt ve 40 adedi bitki bazlı süttür. Bunlar UHT inek sütü, pastörize inek sütü, Hindistan cevizi sütü, soya sütü, badem sütü, fındık sütü ve yulaf sütüdür. Her bir çeşit süt numunesinden 8 adet piyasadan temin edilmiştir.

2.2.Yöntem

2.2.1. Süt Numunelerinde Kurumadde ve Kül Analizlerinin Belirlenmesi

Hayvansal ve bitkisel bazlı süt numunelerinde kurumadde ve kül analizleri AOAC metodlarına göre yapılmıştır (AOAC, 1990).

2.2.2. Süt Numunelerinde pH Değerinin Belirlenmesi

Numunelerin pH değerleri pH metre (Testo 205 pH meter) ile ölçülmüştür.

2.2.3. Süt Numunelerinde Toplam Fenolik Maddenin Analizi

Süt numunelerinde toplam fenolik madde analizi spektrofotometrik bir yöntem olan Folin-Ciocalteu’ya göre (Güler 2019, Singleton ve Rossi 1965, Singleton ve ark 1999) bazı değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Süt numuneleri, %80’lik metanol ile 1:1 oranında karıştırılmış ve 5000 rpm’de 20 dakika +4°C’de santrifüj edilmiştir. Süpernatant alınarak 14900 rpm’de 30 dakika +4°C’de tekrar santrifüj edilmiştir. Berrak olmayan supernatantlar önce 0.45 µm filtre daha sonra 0.22 µm filtre’den geçirildi. Çözünür ve serbest fenollerini içeren supernatantlar ependorf tüplere alınarak toplam fenolik madde analizi yapılmıştır. Toplam fenolik madde analizinde standart olarak gallik asit kullanılmıştır.

Gerekli kimyasalların hazırlanması: 1) Fenol reaktif çözeltisi: Analize yeterli olacak miktarda 1 ml fenol reaktifi, 2 ml saf su oranında karıştırıldı. İyi karıştırıldı ve alüminyum folyo ile sarılıp karanlık bir yerde muhafaza edildi. 2) Sodyum karbonat çözeltisi (%7.5’lik): 7.5 g sodyum karbonat 100 ml’lik balon jojeye koyuldu, bir miktar saf su ile çözdürüldükten sonra çizgisine kadar saf su ile tamamlandı.

Spektrofotometrede okuma için hazırlıkların yapılması ve okuma işlemi:

Kör, standart ve numune tüpleri için 10 ml'lik kapaklı cam tüpler ayarlandı. Kör tüpe 250 µl saf su, standart tüplere farklı konsantrasyondaki standartlardan 250 µl, numune tüplerine de numunelerden 250 µl koyuldu. Tüm tüplere (kör, standart ve numune) 250 µl fenol reaktif çözeltisi koyularak vortekslendi. Üzerine 4.5 ml sodyum karbonat çözeltisi ilave edilerek tekrar vortekslendi. Karanlık bir yere koyularak bir saat oda ısısında bekletildi. Spektrofotometrede 725 nm dalga boyunda absorbanı kör tüpü ile sıfıra ayarlanarak önce standartların sonra da numunelerin absorbanı okundu. Standartların absorbanı karşı konsantrasyon eğrisi çizilerek numunelerin konsantrasyonu hesaplandı. Eğriden hesaplanan numunelerin konsantrasyonu, numune seyreltme faktörü ile çarpılarak süt numunelerinin toplam fenolik madde değerleri mg GAE/ml süt olarak bulunmuştur (Singleton ve Rossi 1965, Singleton ve ark 1999, Ceylan ve Özer 2020).

2.2.4. Süt Numunelerinde Toplam Antioksidan-Oksidan Statüsünün Belirlenmesi

Süt numunelerinden 1.5 ml alınarak 2 ml'lik eppendorf tüplere koyuldu. Tüpler 5 dakika vortekslendi. 30 dakika 14900 rpm'de +4°C'de santrifüj yapıldı ve supernatanlar temiz eppendorf tüplerine alındı. Berraklaşmayanlar önce 0.45 µm filtre daha sonra 0.22 µm filtre'den geçirildi. Bu supernatantların toplam antioksidan durumu (TAS) ve toplam oksidan durumu (TOS) ticari kitler (Rel Assay Diagnostics, Mega Tıp San ve Tic Ltd Şti, Gaziantep-Türkiye) kullanılarak otomatik cihazda (Mindray, BS-400, Çin) okundu. TAS 660 nm dalga boyunda mmol TE/l olarak TOS ise 530 nm dalga boyunda µmol H₂O₂ Eşdeğeri/l olarak okundu. Oksidatif stres indeksi (OSI) ise

$$OSI = \frac{TOS(\text{mmol/kg})}{TAS(\text{mmol/kg})} \times 100$$

formülü kullanılarak hesaplandı (Erel 2004, Erel 2005).

2.2.5. Süt Numunelerinde Katalaz (CAT) Aktivitesinin Belirlenmesi

TAS ve TOS analizi için hazırlanan berrak supernatantlar CAT enzim aktivitesinin belirlenmesi için de kullanılmıştır. Numunelerde CAT enzim aktivitesi

ticari kitle (Elabscience) spektrofotometrede (Rel Biochem-Rel Assay) 405 nm dalga boyunda U/ml olarak ölçülmüştür (Goth 1991).

2.2.6. İstatistik Analizler

İstatistiksel hesaplamalar IBM-SPSS 23 ile yapıldı. Verilerin dağılım özellikleri histogram ve Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Veriler normal dağılım göstermedikleri için gruplararası karşılaştırmalarda Kruskal Wallis testi kullanıldı. Gruplararası fark çıktığında ikili grup karşılaştırmaları Bonferoni düzeltmesi ile yapıldı. Kutu grafiği ile çeyreklik değerleri verildi. Ortanca, ortalama, en küçük , en büyük ve 25-75 persentil değerleri hesaplandı. Karşılaştırmalarda $P<0.05$ anlamlı olarak kabul edildi.

3. BULGULAR

Türkiye’de piyasaya sürülen inek sütü ve bazı bitkisel bazlı sütlerde pH, kurumadde ve kül değerleri Tablo 3.1’de, kutu grafikleri sırasıyla Şekil 3.1, Şekil 3.2 ve Şekil 3.3’de verilmektedir. Sütler arasında pH değeri bakımından istatistik açıdan önemli farklılıklar görüldü. pH’da en yüksek ortalama değerine badem sütünde 7,52 değeri ile ulaşılmıştır. En düşük ortalama pH değerine ise inek sütleri, yulaf sütü ve Hindistan cevizi sütünde elde edilmiştir.

İnek sütlerinde kuru madde bitkisel bazlı sütlerden daha yüksek ($P<0,05$) bulunmuştur. En düşük ortalama kuru madde değerlerine Hindistan cevizi sütü ve badem sütünde elde edilmiştir.

İnek sütlerinde ortalama kül düzeyi, bitkisel bazlı sütlerle kıyasla daha yüksek ($P<0,05$) bulunmuştur. En düşük ortalama kül değerine yulaf sütü, Hindistan cevizi sütü ve badem sütünde elde edilmiştir.

İnek sütü ve bazı bitki bazlı sütlerde toplam fenolik madde miktarı Tablo 3.2’de, kutu grafiği ise Şekil 3.4’de verilmektedir. İnek sütleri ve soya sütünde toplam fenolik madde miktarı yulaf ve Hindistan cevizi sütünden daha yüksek bulundu ($P<0,05$).

İnek sütü ve bazı bitki bazlı sütlerde toplam antioksidan statüsü, toplam oksidan statüsü ve oksidatif stress indeksi değerleri Tablo 3.4’de, kutu grafikleri ise sırasıyla Şekil 3.5, Şekil 3.6 ve Şekil 3.7’de verilmektedir. Fındık ve yulaf sütünde TAS değerleri inek sütleri ve diğer bitki bazlı sütlerden daha yüksek ($P<0,05$) bulunmuştur. En düşük TAS değeri badem sütünde görülmüştür. En yüksek ortalama TOS değeri inek sütlerinde, en düşük TOS değeri ise Hindistan cevizi sütünde bulunmuştur. Oksidatif stres indeksi badem sütü ve inek sütlerinde diğer bitki bazlı sütlerle göre daha yüksek bulunmuştur.

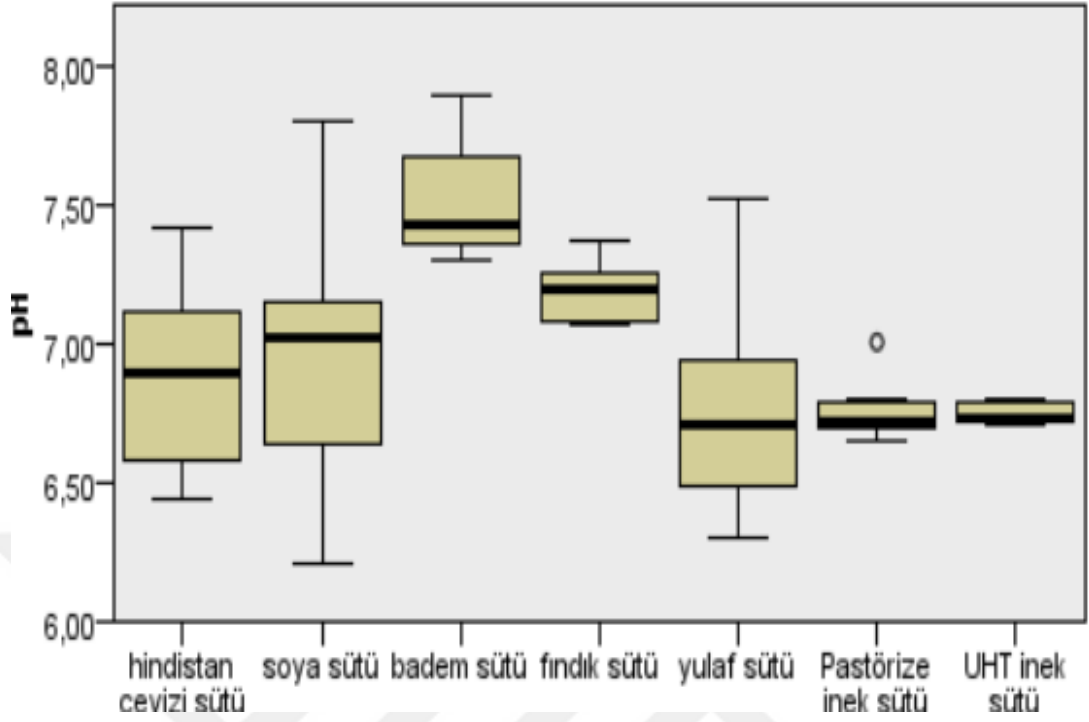
İnek sütü ve bazı sütlerde katalaz enzim aktivite değerleri Tablo 3.5’de verilmektedir. Fındık ve yulaf sütlerinde katalaz enzim aktivite düzeyleri badem sütü ve inek sütlerine göre daha yüksek ($P<0,05$) bulunmuştur.

İnek sütlerinin farklı şekilde işlenmesi pH, kuru madde, kül, toplam fenolik madde, TAS, TOS ve OSI indeksi bakımından bir farklılık yaratmamıştır.

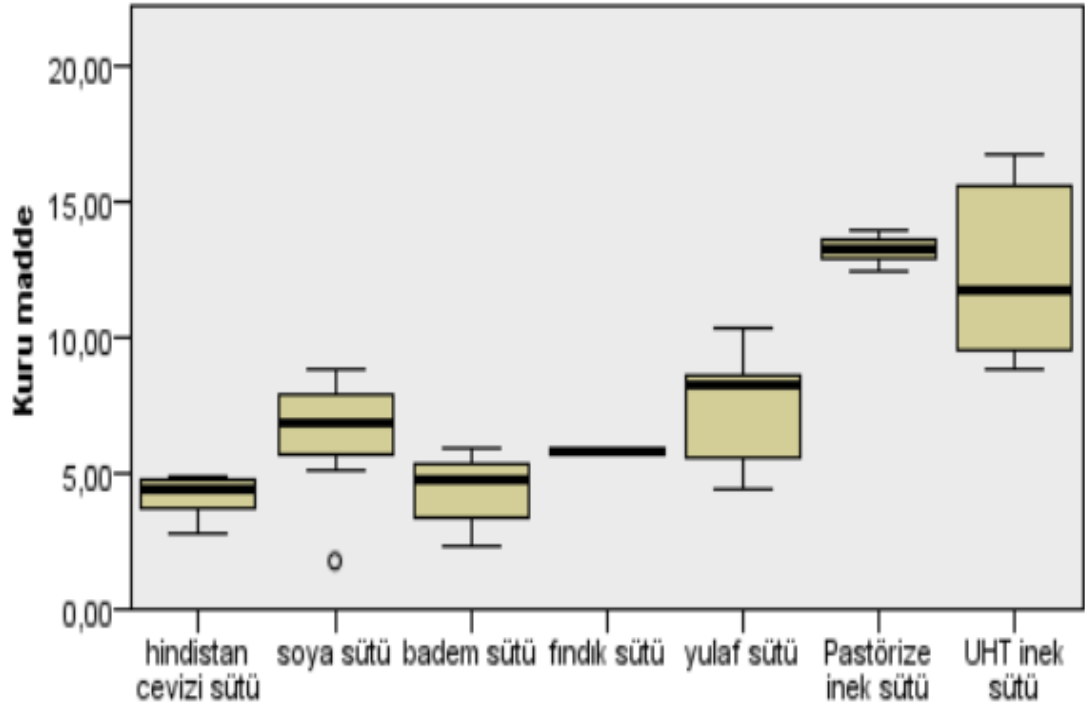
Tablo 3.1. İnek sütü ve bazı bitkisel bazlı sütlerde pH, kuru madde ve kül düzeyleri

	Süt çeşidi						
	Hindistan cevizi	Soya	Badem	Fındık	Yulaf	İnek pastörize	İnek UHT
pH							
Ortalama	6,88 ^b	6,96 ^{ab}	7,52 ^a	7,19 ^{ab}	6,77 ^b	6,76 ^b	6,75 ^b
Minimum	6,44	6,21	7,31	7,07	6,30	6,65	6,71
%25	6,57	6,47	7,35	7,08	6,45	6,69	6,72
Ortanca	6,90	7,03	7,44	7,20	6,71	6,73	6,74
%75	7,16	7,16	7,71	7,27	7,02	6,80	6,79
Maksimum	7,42	7,81	7,90	7,38	7,53	7,01	6,80
KM, %							
Ortalama	4,19 ^c	6,48 ^{ab}	4,41 ^c	5,87 ^b	7,47 ^{ab}	13,25 ^a	12,44 ^a
Minimum	2,75	1,78	2,31	5,83	4,41	12,44	8,83
%25	3,58	5,44	2,97	5,86	5,25	12,78	9,26
Ortanca	4,40	6,93	4,79	5,88	8,29	13,28	11,79
%75	4,81	8,05	5,51	5,89	8,70	13,70	15,96
Maksimum	4,90	8,81	5,94	5,89	10,43	13,97	16,78
Kül, %							
Ortalama	0,43 ^b	0,50 ^{ab}	0,42 ^b	0,49 ^{ab}	0,31 ^b	0,70 ^a	0,70 ^b
Minimum	0,29	0,19	0,26	0,36	0,18	0,62	0,65
%25	0,35	0,38	0,34	0,45	0,20	0,70	0,67
Ortanca	0,45	0,50	0,42	0,50	0,27	0,71	0,69
%75	0,48	0,69	0,51	0,54	0,39	0,72	0,72
Maksimum	0,54	0,74	0,56	0,56	0,53	0,77	0,75

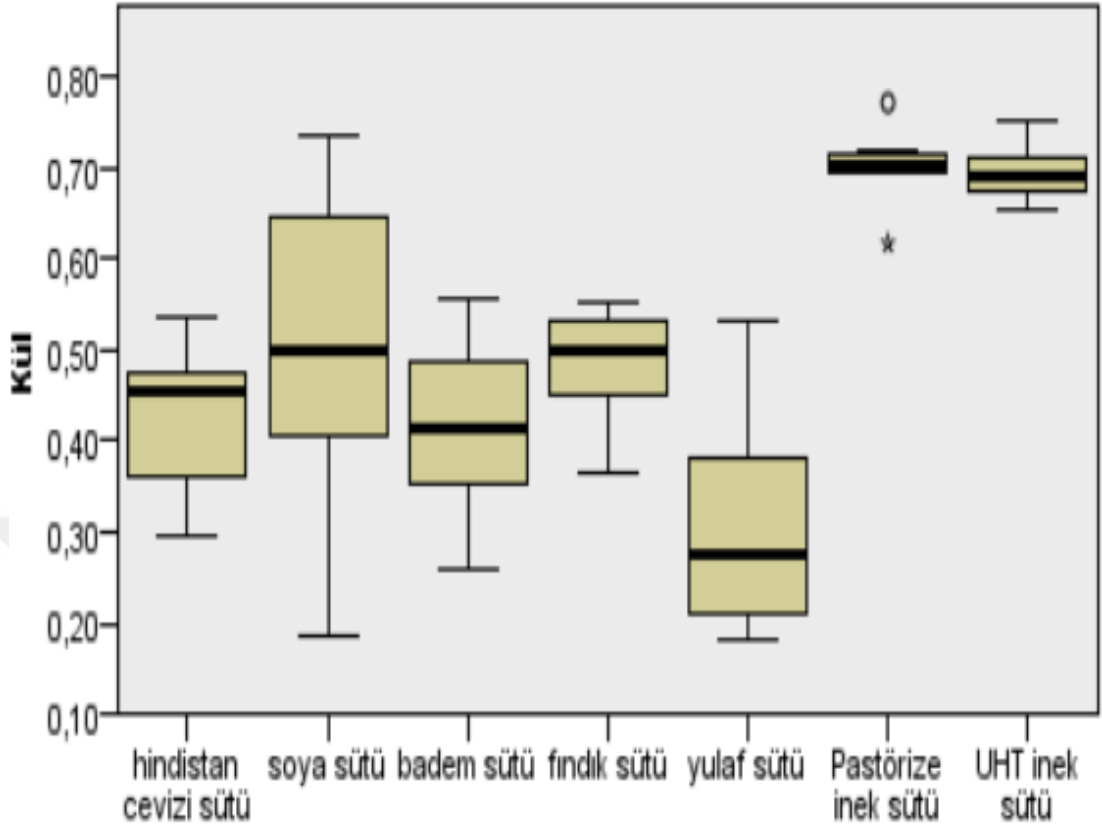
Tüm karşılaştırmalarda $P < 0.001$; alt grup karşılaştırmalarında ^{abc}: farklı harf taşıyan değerler istatistiksel olarak farklıdır, $P < 0.05$.



Şekil 3.1. Süt çeşitlerine göre pH düzeylerinin kutu grafiği



Şekil 3.2. Süt çeşitlerine göre kuru madde düzeylerinin (%) kutu grafiği

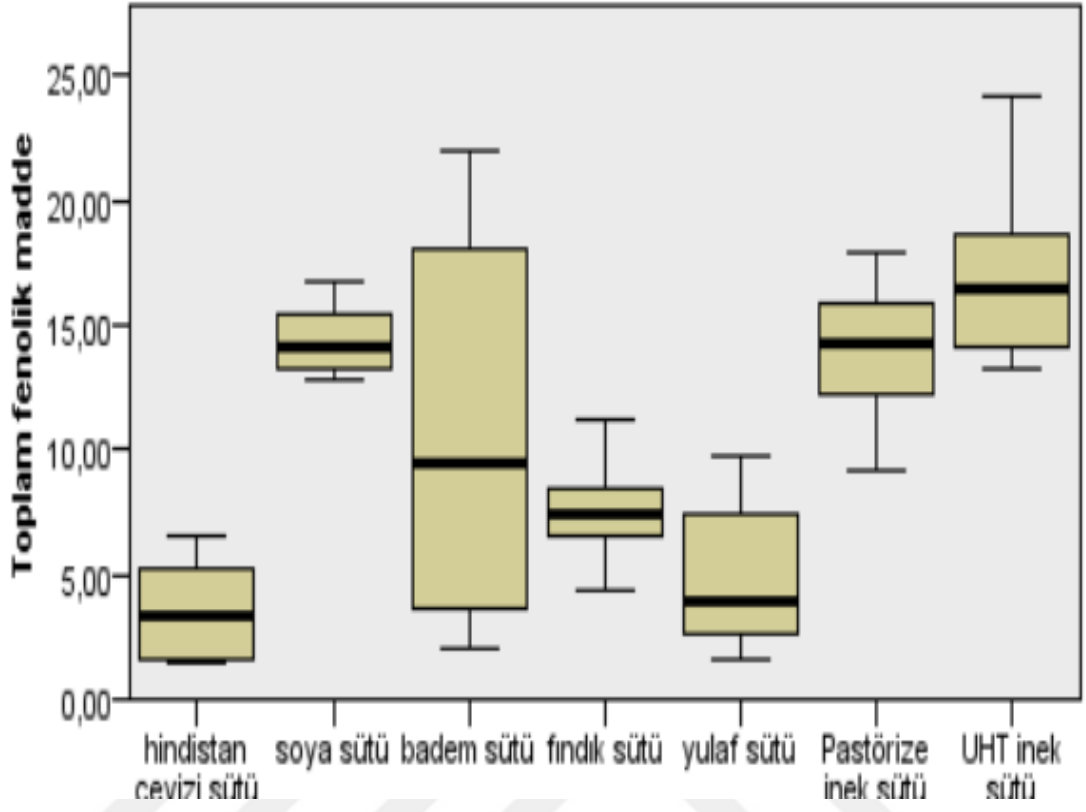


Şekil 3.3. Süt çeşitlerine göre kül (%) düzeylerinin kutu grafiği

Tablo 3.2. İnek sütü ve bazı bitkisel bazlı sütlerde toplam fenolik madde (TFM) miktarı, mg GAE/100 ml

	Süt çeşidi					İnek pastörize	İnek UHT
	Hindistan cevizi	Soya	Badem	Fındık	Yulaf		
Ortalama	3,53 ^b	14,41 ^a	10,78 ^{ab}	7,58 ^{ab}	4,93 ^b	14,00 ^a	17,00 ^a
Minimum	1,40	12,80	2,00	4,40	1,60	9,20	13,20
%25	1,60	13,25	2,80	6,15	2,30	12,05	13,85
Ortanca	3,30	14,10	9,43	7,50	4,00	14,30	16,50
%75	5,52	16,01	18,55	8,85	7,50	16,00	19,05
Maksimum	6,60	16,80	22,00	11,20	9,80	18,00	24,20

Tüm karşılaştırmalarda $p < 0.001$; alt grup karşılaştırmalarında ^{abc}: farklı harf taşıyan değerler istatistiksel olarak farklıdır, $p < 0.05$.

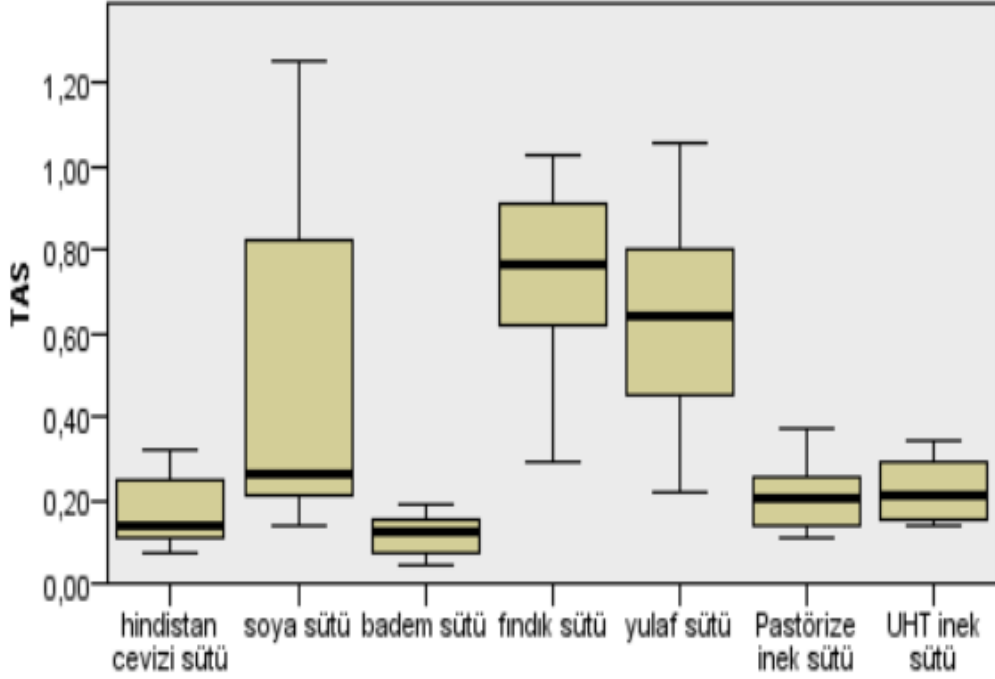


Şekil 3.4. Süt çeşitlerine göre toplam fenolik madde miktarı (g GAE/100 ml) kutu grafiği

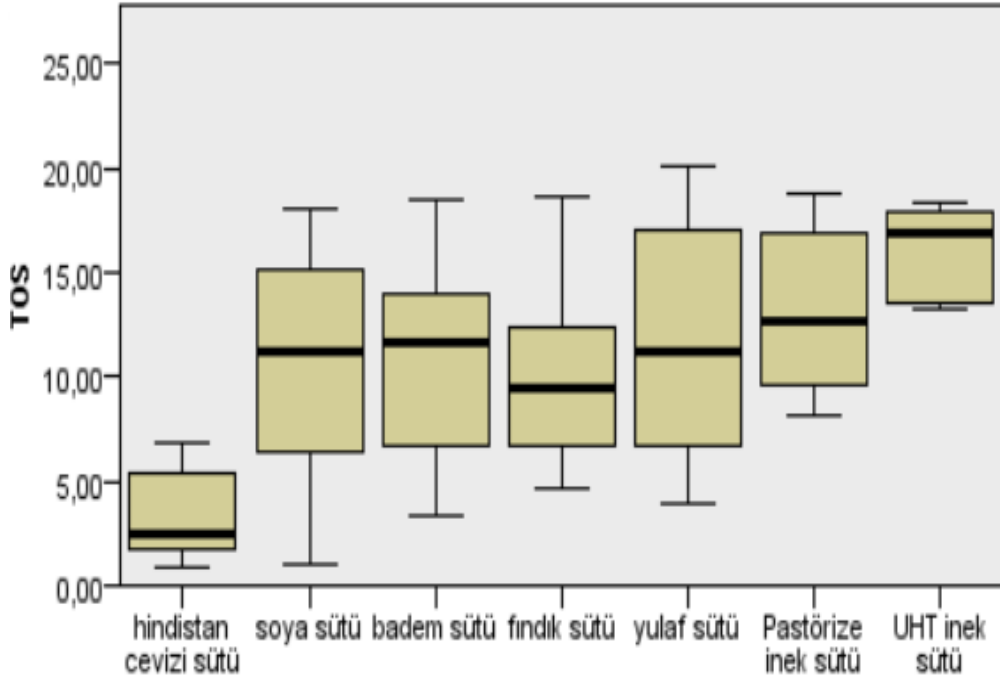
Tablo 3.3. İnek sütü ve bazı bitkisel bazlı sütlerde toplam antioksidan statüsü (TAS), toplam oksidan statüsü (TOS) ve OSI düzeyleri

	Süt çeşidi						
	Hindistan cevizi	Soya	Badem	Fındık	Yulaf	İnek pastörize	İnek UHT
TAS, mmol TE/l							
Ortalama	0,17 ^{bc}	0,50 ^b	0,12 ^c	0,74 ^a	0,63 ^a	0,21 ^{bc}	0,23 ^{bc}
Minimum	0,07	0,14	0,04	0,29	0,22	0,11	0,14
%25	0,11	0,21	0,06	0,60	0,43	0,13	0,15
Ortanca	0,14	0,27	0,13	0,77	0,64	0,21	0,21
%75	0,25	0,90	0,16	0,93	0,83	0,26	0,30
Maksimum	0,32	1,25	0,19	1,03	1,06	0,37	0,34
TOS, µmol H₂O₂/l							
Ortalama	3,36 ^b	10,58 ^{ab}	10,86 ^{ab}	10,07 ^{ab}	11,78 ^{ab}	13,16 ^a	16,04 ^a
Minimum	0,89	1,02	3,37	4,67	3,93	8,23	13,23
%25	1,53	5,92	5,39	6,40	6,00	9,27	13,51
Ortanca	2,47	11,18	11,70	9,54	11,18	12,66	16,93
%75	5,80	16,22	14,58	12,69	18,57	17,36	18,03
Maksimum	6,81	18,10	18,53	18,64	20,18	18,81	18,37
OSI							
Ortalama	2,36 ^b	3,78 ^b	9,20 ^a	1,37 ^b	1,80 ^b	7,03 ^a	7,64 ^a
Minimum	0,34	0,41	7,49	0,85	1,25	2,42	5,35
%25	1,17	0,75	8,72	1,06	1,71	5,38	5,88
Ortanca	1,82	2,01	9,54	1,39	1,76	7,46	7,40
%75	3,96	7,79	9,77	1,73	1,95	8,99	9,56
Maksimum	5,63	9,29	9,92	1,81	2,35	9,90	9,72

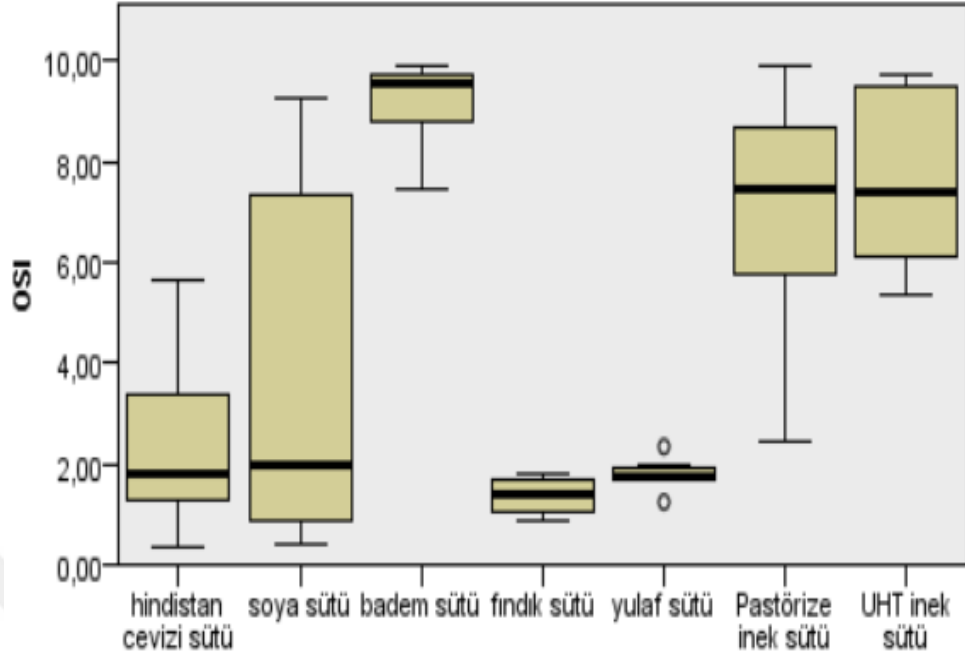
Tüm karşılaştırmalarda P<0.001; alt grup karşılaştırmalarında ^{abc}: farklı harf taşıyan değerler istatistiksel olarak farklıdır, p<0.05.



Şekil 3.5. Süt çeşitlerine göre toplam antioksidan statüsünün (TAS, mmol TE/l) kutu grafiği



Şekil 3.6. Süt çeşitlerine göre toplam oksidan statüsünün (TOS, µmol H₂O₂/l) kutu grafiği



Şekil 3.7. Süt çeşitlerine göre oksidatif stress indeksinin (OSI) kutu grafiği

Tablo 3.5. İnek sütü ve bazı bitkisel bazlı sütlerde katalaz (CAT, U/ml) enzim aktivite düzeyleri

	Süt çeşidi					İnek pastörize	İnek UHT
	Hindistan cevizi	Soya	Badem	Fındık	Yulaf		
Ortalama	45,43 ^{ab}	42,69 ^{ab}	34,10 ^b	51,09 ^a	52,98 ^a	33,11 ^b	36,17 ^b
Minimum	33,02	33,50	17,90	38,10	36,70	16,40	18,30
%25	41,58	37,23	28,22	46,66	41,29	26,89	30,55
Ortanca	43,97	39,45	34,12	51,48	53,91	32,99	36,35
%75	52,30	49,35	41,40	56,31	64,49	39,24	42,46
Maksimum	57,39	61,00	47,00	61,70	71,91	50,20	52,32

Tüm karşılaştırmalarda $p < 0.001$; alt grup karşılaştırmalarında ^{ab}: farklı harf taşıyan değerler istatistiksel olarak farklıdır, $p < 0.05$.

4. TARTIŞMA

Türkiye’de tüketime sunulan sekizer adet UHT inek sütü, pastörize inek sütü, Hindistan cevizi sütü, soya sütü, badem sütü, fındık sütü ve yulaf sütünde pH, kuru madde, kül ve antioksidan analizleri yapılmıştır. Süt, besleyici, immünolojik ve anti-inflamatuar etkilere sahip çok önemli bir gıdadır. Biyolojik olarak bütün bir gıdadır. Süt, su ve makro besin maddelerine ilaveten diğer besleyici unsurları da kapsamaktadır.

Sütler arasında pH değeri bakımından istatistik açıdan önemli farklılıklar görüldü. pH’da en yüksek ortalama değerine badem sütünde 7,52 değeri ile ulaşılmıştır. pH’da en yüksek varyasyona Hindistan cevizi sütü ve soya sütünde görülmüştür. İnek sütlerinde pH’nın minimum ve maksimum değerleri birbirine yakın bulunmuştur. En düşük ortalama pH değerine ise inek sütleri, yulaf sütü ve Hindistan cevizi sütünde elde edilmiştir. Yapılan araştırmada ortalama pH düzeyi pastörize inek sütünde 6,76 iken UHT inek sütünde 6.75 bulunmuştur. Ertan ve ark (2017) pH’yı UHT yağsız inek sütlerinde 6,45, pastörize tam yağlı inek sütlerinde ortalama 6,61 olarak belirlemişlerdir.

Gutierrez ve ark (2013) konvansiyonel sütlerin pH değerlerini 6,6-6,9 aralığında, organik sütlerde 6,4-6,9 aralığında değiştiğini belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada konvansiyonel ve organik sütlerin pH değerini 6,70 ve 6,68 olarak belirlemişlerdir (Hanus ve ark 2008).

Hayvanın ırkı, laktasyon dönemi, yaşı, mevsimler, hayvanın sağım zamanı ve şekli, hayvanın psikolojisi ve sağlık durumu, havanın sıcaklığı ve hayvanın beslenme şartları gibi birçok faktör sütün kurumadde oranını etkilemektedir (Alapala-Demirhan 2012).

İnek sütlerinde kuru madde bitkisel bazlı sütlerden daha yüksek ($P<0,05$) bulunmuştur. UHT inek sütü numunelerinde varyasyonun çok geniş olduğu, pastörize inek sütünde ise çok küçük olduğu gözlenmiştir. Bitki bazlı sütlerden fındık sütü numunelerinde diğer bitki bazlı sütlere kıyasla varyasyonun çok az olduğu görülmüştür. En düşük ortalama kuru madde değerlerine Hindistan cevizi sütü ve badem sütünde elde edilmiştir.

Yapılan çalışmada inek sütlerinde ortalama kül düzeyi, bitkisel bazlı sütlere kıyasla daha yüksek ($P<0,05$) bulunmuştur. En düştük ortalama kül değerine yulaf sütü, Hindistan cevizi sütü ve badem sütünde elde edilmiştir. Hayvansal kaynaklı sütlerde varyasyonun küçük, bitki bazlı sütlerde özellikle soya sütünde varyasyonun çok geniş olduğu gözlenmiştir.

Aysu ve ark (2022) fındık sütü ile ilgili yaptıkları çalışmada fındık sütünün kl içeriğini % 0,30, pH'sını 6,82 olarak tespit etmiştir. Aysu ve ark (2022)'nin bulguları yapılan araştırmadan farklılık göstermektedir. Aysu ve ark (2022) fındık sütü ile ilgili yaptıkları çalışmada fındık sütünün kl içeriğini 0,30 g/100 g olarak bulmuştur. pH 6,82 tespit edilmiştir. Fındık sütünün TPC'si 51,45 mg/L olarak bulunmuştur. Bu farklılık kullanılan hammadde ve üretim metodundan kaynaklanmaktadır.

Metin (2012) yaptığı bir çalışmada koyun sütünün %19,3; manda sütünün %17,2, inek sütünün %12,6, keçi sütünün %13,2 kuru madde içerdiğini ayrıca koyun sütünün %1,0, manda ve keçi sütünün %0,8, inek sütünün ise %0,7 oranında kl içerdiği görülmüştür.

Sik ve ark (2023) kurumadde ve kl düzeylerini sırasıyla Simmental inek sütünde %12,79 ve %0,72, Jersey inek sütünde %16,11 ve %0,85, Holstain inek sütünde %12,23 ve %0,70 olarak kaydetmişlerdir.

Süt çeşitli antioksidan bileşikler içermektedir. Glutatyon peroksidaz, katalaz ve superoksit dismutaz gibi antioksidan enzimleri kapsadığı gibi antioksidan özelliklere sahip fenolik maddeleri de içermektedir (Vazquez ve ark 2015).

Yapılan çalışmada inek sütleri (9,20-24,20 mg GAE/100 ml) ve soya sütünde (12,80-16,80 mg GAE/100 ml) toplam fenolik madde miktarı yulaf (1,60-9,80 mg GAE/100 ml) ve Hindistan cevizi (1,40-6,60 mg GAE/100 ml) sütlerinden daha yüksek bulundu ($P<0,05$).

Sütte toplam fenolik madde hem türler arasında hem de aynı tür içerisinde farklılıklar göstermektedir (Vazquez ve ark 2015). Vazquez ve ark (2015) yaptığı bir çalışmada toplam fenolik madde miktarını koyun sütünde 167.6 mg GAE/l, keçi sütünde 69.03 mg GAE/l ve inek sütünde 49 mg GAE/l olarak belirlemişlerdir. Bu farklılık sütün kimyasal bileşimine, hayvanın tükettiği yemin bileşimine, hayvanın

fenolik bileşik metabolizmasına ve genetiğine göre değişiklik göstermektedir. El-Menawy ve ark (2003) toplam fenolik madde düzeyini fermente inek sütünde 8.69 mg GAE/100 g, fermente kinoa sütünde ise 27.31 mg GAE/100 g olarak belirlemişlerdir. Yapılan çalışmada pastörize inek sütü ve UHT inek sütünde toplam fenolik madde düzeyleri Menawy ve ark (2003)'nin fermente inek sütü bulgularından daha yüksektir. Kinoa sütünde ve kinoa ilave edilmiş fermente sütlerde toplam fenolik madde düzeyi fermente inek sütüne kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Sreeramulu ve Raghunath (2011) ise manda tam yağlı sütte toplam fenolik madde miktarını daha düşük, 3.0 mg GAE/100 g olarak kaydetmişlerdir.

Ertan ve ark (2017) toplam fenolik madde düzeyini UHT yağsız inek sütlerinde ortalama 505,47 mg GAE/l, pastörize tam yağlı inek sütlerinde 1293,50 mg GAE/l olarak bildirmişlerdir.

Sik ve ark (2023) çiğ inek sütlerinde toplam polifenolik maddeyi 420,34-490,72 mg GAE/100 ml arasında, toplam antioksidan miktarını ise 8.95-28.72 mg AAE/100 ml arasında bildirmişlerdir.

Rodriguez-Roque ve ark (2013) soya sütüyle ilgili yaptıkları çalışmada, soya sütündeki toplam fenolik içeriği Folin-Ciocalteu yöntemiyle 61,4 mg/100 mL bulmuşlardır. Başka bir çalışmada soya sütünün TPC'sinin 96 ila 320 mg GAE/100 g arasında değiştiği bulunmuştur. Sonuçların bu kadar farklı olmasını soya fasulyesi çeşitlerinin farklı olması, yetiştikleri iklim ve toprak koşulları, ayrıca içeceği üretmek için kullanılan tahıl miktarının değişken olmasına bağlamışlardır.

Sütün toplam antioksidan aktivitesi (TAA), tokoferoller, retinol, karotenoidler, askorbat, fenoller, düşük moleküler ağırlıklı tiyoller, kazein türevi peptitler ve laktoferrin ile ilgili antioksidan katkının toplamı olarak tanımlanır (Chen ve ark 2003).

Badem çekirdekleri a-tokoferoller, kaempferol, naringenin, kateşin, protokatekuik asit, vanilik asit ve bir benzoik asit türevinin yanı sıra glikoz, galaktoz ve ramnoza glikosile edilmiş quersetin gibi fenolik bileşiklerin iyi bir kaynağıdır (Nu 2019).

Yapılan çalışmada fındık (0,74 mmol TE/l) ve yulaf sütünde (0,63 mmol TE/l) ortalama TAS değerleri inek sütleri ve diğer bitki bazlı sütlerden daha yüksek ($P < 0,05$)

bulunmuştur. En düşük TAS değeri badem sütünde görülmüştür. En yüksek ortalama TOS değeri inek sütlerinde (UHT inek sütünde 16,04 $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2/\text{l}$), en düşük TOS değeri ise Hindistan cevizi sütünde bulunmuştur. Oksidatif stres indeksi badem sütü ve inek sütlerinde diğer bitki bazlı sütlere göre daha yüksek bulunmuştur. İnek sütlerinin farklı şekilde işlenmesi TAS, TOS ve OSI indeksi bakımından bir farklılık yaratmamıştır.

Aysu ve ark (2022) fındık sütünün TPC'si 51,45 mg/L olarak bildirmiştir. Bu değer yapılan çalışmanın bulguları içerisinde.

Ağagündüz (2021) yeni yüksek proteinli süt ürünlerinde toplam antioksidan ve oksidan statüsünü belirlemek için yaptıkları bir çalışmada 4 firmadan aldıkları tam yağlı sütte TAS 0,54 mmol TE/l, TOS 14,90 $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2/\text{l}$, OSI ise 2,78 olarak, yağı azaltılmış süt numunelerinde ise TAS 0,51 mmol TE/l, TOS 15,01 $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2/\text{l}$, OSI ise 2,94 olarak bildirmişlerdir. Eğritağ ve ark (2018) yaptığı bir çalışmada 10 adet inek sütü numunesinde TAS değerini yapılan çalışmadan ve diğer araştırmalardan daha düşük 1,17 $\mu\text{mol TE/l}$ olarak belirlemişlerdir. Yapılan çalışmada inek sütlerinde TOS değeri Ağagündüz (2021) bulgularına benzerlik gösterirken TAS değeri daha düşük bulunduğu OSI değeride daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni sütün üretim metoduna ve bileşimine, sütün elde edildiği hayvanın rasyonun bileşimine ve genetik yapısına bağlı olabilir. Bazı araştırmacılar (Eğritağ ve ark 2018, Ağagündüz 2021) da sütün antioksidan kapasitesinin hayvanın türüne, sütün laktik asit, yağ ve kuru madde içeriğine göre değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Ertan ve ark (2017) ABTS cinsinden toplam antioksidan kapasitesini UHT yağsız inek sütlerinde ortalama 216,78 $\mu\text{M TEAC}$, pastörize tam yağlı inek sütlerinde 280,26 $\mu\text{M TEAC}$ olarak bildirmişlerdir. Calligaris ve ark (2003) sütün antioksidan özelliğinin farklı süre-sıcaklık kombinasyonları ile birlikte ısı uygulamaları ile birlikte değişebildiğini göstermişlerdir. Ayrıca sütün antioksidan aktivitesinin termal uygulama süresince artabildiğini göstermişlerdir. Bunun nedenini potansiyel hidrojen donörü olarak görev yapan ve Maillard reaksiyon ürünlerinin oluşumuna yol açan tiol gruplarının açığa çıkmasından dolayı olabileceğine bağlamışlardır. Ticari süt numunelerinin ısı uygulaması ve yağın ayrılma işlemlerinin toplam antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde miktarını etkilediği sonucuna varmışlardır.

Silva ve ark (2020) yaptıkları bir çalışmada pirinç, kaju, badem, yer fıstığı, hindistancevizi, yulaf, soya ve inek sütünün toplam antioksidan kapasitesi araştırılmıştır. Bu bağlamda, DPPH metoduyla antioksidan kapasiteleri, pirinç numuneleri için 283,55 µmol TE/L ve 301,93 µmol TE/L; kaju fıstığı için 297,19 µmol TE/L ve 300,21 µmol TE/L; badem numuneleri için 304.83 umol TE/L; hindistan cevizi örnekleri 3,07 µmol TE/L, 306,23 µmol TE/L, 290,61 µmol TE/L ve 299,99 µmol TE/L ve yulaf numunesi 306,46 µmol TE/L olarak tespit edilmiştir. En yüksek DPPH değeri yulaf sütünde tespit edilirken ve inek sütü ile arasında önemli bir fark görülmemiştir. En yüksek fenolik içeriğin 12,4 mg GAE/L ile pirinç sütünde olduğu en düşük fenolik içerik ise 0,2 mg GAE/L ile hindistan cevizinde bulunmuştur.

Mertdinç ve ark (2023) yaptığı çalışmada Antep fıstığı sütünün TAA'sı sırasıyla 70,36 mg TE/100 mL ve Siirt fıstığının TAA'sı 65,57 mg TE/100 mL olduğunu bulmuşlardır.

Hammadde özellikleri, süt üretim aşamasında uygulanan öğütme işlemi, kavurma aşamasındaki sıcaklık gibi parametreler sert kabuklu yemiş bazlı süt ikamelerinin TPC ve TAA'sını etkilemektedir (Aydar ve ark 2020).

Katalaz, aktif kısmında heme bağlı demir içeren hemen hemen tüm hayvan ve bitki dokularında bulunan hemoprotein yapıda bir enzimdir. Sütteki CAT aktivitesi, yağsız süt fazındaki membranlarla bağlantılıdır. Çiğ sütte ortalama CAT aktivitesi 1-95 U/ml olarak belirlenmiştir. Sütte katalaz, diğer enzimlere kıyasla ısıya daha az dayanıklı bir enzimdir (Zivkovic ve ark 2015, Çakır Sahilli, 2018).

Katalaz enzimi, oksido-redüksiyon olayları sonucunda oluşan ve toksik etki gösteren hidrojen peroksitten hücreleri korumaktadır. Katalaz enzimi etkisi ile hidrojen peroksit parçalanarak zararsız hale getirilmekte ve parçalanma ürünü olarak oksijen serbest hale geçmektedir. Dolayısıyla katalaz enzimi, oksidatif stresde önemli bir rol oynamaktadır. Katalaz enzimi diğer bir enzim olan süperoksit dismutazın antioksidatif özelliklerini optimize etmek için de gereklidir (Yüzügüllü ve Ögel 2013, Yılmaz Ersan ve Usta 2013).

Yapılan araştırmada fındık (51,09 U/ml) ve yulaf sütlerinde (52,98 U/l) ortalama katalaz enzim aktivite düzeyleri badem sütü ve inek sütlerine göre daha yüksek ($P<0,05$) bulunmuştur.

Çakır Sahilli (2018) yaptığı bir çalışmada Tunceli bölgesinde farklı çiftliklerden aldığı Simmental ırkı sığır sütlerinde katalaz enzim aktivitesini 1,26 k/g protein olarak belirlemişlerdir. Bazı araştırmalarda inek sütlerinde katalaz enzim aktivitesini Kitchen ve ark (1970) 7.5-36 U/ml, Kazak ve Coskun (2022) 2.39 U/ml olarak belirlemişlerdir.

Strieder ve ark (2022) badem bazlı içecekler üzerinde yaptıkları çalışmada DPPH değerini $65,4 \pm 0,1$ $\mu\text{mol TE/mL}$, başka bir antioksidan kapasite göstergesi olan TEAC değerini ise 168 ± 3 $\mu\text{mol TE/ mL}$ olarak bulmuştur.

Çevresel streslere karşı savunma, insan sağlığına fayda sağlayan bitki fenolik ve flavonoid kimyasalları tarafından sağlanmaktadır.

Al Zahrani ve Shori (2023) soya ve badem sütüyle ilgili yaptıkları çalışmada soya sütünün toplam fenolik içeriğini 51,75 $\mu\text{g GAE/ml}$, badem sütünün toplam fenolik içeriğini 23,84 $\mu\text{g GAE/ml}$ olarak bulmuşlardır. Aynı çalışmada sütlerin toplam flavonoid içeriğine de bakılmıştır. Soya sütününki 16,75 $\mu\text{g/g}$; badem sütününki 18,24 $\mu\text{g/g}$ olarak bulunmuştur.

Soya fasulyesindeki fenolik asitlerinin bileşimi gallik asit, siringik asit, klorojenik asit ve vanilik asidi içermektedir (Ahsan 2021).

Badem çekirdekleri a-tokoferoller, kaempferol, naringenin, kateşin, protokatekuik asit, vanilik asit ve bir benzoik asit türevinin yanı sıra glikoz, galaktoz ve ramnoza glikosile edilmiş quersetin gibi fenolik bileşiklerin iyi bir kaynağıdır (Nu 2019).

Niero ve ark (2019) yaptıkları çalışmada inek (çiğ) sütünün Toplam antioksidan aktivite (TAA) seviyesini 6,93 mmol/L Trolox eşdeğeri olarak bulmuşlardır. Niero ve ark (2017a) yaptıkları başka bir çalışmada çiğ süt, tam yağlı UHT süt, yarım yağlı UHT süt, tam yağlı pastörize süt ve yarım yağlı pastörize sütlerin antioksidan aktivitelerini değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada en yüksek TAA ortalama 7,52 mmol/L TE ile yarım yağlı pastörize aittir. Diğerleri sırasıyla 7,47 mmol/L TE ile yarım yağlı UHT süt 7,45 mmol/L TE ile çiğ süt ve 7,44 mmol/L TE ile tam yağlı pastörize süt olmuştur. Tam yağlı UHT sütün TAA'sı ise 7,11 mmol/L TE bulunmuştur. Genel olarak bu değerler Chen ve ark (2003) tarafından bildirilen

değerlerden daha yüksektir, muhtemelen süt antioksidan ekstraksiyonunda kullanılan çözücülerdeki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Ayrıca bu çalışmada az yağlı sütlerin TAA'sı tam yağlı sütlerden daha yüksek bulunmuştur. Yine bu bulgu da açıkça Chen ve arkadaşlarının daha fazla yağ içeren sütün TAA'sının daha yüksek bulunduğu sonuçlarıyla çelişmektedir. Bununla birlikte Chen ve ark (2003) mevcut çalışmadan farklıdır ve karşılaştırma için yalnızca kısmen kullanılabilir; ayrıca yağsız süt birkaç lipofilik antioksidandan (örn. retinol, tokoferol ve karotenoidler) yoksun olsa bile, diğer güçlü antioksidan bileşikleri (örn. askorbat, tiyoller, peynir altı suyu proteinleri) içermektedir. Hem tam hem de yarım yağlı numuneler için, UHT sütle karşılaştırıldığında pastörize sütte daha büyük bir TAA aktivitesi gözlemlenmiştir. Aslında yüksek sıcaklıkta ısıl işlemin bir sonucu olarak bazı vitaminler bozunur, serum proteinlerinin çoğu çözünmez hale gelir ve kazein miselleri bir araya gelerek biyolojik olarak daha az kullanılabilir hale gelmektedir (Niero ve ark 2017a).

Aresta ve ark (2021) yaptığı çalışmada ticari inek, keçi, pirinç ve soya sütlerinin antioksidan kapasiteleri araştırılmıştır. En yüksek antioksidan aktivite 48,04 TEAC/ml ile inek sütünde tespit edilmiştir. Soya sütünde 40,25 TEAC/ml, keçi sütünde 40,16 TEAC/ml ölçülmüştür. En düşük antioksidan aktivite seviyesi 20,11 TEAC/ml ile pirinç sütünde tespit edilmiştir.

Başka bir çalışmada TAA değeri en yüksek süt 66,7 mM α -tokoferol ile Prisca keçilerinden elde edilen sütte gözlenmiştir. Diğer keçi ırklarının sütlerinin TAA değeri ise 35,8 mM α -tokoferol ile 31,2 mM α -tokoferol arasında değişmiştir. Aynı çalışmada inek sütünün TAA değeri 42,9 mM α -tokoferol olarak bulunmuştur (Simos ve ark 2011).

Tartea ve ark (2019) yaptıkları çalışmada inek sütünün antioksidan kapasitesinin laktasyon dönemlerine göre 196,4 μ g/ml ile 180,91 μ g/ml arasında değiştiğini gözlemlemiştir.

Başka bir çalışmada keçi koyun ve inek sütünün kimyasal bileşimi araştırılmıştır. Sütlerin kül içerikleri ise birbirine yakın bulunmuştur (Park ve ark 2007).

Ürkek ve Şengül (2018) yaptıkları çalışmada Türkiye'de konvansiyonel ve organik sütlerin kimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada

konvansiyonel ve organik sütlerin genel ortalama kuru madde değerleri sırasıyla %12,06 ve %11,97 olarak tespit edilmiştir. Süt rneklerinin kül oranlarının üretim modelinden (konvansiyonel ve organik) etkilenmediği olduğu ortaya konulmuştur. Konvansiyonel sütlerin kül değerleri genel ortalamasının (%0,67) organik sütlerden (%0,66) yüksek olduğu, fakat bu farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada konvansiyonel sütlerde toplam fenolik aktivite ortalama $4,75 \pm 2,67$ mg GAE/ mL, organik sütlerde $4,61 \pm 2,86$ mg GAE/ mL olarak bulunmuştur.

Başka bir çalışmada UHT sütün toplam fenolik içeriğini 1,0301 mg GAE/mL olarak bulmuşlardır (Sönmez ve ark 2010). Benzer başka bir çalışmada ise inek sütünün toplam fenolik içeriği 0,75 mg GAE/mL olarak tespit edilmiştir (Zivkovic ve ark 2011). Zivkovic ve ark (2011) yaptıkları çalışmada inek sütünün antioksidan aktivite değeri 5,54 mL/mg (3,35-3,67) olarak bulmuşlardır.

Bir çalışmada yarım yağlı inek sütü (%1,5 yağ) ile pirinç, yulaf, hindistan cevizi, fındık, kinoa, kaplan cevizi ve soya sütünün kimyasal bileşimi ve antioksidan kapasiteleri karşılaştırılmıştır. İnek sütünde 0,73 g/100 ml kl olduğu belirtilmiştir. Bitki bazlı sütlerin kl içeriği 0,3 ile 0,66 g/100 ml arasında değişmiştir. Sütlerde en yüksek fenolik içeriğin soya sütünde (65,88 mg GAE/100 ml) olduğu grlmştir. İnek sütünün fenolik içeriği ise 63,01 mg GAE/100 ml bulunmuştur. En düşük fenolik içeriğe sahip sütün 5,13 mg GAE/100 ml ile Hindistan cevizi sütü olduğu tespit edilmiştir. Sütlerde toplam flavonoid içeriği en yüksek soya sütünde (117,11 mg CE/100 ml) olduğu grlmştir. ORAC testinde en yüksek antioksidan kapasite 2,05 μ mol TE/ml ile kinoa sütünde bulunmuştur. Onu 1,77 μ mol TE/ml ile yulaf sütü, 1,57 μ mol TE/ml inek sütü izlemiştir. En düşük antioksidan aktivite ise Hindistan cevizinde (0,18 μ mol TE/ml) llmştir. FRAP testine göre en yüksek antioksidan aktivite 1,57 μ mol TE/ml ile soya sütünde tespit edilmiştir. Yulaf sütünde 0,77 μ mol TE/ml llmştir. En düşük antioksidan aktivite yine Hindistan cevizi sütünde (0,05 μ mol TE/ml) llmştir. ABTS testinde en yüksek antioksidan aktivite 2,09 μ mol TE/ml ile soya sütünde tespit edilmiştir. İnek sütünün toplam antioksidan aktivitesi 1,63 μ mol TE/ml llmştir. (Aly ve ark 2022). Soya sütünün yüksek antioksidan kapasitesi, genistein, daidzein ve glisitin gibi güçlü antioksidanlar olarak kabul edilen, özellikle genistein ve daidzein gibi bazı izoflavonların varlığı ile ilişkilendirilmektedir (Aydar

ve ark 2020). Genel olarak, antioksidan kapasite, TPC ile doğrusal bir korelasyona sahip olarak görülmektedir (Aly ve ark 2022).

Soya sütü ile ilgili yapılan bir çalışmada süt numunelerinde kül oranı %0,84 ile %0,86 pH ise 6,71-6,73 aralığında bulunmuştur. Toplam polifenolik içerik $2,26 \pm 1,02$ mg GAE/g olarak belirlenmiştir (De ve ark 2022).

Süt yapımında kullanılan badem, kaju fıstığı, pirinç ve soya fasulyesi gibi hammaddeler, antioksidan aktivite ve flavonoidler, izoflavonlar, fenolik asitler ve diğerleri gibi farklı fenolik bileşik profilleri sunabilmektedir (Herbello-Hermelo ve ark 2018).



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye’de tüketime sunulan süt numunelerini kimyasal bileşimi ve antioksidan özelliklerini belirlemek için yapılan bu çalışmada farklı bölgelerden 16 adedi hayvansal süt ve 40 adedi bitki bazlı süt olmak üzere toplam 56 adet süt numunesi temin edilmiştir. Bunlar UHT inek sütü, pastörize inek sütü, Hindistan cevizi sütü, soya sütü, badem sütü, fındık sütü ve yulaf sütüdür.

Yapılan çalışmada;

- Süt numuneleri arasında pH değeri bakımından önemli derecede farklılıklar görülmüştür. En yüksek ortalama pH değerine badem sütünde en düşük değerlere ise inek sütleri, yulaf sütü ve Hindistan cevizi sütünde ulaşılmıştır.
- Bitkisel bazlı sütlerde kuru madde düzeyi inek sütlerine göre daha düşük bulunmuştur. Hindistan cevizi sütü ve badem sütünde en düşük kuru madde değeri elde edilmiştir.
- Bitkisel bazlı sütlerde kül düzeyi inek sütlerine göre daha düşük bulunmuştur.
- İnek sütleri ve soya sütünde toplam fenolik madde miktarı yulaf ve Hindistan cevizi sütünden daha yüksek bulunmuştur.
- Fındık ve yulaf sütünde TAS değerleri inek sütleri ve diğer bitki bazlı sütlerden daha yüksek bulunmuştur.
- En düşük TOS değeri Hindistan cevizi sütte elde edilmiştir
- Badem sütü ve inek sütlerinde oksidatif stres indeksi diğer bitki bazlı sütlere göre daha yüksek bulunmuştur.
- Katalaz enzim aktivite düzeyleri fındık ve yulaf sütlerinde daha yüksek elde edilmiştir.

Sonuç olarak bitki bazlı sütlerin hayvansal sütlerden farklarını belirlemek için daha detaylı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

6. KAYNAKLAR

- Abd El-Salam MH, El-Shibiny S, 2011. A comprehensive review on the composition and properties of buffalo milk. *Dairy Sci Technol*, 91, 663-99.
- Aboufazole F, Shori AB, Baba AS, 2016. Effects of the replacement of cow milk with vegetable milk on probiotics and nutritional profile of fermented ice cream. *LWT – Food Sci Technol*, 70, 261-270.
- Ağagündüz D, 2021. Preliminary exploration of total antioxidant and oxidant status of novel high-protein milk products. *J Food Nutr Res*, 60, 1, 1-8.
- Ahsan S, 2021. Functional exploration of bioactive moieties of fermented and non-fermented soy milk with reference to nutritional attributes. *Journal of Microbiology, Biotechnol Food Sci*, 10,1, 145-9.
- Akın N, Gündüz A, Konak Ç, 2012. Teknolojik açıdan süt ürünlerinde laktoz dönüşümleri ve intoleransı. *Akademik Gıda*, 10, 4, 77-84.
- Al Zahrani AJ, Shori AB, 2023. Viability of probiotics and antioxidant activity of soy and almond milk fermented with selected strains of probiotic *Lactobacillus* spp. *LWT - Food Sci Technol*, 176, 114531.
- Alapala-Demirhan S, 2012. Organik ve konvansiyonel süt sığırı yetiştiriciliği yapılan işletmelerde bazı özelliklerin karşılaştırılması. *Doktora Tezi, Ankara Üniv Sağlık Bilimleri Enst, Ankara*.
- Alessandri C, Mari A, 2007. Letter to the editor: efficacy of donkey's milk in treating cow's milk allergic children: major concerns. *Pediatric Allergy and Immunology*, 18, 625-6.
- Aly E, Sanchez-Moya T, Darwish AA, Ros-Berruezo G, Lopez-Nicolas R, 2022. In vitro digestion effect on CCK and GLP-1 release and antioxidant capacity of some plant-based milk substitutes. *J Food Sci* 87, 1999–2008.
- AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 15th ed. Association Official Analytical Chemists (AOAC), Washington, DC.
- Aresta A, De Santis S, Carocci A, Barbarossa A, Ragusa A, De Vietro N, Clodoveo ML, Corbo F, Zambonin C, 2021. Determination of Commercial Animal and Vegetable Milks' Lipid Profile and Its Correlation with Cell Viability and Antioxidant Activity on Human Intestinal Caco-2 Cells. *Molecules*, 26, 5645.
- Argov N G, Lemay D, German JB, 2008. Milk fat globule structure and function: nanoscience comes to milk production. *Trends Food Sci Technol*, 19, 617-23.
- Asioli D, Aschemann-Witzel J, Caputo V, Vecchio R, Annunziata A, Næs T, Varela P, 2017. Making sense of the clean label trends: A review of consumer food choice behavior and discussion of industry implications. *Food Res Intern*, 99, 1, 58–71.
- Aune D, Keum N, Giovannucci E, Fadnes LT, Boffetta P, Greenwood DC, 2016. Nut consumption and risk of cardiovascular disease, total cancer, all-cause and cause-specific mortality: A systematic review and dose response meta-analysis of prospective studies. *BMC Medicine*, 14, 1, 207.
- Aydar EF, Tütüncü S, Özcelik B, 2020. Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *J Func Foods* 70, 103975.
- Aysu S, Akıl F, Çevik E, Kılıç ME, İlyasoğlu H, 2022. Development of homemade hazelnut milk-based beverage. *J Culinary Sci Technol*, 20, 5, 421-9.
- Barlowska J, Szwajowska M, Litwinczuk Z, Krol J, 2011. Nutritional value and technological suitability of milk from various animal species used for dairy production. *Comp Rev Food Sci Food Safety*, 10, 291-302.
- Bechthold A, Boeing H, Schwedhelm C, Hoffmann G, Knüppel S, Iqbal K, 2019. Food groups and risk of coronary heart disease, stroke and heart failure: A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 59, 7, 1071-90.
- Belewu MA, Belewu KY, 2007. Comparative physicochemical evaluation of tiger nut, soybean and coconut milk sources. *Int J Agric Biol*, 9, 5, 785-7.

- Bernat N, Chafer M, Chiralt A, Gonzalez-Martinez C, 2014. Hazelnut milk fermentation using probiotic *Lactobacillus rhamnosus* GG and inulin. *Int J Food Sci Technol* 49, 2553–62.
- Bielecka M, Cichosz G, Czacot H, 2022. Antioxidant, antimicrobial and anticarcinogenic activities of bovine milk proteins and their hydrolysates - A review. *Intern Dairy J*, 127, 105208.
- Bisla G, Verma A, Verma P, Sharma S, 2012. Development of ice creams from soybean milk & watermelon seeds milk and evaluation of their acceptability and nourishing potential. *Adv Appl Sci Res*, 3,1, 371-6. <https://doi.org/10.5958/j.2231-1750.3.1.001>.
- Biswas PK, Chakraborty R, Choudhuri UR, 2002. Effect of blending of soy milk with cow milk on sensory, textural and nutritional qualities of Chhana analogue. *J Food Sci Technol*, 39, 6, 702-4.
- Bolling BW, Chen CY, McKay DL, Blumberg JB, 2011. Tree nut phytochemicals: composition, antioxidant capacity, bioactivity, impact 1 factors. A systematic review of almonds, Brazils, cashews, hazelnuts, macadamias, pecans, pine nuts, pistachios and walnuts. *Nutr Res Rev*, 24, 2, 244-75.
- Bornaz S, Ali S, Attalah A, Attia H, 2009. Physicochemical characteristics and rennet in properties of camels' milk: a comparison with goats' ewes' and cows' milks. *Intern J Dairy Technol*, 62,4, 505-13.
- Bottani M, Cattaneo S, Pica V, Stuknyte M, De Noni I, Ferraretto A, 2020. *In vitro* antioxidant properties of digests of hydrolysed casein and caseinophosphopeptide preparations in cell models of human intestine and osteoblasts. *J Funct Foods*, 64, 103673.
- Brock JH, 1980. Lactoferrin in human milk: its role in iron absorption and protection against enteric infection in the newborn infant. *Archiv Dis Child*, 55, 417-21.
- Caira S, Pizzano R, Picariello G, Pinto G, Cuollo M, Chianese L, 2012. Chapter 7: allergenicity of milk proteins. In W. L. Hurley (Ed.), *Milk protein* (pp. 173-214). Intech. <http://www.intechopen.com/books/milk-protein>.
- Calligaris S, Manzocco L, Anese M, Nicoli MC, 2003. Effect of heat-treatment on the antioxidant and pro-oxidant activity of milk. *Intern Dairy J*, 14, 421-7.
- Cashman K, 2006. Milk minerals (including trace elements) and bone health. *Intern Dairy J*, 16, 1389-98.
- Ceylan MM, Özer EA, 2020. Almond milk: Preparatipn, chemical, fatty acids, mineral, total phenolic compositions and antioxidant activity. *Intern J Sci Technol Res*, 6, 8, 99-111.
- Chauveau-Duriot B, Doreau M, Noziere P, Graulet B, 2010. Simultaneous quantification of carotenoids, retinol, and tocopherols in forages, bovine plasma, and milk: Validation of a novel UPLC method. *Analyt Bioanalyt Chem*, 397, 777-90.
- Chen J, Lindmark-Mansson H, Gorton L, Akesson B, 2003. Antioxidant capacity of bovine milk as assayed by spectrophotometric and amperometric methods. *Intern Dairy J*, 13, 927-35.
- Claeys W, Verraes C, Cardoen S, De Block J, Huyghebaert A, Raes K, 2014. Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential health benefits. *Food Cont*, 42, 188-201.
- Cutone A, Rosa L, Ianiro G, Lepanto MS, Bonaccorsi di Patti MC, Valenti P, 2020. Lactoferrin's anti-cancer properties: Safety, selectivity, and wide range of action. *Biomolecules*, 10, 456.
- Çağlar A, Tomar O, Vatansever H, Ekmekçi E, 2017. Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.) ve insan sağlığı üzerine etkileri, *Akademik Gıda*, 15, 4, 436-47.
- Çakatay U, Kayalı R, 2006. Serbest radikal biyokimyasının tarihsel süreçteki gelişimi. *Cerrahpasa Tıp Derg*, 37, 162-7.
- Çakır Sahilli Y, 2018. Determination of antioxidant activities in milks obtained from simmental breed of cattle. *J Baun Indt Sci Technol*, 20, 1, 565-571.
- De B, Shrivastav A, Das T, TridibKumar Goswami TK, 2022. Physicochemical and nutritional assessment of soy milk and soymilk products and comparative evaluation of their effects on blood gluco-lipid profile. *Appl Food Res*, 2, 100146.

- De Wit JN, 1998. Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products. *J Dairy Sci*, 81, 597-608.
- Demir H, Şimşek M, Yıldırım G, 2021. Effect of oat milk pasteurization type on the characteristics of yogurt. *LWT - Food Sci Technol*, 135, 110275.
- Dubey MR, Patel VP, 2018. Probiotics: A promising tool for calcium absorption. *The Open Nutr J*, 12, 1, 59-69.
- Eğritiş HE, Şahin IN, Çolakoğlu E, Telli AE, 2018. Farklı hayvan türlerinden elde edilen sütlerin total antioksidan kapasitelerinin karşılaştırılması (Comparison of total antioxidant capacity of milk samples obtained from different species). *Mehmet Akif Ersoy Üniv Vet Fak Derg*, 3, 102-105.
- El-Agamy EI, 2007. The challenge of cow milk protein allergy. *Small Rum Res*, 68, 64-72.
- El-Menawy RK, Mohamed DM, İsmail MM, Hassan AM, 2023. Optimal combination of cow and quinoa milk for manufacturing of functional fermented milk with high levels of antioxidant, essential amino acids and probiotics. *Sci Rep*, 13, 20638.
- Ermiş E, Güneş R, Zent İ, Çağlar MY, Yılmaz MT, 2018. Characterization of hazelnut milk fermented by *Lactobacillus Delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* and *Streptococcus Thermophilus*. *J Food*, 43, 4, 677-86.
- Ertan K, Bayana D, Gökçe Ö, Alatossava T, Yılmaz Y, Gürsoy O, 2017. Total antioxidant capacity and phenolic content of pasteurized and UHT-treated cow milk samples marketed in Turkey. *Akademik Gıda*, 15, 2, 103-8.
- Ferragut V, Valencia-Flores DC, Pérez-González M, Gallardo J, Hernández- Herrero M, 2015. Quality characteristics and shelf-life of ultra-high pressure homogenized (UHPH) almond beverage. *Foods*, 4, 2, 159-172.
- Folorunso AA, Omoniyi SA, Habeeb AS, 2016. Proximate composition and sensory acceptability of snacks produced from broken rice (*Oryza sativa*) flour. *Am J Food Nutr*, 6, 2, 39-43.
- Fox PF, McSweeney PLH, 1998. *Dairy Chemistry and Biochemistry*. London, Chapman and Hall, reprinted by Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York. No. 637 F6.
- García-Nebot MJ, Cilla A, Alegria A, Barbera R, 2011. Caseinophosphopeptides exert partial and site-specific cytoprotection against H₂O₂- induced oxidative stress in Caco-2 cells. *Food Chem*, 129, 1495-1503.
- Gentile C, Tesoriere L, Butera D, Fazzari M, Monastero M, Allegra M, 2007. Antioxidant activity of Sicilian pistachio (*Pistacia vera* L. var. Bronte) nut extract and its bioactive components. *J Agric Food Chem*, 55, 3, 643-8.
- Gerosa S, Skoet J, 2012. Milk availability e Trends in production and demand and medium-term outlook. Rome (Italy): FAO, United Nations. <http://www.fao.org/docrep/015/an450e/an450e00.pdf>.
- Gilbert DL, 2000. Fifty years of radical ideas. *Ann N Y Acad Sci*, 899, 1-14.
- Gordon I, 2014. Minerals and Vitamins in Milk and Dairy Products. In: Kanekanian A, editor. *Milk and Dairy Products as Functional Foods*, pp. 289-313.
- Goth L, 1991. A simple method for determination of serum catalase activity and revision of reference range. *Clinica Chimica Acta*, 196, 143-152.
- Gulati S, Misra A, Pandey RM, Bhatt SP, Saluja S, 2014. Effects of pistachio nuts on body composition, metabolic, inflammatory and oxidative stress parameters in Asian Indians with metabolic syndrome: a 24 wk, randomized control trial. *Nutrition*, 30, 192-7.
- Guo HY, Pang K, Zhang XY, Zhao L, Chen SW, Dong L, 2007. Composition, physicochemical properties, nitrogen fraction distribution, and amino acid profile of donkey milk. *J Dairy Sci*, 90, 1635-43.
- Gupta A, Mann B, Kumar R, Sangwan RB, 2009. Antioxidant activity of Cheddar cheeses at different stages of ripening. *Intern J Dairy Technol*, 62, 339-47.

- Gutierrez R, Rosell P, Vega S, Perez J, Ramirez A, Coronado M. 2013. Self and foreign substances in organic and conventional milk produced in the eastern region of Mexico. *Food Nutr Sci*, 4, 586-593.
- Güler HD. 2019. Biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevyanın toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesi üzerine kurutma yöntemlerinin etkisi. 2019. PhD Thesis. Bursa Uludag University.
- Hanus O, Vorlicek Z, Sojkova K, Rozsypal R, Vyletelova M, Roubal P, Gencurova V, Pozdisek J, Landova H, 2008. A comparison of selected Milk indicators in organic herds with conventional herd as reference. *Folia Veterinaria*, 52, 3, 155-9.
- Hassan AA, Aly MMA, El-Hadidie ST, 2012. Production of cereal-based probiotic beverages. *World Appl Sci J*, 19, 10, 1367–80.
- Herbello-Hermelo P, Lamas JP, Lores M, Dominguez-Gonzalez R, Bermejo-Barrera P, Moreda-Pineiro A, 2018. Polyphenol bioavailability in nuts and seeds by an in vitro dialyzability approach. *Food Chem*, 254, 20-5.
- Hilali M, El-Mayda E, Rischkowsky B, 2011. Characterization and utilization of sheep and goat milk in the Middle East. *Small Rumin Res*, 101, 92-101.
- Huang HY, Caballero B, Chang S, Alberg AJ, Semba RD, Schneyer CR, Wilson RF, Cheng TY, Vassy J, Prokopowicz G, Barnes GJ, Bass EB, 2006. The efficacy and safety of multivitamin and mineral supplement use to prevent cancer and chronic disease in adults: a systematic review for a National Institutes of Health state of the science conference. *Ann Intern Med*, 145, 5, 372-85.
- Janssen M, Busch C, Rödiger M, Hamm U, 2016. Motives of consumers following a vegan diet and their attitudes towards animal agriculture. *Appetite*, 105, 643–51.
- Jensen RG, Ferris AM, Lammi-Keefe CJ, 1991. The composition of milk fat. *J Dairy Sci*, 74, 9, 3228-43.
- Jeske S, Zannini E, Arendt EK, 2016. Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes. *Plant Foods Hum Nutr*, 72, 1, 26-33.
- Karagözlü C, Bayarer M, 2004. Peyniraltı Suyu proteinlerinin fonksiyonel özellikleri ve sağlık üzerine etkileri. *Ege Üniv Ziraat Fak Derg*, 41, 197-207.
- Kazak F, Coşkun P, 2022. Investigating relationships between catalase, reduced glutathione, malondialdehyde, vitamin C, and total protein levels in Simmental cow's milk and milk cells. *Harran Üniv Vet Fak Derg*, 11, 1, 078-083.
- Kendall CWC, West SG, Augustin LS, Esfahani A, Vidgen E, Bashyam B, Sauder KA, Cambell J, Chiavaroli L, Jenkins AL, Jenkins DJ, 2014. Acute effects of pistachio consumption on glucose and insulin, satiety hormones and endothelial function in the metabolic syndrome. *Eur J Clin Nutr* 68, 3, 370-5.
- Khan IT, Nadeem M, Imran M, Ullah R, Ajmal M, Jaspal MH, 2019. Antioxidant properties of milk and dairy products: A comprehensive review of the current knowledge. *Lipids Health Dis*, 18, 1-13.
- Kitchen BJ, Taylor GC, White IC, 1970. Milk enzymes-their distribution and activity. *J Dairy Res*, 37, 279.
- Koçak C, 1987. Kazein misellerinin yapısı, kompozisyonu ve stabilitesi. *J Food*, 12, 1.
- Kunz C, Rudloff S, 2006. Health promoting aspects of milk oligosaccharides. *Intern Dairy J*, 16, 1341-6.
- Küçüköner E, Yurt B, 2003. Some chemical characteristics of *Pistacia vera* varieties produced in Turkey. *European Food Research and Technology = Zeitschrift Fur LebensmittelUntersuchung Und Forschung*, 217, 4, 308-10.
- Lara-Villoslada F, Olivares M, Xaus J, 2005. The balance between caseins and whey proteins in cow's milk determines its allergenicity. *J Dairy Sci*, 88, 5, 1654-60.
- Lehtinen P, Kiiliainen K, Lehtomaki I, Laakso S, 2003. Effect of heat treatment on lipid stability in processed oats. *J Cereal Sci*, 37, 2, 215-221.

- Leung KS, Oger C, Guy A, Bultel-Ponce V, Vigor C, Durand T, 2022. Chapter Eleven - alpha-linolenic acid, phytoprostanes and phytofurans in plant, algae and food. In F. Rebeille and E Marechal Ed. *Advances in botanical research*, academic Press, pp. 437-68.
- Li H, Pan Y, Yang Z, Rao J, Chen B, 2019. Improving antioxidant activity of b- Lactoglobulin by nature-inspired conjugation with gentisic acid. *J Agric Food Chem*, 67, 11741-51.
- Lima LDSC, Luz MLGS, Luz CAS, Gadotti GI, Maldaner V, Santos JB, Bernardy R, 2017. Viabilidade técnica e econômica da implantação de uma agroindústria de extrato vegetal. *Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade*, 4, 2, 48-53.
- Liu K, 1997. *Soybeans: Chemistry, technology and utilization*. New York: Chapman and Hall 279.
- Lucas A, Rock E, Chamba JF, Verdiez-Metz I, Brachet P, Coulon JB, 2006. Respective effects of milk composition and the cheese-making process on cheese compositional variability in components of nutritional interest. *Le Lait*, 86, 21-41.
- Mäkinen OE, Wanhalinna V, Zannini E, Arendt EK, 2016. Foods for special dietary needs: Non-dairy plant-based milk substitutes and fermented dairy-type products. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 56, 3, 339-349
- Markiewicz-Kęszycka M, Czyzak-Runowska G, Lipinska P, Wojtowski J, 2013. Fatty acid profile of milk-a review. *Bull Vet Inst Pulawy*, 57, 2, 135-9.
- Marshall K, 2004. Therapeutic applications of whey protein. *Altern Med Rev*, 9, 136-56.
- Mayer H, Fiechter G, 2012. Physical and chemical characteristics of sheep and goat milk in Austria. *Intern Dairy J*, 24, 57-63.
- McDermott A, Visentin G, De Marchi M, Berry DP, Fenelon MA, O'Connor PM, 2016. Prediction of individual milk proteins including free amino acids in bovine milk using mid-infrared spectroscopy and their correlations with milk processing characteristics. *J Dairy Sci*, 99, 3171-82.
- Medhammar E, Wijesinha-Bettoni R, Stadlmayr B, Nilsson E, Charrondiere UR, Burlingame B, 2012. Composition of milk from minor dairy animals and buffalo breeds: a biodiversity perspective. *J Sci Food Agric*, 92, 445-74.
- Mertdinç Z, Aydar EF, Hızır Kadı İ, Demircan E, Koca Çetinkaya S, Özçelik B (2023). A new plant-based milk alternative of *Pistacia vera* geographically indicated in Türkiye: Antioxidant activity, in vitro bio-accessibility, and sensory characteristics. *Food Biosci*, 53, 102731.
- Metin M, 2012. *Süt Teknolojisi: Sütün Bileşimi ve İşlenmesi*. 11.Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, Türkiye.
- Nayak CM, Ramachandra CT, Kumar GM, 2020. A comprehensive review on composition of donkey milk in comparison to human, cow, buffalo, sheep, goat, camel and horse milk. *Mysore J Agric Sci*, 54, 3, 42-50.
- Nayil D, Kesenkaş H, Korel F, Kinik Ö, 2015. An innovative approach: Cow/oat milk based kefir. *Mljekarstvo*, 65, 3, 177-86.
- Niero G, Curro S, Costa A, Cassandro M, Bosetti C, Giangolini G, De Marchi M, 2017a. Short communication: Phenotypic characterization of total antioxidant activity of buffalo, goat, and sheep milk. *J Dairy Sci*, 101, 4864-8.
- Niero G, De Marchi M, Masi A, Penasa M, Cassandro M, 2015. Short communication: Characterization of soluble thiols in bovine milk. *J Dairy Sci*, 98, 6014-7.
- Niero G, Penasa M, Costa A, Curro S, Visentin G, Cassandro M, Marchi M, 2019. Total antioxidant activity of bovine milk: Phenotypic variation and predictive ability of mid-infrared spectroscopy. *Intern Dairy J*, 89, 105-10.
- Niero G, Penasa M, Curro S, Masi A, Trentin AR, Cassandro M, 2017b. Development and validation of a near infrared spectrophotometric method to determine total antioxidant activity of milk. *Food Chem*, 220, 371-6.

- Noziere P, Grolier P, Durand D, Ferlay A, Pradel P, Martin B, 2006. Variations in carotenoids, fat-soluble micronutrients, and color in cows' plasma and milk following changes in forage and feeding level. *J Dairy Sci*, 89, 2634-48.
- Nu TT, 2019. Study on some physicochemical analysis and antioxidant activity of nuts of *Dracontomelon dao* (Blanco) Merr. & Rolfe (Nga bauk) and *Prunus dulcis* (Mill.) DA Webb (Badam). *Dagon Univ Commemoration of 25th Anniversary Silver Jubile Res J*, 9, 2, 81-7.
- Özay Y, Özdemir S, Gonca S, Canlı O, Dizge N, 2021. Phenolic compounds recovery from pistachio hull using pressure-driven membrane process and a cleaner production of biopesticide. *Environ Technol Innovat*, 24, 101993.
- Papiz MZ, Sawyer L, Eliopoulos EE, North AC, Findlay JB, Sivaprosadaro R, Jones TA, Newcomer ME, Kraulis PJ, 1986. The structure of β -lactoglobulin and its similarity to plasma retinolbinding protein. *Nature*, 324, 383-5.
- Park YW, 2009. *Bioactive components in milk and dairy products* ed. John Wiley and Sons.
- Park YW, Juarez M, Ranos M, Haenlein GFW, 2007. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Rumin Res*, 68, 88-113.
- Perez-Gonzalez M, Gallardo-Chacon JJ, Valencia-Flores DC, Ferragut V, 2015. Optimization of a headspace SPME GC-MS methodology for the analysis of processed almond beverages. *Food Analyt Met*, 8, 3,612-23.
- Potocnik K, Gantner V, Kuterovac K, Cividini A, 2011. Mare's milk: composition and protein fraction in comparison with different milk species. *Mljekarstvo*, 61, 107-13.
- Power O, Jakeman P, FitzGerald RJ, 2013. Antioxidative peptides: Enzymatic production, in vitro and in vivo antioxidant activity and potential applications of milk-derived antioxidative peptides. *Amino Acids*, 44, 797-820.
- Rasane P, Jha A, Sabikhi L, Kumar A, Unnikrishnan VS, 2013. Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods – a review. *J Food Sci Technol*, 52, 2, 662-75
- Raynal-Ljutovac K, Lagriffoul G, Paccard P, Guillet I, Chilliard Y, 2008. Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small Rumin Res*, 79, 57-72.
- Restani Beretta B, Fiocchi A, Ballabio C, Gali CL, 2002. Cross-reactivity between mammalian proteins. *Ann Allergy Asthma Immunol*, 89, 11-5.
- Riberio AC, Riberio SDA, 2010. Specialty products made from goat milk, *Small Rumin Res*, 89, 2, 225-33.
- Richardson T, Korycka-Dahl M, 1983. Lipid oxidation. In P. F. Fox (Ed.), *Developments in dairy chemistry*. London, UK: Applied Science Publishers, pp. 241-363.
- Robbins SL, Cotran RS, 2010. *Pathologic Basis of Disease*. 8th ed. W. B. Saunders Elsevier, Philadelphia, PA.
- Rodriguez-Roque MJ, Rojas-Graü MA, Elez-Martínez P, Martín-Belloso O, 2013. Soymilk phenolic compounds, isoflavones and antioxidant activity as affected by in vitro gastrointestinal digestion. *Food Chem*, 136, 1, 206-12.
- Roncero JM, Alvarez-Ortí M, Pardo-Gimenez A, Gomez R, Rabadan A, Pardo JE, 2016. Virgin almond oil: Extraction methods and composition. *Grasas Aceites*, 67, 3, 143.
- Rudd LB, 2013. *Milk Fat: Composition, Nutritional Value and Health Implications*. New York: Nova Science Publishers.
- Schaafsma G, 2000. The protein digestibility – corrected amino acid score. *J Nutr*, 130, 7, 1865-7.
- Schmiele M, Silva LH, Costa PFP, Rodrigues RDS, Chang YK, 2011. Influencia da adição de farinha integral de aveia, flocos de aveia e isolado proteico de soja na qualidade tecnologica de bolo ingles. *Boletim Do Centro de Pesquisa de Process Alim*, 29, 1, 71-82.
- Schuster MJ, Wang X, Hawkins T, Painter JE, 2018. Nutritioncomparison of the nutrient content of cow's milk and nondairy milk alternatives what's the difference? *Nutr Today* 53, 4,153-9.

- Sebastiani G, Herranz Barbero A, Borrás-Novell C, Alsina Casanova M, Aldecoa- Bilbao V, Andreu-Fernandez, V, Garcia-Algar O, 2019. The effects of vegetarian and vegan diet during pregnancy on the health of mothers and offspring. *Nutrients*, 11, 3, 557.
- Seow CC, Gwee CN, 1997. Coconut milk: chemistry and technology. *Int J Food Sci Technol* 32, 189-201.
- Sethi S, Tyagi SK, Anurag RK, 2016. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: A review. *J Food Sci Technol*, 53, 9, 3408-23.
- Shahidi F, Alasalvar C, Liyana-Pathirana CM, 2007. Antioxidant phytochemicals in hazelnut kernel (*Corylus avellana* L.) and hazelnut byproducts. *J Agr Food Chem*, 55, 1212-20.
- Shin S, Kim SA, Ha J, Lim K, 2018. Sugar-sweetened beverage consumption in relation to obesity and metabolic syndrome among Korean adults: A cross-sectional study from the 2012–2016 Korean National Health and Nutrition Examination Survey (KHANES). *Nutrients*, 10, 10, 1467.
- Sik B, Buzas H, Kapcsandi V, Lakatos E, Daroczi F, Szekelyhidi R, 2023. Antioxidant and polyphenol content of different milk and dairy products. *J King Saud Univ*, 35, 102839.
- Silva ARA, Silva MMN, Riberio BD, 2020. Health issues and technological aspects of plant-based alternative milk. *Food Res Intern*, 131, 108972
- Simos Y, Apostolos Metsios A, Verginadis I, D'Alessandro AG, Loiudice P, Jirillo E, Charalampidis P, Kouimani V, Boulaka A, Martemucci G, Karkabounas S, 2011. Antioxidant and anti-platelet properties of milk from goat, donkey and cow: An in vitro, ex vivo and in vivo study. *Intern Dairy J*, 21, 901-6.
- Singhal S, Baker RD, Baker SS, 2017. A Comparison of the nutritional value of cow's milk and non-dairy beverages. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 64, 5, 799-805.
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol* 299, 152-178.
- Singleton VL, Rossi JA, 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic*, 16, 144-158.
- Smilowitz JT, Dillard CJ, German JB, 2005. Milk beyond essential nutrients: The metabolic food. *Austral J Dairy Technol*, 60, 77-83.
- Smithers GW, 2008. Whey and whey proteins- From gutter to gold. *Intern Dairy J*, 18, 695-704.
- Soares Junior MS, Bassinello PZ, Caliari M, Velasco P, Reis RC, Carvalho WT, 2010. Bebidas saborizadas obtidas de extratos de quirera de arroz, de arroz integral e de soja. *Ciencia e Agrotecn*, 34, 2, 407-13.
- Sönmez C, Ertaş G, Okur ÖD, Güzel-Seydim Z, 2010. Uht sütlerin bazı kalite kriterlerinin ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. *Akademik Gıda*, 8, 1, 13-6.
- Sreeramulu D, Raghunath M, 2011. Antioxidant and phenolic content of nuts, oil seeds, milk and milk products commonly consumed in India. *Food Nutr Sci*, 2, 422-427.
- Starbard A, Winscher K, Noll E, 2015. *The Dairy Goat Handbook: For Backyard, Homestead, and Small Farm*. Minneapolis, Minnesota, Voyageur Press.
- Strieder MM, Neves MIL, Belinato JR, Silva EK, Meireles MAA (2022). Impact of thermosonication processing on the phytochemicals, fatty acid composition and volatile organic compounds of almond-based beverage. *Food Sci Technol*, 154, 112579.
- Sumarmono J, Sulistyowati M, Soenardo, 2015. Fatty acids profiles of fresh milk, yogurt and concentrated yogurt from Peranakan Etawah goat milk, *Procedia Food Sci*, 3, 216-22.
- Şimşek A, Aykut O, 2007. Evaluation of the microelement profile of Turkish hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties for human nutrition and health. *Int J Food Sci Nutr* 58, 677- 88. doi: 10.1080/09637480701403202
- Tartea A, Odagiu A, Balta I, Longodor AL, Coroian A, 2019. Physico-chemical composition and antioxidant capacity of cow's milk. *Pro Environment*, 12, 418 -21.

- Tesse R, Paglialunga C, Braccio S, Armenio L, 2009. Adequacy and tolerance to ass's milk in an Italian cohort of children with cows milk allergy. *Italian J Pediatr*, 53, 19 35-9.
- Thompson A, Boland M, Singh H, 2009. Milk Proteins: From Expression to Food. Academic Press (Elsevier) American journal of human biology, Wiley Inter Science ISBN: 978-0-12-374039-7.
- Tokuşoğlu Ö, 2007. Yeşil Altın: Antepfıstığı: Teknolojisi, Kimyası ve Kalite Kontrolü, Sönmez Ofset Matbaacılık, Nisan, 1. Baskı, s 86.
- Tzifi F, Grammeniatis V, Papadopoulos M, 2014. Soy-and rice-based formula and infant allergic to cow's milk. *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders-Drug Targets (Formerly Current Drug Targets-Immune, Endocr Metab Dis*, 14, 1, 38-46.
- Ürkek B, Şengül M, 2018. Türkiye'de üretilen organik ve konvansiyonel sütlerin bazı fizikokimyasal özellikleri ile yağ asitleri kompozisyonu ve antioksidan kapasitesinin belirlenmesi. *Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknol Derg*, 6, 4, 452-9.
- Vanga SK, Raghavan V, 2018. How well do plant based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk? *J Food Sci Technol*, 55, 1, 10-20.
- Vazquez CV, Rojas MGV, Ramirez CA, Chavez-Servin JL, Garcia-Gasca T, Martinez RAF, Garcia OP, Rosado JL, Lopez-Sabater CM, Castellote AI, Montemayor HMA, Carbot K de la T, 2015. Total phenolic compounds in milk from different species. Design of an extraction technique for quantification using the Folin-Ciocalteu method. *Food Chem*, 176, 480-486.
- Walter M, Marchezan E, Avila LA, 2008. Arroz: Composição e características nutricionais. *Ciencia Rural*, 38, 4, 1184-92.
- Wang S, Cabral LC, Araujo FB, Maia LH, 1999. Características sensoriais de leites de soja reconstituídos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34, 3, 467- 72.
- Watson E, 2020. Talking oatmilk with DSM: Today, fortification is an opportunity for differentiation; tomorrow it will become an imperative. Erişim tarihi, 20 Aralık 2022. Erişim adresi, <https://www.foodnavigator-usa.com/Article/2020/10/01/Talking-oatmilk-with-DSM-Today-fortification-is-an-opportunity-for-differentiation-tomorrow-it-will-become-an-imperative>.
- Wood Z, 2019. Plant-based milk the choice for almost 25% of Britons now, *The Guardian*. Erişim tarihi, 27 Aralık 2022. Erişim adresi, <https://theguardian.com/food/2019/jul/19/plant-based-milk-the-choice-for-almost-25-of-britons-now>.
- Wu X, Lu Y, Xu H, Lin D, He Z, Wu H, 2018. Reducing the allergenic capacity of b-lactoglobulin by covalent conjugation with dietary polyphenols. *Food Chem*, 256, 427-34.
- Yılmaz Ersan L, Özcan T, Akpınar-Bayızıt A, Şahin S, 2018. Comparison of antioxidant capacity of cow and ewe milk kefirs. *J Dairy Sci*, 101, 5, 3788-98.
- Yılmaz Ersan L, Usta B, 2013. Sütün antioksidan enzimleri ve biyolojik etkileri. *UÜ Zir Fak Derg*, 27,2, 123-130.
- Yiğit AA, 2019. Animal and plant-based milk and their antioxidant properties. *MAE Vet Fak Derg*, 4, 2, 113-22.
- Yüzügülü Y, Ögel BZ, 2013. Çift aktiviteli katalaz-fenol oksidazın ve diğer katalazların gıda sanayisindeki önemi. *Gıda*, 38, 2, 111-118.
- Zamberlin S, Antunac N, Havranek J, Samarzija D, 2012. Mineral elements in milk and dairy products. *Mljekarstvo*, 62, 2, 111-25.
- Zeiger RS, Sampson HA, Bock SA, Burks AW, Harden K, Noone S, Wilson G, 1999. Soy allergy in infants and children with IgE-associated cow's milk allergy. *J Pediatr*, 134, 5, 614-22.
- Zivkovic J, Sunaric S, Trutic N, Denic M, Kocic G, Jovanovic T, 2015. Antioxidants and antioxidant capacity of human milk. *Sci J Fac Med Nis*, 32, 2, 115-125.
- Zivkovic J, Sunaric S, Trutic N, Pavlovic R, Kocic G, Nikolic G, 2011. Total antioxidant capacity of milk with nutraceutical addition. *Eur J Pharmacol*, 668, 1, 24.
- Zujko ME, Witkowska AM, 2014. Antioxidant potential and polyphenol content of beverages, chocolates, nuts, and seeds. *Intern J Food Prop*, 17, 86-92.

- Zulueta A, Maurizi A, Frigola A, Esteve MJ, Coli R, Burini G, 2009. Antioxidant capacity of cow milk, whey and deproteinized milk. *Intern Dairy J*,19, 380-5.
- Zwer P, 2010. Oats: Characteristics and quality requirements. In C. W. Wrigley, I. L. Batey, & D. Miskelly Ed. *Cereal grains: Assessing and managing quality* Oxford, UK: Woodhead Publishing, pp. 163-82.



7. EKLER

EK-A: Etik Kurul Onayı



EK-B: Turnitin Raporu

melek betül kala tez

ORJİNALLIK RAPORU

% **12** BENZERLİK ENDEKSİ % **11** İNTERNET KAYNAKLARI % **5** YAYINLAR % ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	%2
2	www.researchgate.net İnternet Kaynağı	%1
3	iksadyayinevi.com İnternet Kaynağı	%1
4	www.iensci.org İnternet Kaynağı	%1
5	www.scribd.com İnternet Kaynağı	%1
6	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	%1
7	hdl.handle.net İnternet Kaynağı	%1
8	www.gidakitaplari.com İnternet Kaynağı	<%1
9	www.insackongre.com İnternet Kaynağı	<%1

10	www.dokortakvimi.com İnternet Kaynağı	<% 1
11	madensuyu.org İnternet Kaynağı	<% 1
12	ÇAĞLAR, Abdullah, TOMAR, Oktay, VATANSEVER, Hülya and EKMEKÇİ, Elif. "Antepfıstığı (Pistacia vera L.) ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri", Sidas Medya Limited Şirketi, 2017. Yayın	<% 1
13	www.gidahatti.com İnternet Kaynağı	<% 1
14	dspace.akdeniz.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
15	Peri, Pinar, Senem Kamiloglu, Esra Capanoglu, and Beraat Ozcelik. "Investigating the Effect of Aging on the Phenolic Content, Antioxidant Activity and Anthocyanins in Turkish Wines : Effect of Aging on Polyphenol Content in Wines", Journal of Food Processing and Preservation, 2015. Yayın	<% 1
16	abis-files.gazi.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
17	dergi2.avesyayincilik.com İnternet Kaynağı	<% 1

- 18 www.duvaryayinlari.com İnternet Kaynağı <% 1
-
- 19 Yaver, Elif. "Tahil-Baklagil Unu Karisimlarinin Ticari ve Geleneksel Turk Ekmeklerinde Kullanimi", Necmettin Erbakan University (Turkey), 2021
Yayın <% 1
-
- 20 Joyce Grazielle Siqueira Silva, Ana Paula Rebellato, Elem Tamirys dos Santos Caramês, Ralf Greiner et al. "In vitro digestion effect on mineral bioaccessibility and antioxidant bioactive compounds of plant-based beverages", Food Research International, 2020
Yayın <% 1
-
- 21 repositorio.unicamp.br İnternet Kaynağı <% 1
-
- 22 Beatrix Sik, Henrietta Buzás, Viktória Kapcsándi, Erika Lakatos, Fanni Daróczi, Rita Székelyhidi. "Antioxidant and polyphenol content of different milk and dairy products", Journal of King Saud University - Science, 2023
Yayın <% 1
-
- 23 Suna, Senem. "Dogal Bitki Ekstraktlarindan Alternatif Bitki cayi uretimi uzerine Bir <% 1

Arastirma", Bursa Uludag University (Turkey),
2021

Yayın

24 Zehra Mertdinç, Elif Feyza Aydar, İlayda Hızır Kadı, Evren Demircan, Sibel Koca Çetinkaya, Beraat Özçelik. "A new plant-based milk alternative of Pistacia vera geographically indicated in Türkiye: Antioxidant activity, in vitro bio-accessibility, and sensory characteristics", Food Bioscience, 2023
Yayın <% 1

25 acikerisim.istanbul.edu.tr
İnternet Kaynağı <% 1

26 www.sezencetinkaya.com.tr
İnternet Kaynağı <% 1

27 docplayer.biz.tr
İnternet Kaynağı <% 1

28 www.scielo.br
İnternet Kaynağı <% 1

29 tbmm.gov.tr
İnternet Kaynağı <% 1

30 doczz.biz.tr
İnternet Kaynağı <% 1

31 jag.journalagent.com
İnternet Kaynağı <% 1

osmanakdemir.wordpress.com

32	İnternet Kaynağı	<% 1
33	www.lezzet.com.tr İnternet Kaynağı	<% 1
34	www.mevzuat.gov.tr İnternet Kaynağı	<% 1
35	Cakir, Ece. "Ozon Gazi Uygulanmis Koyun Sutu orneklerinin Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Ozelliklerinde Meydana Gelen Degisimlerin Belirlenmesi", Necmettin Erbakan University (Turkey) Yayın	<% 1
36	Okumus, Gulsah. "Nar (Punica Granatum L.) Kabuk ve Cekirdeklerinin Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesi", Bursa Uludag University (Turkey), 2021 Yayın	<% 1
37	Sevde KAHRAMAN. "Medical and Nutrition Treatment of a Pregnant Woman with Glutaric Aciduria Type 2", Turkiye Klinikleri Journal of Health Sciences, 2022 Yayın	<% 1
38	openaccess.bezmialem.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
39	E. Alichanidis, G. Moatsou, A. Polychroniadou. "Composition and Properties of Non-cow Milk	<% 1

and Products", Elsevier BV, 2016

Yayın

40

USTA, Buse and ERSAN YILMAZ, Lütfiye.
"Sütün Antioksidan Enzimleri ve Biyolojik
Etkileri", Uludağ Üniversitesi, 2013.

Yayın

<% 1

Alıntılarını çıkart Kapat

Eşleşmeleri çıkar Kapat

Bibliyografyayı Çıkart Kapat

8. ÖZGEÇMİŞ

