
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

NOHUT VE KABAK ÇEKİRDEĞİ BAZLI İÇECEKLERDE FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLER, ANTİOKSİDAN KAPASİTE VE *İN VİTRO* SİNDİRİMİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Senanur SOYÜNEN AYDOĞAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BESİN ANALİZLERİ VE BESLENME BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

NİSAN 2026

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Senanur SOYÜNEN AYDOĞAN
07/04/2026

NOHUT VE KABAK ÇEKİRDEĞİ BAZLI İÇECEKLERDE FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLER, ANTİOKSİDAN KAPASİTE VE *İN VİTRO* SİNDİRİMİN DEĞERLENDİRİLMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Senanur SOYÜNEN AYDOĞAN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Nisan 2026

ÖZET

Bu çalışmada; nohut, kabak çekirdeği ve hurma kullanılarak bitki bazlı içecek alternatiflerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen bitki bazlı içeceklerde besinsel bileşimin (nem, protein, toplam yağ, kül, lif, toplam karbonhidrat, kalsiyum), fizikokimyasal özelliklerin (titrasyon asitliği, pH, °Briks, elektrik iletkenliği, toplam çözünmüş madde (TDS), partikül büyüklüğü, viskozite, toplam fenolik madde, toplam flavonoit), antioksidan kapasitenin (ABTS ve CUPRAC) tespiti ve *in vitro* sindirimin araştırılması hedeflenmiştir. Aynı zamanda hazırlanan bitki bazlı içeceklerin besinsel bileşimi, bazı fizikokimyasal özellikleri ve antioksidan kapasitesi ticari inek sütleriyle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Araştırmada elde edilen bulgulara göre; bitki bazlı içeceklerden hurma ilaveli kabak çekirdeği içeceğinin enerji düzeyi (73 kkal/100 g), protein (%2,7), toplam yağ (%3,8), kül (%0,4) ve kalsiyum (139 mg) açısından en yüksek değerlere sahip ürün olduğu bulunmuştur. Titrasyon asitliği değerleri bitki bazlı içeceklerde %0,07 ile %0,16 arasında, inek sütlerinde ise ortalama %0,14 olarak ölçülmüştür. Bitki bazlı içeceklerin pH değerlerinin 6,72-7,39 arasında değiştiği görülmüştür. İnek sütlerinde ise bu değer 6,80-6,83 aralığındadır. Hurma ilaveli kabak çekirdeği içeceğinin en yüksek TDS, °Briks, elektrik iletkenliği ve viskozite değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. *İn vitro* sindirim öncesi toplam fenolik madde içeriklerinin yüksekten düşüğe doğru sırasıyla; hurma ilaveli kabak çekirdeği (KH), nohut (N), kabak çekirdeği (K) ve hurma ilaveli nohut (NH) grupları şeklinde sıralandığı belirlenmiştir. Kabak çekirdeği ile hazırlanan içeceklerin *in vitro* sindirim sonrası toplam fenolik madde içerikleri, nohut bazlı içeceklere göre daha yüksek bulunmuştur. *İn vitro* sindirim ile bitki bazlı içeceklerin genel olarak antioksidan kapasite değerlerinin azaldığı görülmüştür. Antioksidan kapasite açısından en yüksek biyoerişilebilirlik değeri ise nohut grubunda tespit edilmiştir.

Bilim Kodu : 1064.1

Anahtar Kelimeler : Bitki bazlı içecek, Nohut, Kabak çekirdeği, Hurma, *İn vitro* sindirim, Fonksiyonel gıda

Sayfa Adedi : 107

Danışman : Prof. Dr. Buket ER DEMİRHAN

EVALUATION OF PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES, ANTIOXIDANT CAPACITY AND *IN VITRO* DIGESTION IN CHICKPEA AND PUMPKIN SEED BASED BEVERAGES

(M. Sc. Thesis)

Senanur SOYÜNEN AYDOĞAN

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF HEALTH SCIENCES

April 2026

ABSTRACT

This study aimed to develop plant-based beverage alternatives using chickpeas, pumpkin seeds, and dates. It was aimed to determine the nutritional composition (moisture, protein, total fat, ash, fiber, total carbohydrate, calcium), physicochemical properties (titratable acidity, pH, °Brix, electrical conductivity, total dissolved solids [TDS], particle size, viscosity, total phenolic content, total flavonoid content), and antioxidant capacity (ABTS and CUPRAC) of the developed plant-based beverages, as well as to investigate their *in vitro* digestion. Additionally, the nutritional composition, selected physicochemical properties, and antioxidant capacity of the formulated plant-based beverages were evaluated comparatively with commercial cow's milk. According to the findings, among the plant-based alternatives, the date-added pumpkin seed beverage exhibited the highest values for energy (73 kcal/100 g), protein (2.7%), total fat (3.8%), ash (0.4%), and calcium (139 mg). Titratable acidity values ranged from 0.07% to 0.16% in plant-based beverages, while they averaged 0.14% in cow's milk. The pH values of the plant-based beverages varied between 6.72 and 7.39, whereas this value ranged from 6.80 to 6.83 in cow's milk. The date-added pumpkin seed beverage was determined to have the highest TDS, °Brix, electrical conductivity, and viscosity values. Prior to *in vitro* digestion, the total phenolic contents were ranked from highest to lowest as follows: date-added pumpkin seed (KH), chickpea (N), pumpkin seed (K), and date-added chickpea (NH) groups. After *in vitro* digestion, the total phenolic contents of the beverages prepared with pumpkin seeds were found to be higher compared to the chickpea-based beverages. It was observed that the antioxidant capacity values of the plant-based beverages generally decreased following *in vitro* digestion. However, in terms of antioxidant capacity, the highest bioaccessibility value was detected in the chickpea group.

Science Code : 1064.1

Key Words : Plant-based beverage, Chickpea, Pumpkin seed, Date, *In vitro* digestion, Functional food

Page Number : 107

Supervisor : Prof. Dr. Buket ER DEMİRHAN

TEŞEKKÜR

Tezimin araştırma konusunun belirlenmesinden çalışmanın sonuçlandırılmasına kadar her aşamada akademik bilgi birikimini, bilimsel deneyimini ve rehberliğini benimle paylaşan; çalışma imkânı tanıyan, anlayışını ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Buket ER DEMİRHAN'a teşekkürlerimi sunarım. Tezimin her aşamasında katkılarını ve desteğini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Burak DEMİRHAN'a, yüksek lisans eğitimime katkı sunan Sayın Prof. Dr. Mürşide Ayşe DEMİREL'e ve deney aşamasındaki katkıları için Sayın Doç. Dr. Tuğba GÜNBATAN'a teşekkür ederim.

Lisans eğitimime katkı sunan Sayın Dr. Öğretim Üyesi Zeynep Begüm KALYONCU ATASOY'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim sürecinde desteklerini esirgemeyen, değerli dönem arkadaşım, biricik dostum Elif AL'a teşekkür ederim.

Lisansüstü eğitimim sürecinde moral ve motivasyon destekleriyle yanımda olan, hayatım boyunca başarılarıma içtenlikle ortak olan tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Hayatım boyunca olduğu gibi bu süreçte de sevgilerini, güvenlerini ve inançlarını her an hissetmemi sağlayan, fedakârlıklarıyla yolumu aydınlatan ve bugünlere gelmemde en büyük paya sahip olan sevgili annem ve babama sonsuz minnet duyuyorum. Hayatın en güzel armağanlarından olan canım ikiz kardeşlerime, sessiz desteğiyle yükümü paylaşan, varlığıyla bana güç veren, bu sürecin görünmez kahramanı kıymetli eşime kalbimin en özel köşesinden teşekkür ederim.

Bizlere özgür, aydınlık ve çağdaş bir ülkede yaşama ve bilim üretme imkânını bahşeden; kadınların eğitim hayatının her kademesinde var olabilmesinin yolunu açan Cumhuriyetimizin kurucusu Gazi Mustafa Kemal ATATÜRK'e sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET iv

ABSTRACT v

TEŞEKKÜR vi

İÇİNDEKİLER vii

SİMGELER VE KISALTMALAR ix

ÇİZELGELERİN LİSTESİ x

ŞEKİLLERİN LİSTESİ xii

RESİMLERİN LİSTESİ xiii

1. GİRİŞ 1

2. GENEL BİLGİLER 5

2.1. Bitki Bazlı İçeceklerin Önemi 5

2.2. Bitki Bazlı İçeceklerin Üretimi için Potansiyel Gıdalar 7

2.2.1. Nohut 7

2.2.2. Kabak çekirdeği 11

2.2.3. Hurma 13

2.3. Bitki Bazlı İçecek Çeşitleri 16

2.3.1. Tahıl bazlı bitkisel içecekler 17

2.3.2. Baklagil bazlı bitkisel içecekler 20

2.3.3. Sert kabuklu meyve/yemiş bazlı içecekler 26

2.3.4. Tohum bazlı sütler 33

2.3.5. Yalancı tahıllar 35

2.4. Bitki Bazlı Süt Alternatifleri Üretim Süreci 38

3. GEREÇ VE YÖNTEM 43

3.1. Gereç ve Kimyasallar 43

3.1.1. Gereç 43

Sayfa

3.1.2. Deneylerde kullanılan cihaz ve ekipmanlar 43
3.2. Bitki Bazlı Süt Örneklerinin Hazırlanması 44
3.2.1. Bitki bazlı içeceklerin enerji ve bileşim analizleri 45
3.2.2. Bitki bazlı içecekler ve hayvansal sütlerin fizikokimyasal analizleri 48
3.2.3. Bitki bazlı içecekler ve hayvansal sütlerin antioksidan analizleri 51
3.2.4. Bitki bazlı içeceklerde *in vitro* sindirim 53
3.2.5. *İn vitro* Biyoerişilebilirlik Hesaplanması 54
3.2.6. İstatistiksel analizler 55
4. BULGULAR 57
5. TARTIŞMA 75
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 87
KAYNAKLAR 89
ÖZGEÇMİŞ 107

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	**Açıklamalar**
%	Yüzde
µg/kg	Mikrogram /kilogram
kkal	Kilokalori
L	Litre
mL	Mililitre
mPa·s	Milipaskal saniye
mV	Mikrovolt
ºC	Santigrat derece
pH	Asitlik bazlık birimi
Pa·s	Paskal saniye

Kısaltmalar	**Açıklamalar**
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ABTS	ABTS [2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit)] Antioksidan Kapasite
ALA	Alfa-linolenik asit
CUPRAC	Bakır (II) İyonu İndirgeme Esaslı Antioksidan Kapasite
FOSHU	Belirli Sağlık Amaçlı Gıdalar
IU	Uluslararası Birim
LDL	Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
LOD	Tespit Limiti
LOQ	Tayin Limiti
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
UHT	Ultra Isıl İşlem (Ultra High Temperature)

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 2.1. Nohutun besinsel bileşimi 8

Çizelge 2.2. Kabak çekirdeği besinsel bileşimi 12

Çizelge 2.3. Taze ve kuru hurmanın besinsel içeriği 14

Çizelge 2.4. Medjool hurmalarının besinsel bileşimi 16

Çizelge 3.1. Analizde kullanılan cihaz ve genel laboratuvar malzeme bilgileri..... 43

Çizelge 4.1. Bitki bazlı içeceklerin enerji ve besin bileşimi değerleri..... 57

Çizelge 4.2. Ticari inek sütlerinde enerji ve besin bileşimi değerleri..... 58

Çizelge 4.3. Bitki bazlı içecekler ve inek sütlerinin titrasyon asitlik değerleri 58

Çizelge 4.4. Bitki bazlı içecekler ve inek sütlerinin pH değerleri 60

Çizelge 4.5. Bitki bazlı içeceklerde ve inek sütlerinde toplam çözünmüş madde (TDS) miktarları 61

Çizelge 4.6. Bitki bazlı içeceklerin ve inek sütlerinin °Briks değerleri..... 62

Çizelge 4.7. Bitki bazlı içeceklerin ve inek sütlerinin elektrik iletkenlik değerleri..... 63

Çizelge 4.8. Bitki bazlı içeceklerin ve inek sütlerinin partikül büyüklüğü..... 64

Çizelge 4.9. Bitki bazlı içeceklerin ve inek sütlerinin viskozite değerleri..... 65

Çizelge 4.10. Bitki bazlı içeceklerin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrası toplam flavanoit madde değerleri..... 66

Çizelge 4.11. Bitki bazlı içeceklerin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrası toplam fenolik madde değerleri..... 67

Çizelge 4.12. Bitki bazlı içeceklerin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrası ABTS değerleri..... 68

Çizelge 4.13. Bitki bazlı içeceklerin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrası CUPRAC değerleri..... 69

Çizelge 4.14. İnek sütü örneklerinin ortalama toplam fenolik madde, toplam flavonoit, ABTS ve CUPRAC değerleri 70

Çizelge 4.15. Bitki bazlı içeceklerin flavonoit biyoerişilebilirlik değerleri 70

Çizelge 4.16. Bitki bazlı içeceklerin toplam fenolik madde biyoerişilebilirlik değerleri..... 71

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 4.17. Bitki bazlı içeceklerin ABTS biyoerişilebilirlik değerleri 72

Çizelge 4.18. Bitki bazlı içeceklerin CUPRAC biyoerişilebilirlik değerleri..... 72

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 2.1. Bitki bazlı süt üretim süreci 38

Şekil 4.1. Bitki bazlı içecekler ve inek sütlerinin titrasyon asitlik değerleri 59

Şekil 4.2. Bitki bazlı içecekler ve inek sütlerinin pH değerleri 60

Şekil 4.3. Bitki bazlı içeceklerde ve inek sütlerinde toplam çözünmüş madde miktarları 61

Şekil 4.4. Bitki bazlı içeceklerin ve inek sütlerinin °Briks değerleri 62

Şekil 4.5. Bitki bazlı içeceklerin ve inek sütlerinin elektrik iletkenlik değerleri 63

Şekil 4.6. Bitki bazlı içeceklerin ve inek sütlerinin partikül büyüklüğü 64

Şekil 4.7. Bitki bazlı içeceklerin ve inek sütlerinin viskozite değerleri 65

Şekil 4.8. Bitki bazlı içeceklerin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrası toplam flavanoit madde değerleri 66

Şekil 4.9. Bitki bazlı içeceklerin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrası fenolik madde değerleri 67

Şekil 4.10. Bitki bazlı içeceklerin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrası ABTS değerleri . 68

Şekil 4.11. Bitki bazlı içeceklerin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrası CUPRAC değerleri 69

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim **Sayfa**

Resim 3.1. Bitki bazlı içecek üretiminde kullanılan gıdalar 44

Resim 3.2. Bitki bazlı içecek örnekleri 45

1. GİRİŞ

Son on yılda gıda üretimi alanındaki tüketici talepleri önemli ölçüde değişmiştir. Tüketiciler, gıdaların sağlıklarına doğrudan katkıda bulunduğuna daha fazla inanmaktadır. Günümüzde gıdalar sadece açlığı gidermek ve insanlar için gerekli besinleri sağlamakla kalmamakta aynı zamanda beslenmeyle ilgili hastalıkları önlemeyi ve tüketicilerin fiziksel ve zihinsel refahını iyileştirmeyi de amaçlamaktadır (Siró, Kápolna, Kápolna ve Lugasi, 2008; Bigliardi ve Galati, 2013). Bu bağlamda "fonksiyonel gıda" terimi ilk olarak 1980'lerde Japonya'da, faydalı fizyolojik etkilere sahip özel bileşenlerle zenginleştirilmiş gıda ürünleri için kullanılmıştır. Fonksiyonel gıda kavramı ilk olarak 1984 yılında, beslenme, duyusal tatmin, zenginleştirme ve fizyolojik sistemlerin düzenlenmesi arasındaki ilişkileri inceleyen Japon bilim insanları tarafından ortaya atılmıştır. 1991 yılında Japon Sağlık Bakanlığı, FOSHU (Food for Spesific Health Use) sağlıkla ilgili özel bir gıda kategorisinin onaylanmasına yönelik kurallar getirmiş ve bu tür gıdalar için özel sağlık iddialarının belirlenmesini sağlamıştır (Siró ve diğerleri, 2008). Özellikle kardiyovasküler, kanser ve diyabet gibi kronik rahatsızlıkların önlenmesinde diyetin hayati bir rol oynadığının anlaşılması, fonksiyonel gıdaları modern beslenme stratejilerinin merkezine yerleştirmiştir (Bigliardi ve Galati, 2013). Yaklaşık 2500 yıl önce, tıbbın kurucusu olarak kabul edilen Hipokrat, "besinler ilacınız, ilacınız besininiz olsun" demiştir. Sağlığına önem veren tüketiciler gıdaların önemini gerçekten kavradığından beri, birçok ülkede fonksiyonel gıdaların kullanımı hızla artmaktadır. Tüketiciler artık genel olarak daha uzun ve daha kaliteli bir yaşam sürmeyi hedeflemektedir. Birçok kişi için alternatif bir yaşam tarzı benimsemek, istenen kaliteyi sağlamaya yardımcı olacak daha fazla fonksiyonel gıda tüketmek ve artan sağlık sorunlarıyla başa çıkmak anlamına gelmektedir. Türkiye'de ve dünyanın geri kalanında artan sağlık sorunlarına paralel olarak, fonksiyonel ürünlere olan ilgi artmış ve dolayısıyla bu ürünlerin pazar payı da artmıştır (Çakıroğlu ve Uçar, 2018).

Fonksiyonel gıdalar, bulaşıcı olmayan hastalıkların karmaşık zorluğuna çözüm bulmak için umut vadeden bir stratejiyi temsil etmektedir. Bunun nedeni diyet çeşitliliği yoluyla sağlık sonuçlarını iyileştirme ve hastalık riskini azaltma potansiyeli sunmasındandır. Doğal olarak fonksiyonel gıdalar arasında, temel besinler, lif, antioksidanlar ve fitokimyasallar açısından zengin işlenmemiş meyveler, kuruyemişler, sebzeler ve tam tahıllar yer almaktadır. Buna karşılık, işlenmiş fonksiyonel gıdalar, biyoaktif potansiyellerini artırmak ve belirli sağlık

sonuçlarını desteklemek amacıyla, zenginleştirme, takviye veya belirli bileşenlerin azaltılması gibi bileşimsel ayarlamalara tabi tutulmaktadır (Fekete ve diğerleri 2025).

Süt, insan sağlığı için önemli olan proteinler, mineraller, yağlar ve şekerlerden oluşan eksiksiz bir gıda olarak kabul edilmektedir (Silva, Silva ve Ribeiro, 2020). İnek sütü %85-87 su, %13-15 kuru madde, yaklaşık %3,8-5,5 yağ, %2,9-3,5 protein, %5 karbonhidrat ve %0,7 mineral içermektedir (Kranjc, Čanžek Majhenič ve Žontar, 2026). Süt, yalnızca temel besin maddelerinin kaynağı olmakla kalmamaktadır. Aynı zamanda, insan sağlığına katkıda bulunan çeşitli biyolojik olarak aktif bileşenler de içermektedir (Bhat ve Bhat, 2011). Süt ürünleri, uygun maliyetle sundukları besin değeri ve lezzet avantajları sayesinde Batı tipi beslenmenin vazgeçilmez bir bileşeni olmaya devam etmektedir (Mendly-Zambo, Powell ve Newman, 2021). Ancak, son yıllarda bitki bazlı beslenmeye yönelik tercih sürekli artmaktadır. Bunun sonucunda hayvansal kaynaklı gıdalardan bitki bazlı alternatiflere yönelik pazar talebi artmaktadır (Butovskaya ve diğerleri, 2025). Etik nedenler, laktoz intoleransı, süt alerjisi, kolesterol artışı gibi sağlık nedenleri ve sürdürülebilirlik nedenleri, bitki bazlı beslenmeyi tercih etmenin başlıca etkenleri olarak belirlenmiştir (Vanga ve Raghavan, 2018; Martínez-Padilla, Faber, Petersen ve Vargas-Bello-Pérez, 2023; Butovskaya ve diğerleri, 2025). Gıda endüstrisi, baklagiller, yağlı tohumlar, tahıllar, yalancı tahıllar, kuruyemişler ve diğer bitkisel kaynaklardan üretilen çok çeşitli bitki bazlı içecekleri piyasaya sunmaktadır (Butovskaya ve diğerleri, 2025).

Bitkisel süt, vejetaryenler, çevreciler ve laktoz intoleransı olanlar gibi giderek artan sayıda tüketici tarafından tercih edilmektedir (Hao ve diğerleri, 2025). Bitki bazlı sütün üretimi ve ticarileştirilmesi dünya çapında katlanarak artmıştır (Rincon, Braz Assunção Botelho ve de Alencar, 2020). Bitki bazlı içecekler genel olarak görünümü inek sütüne benzeyen, suda çözünmüş bitki materyali özütleridir (Jeske, Zannini ve Arendt, 2017). Endüstriyel bitki bazlı sütlerin çoğu kalsiyum ve D vitamini ile zenginleştirilmiştir. Ancak bu besin maddelerinin zenginleştirilmiş ürünlerdeki biyoyararlanımı yeterince araştırılmamıştır. Ayrıca, duyusal ve teknolojik özellikleri iyileştirmek için birçok üretici, tatlandırıcılar, şekerler ve stabilizatörler gibi düşük maliyetli katkı maddeleri kullanmaktadır. Bu nedenle, gıda endüstrisinin uygun kalitede malzeme ve bileşenlerin seçiminden başlayarak üretim sürecini iyileştirmesi önem taşımaktadır. Ayrıca, benzer bileşime sahip inek sütü için yeni ikame maddelerinin geliştirilmesi gereklidir. Dahası, bu ikame maddelerinin tüketiciler için erişilebilir (düşük maliyetli ve kolay bulunabilir), hoş ve alerjen içermeyen olması

gerekmektedir. Bu durumda baklagiller, protein açısından zengin oldukları bilindiğinden, yeni ürünlerin geliştirilmesinde çok yönlü ve çekici bir seçenektir (Rincon ve diğerleri, 2020). Bununla beraber kabak çekirdeği, yüksek kaliteli bitkisel protein ve yağ açısından zengin bir kaynaktır. Karbonhidratlar ve proteinler gibi yaygın besin maddelerine ek olarak, kabak çekirdeği ayrıca vitaminler (B1, B2, E, vb.), karotenoidler, skualen, fitosteroller, kukurbitasin ve fenolik bileşikler içermektedir. Kabak çekirdeği özütünün, prostat kanseri ve idrar yolu hastalıklarının önlenmesi ile hipertansiyon ve diyabetle ilişkili semptomların iyileştirilmesi de dahil olmak üzere çeşitli sağlık yararları olduğu gösterilmiştir (Yu, Peng, Chen ve Chen, 2023).

Ticari olarak birkaç bitkisel süt çeşidi bulunduğundan, potansiyel gıda kaynaklarının daha fazla değerlendirilmesi için bir fırsat mevcuttur. Özellikle nohut, mercimek, acı bakla, bezelye ve bakla gibi baklagiller gibi daha az incelenmiş besin kaynakları bitki bazlı içeceklere alternatif oluşturmaktadır (Vallath, Shanmugam ve Rawson, 2022).

Bu çalışma, sürdürülebilir beslenme yaklaşımları doğrultusunda fonksiyonel gıda potansiyeli yüksek olan nohut ve kabak çekirdeği bazlı içeceklerin geliştirilmesini temel almaktadır. Geliştirilen bitki bazlı içeceklerde besinsel bileşimin, fizikokimyasal özelliklerin, antioksidan kapasitenin tespiti ve *in vitro* sindirimin araştırılması amaçlanmıştır. Aynı zamanda bu bitki bazlı içeceklerin besinsel bileşimi, bazı fizikokimyasal özellikleri ve antioksidan kapasitesi inek sütleriyle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Bitki Bazlı İçeceklerin Önemi

Bitki bazlı süt alternatifleri, hayvansal süte benzeyen çevre dostu ve sürdürülebilir ürünlerdir (Hanan ve diğerleri, 2026). Bu ürünler tahıl, kabuklu yemiş ve tohum gibi bitkisel kaynakların su ile ekstrakte edilmesi ve homojenize edilmesiyle elde edilmektedir (Sethi, Tyagi ve Anurag, 2016). Bu durum inek sütüne benzeyen bir emülsiyonla sonuçlanmaktadır. Genel olarak, bitki bazlı sıvı ürünler "süt" yerine içecekler, meşrubatlar, süt alternatifleri olarak adlandırılmaktadır (Reyes-Jurado ve diğerleri, 2021). Bitki bazlı süt alternatifleri, inek sütünden farklı duyusal özellikler, stabilite ve besin bileşimi sergilemektedir (Silva ve diğerleri, 2020). İnek sütü protein, kalsiyum ve birçok önemli mikro besin maddesi açısından iyi bir kaynaktır. Bitkisel sütlerin ise besin kalitesi ve tadı büyük ölçüde değişmektedir (Ramsing ve diğerleri, 2023). Bu nedenle süt alternatiflerinin daha lezzetli ve tüketiciler tarafından daha kabul edilebilir hale getirilmesi için şeker, yağ ve aroma vericiler gibi diğer bileşenler eklenmektedir (Silva ve diğerleri, 2020).

İnek sütüyle karşılaştırıldığında, bitki bazlı süt alternatifleri genellikle daha az enerji veren ve daha az protein içeren, mikro besin profili büyük ölçüde zenginleştirilme derecesine bağlı ürünlerdir (Kranjc ve diğerleri, 2026). Bitki bazlı içeceklerin besin bileşimi, üretimlerinde kullanılan hammaddelere göre farklılık göstermektedir. Özellikle, bitki bazlı içeceklerin protein içeriği beklenenden daha düşük olabilmektedir. Ticari bitki bazlı süt alternatiflerinin yaklaşık %50'si az (<%0,5) veya hiç protein içermemektedir. Ancak bazı soya bazlı süt alternatifleri daha yüksek protein seviyesine (%3,7) ulaşmaktadır (Giugliano ve diğerleri, 2023). Beslenme açısından bakıldığında bu içeceklerin değeri inek sütüne kıyasla daha düşük olmasına rağmen tüketicilere sağlık yararları sağlayabilecek biyoaktif bileşikler ve prebiyotikler içermektedir (Sethi ve diğerleri, 2016). Ayrıca, bitki bazlı diyetler doymuş yağ tüketiminin daha düşük ve lif alımının daha yüksek olması nedeniyle sağlık yararlarıyla ilişkilendirmektedir (Taesuk ve diğerleri, 2025).

Küresel yetişkin nüfusunda yaygın olan laktoz intoleransı da bitkisel sütlerin artan popülaritesine katkıda bulunmaktadır (Dorina, Nikpour, Mullan ve Uren, 2025). Laktoz, D-galaktoz ve D-glukoz alt birimleri tarafından β-1,4 glikozidik bağ yoluyla sentezlenen ve laktaz enzimi tarafından hidrolize edilen sütün şeker bileşenidir. Laktoz intoleransı,

bireyler arasında en yaygın gıda intoleranslarından biridir. Bu intolerans "laktoz sindirim bozukluğu olan bir bireyde laktoz alımından sonra ortaya çıkan ve aynı plasebo alındığında gözlenmeyen gastrointestinal semptomların (ishal, karın krampları, gaz ve benzeri) başlangıcı" olarak tanımlanmaktadır. Laktoz sindirim bozukluğu, ince bağırsakta laktozun sindirilememesi ve/veya emilememesi anlamına gelmektedir ve laktoz sindirim bozukluğunun en yaygın nedeni yetişkinlik döneminde laktaz üretimindeki azalmadır. Laktoz intoleransı durumunda, tedavi laktoz içeriği azaltılmış bir beslenmedir. Bitki bazlı içecekler renk, doku ve bazen lezzet açısından duyusal yönlerden benzer oldukları için yaygın olarak sütün yerine kullanılmaktadır. Bitki bazlı sütler tüketiciler tarafından çok beğenilmeye başlanmış ve özellikle alternatif kahvaltılar için temel bir bileşen haline gelmiştir (Giugliano ve diğerleri, 2023).

Gıda alerjisi, bazı gıda türlerine veya gıda bileşenlerinden bazılarına yutma, solunum veya başka bir temas yoluyla verilen anormal bir reaksiyondur. İnek sütü protein alerjisi, bir veya daha fazla süt proteininin ve bir veya daha fazla bağışıklık mekanizmasının etkileşiminden kaynaklanabilen ve ani immünoglobulin E aracılı reaksiyonlara yol açan, inek sütü proteinine karşı anormal bir bağışıklık reaksiyonudur. Bir hayvan sütüne alerjisi olan bireyler, bu proteinlerin bazılarının diğer memeli türlerinin sütünde de bulunması nedeniyle, neredeyse tüm hayvan sütü türlerine de reaksiyon göstermektedirler. Bu nedenle insanlar genellikle hayvan sütünü bitki bazlı süt alternatifleri ile değiştirmeyi tercih etmektedirler (Silva ve diğerleri, 2020). Ayrıca, sürdürülebilirliğe olan ilgi, çevreye ve hayvan refahına duyulan endişe tüketicileri giderek daha fazla bitki bazlı süt satın almaya motive etmektedir. Bitki bazlı süt alternatiflerini içeren vejetaryen ve vegan diyetler, küresel sera gazı emisyonlarını azaltma ve tarım endüstrisinin çevresel etkisini azaltma konusunda büyük potansiyele sahiptir (Ramsing ve diğerleri, 2023). Vejetaryen/vegan diyet meyveler, sebzeler, kuruyemişler, tohumlar, tam tahıllar, baklagiller ve bunların türevleri gibi bitkisel gıdalara dayanmaktadır (Escobar-Sáez, Montero-Jiménez, García-Herrera ve Sánchez-Mata, 2022). Vejetaryenlik, kısıtlayıcılık derecelerine göre sınıflandırılan farklı diyet türlerini kapsamaktadır. Bununla birlikte katı bir vejetaryen diyet, hayvansal kaynaklı tüm gıdaları dışlamaktadır. Vejetaryan diyet türünün benimsenmesinin et üretiminin çevresel etkileriyle ilgili endişelerin yanısıra sağlık sorunlarının önlenmesi, hayvan hakları, etik kaygılar ve dini nedenler gibi çeşitli motivasyonları vardır (Hargreaves, Raposo, Saraiva ve Zandonadi, 2021). Vejetaryenlik/veganlık kavramı, hayvanlar, insanlar ve çevre yararına hayvansız gıda

alternatiflerinin geliştirilmesi ve kullanılması eğiliminin bir parçası olarak 20. yüzyılın ortalarında çeşitli ülkelerde yayılmaya başlamıştır (Escobar-Sáez ve diğerleri, 2022).

Gıdalardaki bileşenlerin işlevselliği gıda bileşenlerinin sindirim sistemindeki durumu yani bu bileşenler yutulduktan sonra insan bağırsağında nasıl davrandıkları ile ilgilidir. Bitkisel içerikler, sindirim sırasında hayvansal içeriklere kıyasla farklı davranmaktadırlar. Özellikle, besinlerin sindirim ve emiliminin yeri, hızı ve kapsamı açısından farklılıklar vardır. Bu farklılıklar, besinlerin ve metabolitlerinin kan dolaşımındaki farmakokinetik profillerini etkilemektedir. Ayrıca, bir besinin bileşimi ve sindirim hızı, hormonal ve metabolik tepkileri etkilemektedir. Birçok bitkisel gıda, insan bağırsağında farklı davranan şekerler, nişastalar ve diyet lifleri gibi sindirilebilir ve sindirilemez karbonhidratlar içermektedir. Farklı bitkisel ve hayvansal proteinlerin sindirilebilirlik profillerinde önemli farklılıklar olduğunu gösterilmiştir (McClements ve Grossmann, 2021). Bitkisel gıdalar ve vegan diyetler, bağırsak mikrobiyomunun bileşiminde rol oynayabilmektedir. Aynı zamanda iltihaplanmanın azalması, enerji dengesi ve insülin duyarlılığının iyileştirilmesi gibi faydalı etkiler sağlayabilmektedir (Giugliano ve diğerleri, 2023). Bitki bazlı süt alternatifleri zengin antioksidan aktivitesi ve yağ asitleri sayesinde kardiyovasküler hastalıklar, kanser, ateroskleroz ve diyabet riskini azalttığı için sağlığa olumlu etkilere sahiptir. Bitkisel süt alternatifleri yoğurt, peynir, kefir, tereyağı, dondurma gibi birçok vegan gıda ürününde temel bir bileşen olarak kullanılabildiği için gıda endüstrisi açısından da önem taşımaktadır (Aydar, Tutuncu ve Ozcelik, 2020).

2.2. Bitki Bazlı İçeceklerin Üretimi için Potansiyel Gıdalar

2.2.1. Nohut

Nohut, giderek artan dünya nüfusu için besleyici bir gıda olan değerli bir üründür. Nohutun besin değeri ve vücut sağlığı açısından önemi, son zamanlarda dünyanın birçok ülkesindeki sağlık ve gıda alanındaki beslenme uzmanları tarafından sıklıkla vurgulanmaktadır (Merga ve Haji, 2019). Nohut (*Cicer arietinum* L.), Fabaceae (Leguminosae) familyasına ait yıllık bir bitkidir (Rachwa-Rosiak, Nebesny, Budryn, 2015). Dünyanın en çok tüketilen ikinci baklagil ürünü olan nohut, dünya genelinde 50'den fazla ülkede yetiştirilmektedir (Koul ve diğerleri, 2022). Nohut, ağırlıklı olarak gelişmekte olan ülkelerde üretilmekte olup, nohut üretiminin %90'ından fazlası yerel olarak tüketilmektedir. Yüksek nohut üretimine sahip

ülkeler arasında Hindistan, Pakistan, Myanmar, Bangladeş, Nepal, Türkiye, Avustralya, Etiyopya, İran, Meksika, Amerika Birleşik Devletleri bulunmaktadır (Arriagada, Cacciuttolo, Cabeza, Carrasco ve Schwember, 2022). Nohut, iyi bir protein, karbonhidrat, lif kaynağıdır. Aynı zamanda bazı mineral ve vitaminler de içermektedir (Begum ve diğerleri, 2023). Nohuttaki protein içeriği %21 ile %25 arasında değişmektedir (Rincon ve diğerleri, 2020). Ayrıca nohut proteininin sindirilebilirliğinin %48 ile %89,01 arasında değiştiği belirtilmektedir (Rachwa-Rosiak ve diğerleri, 2015). Nohut proteini, kolay sindirilebilirliği ve yüksek biyoyararlanımı nedeniyle diğer baklagillere göre daha üstündür (Vajdovich, Csajbókné Csobod ve Benedek, 2025). Nohutun besinsel bileşimi Çizelge 2.1'de verilmiştir (Koul ve diğerleri, 2022).

Çizelge 2.1. Nohutun (*Cicer arietinum* L.) besinsel bileşimi (Koul ve diğerleri, 2022)

Besin Öğeleri	**100 g Başına Besin Değeri**	**Besin Öğeleri**	**100 g Başına Besin Değeri**
Kalori	378–396	**Amino asitler**	
Protein (g)	18,77–24	Lizin (g)	6,6–7,2
Yağ (g)	4,1–6,04	Metiyonin (g)	1,2–1,4
Karbonhidrat (g)	39,56–54,2	Sistein (g)	0–1
Lif (g)	7,4–12,22	Arjinin (g)	8–8,8
Kül (g)	3,4	Glisin (g)	3,5–4
Mineraller		Histidin (g)	2,3–2,5
Ca (Kalsiyum) (mg)	57–160	İzolösin (g)	3,5–4,4
P (Fosfor) (mg)	250–310	Lösin (g)	7,1–7,6
Fe (Demir) (mg)	4,0–12,3	Fenilalanin (g)	5,5–6,6
Na (Sodyum) (mg)	24	Tirozin (g)	3–3,3
K (Potasyum) (mg)	700–718	Treonin (g)	3,4–35
Zn (Çinko) (mg)	2,76–4,1	Triptofan (g)	0–0,9
Mg (Magnezyum) (mg)	79–138	Valin (g)	3,9–4,6
Vitaminler		Alanin (g)	3,7–4,1
β karoten (µg)	67	Aspartik asit (g)	10–11
Tiamin (B1) (mg)	0,45–0,5	Glutamik asit (g)	16–17
Riboflavin (B2) (mg)	0,2–0,26	Prolin (g)	4–4,3
Niasin (B3) (mg)	1,54–2	Serin (g)	4,8–5,2
Tokoferol (E Vitamini) (mg)	11,2–12,9		
Folik asit (B9) (mg)	206–290		
Pantotenik asit (B5) (mg)	1–2		
Piridoksin (B6) (mg)	0,3–0,38		

Nohut, olağanüstü emülsiyonlaştırma, besin değeri ve geniş uygulama alanları gibi mükemmel fonksiyonel özelliklere sahiptir. Aynı zamanda ucuz bir bitkisel protein kaynağıdır (Abdel-Rauf ve diğerleri 2025). Nohutun çeşitli sağlık faydaları, içerdiği

biyoaktif bileşenlere bağlanmaktadır. Nohuttaki başlıca fitokimyasallar arasında flavonoitler, karotenoidler, fenolik asitler, stilbenler ve lignanlar yer almaktadır. Aynı zamanda klorojenik asit ve kersetin, diğer fenolik asitler ve flavonoitlere kıyasla daha yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Nohut tohumları, esas olarak ksantofiller, kriptoksantin ve beta-karoten olmak üzere karotenoidler açısından zengin bir kaynaktır. Karotenoidler, demir emilimini artırıcı olarak işlev görerek insan vücudunda demir biyoyararlanımını artırdıkları için büyük önem taşımaktadır (Kaur ve Prasad, 2021). Nohutun antioksidan, hipoglisemik, hipolipidemik ve diğer probiyotik özellikleri yanında bronşit, mukozit ve dispepsi tedavisinde yardımcı olduğu belirtilmektedir (Abdel-Rauf ve diğerleri, 2025). Ayrıca, soya fasulyesi ve yer fıstığının aksine, nohutta henüz resmi olarak kayıtlı bir alerjen bulunmamaktadır (Rincon ve diğerleri, 2020).

Geleneksel soya sütüne alternatif olarak nohut sütü, yüksek protein, yüksek dirençli nişasta, düşük yağ içeriği ve alerji yapmamasıyla yeni bir besleyici bitki bazlı içecek türüdür (Zhang, Zhang, Xie ve Sun, 2022). Diğer bitki bazlı sütler gibi alerjiye neden olmadığı ve ayrıca hayvancılığın çevresel yükünü azaltmaya yardımcı olduğu için nohut sütü önemli derecede ilgi çekmiştir (Abdel-Rauf ve diğerleri, 2025). Nohut özütü, inek sütüne kıyasla daha koyu ve sarımsı bir renge sahiptir. Ayrıca, nohut özütünün "fasulye" benzeri bir tadı vardır. Bu fasulye benzeri tat, baklagiller grubunun bir özelliğidir. Bunun nedeni, saponinler ve izoflavonlar gibi besin karşıtı bileşiklerden oluşmasıdır. Bu nedenle, diğer bileşiklerle karışımlar, daha hoş içecekler geliştirmenin bir yolu olabileceği belirtilmektedir (Rincon ve diğerleri, 2020).

Abdel-Rauf ve diğerleri (2025) tarafından yapılan çalışmada farklı konsantrasyonlarda (%0, %25, %50 ve %75) nohut sütü deve sütü ile karıştırılarak hurma şurubu ile tatlandırılmış ve 4°C'de 21 gün muhafaza edilmiştir. Çalışmada nohut sütünün hazırlanan üründeki probiyotik canlılığı, besin bileşimi, fizikokimyasal ve duyusal özellikler üzerinde etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada, yeni bir biyolojik aromalı fermente süt ürünü geliştiren araştırmacılar nohut sütünün hem probiyotik canlılığı hem de depolama sırasında ürün kalitesini olumlu yönde etkilediğini göstermişlerdir. Aynı zamanda %50 nohut sütü içeren formülasyonun özellikle genel tüketici tercihi açısından arzu edilen duyusal özellikleriyle öne çıktığını belirlemişlerdir. Aynı zamanda nohut sütünün antioksidan kapasitesiyi artırarak fermente süt ürününe değerli bir katkı sağladığını belirtmişlerdir.

Rincon ve diğerleri (2020) tarafından yapılan çalışmada, inek sütüne alternatif olarak farklı oranlarda nohut ve Hindistan cevizi ekstraktları kullanılarak yeni bir bitki bazlı içecek geliştirilmiştir. Ayrıca baklagil kaynaklı istenmeyen tat profilini maskelemek amacıyla formülasyona vanilya ekstraktı ilave edilmiştir. Çalışmada hazırlanan içeceklerin fizikokimyasal özellikleri (protein, kalsiyum, pH, stabilite ve benzeri) ve duyusal profilleri analiz edilmiştir. Araştırmacılar yüksek oranda nohut kullanımının içeceğin protein (1,04-2,1 g/100 g) ve kalsiyum (107,41-131,26 mg/100 g) içeriğini inek sütüyle benzer seviyelere taşıdığını belirtmişlerdir. Duyusal değerlendirmelerde ise %10 ve %30 oranında Hindistan cevizi içeren formülasyonların en yüksek beğeni skorunu aldığını ve ürüne doğal bir aroma olarak vanilya eklenmesinin ürünün tüketici kabul düzeyini istatistiksel olarak anlamlı derecede artırdığını bildirilmişlerdir.

Snir, Fishman ve Glusac (2025) tarafından gerçekleşen çalışmada, inek sütüne yapısal ve besinsel olarak eşdeğer bir bitki bazlı içecek (süt alternatifi) geliştirmek amacıyla nohut proteini matrisine dışarıdan bitkisel yağ ve enzim ilavesi yapılmıştır. Çalışma kapsamında araştırmacılar, %3 oranındaki saf nohut proteini izolatını, uygun maliyetli ve yüksek doymamış yağ asidi profiline sahip %3 oranında kanola yağı ile formüle etmişler ve transglutaminaz enzimi eklemişlerdir. Sonuç olarak kanola yağı ve enzim ilavesiyle zenginleştirilen nohut sütünün zeta potansiyelinin (-24,7mV) iyileştiği, emülsiyon stabilitesinin önemli ölçüde arttığı ve ürüne inek sütüne benzer arzu edilen bir viskozite kazandırıldığını belirtmişlerdir. Aynı zamanda nohut ekstraktının doğru bitkisel yağlar ve enzimatik ajanlarla zenginleştirilmesinin, çökelme sorunu olmayan ve uzun raf ömürlü ticari fonksiyonel süt alternatifleri geliştirmede son derece etkili bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir.

Besin değerleri ve sağlık yararlarının yanısıra nohut, azot bağlama yetenekleri sayesinde sürdürülebilir tarım içinde gerçekten önemli bir üründür. Bu durum kimyasal gübre ihtiyacını azaltmaya ve toprak verimliliğini artırmaya yardımcı olabilir. Nohutun azot bağlama yeteneği, azot bağlayıcı bakterilerle olan simbiyotik ilişkisinden kaynaklanır ve bu süreç sayesinde azot ihtiyacının %70'ine kadarını karşılayabilmektedir (Kumar ve diğerleri, 2025).

2.2.2. Kabak çekirdeği

Kabak (*Cucurbita pepo* L.*),* Cucurbitaceae familyasına ait besleyici bir sebzedir (Shahein, ve diğerleri, 2022). Kabakgiller (Cucurbitaceae), yaklaşık 118 cins ve 825 türden oluşur ve dünya çapında en önemli 10 sebze ürünü arasında yer almaktadır. Kabak, *Cucurbita* cinsine, Cucurbitaceae familyasına aittir ve ekonomik açıdan önemli türleri *Cucurbita moschata* Duch.*, Cucurbita maxima, Cucurbita ficifolia, Cucurbita pepo* L.*, Cucurbita mixta* ve *Telfairia occidentalis*'dir. Etimolojik kökeni Yunancada "büyük kavun" anlamına gelen *pepon* kelimesine dayanan kabak, dünya genelinde hem ılıman hem de tropikal bölgelerde yetiştirilen ve ekonomik değeri en yüksek olan sebze ürünlerinden biridir. Dünyada kabak üretimine bakıldığında Çin birinci ve Hindistan ikinci sırada yer alırken İtalya, Türkiye ve Bangladeş gibi diğer ülkeler ise çeşitli kabak çeşitlerinde yaklaşık %2,0-%2,5 oranında üretim bildirmektedir (Singh ve Kumar, 2024). Türkiye'de yetiştirilen tatlı kabaklar genellikle *Cucurbita pepo* L. türünden, bazen de *Cucurbita moschata* Duchesne türünden üretilmektedir (Koklu, Sarigil ve Ozbek, 2021).

Kabak %78,69 etli kısım, %17,95 kabuk ve %3,63 çekirdekten oluşmaktadır. Çekirdekler yenilebilir, zengin, fındıksı bir tada ve çiğnenebilir bir dokuya sahiptir. Kabağın yaklaşık olarak tüm kısımları gıda amaçlı kullanılabilmektedir. Kabağın etli kısmı sebze olarak tüketilmesinin yanı sıra çorbaların, turtaların, ekmeklerin, güveçlerin, reçellerin, pürelerin, marmelatların, meyve sularının, turşuların, fermente içeceklerin bileşenleri olarak birçok mutfakta kullanılmaktadır (Singh ve Kumar, 2024). Kabak yan ürünlerinin etkili bir şekilde değerlendirilmesi, biyoaktif bileşenlerin ekstrakte edilmesi ve besin değerini artırmak için gıda endüstrisine eklenmesini içermektedir. Kabak, fırıncılık, içecek, et ve süt ürünleri endüstrileri de dahil olmak üzere çeşitli gıda sektörlerinde fonksiyonel bir gıda olarak kullanılmaktadır (Aziz ve diğerleri, 2023). Ayrıca kabağın kabuk ve çekirdeği kabak işleme sanayisinin temel yan ürünlerini teşkil etmektedir (Singh ve Kumar, 2020). Kabak çekirdeği genellikle tarımsal endüstriyel atık olarak kabul edilmektedir (Patel, 2013; Singh ve Kumar, 2024). Ancak bu çekirdekler yüksek kaliteli yağ, protein, lif, antioksidanlar ve diğer fitokimyasal bileşikler açısından zengin bir kaynak olduğu için çekirdeklerin besin değeri yüksektir. Bununla birlikte omega-3, omega-6 ve omega-9 yağ asitleri de dahil olmak üzere birçok temel ve temel olmayan yağ asidinden oluşan kaliteli yağları içermektedir (Singh ve Kumar, 2024). Kabak çekirdeğinin besinsel bileşimi Çizelge 2.2'de verilmiştir (Devi, Prasad ve Sagarika, 2018).

Çizelge 2.2. Kabak çekirdeği besinsel bileşimi (Devi, Prasad ve Sagarika, 2018)

Temel Bileşenler	**100 g Başına Besin Değeri**
Enerji (kkal)	559
Karbonhidrat (g)	10,71
Protein (g)	30,23
Toplam yağ (g)	49,05
Kolesterol (mg)	0
Diyet lifi (g)	6
Vitaminler	
Folatlar (µg)	58
Niasin (B_3) (mg)	4,987
Pantotenik asit (B_5) (mg)	0,750
Piridoksin (B_6) (mg)	0,143
Riboflavin (B_2) (mg)	0,153
Tiamin (B_1) (mg)	0,273
A Vitamini (IU)	16
C Vitamini (µg)	1,9
E Vitamini (mg)	35,10
Elektrolitler	
Sodyum (mg)	7
Potasyum (mg)	809
Mineraller	
Kalsiyum (mg)	46
Bakır (mg)	1,343
Demir (mg)	8,82
Magnezyum (mg)	592
Manganez (mg)	4,543
Fosfor (mg)	1233
Selenyum (µg)	9,4
Çinko (mg)	7,81
Fitobesinler	
β-Karoten (µg)	9
β-Kriptoksantin (µg)	1
Lutein-Zeaksantin (µg)	74

Balkabağı çekirdekleri içerikleri nedeniyle fermente edilmiş, filizlendirilmiş, fırınlanmış, konsantre balkabağı proteini ve balkabağı protein izolatı olarak satılmaktadır (Syed, Akram ve Shukat, 2019). Kabak çekirdeği, değerli bir bitkisel protein kaynağıdır ve bitki bazlı sütlerin üretiminde kullanılabilmektedir (Luo, Yu, Liyixia ve Chen, 2024). Elde edilen veriler, kabak çekirdeği yağının fonksiyonel içecek üretiminde doğal bir antioksidan olarak yüksek potansiyelini doğrulamaktadır (Xo‘jjiyevev ve Bozorova, 2025). Kabak

çekirdekleri kimyasal kompozisyonları, endüstriyel özellikleri ve terapötik etkileri bakımından özel bir ilgi görmektedir (Ceclu, Mocanu, Nistor, 2020).

Kabak, insan beslenmesinde antioksidan görevi gören karotenler, lutein, zeaksantin, E vitamini, askorbik asit, fitosteroller, selenyum ve linoleik asit gibi çeşitli biyoaktif bileşikler içermektedir. Antioksidan açısından zengin bir diyetin diyabet, kanser ve kardiyovasküler hastalık insidansını azalttığı belirtilmektedir. Antioksidan kimyasallardan zengin olan kabak çekirdeği, glikoz metabolizması bozukluğu olan hayvanlarda kan şekeri seviyelerini düşürmeye yardımcı olabilmektedir. Ayrıca antioksidan alımı, Alzheimer gibi nörodejeneratif hastalık riskinin azalmasıyla ilişkilidir. Bununla birlikte, vücutta yetersiz antioksidan seviyeleri nedeniyle ortaya çıkan oksidatif stres, depresyonun ortaya çıkmasıyla bağlantılıdır (Aziz ve diğerleri, 2023).

2.2.3. Hurma

Hurma ağacı (*Phoenix dactylifera* L.), yaklaşık 200 cins ve 2500'den fazla türü kapsayan Palmiye ailesinin (Arecaceae) en önemli türlerinden biridir (El Hadrami ve Al-Khayri 2012; Al-Karmadi ve Okoh, 2024). Hurma, dünya genelinde günlük beslenmenin vazgeçilmez bir parçasıdır. Bu gıda, besleyici olmasının yanı sıra sağlık anlamında ve ekonomik açıdan değerlidir. Hurma ağacı, esas olarak meyvesini yemek için yetiştirilen bir bitkidir (Al-Karmadi ve Okoh, 2024). Hurma meyvesinin olgunlaşma aşamaları genellikle Arapça kimri, khalal, rutab ve tamer terimleriyle tanımlanmaktadır. Farklı aşamalardaki hurma meyvesinin birçok fiziksel özelliği bildirilmiştir. Kimri aşamasındaki meyve en genç, yeşil renkte ve sert bir dokuya sahiptir. Khalal aşamasındaki meyve, çeşidine bağlı olarak sarı, morumsu pembe, kırmızı veya sarımsı kırmızı renkte, sert bir dokuya ve maksimum boyut ve ağırlığa sahiptir. Rutab aşamasındaki meyve daha az buruk, yumuşak bir dokuya ve daha koyu bir renge sahiptir. Tamer aşamasında, meyvenin tamamı koyu kahverengi renkte, yumuşak bir dokuya, buruşuk bir görünüme ve ayrıca maksimum çözünür katı madde içeriği, en yüksek tatlılık ve en düşük burukluğa sahiptir (Tang, Shi ve Aleid, 2013). Genellikle hurma meyvelerinin çoğu, düşük nem seviyeleri (<%25) ile karakterize edilen Tamer aşamasında tüketilmektedir (Al-Hajaj, Ayad, Othman ve Abu-Rayyan, 2020). Hurma ağacının meyveleri (hurmalar) yüksek oranda karbonhidrat, yağ, mineral, protein, vitaminler ve diyet lifi içermektedir. Hurmanın etli kısmı %0,2-%0,5 ve çekirdeği %7,7-%9,7 yağ içermektedir. Çekirdeğin ağırlığı hurmanın %5,6-%14,2'sini

oluşturmaktadır. Hurmadaki protein, bazıları portakal, elma ve muz gibi en popüler meyvelerde bulunmayan 23 çeşit amino asit içermektedir. Aynı zamanda bu meyvede az miktarda C vitamini ve B1 vitamini tiamin, B2 vitamini riboflavin, nikotinik asit (niasin) ve A vitamini de dahil olmak üzere en az altı vitamin bulunmaktadır (Al-shahib ve Marshall, 2003). Hurma, muzdan 2,5 kat daha fazla potasyum, kalsiyum, magnezyum ve demir dahil olmak üzere çeşitli temel mikro besin maddelerini içermektedir (Hamed, Nabil ve Raghib, 2025). Hurma meyvesindeki yüksek şeker oranı, hızlı enerji için iyi bir kaynak sağlamaktadır. Bununla birlikte hurma, diğer birçok meyveye kıyasla da yüksek oranda protein içermektedir (Siddiq, Aleid ve Kader, 2013). Hurmanın fonksiyonel bileşenleri arasında, sindirim sistemi sağlığı için önemli olan diyet lifi bulunmaktadır. Diyet lifi, insan sindirim sistemi tarafından hidrolize edilmeyen yenilebilir bitki materyalinden oluşmaktadır. Birçok çalışmada insanların çeşitli bitkisel gıdalardan yeterli miktarda diyet lifi tüketmesi önerilmektedir (Al-Farsi ve Lee, 2008). Ayrıca, hurma iyi bir antioksidan kaynağı olarak kabul edilmektedir (Siddiq ve diğerleri, 2013).

Hurmalar antienflamatuar ve diğer tıbbi özelliklere sahip güçlü biyoaktif maddeler de içermektedir (Ali, Ahmad, Mohammad ve Javed, 2025). Taze ve kuru hurmanın içeriği Çizelge 2.3'te verilmiştir (Siddiq ve diğerleri, 2013).

Çizelge 2.3. Taze ve kuru hurmanın besinsel içeriği (Siddiq ve diğerleri, 2013)

Bileşenler	**Taze Hurma (Aralık)**	**Taze Hurma (Ortalama)**	**Kurutulmuş Hurma (Aralık)**	**Kurutulmuş Hurma (Ortalama)**
Nem (g/100g)	37,9–50,4	42,4	7,2–29,5	15,2
Protein (g/100g)	1,1–2,0	1,5	1,5–3,0	2,14
Yağ (g/100g)	0,1–0,2	0,14	0,1–0,5	0,38
Kül (g/100g)	1,0–1,4	1,16	1,3–1,9	1,67
Karbonhidrat (g/100g)	47,8–58,8	54,9	66,1–88,6	80,6
Toplam şeker (g/100g)	38,8–50,2	43,4	44,4–79,8	64,1
Fruktoz (g/100g)	13,6–24,1	19,4	14,1–36,8	29,4
Glikoz (g/100g)	17,6–26,1	22,8	17,6–41,4	30,4
Enerji (kkal/100g)	185–229	213	258–344	314

Hurma farklı dillerde, Sugar Palm (İngilizce), Nakhal (Arapça), Khajur (Hintçe ve Urduca), Karchuram (Tamilce, Malayalamca) ve Karjura (Kannadaca) olarak

bilinmektedir. Hurma, düşük maliyetli bir besin kaynağı olup, Arap mutfağının ayrılmaz bir parçasıdır. Meyvelerin şekli ve organoleptik özelliklerine dayanarak yapılan tahminlere göre, 600'den fazla hurma çeşidi bulunmaktadır. Dünya çapında yetiştirilen önemli hurma çeşitleri arasında Aabel, Ajwah, Al-Barakah, Amir Hac, Abid Rahim, Barhe, Baht, Bekreri, Bomaan, Bouhattam, Barakawi, Bireir, Deglet Noor, Dabbas, Dayri, Empress, Fard, Ftimi, Garn ghzal, Halawi, Haleema, Hayany, Iteema, Jabri, Kenta, Khadrawy, Khlas, Kenta, Kodary, Korkobbi, Khusatawi, Lulu, Maktoomi, Maghool, Manakbir, Mermilla, Medjool, Mejraf, Mishriq, Nabtat-seyf, Naptit Saif, Nefzaoui, Raziz, Rotab, Rotbi, Sagai, Smiti, Shikat alkahlas, Sagay, Shishi, Shikat alkahlas, Sokkery, Saidi, Sayır, Sekkeri, Shabebe, Sellaj, Sultana, Tagyat, Tamej, Thoory, Umeljwary, Umelkhashab, Zahidi ve Bericcha Pazham yer almaktadır (Baliga, Baliga, Kandathil, Bhat, Vayalil, 2011).

Medjool (Medjoul, Mejhoul veya Majhool) çeşidi en önemli hurma çeşitlerinden biridir. Bu çeşit hurma Fas kökenli olup, küresel olarak yaygınlaşmıştır (Hamed ve diğerleri, 2025). Medjool hurmaları, yarı kuru ve kuru çeşitlerin aksine yumuşak bir çeşit olarak sınıflandırılması nedeniyle sıklıkla "hurmaların kralı" olarak anılmaktadır (Borsacchi, Vita ve Pinelli, 2025). Medjool çeşidinin ayırt edici özellikleri arasında orta boy gövde, az kıvrımlı, kısa ila orta boy yapraklar yer almaktadır. Bu çeşit, yüksek meyve kalitesine (büyük boy ve çekici) sahiptir ve meyve kalitesi ile boyutu bakımından diğer tüm çeşitleri geride bırakmaktadır. Ayrıca yüksek ticari değere ve ihracat pazarı için öneme sahiptir (Zaid, 2024). Hurmanın duyusal, kimyasal ve fonksiyonel bileşimi olgunlaşma sürecinde önemli ölçüde değişmekte indirgeyici şeker seviyelerinin artmakta ve vitamin, mineral ve lif seviyeleri sürekli olarak azalmaktadır. Bununla birlikte, hurmanın polifenol içeriğinin olgunlaşma sırasında nasıl değiştiği hakkında çok az şey bilinmektedir. Üzümdeki polifenol seviyelerinin olgunlaşmanın erken aşamalarında arttığı ve hasattan hemen önce düştüğü bilinirken, meyvelerdeki antosiyanin seviyeleri olgunlaşmayla birlikte önemli ölçüde artmaktadır ve hidroksisinnamat seviyeleri azalmaktadır (Noura, Balqees, Vauzour, Oruna-Concha ve Spencer, 2013). Hurma, doğal tatlandırıcı olarak ilave şeker ihtiyacını azaltmakta ve sindirim sağlığına yardımcı olan bir diyet lifi kaynağı sağlamaktadır (Jan, Rani ve Vishwakarma, 2025). Medjool hurmaları, akçaağaç şurubu benzeri bir lezzetle diğer birçok çeşitten daha tatlıdır. Ticari olarak hasat edilerek işlendiğinde nemli ve yumuşaktırlar. Ancak paketleme sırasında zarar görmeyecek kadar yumuşak değillerdir. En kaliteli Medjool hurmalarının nem içeriği %22 ila %25 arasındadır. Çoğu Medjool hurması

taze olarak tüketilmektedir. Bu çeşit, olgunlaştığında bir ağaçtan 90 kg'dan fazla meyve verebilmektedir. Medjool hurmasının 100 gramlık bir porsiyonu 277 kalori içermekte ve sağlıklı bir yetişkinin ihtiyaç duyduğu günlük potasyum ihtiyacının %15'ini ve lif ihtiyacının %27'sini karşılamaktadır (Wright, 2016). Medjool hurmalarının besinsel bileşimi Çizelge 2.4'te verilmiştir.

Çizelge 2.4. Medjool hurmalarının besinsel bileşimi (Ahmed ve diğerleri, 2013)

Bileşenler	**Medjool (Çiğ / 100 g)**	**Medjool (Çekirdeksiz / 24 g)**
Su (g)	21,32	5,12
Enerji (kkal)	277	66
Protein (g)	1,81	0,43
Toplam yağ (g)	0,15	0,04
Karbonhidrat (g)	74,97	17,99
Lif (toplam diyet lifi) (g)	6,7	1,6
Şeker (toplam) (g)	66,47	15,95
Mineraller		
Kalsiyum (mg)	64	15
Demir (mg)	0,9	0,22
Magnezyum (mg)	54	13
Fosfor (mg)	62	15
Potasyum (mg)	696	167
Sodyum (mg)	1	0
Çinko (mg)	0,44	0,11
Vitaminler		
C Vitamini (toplam askorbik asit) (mg)	0	0
Tiamin (mg)	0,05	0,012
Riboflavin (mg)	0,06	0,014
Niasin (mg)	1,61	0,386
B6 Vitamini (mg)	0,249	0,06
Folat (DFE) µg	15	4
A Vitamini IU	149	36
K Vitamini (fillokinon) µg	2,7	0,6

2.3. Bitki Bazlı İçecek Çeşitleri

Bitki bazlı süt, kullanılan hammaddelere göre sınıflandırılabilen farklı malzemelerden elde edilmektedir. Bitki bazlı süt alternatiflerinin kesin bir tanımı ve sınıflandırması bulunmamakla birlikte, bitki bazlı/sebze süt alternatifleri genel olarak beş kategoriye ayrılmaktadır. Bu kapsamda kategoriler; tahıl bazlı (yulaf sütü, pirinç sütü, mısır sütü,

siyez buğday sütü), baklagil bazlı (soya sütü, acı bakla (lüpen) sütü, börülce sütü), sert kabuklu meyve/yemiş bazlı (badem sütü, Hindistan cevizi sütü, fındık sütü, antep fıstığı sütü, ceviz sütü), tohum bazlı (susam sütü, keten tohumu sütü, kenevir sütü, ayçiçeği sütü), psödo tahıl (yalancı tahıl) bazlı (kinoa sütü, teff sütü, amarant sütü) olarak belirtilmektedir (Sethi ve diğerleri, 2016).

2.3.1. Tahıl bazlı bitkisel içecekler

Tahıllar, insan beslenmesinin önemli bir parçasını oluşturan başlıca enerji kaynaklarıdır. Tahılların içeriğinde karbonhidrat, protein, B vitaminleri ve mineraller bulunmaktadır. Aynı zamanda bu ürünler potansiyel sağlık yararları olan çeşitli biyoaktif fitokimyasallar açısından da zengindirler (Xiong, Zhang, Warner, Shen, ve Fang, 2022). Tahıl bazlı süt ikameleri, görünüm ve doku olarak inek sütüne benzeyecek şekilde formüle edilmiş tahılların veya yalancı tahılların su özütleridir. Bu laktozsuz ve hipoalerjenik alternatifler, ekonomik ve sürdürülebilir olmalarının yanı sıra potansiyel sağlık yararları olan biyoaktif bileşikler içermektedir (Do, Wang ve Acevedo-Fani, 2026). Tahıl bazlı süt alternatifleri arasında yulaf, pirinç ve mısır sütleri bulunmaktadır (Xiong ve diğerleri,2022).

Yulaf sütü

Yulaf (*Avena sativa* L.), yüksek diyet lifi içeriği, fitokimyasallar ve besin değeri nedeniyle büyük ilgi görmüştür (Rasane, Jha, Sabhiki, Kumar ve Unnikrishnan, 2015). Yulafa olan ilgi temelde biyoaktif bileşenlerinden, özellikle de β-glukanlardan kaynaklanmaktadır. Yulaf sütü, en popüler tahıl sütlerinden biridir. 1990'larda İsveçli bilim insanları tarafından laktoz intoleransı ve kuruyemiş alerjisi olan kişiler için alternatif olarak geliştirilmiştir. Bu süt, en başarılı ve ticarileştirilmiş tahıl sütü haline gelmiş olup, günümüzde dünya çapında birçok marka altında satışa sunulmaktadır (Xiong ve diğerleri, 2022). Yulafın içeriğinde %60 oranında nişasta, %11-15 toplam protein, %5-9 lipit, %2,3-8,5 diyet lifi ve %0,54 kalsiyum bulunduğu görülmektedir (Rasane ve diğerleri, 2015; Paul, Kumar, Kumar ve Sharma, 2020). Yulafın ana bileşeni, esas olarak nişasta, diyet lifi ve az miktarda şeker ve oligosakkaritlerden oluşan karbonhidratlardır. Yulafın içerdiği diyet lifindeki %3,90 ile %7,50 arasında bir konsantrasyona sahip β-glukan, LDL (düşük yoğunluklu lipoprotein) ve toplam kolesterol seviyelerini düşürme gibi sağlık yararları nedeniyle önemli bir bileşen olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca β-glukan, çözelti viskozitesini artırarak mide boşalma

süresini geciktirmesi, tokluk hissini artırması ve gıda alımını azaltması nedeniyle tip 2 diyabet hastaları için de faydalı bulunmaktadır. Aynı zamanda yüksek moleküler ağırlıklı β-glukan, hafif hiperkolesterolemi hastalarında bağırsak mikrobiyotasını iyileştirerek kardiyovasküler risk belirteçlerini azaltabilmektedir (Le, Hermansen ve Vuong, 2025). Ayrıca yulaf antienflamatuar etkiler gösteren fenolik bir bileşik grubu olan avenantramidleri ve antifungal özellikler sergileyen avenakozidler dahil olmak üzere antioksidan özelliklere sahip benzersiz bileşikler içermektedir (McCarron, Methven, Grahl, Elliott ve Lignou, 2024). Yulaf, insan sağlığı için gerekli birçok mineralin önemli bir kaynağıdır. Yulafta bulunan en önemli mineraller arasında Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, P ve K yer almaktadır. Aynı zamanda yulaf tanelerinin tiamin (B1 vitamini), riboflavin (B2 vitamini), niasin (B3 vitamini) ve pantotenik asit (B5 vitamini) gibi B vitaminleri açısından zengin olduğu gösterilmiştir (Leszczyńska ve diğerleri, 2023).

Yulaf sütü, besleyici bir içecek olmasına rağmen, yulaf ve yulaf posasından farklı bir bileşime sahiptir. Yulaf sütündeki karbonhidrat ve diyet lifi konsantrasyonları, üretim sürecinde katı kısım olan yulaf posasının uzaklaştırılması nedeniyle önemli ölçüde daha düşüktür. Aynı zamanda, yulaf sütündeki protein içeriği de düşüktür. Yulaf sütü, diğer bitki bazlı sütler gibi, duyusal ve besleyici özellikler açısından inek sütünü taklit edecek şekilde formüle edilmiştir. Bu nedenle, yulaf sütlerine doğal yulafta bulunmayan veya daha yüksek miktarda bulunan ek besin maddeleri ve stabilizatörler eklenebilmektedir (Le ve diğerleri, 2025).

Yulaf sütünün bileşimi, işleme yöntemi, kullanılan yulaf türü ve eklenen diğer bileşenler gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Paul ve diğerleri, 2020). Yulafın işleme yöntemleri β-glukanların fizikokimyasal özelliklerini de değiştirebilmektedir. Bu etkiler büyük ölçüde prosese bağımlı olmaktadır ve etkilerin öngörülmesi güçtür (Zhang, Onning, Triantafyllou ve Öste, 2007). Sağlık yararlarına rağmen, yulaf sütü büyüme ve gelişme için gerekli bir besin maddesi olan kalsiyum açısından yetersiz bir kaynaktır. Bu nedenle, ticari yulaf sütüne kalsiyum eklenmektedir (Paul ve diğerleri, 2020).

Pirinç sütü

Pirinç *(Oryza sativa),* başta Asya ülkeleri olmak üzere dünya çapında en çok tüketilen tahıllardan biridir (Folorunso, Omoniyi ve Habeeb, 2016). Pirinç temelde nişastadan

oluşmaktadır. Daha az miktarda ise protein, lipit, lif ve kül içermektedir. Pirinçteki başlıca şekerler sakkaroz (yaklaşık %90), glikoz ve fruktozdur (Walter, Marchezan ve Avila, 2008). Pirinç yaklaşık %7 protein içerir ve diğer tahıllara göre daha uygun bir temel aminoasit profiline sahiptir (Silva ve diğerleri, 2020). Pirinç yüksek nişasta içeriği nedeniyle iyi bir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Ayrıca protein, lipit, vitamin ve mineraller sağlamaktadır (Walter ve diğerleri, 2008). Pirinç sütü inek sütüne kıyasla daha düşük protein ve az miktarda doğal kalsiyum içermektedir. Birçok ticari pirinç sütü kalsiyum ile zenginleştirilmiş olmakla birlikte A, D ve B12 vitaminleri ile desteklenmiştir. Pirinç sütünün lipit oranı düşüktür. Bazı üreticiler emülgatör ve stabilizatör olarak pirinç sütüne bitkisel yağ eklemektedir. Pirinç sütü genellikle tatlandırıcı ve vanilya eklenmesi nedeniyle inek sütüne göre daha tatlıdır (Bridges, 2018). Ayrıca, en iyi hipoalerjenik süt formu olarak kabul edilmektedir ve yüksek selenyum ve magnezyum içeriği sayesinde bağışıklık sistemini güçlendirmekte ve vücuda giren bakteri ve virüslere karşı direnç sağlamaktadır (Abou-Dobara, Ismail ve Refaat 2016). Aynı zamanda bu süt akneye karşı da koruma sağlayabilmektedir. Ayrıca antioksidan ve antosiyanin de içermektedir. Bu nedenle pirinç bazlı süt, tüm vücut için faydalı olarak belirtilmektedir (Wongthaweewatana, Srinophakun, Saramala ve Kasemwong, 2021).

Mısır sütü

Mısır (*Zea mays* L.) dünyanın en önemli tahıl ürünlerinden biridir. Besin değeri açısından mısır, yaklaşık %25-30 amiloz ve %70-75 amilopektinden oluşan %72-73 arasında değişen nişasta içeriğiyle zengin bir karbonhidrat kaynağıdır. Ayrıca %8-11 aralığında proteinin yanı sıra oleik asit (omega-9) ve linoleik asit (omega-6) dahil olmak üzere doymamış yağ asitleri içermektedir. Bununla birlikte mısır, A vitamini, K vitamini, sodyum, fosfor, kalsiyum ve demir gibi temel vitamin ve mineraller sağlamaktadır. Mısırın besinsel özellikleri kalori alımının ötesinde insan sağlığını destekleme potansiyeline sahiptir (Tungadi, Tuloli ve Sakul, 2025). Mısır sütü, mısır suyu olarak da bilinen bir tür tahıl ürünüdür. Mısır sütü üretiminde ana hammadde olarak genellikle tatlı mısır olmak üzere tam tahıl kullanılmaktadır. Bu süt ön pişirme, öğütme, karıştırma, enzimatik hidroliz (şekerlendirme), homojenizasyon ve ardından pastörizasyon yoluyla üretilmektedir (Yang, Wang, Qin, Ma ve Su, 2012; Xiong ve diğerleri, 2022). Mısır sütü hoş bir tada ve besleyici değere sahiptir (Padghan, Patil, Jaybhaye, Katore, Deshmukh, 2015). Bu süt nişasta, protein, diyet lifi ve diğer biyoaktif bileşenler açısından zengindir ve içerdiği biyoaktif

bileşenler nedeniyle kardiyovasküler hastalıkları, obeziteyi ve diyabeti önlemeye yardımcı olduğu belirtilmektedir (Xiong ve diğerleri, 2022).

2.3.2. Baklagil bazlı bitkisel içecekler

Fabaceae (Leguminosae) botanik familyasında cins-tür düzeyinde tanımlanmış ve dünyanın çeşitli bölgelerindeki topluluklar tarafından tüketilen en az 50 yenilebilir baklagil bulunmaktadır. İnsanlar tarafından tüketilen baklagiller üretim veya tüketim verileri açısından genel olarak yağlı tohumlu baklagiller ve yağsız tohumlu baklagiller olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır. Yağlı tohumlu baklagiller daha yüksek oranda lipit içerirken, yağsız tohumlu baklagiller daha düşük lipit oranına ve daha yüksek lif içeriğine sahiptir (Didinger ve Thompson, 2021). Baklagil tohumları, insan vücudunun metabolizmasını etkileyen fitosteroller ve izoflavonlar gibi biyoaktif bileşiklerin değerli bir kaynağıdır (Kulczyk, Drozłowska-Sobieraj ve Bartkowiak, 2023). Farklı baklagillerden (bezelye, nohut ve acı bakla) elde edilen yeni içecekler, yüksek oranda tohum bileşeninin dahil edilmesini ve yan ürün oluşumunun düşük olmasını veya hiç olmamasını sağlayan teknolojiler kullanılarak geliştirilebilmektedir (Lopes ve diğerleri, 2020).

Baklagil bazlı içecekler, baklagil çeşitlerinin çokluğu ve bunun sonucunda ortaya çıkan ürün yelpazesi sayesinde önemli bir ilgi görmüştür (Xiong, Wang, Bi ve Liu, 2025). Baklagil bazlı içecekler, protein ve mineral bakımından zengin, düşük glisemik indeksli, en dengeli bileşime sahip içeceklerdir. Protein içeriği yaklaşık %3-4 olup, inek sütüne (%3,3-3,5) benzemektedir (Lopes ve diğerleri, 2020). Baklagillerin tüketimi, yüksek miktarda temel B vitaminleri, mineraller ve protein içermeleri ve düşük yağ içerikleri nedeniyle birçok sağlık yararıyla ilişkilendirilmektedir. Bazı araştırmalarda baklagil tüketimi ile kolorektal kanser ve koroner kalp hastalığı gibi rahatsızlıkların riskinin azalması arasında bir ilişki olduğunu belirtilmektedir (Xiong ve diğerleri, 2025).

Soya sütü

Soya fasulyesi (*Glycine max*), küresel gıda güvenliğinde kritik bir rol oynayan, hem insan tüketimi hemde hayvan yemi olarak önemli bir protein ve yağ kaynağıdır. Soya fasulyesi, dünya çapındaki yağlı tohum üretiminin yaklaşık %60'ını oluşturmaktadır. Aynı zamanda, palmiye yağından sonra en çok tüketilen ikinci yağdır (Duan ve diğerleri, 2025).

Soya fasulyesi, Fabales bitki takımına ait Fabaceae familyasının bir üyesi olan bir baklagildir. Yetiştirme ve tüketim açısından bakıldığında, soya fasulyesi özellikle Asya ülkelerinde yem ve gıda endüstrisinde ekonomik olarak en önemli baklagil ürünüdür. Tohumlar protein açısından zengin olmanın yanısıra doymamış yağ asitleri, vitaminler, lif, mineraller ve biyolojik olarak aktif bileşikler gibi diğer faydalı makromolekülleri de içermektedir. Bu durumda besin değerlerinin yüksek olmasına katkıda bulunmaktadır. Soya fasulyesi tohumları besleyici ve endüstriyel faydalar sağlamakta ve fitokimyasal izoflavonlar, fitik asit, tokoferoller, fitosteroller, lunasin ve saponinler gibi çeşitli biyoaktif bileşikleri de içermektedir (Wiederstein, Baumgartner ve Lauter, 2023).

Soya proteininin amino asit bileşimi, hayvansal proteine benzemektedir. Soya proteini tüketiminin serumdaki toplam kolesterol, LDL ve trigliserit konsantrasyonlarını önemli ölçüde azaltarak koroner kalp hastalığı riskini düşürebildiği belirtilmektedir. Aynı zamanda birçok çalışmada, soya proteini tüketiminin meme ve prostat kanseri riskini azaltabileceği, böbreklere fayda sağlayabileceği, diyabeti hafifletebileceği, osteoporozu önleyebileceği, kan basıncını düşürebileceği, depresyonu hafifletebileceği ve menopoz semptomlarını iyileştirebileceği bildirilmiştir. Ayrıca soya proteininin kullanımı yağ birikimini engelleyebilmekte, yağ metabolizmasını artırabilmekte ve iştah baskılayıcıları etkili bir şekilde düzenleyerek kilo vermeye ve obeziteyi önlemeye katkıda bulunabilmektedir (Guo ve diğerleri, 2022). Soya fasulyesinin sağlık yararları, tek bir bileşiğin değil biyoaktif bileşiklerin sinerjik etkilerinin sonucudur. Ancak, soya fasulyesi birçok yararları olsa da alerjen bir gıda kaynağı olarak kabul edilmekte ve soya fasulyesine duyarlı kişiler için potansiyel olarak zararlı olabilmektedir. Gıda alerjileri, özellikle sanayileşmiş ülkelerde, yaşam kalitesini etkileyen ve alerjik bireylerde anafilaksi gibi ciddi ve yaşamı tehdit eden alerjik reaksiyonlara yol açabilen küresel bir sağlık sorunudur (Wiederstein ve diğerleri, 2023). Gıda alerjisi, küçük çocukların %10'unu ve yetişkinlerin %2-3'ünü etkilemekte olup, gıda alerjisinin yaygınlığı artmaktadır (Umasunthar ve diğerleri, 2013). Soya alerjisi kurdeşen, kaşıntı, şişme, nefes almada zorluk ve hatta hayati tehlike arz eden anafilaksi gibi çeşitli alerjik semptomlara neden olabilen ciddi bir durumdur (Abrams ve Sicherer, 2016; Wiederstein ve diğerleri, 2023). Gıda ve gıda dışı ürünlerde soya fasulyesi kullanımının artması, duyarlı kişilerde alerjik reaksiyon riskini önemli ölçüde artırmıştır. Alerjenlerle temas, gıdalarda istenmeden bulunan soya proteinlerinden de kaynaklanabilmektedir (Wiederstein ve diğerleri, 2023).

Soya fasulyesi bazlı gıda ürünleri, tofu, soya sütü ve yuba gibi yüksek kaliteli bitkisel protein kaynaklarıdır (Guo ve diğerleri, 2022). Soya sütü, en yaygın ve ticari olarak en kolay ulaşılabilen baklagil sütüdür. Soya, tüm baklagiller ve tahıllar arasında en yüksek oran olan yaklaşık %40 protein içeriğiyle en iyi protein kaynağıdır ve ayrıca mineraller ve diyet lifi açısından da zengindir (Vallath ve diğerleri, 2022). Bu süt, sürekli fazı karmaşık protein dağılımından oluşan, su içinde yağ emülsiyonudur. Bu emülsiyonu elde etmek için en geleneksel işleme yöntemi, soya fasulyelerinin suda ıslatılıp öğütülmesinden sonra ürünün ısıl işlemden geçirilmesidir (Cruz ve diğerleri, 2007).

Soya sütünün belirtilen faydaları arasında laktoz içermemesi, kolesterol içermemesi, yüksek besin değeri, yüksek sindirilebilirliği ve düşük maliyeti yer almaktadır (Sethi ve diğerleri, 2016; Guo ve diğerleri, 2022). Bu sağlık faydaları nedeniyle soya sütü, işlenmiş gıda ürünlerinin hazırlanmasında fonksiyonel bir bileşen olarak da uygulama alanı bulmuştur (Sethi ve diğerleri, 2016).

Acı bakla

Acı bakla (*Lupinus albus* L.), Papilioneceae (Legumineceae) familyasının *Lupinus* türlerine ait bir bitkidir (Kavas, 2022). Bu baklagil, yüksek protein içeriği, düşük nişasta ve lipit içeriği ve yüksek diyet lifi (nişasta olmayan polisakkarit) içeriği nedeniyle soya fasulyesine veya diğer herhangi bir baklagile iyi bir alternatiftir (Islam ve Ma, 2016). Acı bakla, genetiği değiştirilmemiş bir bitki olması, zorlu koşullara uyum sağlayabilmesi ve düşük girdi gerektiren tarıma elverişli olması avantajlarıyla ucuz bir fonksiyonel gıda olarak ortaya çıkmıştır (Boukid ve Pasqualone, 2022).

Acı bakla tanesinin bileşiminin, türe özgü olmakla birlikte genel olarak %30-42 arasında değişen yüksek protein içeriğine ve çoğunlukla çözünmeyen diyet lifine sahip olduğu, nişasta içeriğinin düşük ve glutensiz olduğu belirtilmektedir. Yağ içeriği esas olarak tekli ve çoklu doymamış yağlar ile omega 3, 6 ve 9 yağ asitlerinden oluşmaktadır. Demir, magnezyum, çinko, kalsiyum ve potasyum gibi mineraller açısından zengindir ve ayrıca karotenoidler, B kompleks vitaminleri ve tokoferoller gibi vitaminler ve antioksidanlar içermektedir (Abreu, Lima ve Rocha, 2023).

Acı bakla, soya fasulyesine benzer şekilde protein açısından zengin ve nişasta açısından fakirdir. Acı baklanın kullanımını sınırlayan faktör, özellikle acı türlerde kinolizidin alkaloidlerinin varlığıdır. Bununla birlikte, modern ıslah programları, alkaloid içeriği azaltılmış (≤ 0,2 g/kg kuru madde) tatlı acı bakla türlerinin seçilmesini sağlamıştır. Acı bakla protein izolatları, konsantreleri ve hidrolizatları üretmek için çok sayıda teknik kullanılmıştır. Bu proteinler, sağlıkla ilgili faydalarla ilişkilendirilen biyoaktif peptitler açısından zengindir ve bu proteinlerin ilginç teknofonksiyonel özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir. Acı bakla protein izolatları ve konsantreleri çoğunlukla sağlıklı gıdaların geliştirilmesinde kullanılırken, hidrolizatlar daha çok nutrasötik ve kozmetik endüstrilerinde uygulanmaktadır (Boukid ve Pasqualone, 2022).

İnek sütüne bitkisel alternatiflerden biri de acı bakla sütüdür. Acı bakla, ekmek, bisküvi, kek, makarna, şekerleme ve soya sosu gibi ürünlerde soya alternatifi olarak kullanılan bir baklagildir. Ayrıca, antioksidan içeriği nedeniyle acı bakla, yüksek kaliteli bitkisel yağ, glutensiz un, emülgatör maddeler ve alternatif fermente ürünlerde de kullanılmaktadır (Kavas, 2022). Son yıllarda acı bakla, protein, mineraller, vitaminler, oleik asit, lif ve diğer değerli bileşenler açısından zengin olması ve antioksidan kapasitesi nedeniyle fonksiyonel bir gıda olarak dikkat çekmektedir. Acı bakla tohumları, antioksidan, antimikrobiyal, antikarsinojenik ve antienflamatuar aktivitelere sahip peptitlerin yanı sıra polifenol, karotenoid, fitosterol, tokoferol ve alkaloid içermektedir (Yorgancılar, Başarı, Atalay, ve Erkoyuncu, 2020). Acı bakla sütü, acı bakla tanelerinden elde edilmektedir. Ayrıca, acı bakla sütünün protein değeri 4,90 g/100 g, yağ içeriği 5,00 g/100 g, toplam kuru madde oranı 11,20 g/100 g ve pH değeri 6,30'dur (Kavas, 2022).

Acı bakla bileşenlerinin güvenliğiyle ilgili endişeler arasında biyojenik aminlerin oluşumu ve alerjenlerin varlığı yer almaktadır. Acı bakla alerjisi nispeten nadirdir ve yutulmasıyla ilişkili sadece sınırlı sayıda olumsuz olay bildirilmiştir. Ancak yer fıstığı ve acı bakla arasında çapraz reaksiyon meydana gelebilmektedir (Abreu ve diğerleri, 2023).

Fasulye sütü

Barbunya fasulyesi (*Phaseolus vulgaris* L.), yüksek besin içeriği nedeniyle küresel ölçekte önemli baklagil bitkilerinden biridir (Aydar, Mertdinç, Demircan, Çetinkaya ve Özçelik, 2023). Bu fasulye, bitki bazlı süt alternatiflerinin geliştirilmesi için kullanılabilecek bir

baklagildir. Barbunya fasulyesi protein, yağ, nişasta, diyet lifi ve fitokimyasallar açısından zengindir. Ayrıca, obezite ve diyabete karşı aktivite ile karaciğere koruyucu etki gibi birçok sağlık yararı belirtilmektedir. Bu nedenle, barbunya fasulyesinin besleyici ve fonksiyonel özelliklerine dayanarak, barbunya sütü yeni bir bitki bazlı süt alternatifi geliştirmek için bir hammadde kaynağıdır. Yüksek protein içeriğine sahip (%24,02–%29,13) kırmızı barbunya fasulyesi, iyi stabiliteye ve kabul edilebilir duyusal özelliklere sahip yeni bitki bazlı süt alternatifleri üretmek için kullanılabilir (Tang ve diğerleri, 2023). Fasulye sütünün protein içeriğinin, yaygın bitki bazlı süt ürünlerine göre orta derecede daha yüksektir. Aroma ilavesi barbunya sütü ikamelerinin kabul edilebilirliğini artırmamaktadır. Barbunya tadını ve kokusunu maskelemek için kapsülleme ve aroma üzerine daha fazla çalışma yapılması barbunya sütünün genel beğenisini artırmaya yardımcı olabilir ve ticari olarak yeni bir bitki bazlı süt alternatifi olarak sunulabilir (Aydar ve diğerleri, 2023).

Bezelye sütü

Bezelye (*Pisum sativum* L.), yeni gıda ürünlerinin formülasyonu da dahil olmak üzere gıda endüstrisinde büyük potansiyeli olan depolama proteinlerine sahiptir (Ben-harb ve diğerleri, 2018). Bezelye proteini (~bezelye tohumunun %20-25'i), triptofan ve lizin gibi temel amino asitler açısından zengindir (Andaç, Tuncel ve Tuncel, 2024). Bezelye proteinleri kolayca erişilebilir ve yüksek besin değerine sahip olmaları ve alerjen olmamaları nedeniyle hayvansal proteinlere sürdürülebilir bir alternatif oluşturmaktadır (Ben-harb ve diğerleri, 2018). Bu protein yüksek sindirilebilirliği ve soya fasulyesi veya diğer bitki proteinlerine göre belirgin şekilde daha az alerjenik reaksiyon göstermesiyle karakterizedir. Bezelyeler çözünür ve çözünmez lif bakımından zengin, yağ ve sodyum bakımından düşük, kompleks karbonhidratlar, B grubu vitaminleri, folat ve mineraller, özellikle demir, kalsiyum ve potasyum açısından dikkat çekici bir kaynaktır. Bununla birlikte, bezelye tüketimi, kanser önleyici, obezite önleyici, diyabet önleyici ve kalp koruyucu etkiler gibi çeşitli sağlık yararlarıyla ilişkilendirilmektedir. Ancak, bezelyelerin gıdalarda kullanımı, kısmen “fasulye benzeri istenmeyen tat” olarak bilinen istenmeyen duyusal özelliklerinden dolayı sınırlıdır (Andaç ve diğerleri, 2024).

Kavun çekirdeği sütü

Kavun (*Cucumis melo*) tohumları şifalı olmasının yanı sıra zengin bir protein (%53,90) ve yağ (%37,67) kaynağıdır (de Mello, Bora ve Narain, 2001). Kavun çekirdeği (*Citrullus lanatus*) çok sayıda besleyici ve biyoaktif bileşen içermesiyle birlikte yüksek mineral içeriğine sahiptir (mg/100g). Tokoferoller, fosfolipitler ve steroller gibi biyolojik olarak aktif bileşikler kavun çekirdeğinde fazla miktarda bulunmaktadır. Bu nedenle insanlar üzerinde faydalı etkilere sahiptir (Khalid ve diğerleri, 2021). Bu çekirdekler yüksek miktarda protein, yağ, karbonhidrat ve mineraller gibi diğer metabolitler içeren bir atık ürün olarak nitelendirilmiştir. Bitkisel kaynaklı sütlerden biri olan kavun çekirdeği sütü, vegan/vejetaryen diyet uygulayanlar, laktoz intoleransı bireyler için besleyici ve sağlıklı bir içecek olma potansiyeline sahiptir. Bu içeceğin yüksek protein ve yağ içeriği ile laktoz içermemesi nedeniyle dünyada yaygın olarak üretilen ve tüketilen soya sütüne alternatif bir bitkisel süt olabileceği belirtilmiştir (Zungur Bastıoğlu, Tomruk, Koç ve Ertekin, 2016).

Mercimek sütü

Leguminoceae familyasının bir üyesi olan mercimek (*Lens culinaris* L.), dünyanın her yerinde yetiştirilen en eski ve yaygın kullanılan baklagillerden biridir (Moradi, Ziarati ve Sawicka, 2021). Eski bir ürün olan kültür mercimeği, 70'ten fazla ülkede yetiştirilen ve dünya çapında bütün, kabuksuz ve bölünmüş formda tüketilen, hızlı pişirilen ve besleyici bir temel baklagildir. Mercimeğin başlıca ticari satılan sınıfları kırmızı (kabuksuz tohumların kotiledon rengine göre) ve yeşildir (tohum kabuğu rengine göre) (Khazaei ve diğerleri, 2019). Mercimek, diğer tüm baklagiller gibi, mükemmel bir protein, karbonhidrat ve lif kaynağıdır. Aynı zamanda, birçok vitamin ve mineral sağlamaktadır (Tahir, Lindeboom, Baga, Vandenberg, Chibbar, 2011). Yağ oranı ise düşüktür (Moradi ve diğerleri, 2021). Protein konsantrasyonu açısından yeşil ve kırmızı mercimekler arasında sadece küçük farklılıklar olduğunu bildirmiştir (Khazaei ve diğerleri, 2019). Ayrıca, tohumları, özellikle belirli fenolik bileşikler nedeniyle diğer tahıl baklagil türlerine kıyasla yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir (Grela ve diğerleri, 2017). Mercimek, %20,6 ile %31,4 arasında yüksek miktarda protein içermektedir (Jeske, Bez, Arendt ve Zannini, 2019). Mercimek tohumunun yüksek protein içeriği, onu fonksiyonel insan gıdaları için uygun hale getirmektedir (Moradi ve diğerleri, 2021). Mercimek proteinleri yaklaşık %16 albümin, %70 globulin, %11 glutelin ve %3 prolaminden oluşmaktadır (Jarpa-Parra, 2018).

Aynı zamanda mercimek, yüksek sindirilebilirliği (%83 civarı), yüksek besin değeri (iyi Lösin/İzolösin ve Lösin/Lizin oranları) ve çok çeşitli fonksiyonel özelliklere sahiptir (Jeske ve diğerleri, 2019). Mercimeğin besinsel özellikleri, insanlarda kolesterol ve lipit düşürücü etkilerin yanında kolon kanseri ve tip 2 diyabet görülme sıklığını azaltmayla ilişkilendirilmiştir (Jarpa-Parra, 2018). Dünya genelinde mercimek, soya fasulyesi, fasulye, nohut ve bezelyeden sonra beşinci en önemli baklagildir (Khazaei ve diğerleri, 2017). Fonksiyonel ve yüksek besin değerine sahip gıdalara olan ilginin artmasıyla birlikte, bu baklagilin tüketimi dünya çapında artış göstermektedir (Emir, Yildiz ve Sumnu, 2023). Mercimek bazlı süt alternatifleri son zamanlarda popülerlik kazanmıştır ve çeşitli ticari ürünler yaygın olarak işlenmektedir. Bu ürünler süt içermeyen peynir geliştirmede çok yönlü bileşenler olarak önemli bir potansiyele sahiptir (Naeem, Akhtar, Akram, Suleria ve Khalid, 2024). Mercimek bazlı emülsiyonlar süt ürünlerine alternatif olarak bitki bazlı süt ikameleri için iyi bir seçimdir (Jeske ve diğerleri, 2019).

Bakla sütü

Bakla (*Vicia faba* L.), geniş fasulye, bakla, tarla fasulyesi veya at fasulyesi olarak da bilinen, Leguminosae familyasına ait bir baklagil bitkisidir (Dangi ve diğerleri, 2022). Bakla, besinsel ve fonksiyonel özellikler açısından büyük potansiyele sahip sürdürülebilir bir protein kaynağıdır (Multari, Stewart, ve Russell, 2015). Ayrıca, protein, lif, vitamin, mineral ve antioksidan ve antikanserojen özelliklere sahip bileşikler açısından önemli bir kaynak olarak kabul edilmektedir. Bakla, diğer baklagillerle karşılaştırıldığında yüksek protein-karbonhidrat oranına sahiptir. Aynı zamanda amino asit profili nedeniyle besinsel açıdan faydalıdır. Bakla tohumları kuru ağırlık bazında %23 ila %41 oranında protein içermektedir (Sharan ve diğerleri, 2021). Bakla, askorbik asit ve folatın yanı sıra çinko, demir ve niasin gibi mikro besinler açısından da iyi bir kaynaktır ve tıpkı bezelye gibi yüksek miktarda bitkisel protein ve diyet lifi ile fitokimyasallar içermektedir. Ayrıca önemli miktarda kateşin içeriğine sahiptir. Bakla sütü, tam bakla su ekstraktı ve açık beyaz emülsiyonudur (Khan, 2026).

2.3.3. Sert kabuklu meyve/yemiş bazlı içecekler

Ağaç yemişleri, yüksek antioksidan ve besin değerleri nedeniyle süt ürünlerine mükemmel bir alternatif olarak kabul edilmekte ve süt içermeyen fonksiyonel içecekler için potansiyel

bir hammadde görevi görebilmektedir. Bu yemişlerin tadı, dokusu ve besin profili, farklı miktarlarda birleştirilerek ve uygun teknolojiler kullanılarak işlenip geliştirilebilmektedir. Kuruyemiş bazlı emülsiyonlar, inek sütüne göre daha fazla faydalı uzun zincirli doymamış yağ asidi içermektedir. Bu nedenle diyabet, kardiyovasküler hastalık, obezite ve diğer rahatsızlıklar gibi gıda kaynaklı hastalıklar için faydalıdırlar. Bununla birlikte, kuruyemiş bazlı süt alternatiflerinin ticari olarak kabul edilebilirliği, stabiliteyi iyileştirme, antibesin öğelerini düşürme, istenmeyen tatları ve alerjenleri giderme konusunda ilerlemeler gerektirmektedir. Kuruyemiş bazlı süt alternatiflerini işlemek için kullanılan yeni teknolojiler, bu engellerin aşılmasına yardımcı gibi görünmektedir. Dahası, kuruyemiş bazlı süt alternatifleri inek sütünün besin profilini tam olarak karşılayamamaktadır. Ancak bileşimleri gerekli besinlerle zenginleştirilerek ve tamamlayıcı besin profiline sahip farklı bitki bazlı süt alternatifleri karıştırılarak iyileştirilebilir (Sethi ve Panwar, 2026). Kuruyemiş bazlı sütlere örnek olarak badem sütü, Hindistan cevizi sütü, fındık sütü, antep fıstığı sütü, ceviz sütü verilmektedir (Sethi ve diğerleri, 2016).

Badem sütü

Badem Rosaceae familyasından olan *Prunus dulcis* Miller D. A. Webb (badem veya tatlı badem), temel besin maddelerinin kaynağı olarak bilinmektedir. Günümüzde ise genel halk ve üreticiler arasında giderek artan popülaritesiyle sağlıklı bir gıda olarak talep görmektedir (Barreca ve diğerleri, 2020). Badem, dünya çapında yetiştirilen önemli bir ağaç yemişi ürünüdür (Faustino ve diğerleri, 2021). Bu kuruyemiş yüksek yağ (%50 civarında), protein (%20 civarında), karbonhidrat (%20 civarında), düşük nem (%6 civarında) içeriği ve esas olarak tekli doymamış (%60) ve çoklu doymamış (%30) yağ asitlerinden oluşan bir yağ asidi profili ile karakterize edilmektedir (Oliveira ve diğerleri, 2019). Ayrıca, serbest radikal reaksiyonlarıyla mücadelede ve dolayısıyla oksidatif stresi önlemede önemli bir rol oynayan α-tokoferolün de (%36,4) bir kaynağıdır. Aynı zamanda magnezyum (%19,5), bakır (%16,0), fosfor (%13,4) gibi minerallerle zenginleştirilmesinin yanı sıra, yüksek lif içeriğine (%13,2) de sahiptir (Kundu, Dhankhar ve Sharma, 2018). Badem, tüm ağaç yemişleri arasında en az alerjenik olanıdır (Tomishima, Luo ve Mitchell, 2022).

Badem sütü, bademlerin su ile parçalanmasıyla elde edilen koloidal bir dispersiyondur (Dhakal ve diğerleri, 2014). Badem sütü %3,04 kül, %3,40 yağ, %1,70 protein ve %4,50

karbonhidrat içermektedir (Manzoor, 2017). Ayrıca bu süt α-tokoferol, esansiyel yağ asitleri, diyet lifi ve çok çeşitli diğer fitokimyasallar gibi esansiyel ve esansiyel olmayan besin maddeleri açısından da zengindir. Badem sütü tüketimi, plazma LDL kolesterol seviyesini düşürerek koroner kalp hastalığı riskinin azalmasıyla ilişkilendirilmiştir (Dhakal ve diğerleri, 2014). Diğer bitki bazlı sütlerle karşılaştırıldığında, badem sütü doğal olarak iyi bir vitamin kaynağı olup, özellikle serbest radikal reaksiyonlarına karşı korumada kritik bir rol oynayan güçlü bir antioksidan olan E vitamini açısından zengindir (Sethi ve diğerleri, 2016). Badem sütü, özellikle hayvansal sütün pahalı ve bulunmasının zor olduğu yerlerde, hayvansal sütün daha iyi bir alternatifi ve daha ucuz bir süt seçeneğidir (Manzoor, 2017). Badem sütünün popülerliğinin nedenlerinden biri de yüksek katma değerli bir gıda maddesi olmasıdır. Badem, esas olarak protein ve yağ içeriğinin dengeli olması, lif, vitamin ve mineral içermesi ve laktoz içermemesi nedeniyle değerlidir (Na, 2012). Badem sütünün protein ve su içeriği, inek sütüne büyük benzerlik göstermekte ve tüketicinin kabul edilebilirliğini olumsuz etkileyecek herhangi bir tat, istenmeyen duyusal profil veya tat içermemektedir. Bu nedenle badem sütü en çok tercih edilen bitki bazlı sütlerden biridir (Bekiroglu, Cakir, Dertli ve Sagdic, 2025).

Fındık sütü

Fındık (*Corylus avellana* L.), Betulaceae familyasına ait olan ve dünyada en çok tüketilen kuruyemişlerden biridir. Türkiye, dünya fındık üretiminin yaklaşık %65'ini karşılayan, dünyanın en büyük fındık üreticisidir. Kimyasal bileşimleri ve kullanımları bakımından farklılık gösteren birçok çeşidi bulunmaktadır. Fındık, genellikle çiğ veya kavrulmuş olarak bütün halde tüketilmektedir. Aynı zamanda unlu mamuller, atıştırmalıklar, çikolatalar, tahıllar, süt ürünleri, salatalar, ana yemekler, soslar, dondurma ve diğer tatlı tariflerinde malzeme olarak da kullanılmaktadır (Ramalhosa, Delgado, Estevinho ve Pereira, 2011).

Fındık, içeriğindeki protein, karbonhidrat, lipit, mineral, vitamin, diyet lifi, tokoferol, fitosterol ve fenolik bileşikler sayesinde insan beslenmesi ve sağlığı için önemli bir role sahiptir. Fındık, sağlık faydalarının yanı sıra, amino asitler ve organik asitler gibi aktif lezzet bileşikleri içermektedir. Bu bileşikler fındığı yaygın olarak tüketilen ve kabul gören bir besin haline getirmektedir (Gul, Saricaoglu, Mortas, Atalar, Yazici, 2017). Fındıkta bulunan lipitlerin çoğu triasilgliseroldür. Ancak yapısında daha küçük miktarlarda

fitosteroller, yağda çözünen vitaminler, fosfolipitler ve sfingolipitler de bulunmaktadır (Silva ve diğerleri, 2020). Yüksek oranda tekli doymamış yağ asitleri içermesi nedeniyle, fındık tüketimi, biyoaktif bileşikler (başlıca tokoferoller ve fenolik bileşikler) içeriğinin yanı sıra, insan beslenmesi ve sağlığında önemli bir rol oynamaktadır (Ramalhosa ve diğerleri, 2011). Besin bileşimi ve faydalı sağlık özelliklerinin birleşimi göz önüne alındığında, fındık taze tüketim, bitki bazlı süt alternatifi ve fermente ürünleri gibi diğer ürünlerin üretiminde bir bileşen olarak kullanılabilmektedir. Süt alternatifi üretiminde doğal fındık kullanımı, belirli bir aroma ve tadın algılanmasını sağlamaktadır. Ayrıca farklı bir lezzet elde etmek için üretimde kavrulmuş fındık da kullanılabilmektedir (Silva ve diğerleri, 2020). Bazı batı ülkelerinde fındık sütü ticari olarak bulunmaktadır (Sethi ve diğerleri, 2016). Ticari fındık sütü formülasyonunda tadını iyileştirmek için şeker eklenmektedir. Ayrıca içecek formülasyonlarında tadı iyileştirmek için şeker yerine meyveler kullanılabilmektedir. Örneğin, vitamin, mineral (demir, potasyum, magnezyum vb.) ve diyet lifi kaynağı olan kuru üzüm, özellikle tadı açısından fındık sütünün duyusal özelliklerini iyileştirmek için kullanılabilecek şekerler (glikoz ve fruktoz) bakımından zengindir. Duyusal özelliklere ek olarak, kuru üzüm, flavonoitler ve fenolik asitler açısından değerli bir kaynak olduğu için fındık sütünün fenolik bileşiklerini de artırabilmektedir (Aysu, Akıl, Çevik, Kılıç ve İlyasoğlu, 2022).

Hindistan cevizi sütü

Hindistan cevizi (*Cocos nucifera* L.), Arecaceae familyasına ait, çok yıllık bir palmiye türüdür (Beveridge, Kalaipandian, Yang ve Adkins, 2022). Hindistan cevizi genellikle Hindistan cevizi palmiyesi olarak adlandırılan dünyanın en faydalı ağaçlarından biridir. Ayrıca ekonomik açıdan önemli olup, Pasifik ve Asya bölgelerindeki birçok geleneksel yemekte yaygın olarak kullanılmaktadır. Hindistan cevizi palmiyesinin bilinen ürünleri arasında Hindistan cevizi yağı, Hindistan cevizi sütü, Hindistan cevizi suyu ve Hindistan cevizi eti bulunmaktadır. Hindistan cevizi meyvesi genellikle %51,7 iç kısım, %9,8 su ve %38,5 kabuktan oluşmaktadır (Patil ve Benjakul, 2018). Hindistan cevizi sütü, olgunlaşmış Hindistan cevizlerinin etinden elde edilen orta zincirli trigliserit yağ asitleri içeren beyaz renkte bir maddedir. Bu nedenle uzun zincirli yağ asitleri içeren diğer süt çeşitlerine kıyasla kolayca sindirilmektedir ve beyin için en hızlı enerji kaynağını oluşturmaktadır (Tulashie, Amenakpor, Atisey, Odai ve Akpari, 2022).

Hindistan cevizi sütü, olgun Hindistan cevizinin endosperminden elde edilen doğal yağ-su emülsiyonudur. Bu süt fındıksı tadı ve besin içeriğiyle karakterize edilmektedir. Hindistan cevizi sütü, özellikle beslenmedeki besin eksikliklerini dengelemede hayati rol oynayabilmektedir (Bharti, Badshah ve Beniwal, 2021). Hindistan cevizi sütü 5,3 g/100 ml karbonhidrat, 3,2 g/100 ml protein, 3,3 g/100 ml yağ ve 113 mg/100 ml kalsiyum içermektedir. Bu durumda 60 kkal enerji sağlamaktadır (Velangi ve Savla, 2022). Hindistan cevizi sütü birçok tropikal ülkede önemli bir ticari üründür ve ekonomik olarak önemli katkı sağlamaktadır (Bharti ve diğerleri, 2021).

Hindistan cevizi sütü tüketiminin kanser önleyici, antimikrobiyal, antibakteriyel ve antiviral özelliklerle bağlantılı olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda yaşlanma sürecini yavaşlatmaya yardımcı olan E vitamini gibi antioksidanlar açısından zengindir ve nadiren bağışıklık sistemi reaksiyonlarıyla ilişkilendirilmektedir. Ayrıca sindirime yardımcı olmak, cildi beslemek ve ferahlatıcı özellikler gibi ek faydalar da sağlamaktadır (Tulashie ve diğerleri, 2022). Hindistan cevizi sütü alerjik reaksiyonlara neden olmamaktadır. Aynı zamanda laktoz intoleransı olanlar için uygun bir alternatif oluşturmaktadır. Hindistan cevizi sütü, çeşitli gıda ürünlerinin hazırlanmasında ve ayrıca süt alternatifi olarak hem evlerde hem de endüstriyel düzeyde yaygın olarak kullanılmaktadır (Velangi ve Savla, 2022).

Brezilya cevizi sütü

Brezilya fıstığı (*Bertholletia excelsa* HBK), Amazon fıstığı olarak da bilinen, Lecythidaceae familyasına ait bir bitkidir. Amazon yağmur ormanlarına özgüdür ve ağırlıklı olarak Amazon havzasında bulunmakta başlıca Bolivya, Brezilya ve Peru ülkeleri tarafından pazarlanmaktadır (Vasquez-Rojas ve diğerleri, 2021). Brezilya cevizi, lezzetiyle çok beğenilen bir gıdadır (Silva ve diğerleri, 2020). Bu ceviz vitaminler, mineraller ve sağlık açısından faydalı etkilere katkıda bulunabilecek diğer biyoaktif bileşikler dahil olmak üzere birçok besin maddesi açısından zengin bir kaynaktır. Özellikle, hayati öneme sahip eser element selenyum için bilinen en yüksek düzeye sahiptir. Ayrıca diğer kuruyemişler gibi, Brezilya cevizinde antioksidan özelliklere sahip birçok fenolik madde ve kolesterol emilimini engelleyebilecek fitosteroller açısından zengindir (Thomson, 2011). Brezilya cevizi, yaklaşık %67'lik yüksek lipit konsantrasyonu nedeniyle yüksek enerji veren bir kuruyemiştir. Bununla birlikte, temelde linoleik ve oleik asitler olmak

üzere yüksek oranda doymamış yağ asitleri içermesi nedeniyle insan sağlığı için faydalıdır (Giovanini de Oliveira Sartori, Canto Machado, Markowicz Bastos, de Alencar ve Bismara Regitano-d'Arce, 2020). Brezilya cevizinin bu potansiyel faydaları göz önüne alındığında, katma değeri, süt ürünlerine alternatif içecekler sektörüne ait olan ve halk arasında "Brezilya cevizi sütü" olarak bilinen Brezilya cevizi içeceği gibi sağlık açısından faydalı gıdaların geliştirilmesine odaklanılarak teşvik edilmiştir (Vasquez-Rojas ve diğerleri, 2021).

Kaju sütü

Kaju (*Anacardium occidentale* L.) Anacardiaceae familyasına ait olup, Hindistan, Brezilya, Doğu Afrika ve Vietnam'da yaygın olarak yetiştirilmektedir. Kaju çekirdeği, yağ (%47,1), kül (%4,7), lif (%1,2) ve protein (%19,8) açısından zengin bir bitkisel kaynaktır (Tamuno ve Monday, 2019). Kaju sütü, lif ve kül içeriği zengin beyaz renkte bir üründür. Kaju sütü kardiyovasküler sağlığı desteklemekte ve çinko ve demir gibi eser mineralleri sağlamaktır. Kaju fıstığı çok tatlı bir üründür ve sağlık yararları ve lezzetli tadı nedeniyle Avrupa ve Kuzey Amerika'da büyük popülerlik kazanmıştır. Hayvansal proteinin sınırlı ve pahalı olduğu gelişmekte olan ülkelerde protein alımı yetersizdir. Bu nedenle kaju sütü protein kaynağı ve süt alternatifi olarak kullanılabilmektedir (Manzoor, Manzoor, Siddique ve Ahmad, 2017).

Antep fıstığı sütü

Antep fıstığı (*Pistacia vera* L., Anacardiaceae familyası), köklü bir geçmişe sahip eski bir kuruyemiştir (Dreher, 2012). Dünya sıralamasında Türkiye, Çin, İran ve Amerika Birleşik Devletleri'nin ardından hacim olarak en büyük fıstık üreticisidir. Antep fıstığı çeşitleri yaklaşık %21 protein, %45 yağ ve %27,5 karbonhidrat ve daha yüksek miktarda doymamış yağ asitleri (esas olarak oleik asit) içermektedir (Mertdinç ve diğerleri, 2023). Bu fıstık, kalp sağlığına faydalı yağ asidi profiline sahip, protein, diyet lifi, potasyum, magnezyum, K vitamini, γ- tokoferol ve bir dizi fitokimyasal içeren, besin açısından zengin bir kuruyemiştir (Dreher, 2012). Aynı zamanda aşırı kilo, tip 2 diyabet veya metabolik sendrom gibi durumların iyileştirilmesinde önemli rollere sahiptir (Mertdinç ve diğerleri, 2023). Antep fıstığının eşsiz yeşil ve mor çekirdek rengi, lutein ve antosiyanin içeriğinden kaynaklanmaktadır. Kuruyemişler arasında antep fıstığı, en yüksek potasyum, γ-tokoferol,

K vitamini, fitosteroller ve ksantofil karotenoid seviyelerini içermektedir (Dreher, 2012). Fıstık ezmesi, fıstık helvası, fıstık kreması ve fıstık ezmesi gibi sağlıklı gıda ürünlerinin işlenmesi ve üretilmesi yoluyla fıstık tüketimini artırmaya odaklanan çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bununla birlikte, fıstık ayrıca "fıstık sütü" adı verilen fonksiyonel bir bitkisel bazlı içecek hazırlamak için de kullanılabilir. Antep fıstığı sütü genellikle antep fıstığı yağı ve su ile antep fıstığı proteini içeren sulu fazdan oluşur ve bu nedenle su içinde yağ dispersiyonu olarak bilinmektedir (Pakzadeh, Goli, Abdollahi ve Varshosaz, 2021). Antep ve Siirt fıstıklarından hazırlanan bitki bazlı süt alternatifleri yüksek protein içeriğine, yüksek biyoerişilebilir fenolik içeriğe sahiptir. Fonksiyonel bir gıda olarak veya besin içeriğini, fenolik içeriğini ve tadını iyileştirmek için piyasada bulunan diğer bitki bazlı süt alternatifleriyle karıştırılacak bir bileşen olarak tüketilebilecek yeni bir bitki bazlı süt alternatifi kaynağıdır (Mertdinç ve diğerleri, 2023).

Ceviz sütü

Ceviz (*Juglans regia* L.), gıda endüstrisi için yüksek ekonomik öneme sahip bir üründür. Meyvenin yenilebilir kısmı (çekirdek veya iç kısım), taze veya kavrulmuş olarak, tek başına veya diğer yenilebilir ürünlerde tüketilmektedir. Ceviz besleyici, sağlık ve duyusal özellikleri nedeniyle dünya çapında popüler ve değerli bir kuruyemiştir. Taze doğal iç kısımlar çoğunlukla bütün olarak tüketilir veya çeşitli şekerlemelerde kullanılmaktadır (Cui, Chen, Wang ve Han, 2013). Ceviz, laktoz intoleransı olan, hayvansal proteinlere alerjisi olan ve vegan olan kişilerde inek sütüne alternatif olarak kullanılabilir. Ceviz, kalp hastalığı olan kişiler için sağlıklı ürünleri tanımlayan dengeli bir tekli doymamış yağ asidi-çoklu doymamış yağ asidi oranına sahiptir. Ayrıca yüksek antioksidan bileşik içeriği nedeniyle kolesterolü sağlıklı seviyelerde tutmaya yardımcı olduğu düşünülmektedir (Popovici, Baerle, Tatarov, 2016).

Yer fıstığı sütü

Yer fıstığı (*Arachis hypogaea*), meyvelerini toprak altında üretmesiyle dikkat çeken tek yıllık bir otsu bitkidir. Yer fıstığı, temel besin maddeleri açısından zengindir. Bu kuruyemiş bazı B vitaminleri, E vitamini, manganez, magnezyum ve fosfor gibi mineraller ve diyet lifi için iyi bir kaynaktır. Aynı zamanda, 100 gramlık bir porsiyonu, 570 kalori sağlamaktadır (Siddeeg ve diğerleri, 2020). Beslenme açısından, yer fıstığı bazlı süt

ürünleri, inek sütüyle karşılaştırıldığında olumlu sonuçlar vermiştir. Yer fıstığı (4,91 g/100 g) sütlerindeki protein seviyeleri inek sütüyle (4,09 g/100 g) karşılaştırılabilir olarak belirtilmektedir (Lohita, Priya, Harmitha ve Srijaya, 2026). Ancak, yer fıstığı yaygın bir gıda alerjenidir (Chang, Sreedharan ve Schneider, 2013). Yer fıstık alerjisi, dünya çapında en yaygın, potansiyel olarak yaşamı tehdit eden ve hem çocukları hem de yetişkinleri etkileyen gıda alerjilerinden biridir. Aynı zamanda görülme sıklığı artmaktadır (Połomska, Dydak, Sozańska ve Sikorska-Szaflik, 2023).

2.3.4. Tohum bazlı sütler

Son zamanlarda, yağlı tohumların fonksiyonel, besleyici ve sağlık özelliklerinden yola çıkarak yeni gıda uygulamalarında kullanımının araştırılmasına büyük önem verilmektedir. (Ahmadian-Kouchaksaraei, Varidi, Varidi ve Pourazarang, 2015). Yağlı tohumlar, metabolizmada rol oynayan ve besinlerle alınması gereken linoleik asit dahil olmak üzere doymamış yağ asitlerinin değerli bir kaynağıdır (Kulczyk ve diğerleri, 2023).

Susam sütü

Susam (*Sesamum indicume* L.) tohumu, dünyadaki en önemli yağlı tohum bitkilerinden biridir. Bütün susam tohumu yaklaşık 20–25 g/100 g protein, 50 g/100 g yağ, 14 g/100 g karbonhidrat, 4–7 g/100 g su ve 1–11 g/100 g lif içermektedir. Susam tohumu, sesamin, sesamolin, sesaminol ve diğerleri gibi karakteristik lignanlardan önemli miktarlarda içermektedir. Susam lignanları, çeşitli fonksiyonel aktiviteleri nedeniyle susam tohumunun en önemli bileşenleri olarak kabul edilmiştir. Bazı lignanların antitümör, antimitotik ve antiviral aktivitelere sahip olduğu bilinmektedir (Ahmadian-Kouchaksaraei, Varidi, Varidi ve Pourazarang, 2014). Susam tohumu ve susam yağı, sağlıklı bir besin olarak değerlendirilmiştir ve lezzetli tadı nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır (Namiki, 2007). Susam tohumları dünya genelinde farklı şekillerde kullanılsa da, kişi başına tüketimi düşüktür. Bu nedenle, susam tüketimini artırmanın yöntemlerinden biri de susam sütü üretimi gibi farklı şekillerde işlenmesidir. Susam sütü, inek sütüne renk ve doku olarak oldukça benzeyen bir içecektir. Bu süt, susam tohumlarının suda bekletilmesiyle elde edilmektedir. Su ve tohumlar birlikte öğütüldükten sonra süzülür ve ortaya çıkan beyaz, bulanık sıvı susam sütüdür (Ahmadian-Kouchaksaraei ve diğerleri, 2015). Susam

kremsi rengi ve fındıksı tadıyla süt alternatifi üretimi için idealdir (Dharini, Jaspin, Mahendran, 2023).

Ay çekirdeği sütü

Ayçiçeği çekirdeği (*Helianthus annuus*) lipit bakımından zengindir. Aynı zamanda içerdiği liflerin çoğu, esasen selülozdan oluşan çekirdeğin kabuğundan gelmektedir. Ayçiçeği çekirdeğinde, kalsiyum ve çinko gibi bazı minerallerle çözünmeyen kompleksler oluşturan ve bu mikro elementlerin biyoyararlanımını azaltan bir anti-besin maddesi olan fitat bulunmaktadır. Bir diğer anti-besin maddesi ise çekirdeğe burukluk veren tanenlerdir. Ayçiçeği tohumlarının çiğ materyalinde 20 g protein, 50 g toplam lipit, 23,33 g karbonhidrat, 10 g toplam lif, 6,67 g toplam şeker, 133 kalsiyum içerir ve 633 kkal enerji vermektedir. (Silva ve diğerleri, 2020). Ayçiçek tohumları antioksidanlar ve flavonoitlere ait maddeler, yani luteolin ve kersetin içermektedir (Kulczyk ve diğerleri, 2023). Ayçiçek yağı üretiminin ucuz artıklarından elde edilen ayçiçek çekirdeği sütü, bakla, bezelye ve diğer bazı bitkilerden elde edilen içeceklerle aynı yüksek kalitede protein sağlamamaktadır. Ancak sürdürülebilirlik ve ekonomik potansiyel açısından özellikle cazip görünmektedir (Tangyu ve diğerleri, 2023). Baklagillerin ve ayçiçek tohumlarının yeni bitki bazlı içeceklerin geliştirilmesinde kullanılmasının nedeni, yüksek miktarda esansiyel amino asit içermeleri olabilir. İnek sütüne kıyasla, bitkisel kaynaklar bazı amino asitler açısından daha zengindir (Kulczyk ve diğerleri, 2023).

Kenevir tohumu sütü

Kenevir ve kenevir ürünleri son birkaç yılda giderek daha popüler hale gelmiştir (Vahanvaty, 2009). Kenevir tohumları *Cannabis sativa* L. bitkisinden elde edilen, besleyici ve tedavi edici faydalarıyla bilinen yüksek kaliteli yenilebilir yağıyla tanınmaktadır (Sacilik, Öztürk ve Keskin, 2003; Thakur, Morya, Alsulami, Brennan ve Nayik, 2024). Kenevir tohumları çinko, magnezyum, demir, kükürt, potasyum, kalsiyum, demir ve fosfor gibi temel besin maddeleri ile birlikte çözünmeyen lif (%10–15), karbonhidrat (%20–30), yağ (%25–35), A vitamini gibi vitaminler ve kükürt açısından zengin proteinler (%20–25) ve arjinin gibi proteinler açısından zengindir (Thakur ve diğerleri, 2024). Endüstriyel kenevir (düşük tetrahidrokannabinol seviyelerine sahip kenevir çeşitleri), esas olarak lif ve/veya tohum üretimi için yetiştirilmektedir (Burton, Andres, Cole, Cowley ve Augustin,

2022). Kenevir tohumları kabuksuz veya bütün halde pazarlanmaktadır. Ayrıca, kenevir unu ve kenevir yağı gibi türevleri dünya çapında gıda ve/veya gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Kenevir tohumu sütü, önemli tohum bazlı süt ürünlerinden biridir ve endüstriyel kenevirden üretilmektedir (Beşir, Awad ve Mortaş, 2019). Kenevir tohumu ve ondan elde edilen süt alternatifi, sürdürülebilir ve sağlık bilincine sahip beslenme tercihlerine doğru daha geniş bir değişimi yansıtarak, bitki bazlı beslenmenin giderek büyüyen alanında alternatif ortaya çıkmıştır (Thakur, Morya ve Kasankala, 2025). Kenevir sütü, öğütülmüş tohumların suda homojenleştirilmesiyle yapılmaktadır ve filtrelenmiş süt, raf ömrünü uzatmak için genellikle ısıtılmaktadır (Beşir ve diğerleri, 2019). Kenevir tohumu sütü üretiminde alternatif yöntemler de kullanılmaktadır. Örneğin, pH ayarlandıktan sonra yüksek basınçlı homojenizasyon işlemi uygulanarak doğrudan ısı kullanılmadan işlenmiş kenevir sütü elde edilmektedir. Kenevir tohumu iltihap önleyici etkilere ve yüksek protein içeriğine sahip olup, sağlık açısından faydalar sağlamaktadır. Ayrıca, süt proteini ve laktoza alerjisi olanlar veya kolesterol konusunda endişeleri olanlar için uygun bir alternatiftir (Thakur ve diğerleri, 2024).

Keten tohumu sütü

Keten tohumu (*Linum usitatissimum* L.), dünyadaki başlıca yağ bitkilerinden biridir ve önemli bir fonksiyonel gıda olarak kabul edilmektedir (Meng, Chen, Wang, Chen ve Deng, 2023). Omega-3 yağ asidi (alfa-linolenik asit, ALA) ve E vitamini içermektedir (Vajdovich ve diğerleri, 2025). Keten tohumu kardiyovasküler hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde, insanda östrojen seviyelerinin düzenlenmesinde ve bağırsak sağlığının iyileştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Keten tohumundan yapılan bitki bazlı süt alternatifi, keten tohumunun makro ve mikro besinlerini entegre ederek mükemmel besin ve sağlık özelliklerine sahiptir. Aynı zamanda düşük gıda güvenliği riskleriyle çevre dostu ve katkı maddesi içermeyen bir üründür (Meng ve diğerleri, 2023).

2.3.5. Yalancı tahıllar

Yalancı tahılların (psödo tahıllar) protein içerikleri, olumlu sağlık etkileri ve biyolojik olarak aktif bileşikleri nedeniyle tüketimi önem kazanmaktadır. Genel olarak, tahıllara kıyasla yalancı tahıllar daha düşük karbonhidratlı, ancak daha yüksek protein, yağ ve lif içermektedir. Aynı zamanda yalancı tahıllar botanik olarak tahıllarla ilişkili olmadığından,

farklı bir amino asit bileşimine sahiptirler. Yalancı tahılların metiyonin, sistein ve lizin bakımından yüksek, dengeli bir amino asit profili vardır. Ayrıca, doymamış yağ asitleri, diyet lifleri, flavonoitler, lignanlar, antioksidan bileşikler, polifenoller, fitosteroller, vitaminler ve mineraller gibi biyoaktif bileşikler açısından zengindirler (Vajdovich ve diğerleri, 2025). En yaygın olarak bilinen yalancı tahıllar arasında kinoa (*Chenopodium quinoa*), karabuğday (*Fagopyrum esculentum*) ve amarant (*Amaranthus spp.*) yer almaktadır (Li, Zhu ve Li, 2025). Kinoa, amarant ve karabuğday bitkisel içecek üretiminde kullanılmaktadır. Bu hammaddeler sade içecekler (örneğin kinoa içeceği) veya farklı bitkilerin karışımı (örneğin kinoa-pirinç içeceği) olarak pazarlanmaktadır (Scholz-Ahrens, Ahrens ve Barth, 2020).

Kinoa sütü

Kinoa (*Chenopodium quinoa*), yüksek besin değerine sahip bir besindir (Silva ve diğerleri, 2020). Günümüzde kinoa, yüksek protein içeriği ve kalitesiyle, yani yüksek oranda lizin ve metiyonin içeren dengeli bir amino asit spektrumuyla bilinmektedir (Nowak, Du, Charrondière, 2016). Kinoanın çiğ materyalinde 2,86 g protein, 1,79 g toplam lipit, 20 g karbonhidrat, 2,1 g toplam lif, 2,14 g toplam şeker, 14 kalsiyum bulunur ve kinoa 107 kkal enerji sağlamaktadır (Silva ve diğerleri, 2020). Bu tahıl, potasyum, kalsiyum, magnezyum, fosfor, demir ve çinko gibi mineraller ve riboflavin, tokoferol, karotenoidler, pantotenik asit, folik asit, biotin, C ve B12 vitaminleri gibi vitaminler açısından zengindir. Kinoa taneleri un, pul, irmik, hazır toz şeklinde kullanılabilir veya farklı preparatlara eklenebilir. Kinoa, gluten eksikliğinden kaynaklanan çölyak hastalığının diyet tedavisinde kullanılabilmektedir (de Gouveia, Frangella, Exel, 2012). Kinoa sütü alternatifi, inek sütünden farklı bir dokuya sahiptir. Bu süt alternatifi, shake, makarna, şekerleme, kahve gibi çeşitli yiyecek ve ürünler için hammadde olarak kullanılabilmektedir (Silva ve diğerleri, 2020). Ancak, besin maddelerinin yanı sıra, kinoa özellikle kabuğunda acı ve zehirli bileşikler (örneğin saponinler) içermektedir. Bu nedenle, kinoa çoğu durumda kabuğundan arındırılmakta veya parlatılmakta ve yıkanmaktadır. Ayrıca, kinoa çeşitlerinde ve çevresel faktörlere bağlı olarak besin maddeleri, biyoaktif bileşikler ve saponinlerin içeriğinde önemli farklılıklar bulunur; bu da tarımsal ve beslenme açısından önemlidir (Nowak ve diğerleri, 2016). Kinoa tohumlarının zengin amino asit bileşiminin yanı sıra, protein sindirilebilirliği de (%92) süt proteini kazein ile karşılaştırılabilir seviyededir (Balakrishnan ve Schneider, 2022).

Karabuğday sütü

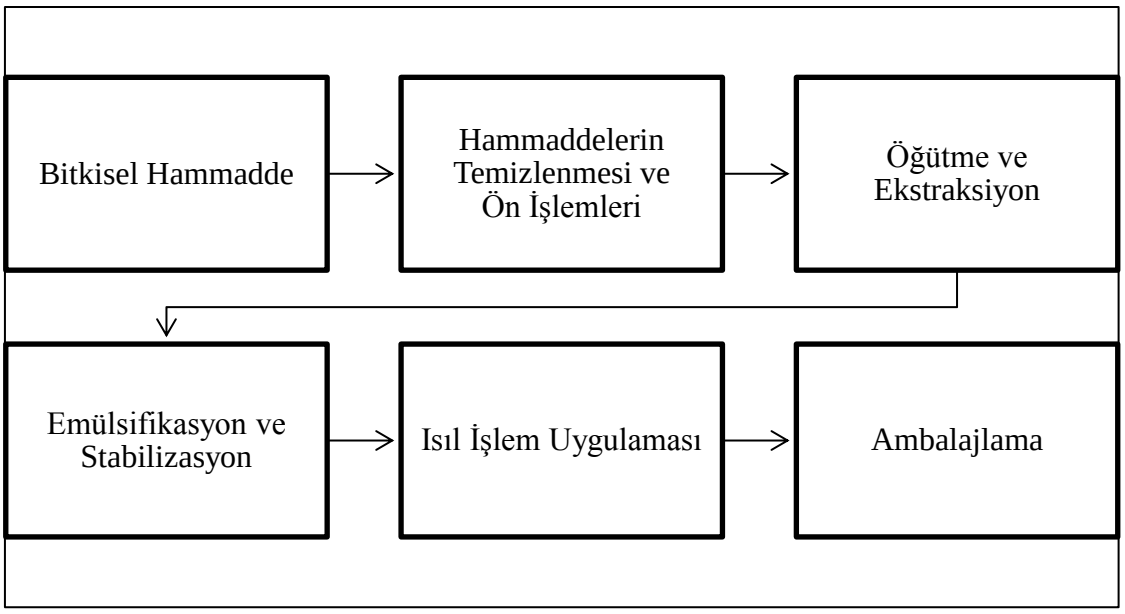
Karabuğday, Polygonaceae familyasının *Fagopyrum* cinsine aittir (Xu ve diğerleri, 2023). Karabuğday, besin değeri yüksek protein, lipit, diyet lifi ve minerallerin iyi bir kaynağı olarak kabul edilir ve fenolik bileşikler ve steroller gibi diğer sağlığı destekleyici bileşenlerle birleştiğinde, potansiyel bir fonksiyonel gıda olarak giderek daha fazla ilgi görmektedir (Shreeja, Devi, Suneetha ve Prabhakar, 2019). Tatar karabuğdayı (*F. tataricum* L. Gaertn.) ve adi karabuğday (*F. esculentum Moench*) olmak üzere yüksek besin değerine sahip iki ana türü vardır. Geleneksel Çin Tıbbı teorisine göre, karabuğdayın dalağı güçlendirme ve sindirimi kolaylaştırma etkisi vardır. Ünlü bir geleneksel ürün olan Tatar karabuğdayı, adi karabuğdaya kıyasla değerli ve önemli bir ilaç ve gıda hammaddesidir. Bu karabuğday rutin, kersetin ve diğer flavonoitler, amino asitler, ham lifler ve vitaminler gibi çeşitli aktif bileşenler açısından zengindir (Xu ve diğerleri, 2023). Karabuğday sütü C, E ve B vitaminleri, rutin, kersetin, orientin, izoorientin ve izoviteksin içermektedir (Vajdovich ve diğerleri, 2025).

Amarant sütü

Amarant, Amaranthaceae familyasından olup, çoğunlukla subtropikal ve tropikal bölgelerde yetiştirilmektedir. Bu bitki iyi besin bileşimi nedeniyle tüketilmektedir ve tohumları tahıl olarak kullanılmaktadır. Amarant tahılı esas olarak yaklaşık %61,3- %76,5 karbonhidrat (çoğunlukla nişasta), %13,1- %21,5 ham protein, %5,6- %10,9 ham yağ, %2,7 - %5 ham lif ve %2,5- %4,4 kül içermektedir. Yüksek kaliteli proteinlerin yüksek konsantrasyonu %13 - %18'dir ve bu oran en önemli üç temel tahıldan (pirinç, buğday ve mısır) daha yüksektir (Nakov, Ninova-Nikolova, Ivanova, Raykova ve Trajkovska, 2025). Amarant tohumları, demir, çinko ve magnezyum dahil olmak üzere iyi bir mineral kaynağıdır (Li ve diğerleri, 2025). Amarant C, E ve B vitaminleri, polifenoller, saponinler, hemaglutininler, fitin, nitratlar, oksalatlar, betasiyaninler (betanidin), rutin, izokersetin, nikotiflori içermektedir (Vajdovich ve diğerleri, 2025). Zengin amino asit bileşiminin yanı sıra, amarantın (%79-89) protein sindirilebilirliği, süt proteini kazein ile karşılaştırılabilir seviyededir (Balakrishnan ve Schneider, 2022).

2.4. Bitki Bazlı Süt Alternatifleri Üretim Süreci

Bitkisel bazlı içecek üretim süreci, kullanılan ham maddeye ve nihai ürünün amacına göre değişiklik gösterebilmektedir. Ancak üretim sürecindeki bazı basamaklar ortaktır (Penha, Santos, Speranza ve Kurozawa, 2021). Bitki bazlı süt üretim süreci Şekil 2.1'de gösterilmiştir (Romulo, 2022; Reyes-Jurado ve diğerleri, 2023).



Şekil 2.1. Bitki bazlı süt üretim süreci

Bitkisel hammadde

Hammaddelerin kalitesini sağlamak için üreticilerin birkaç kritik faktörü göz önünde bulundurması gerekmektedir. Bitkisel içeriklerin kökeni ve çeşitliliği, yetiştirme koşullarıyla birlikte, tadı ve besin içeriğini önemli ölçüde etkilemektedir. Hammaddelerin tazeliğini ve bütünlüğünü korumak için dikkatli hasat ve taşıma ve depolama sırasındaki işlemler çok önemlidir. Ayrıca, temizleme, ayıklama ve hazırlama gibi kullanılan işleme yöntemleri, genel kaliteyi etkilemektedir. Uygun depolama koşulları ve koruma teknikleri, bozulmaya karşı daha fazla koruma sağlar ve ham maddelerin besleyici özelliklerinin korunmasına yardımcı olmaktadır. Pestisitler, ağır metaller ve mikrobiyal ajanlar gibi kirleticileri tespit etmek için düzenli kalite testleri şarttır. Bu durum ham maddelerin güvenliğini ve saflığını sağlamaktadır. Bu faktörleri değerlendiren bitkisel süt alternatifi üreticileri yüksek kaliteli bitki kaynaklarını tercih edebilir. Bu durumda tüketicilerin lezzet,

yüksek besin değeri ve sürdürülebilirlik taleplerini etkili bir şekilde karşılayan üstün bitkisel süt alternatifi ürünleriyle sonuçlanmaktadır (Irondi ve diğerleri, 2025).

Hammaddelerin temizlenmesi ve ön işlenmesi

Bitkisel bazlı gıdaların oluşturulmasında çeşitli bileşenler ve hammaddeler kullanılabilmektedir. Bu durumda en önemli olanların seçimi, başarılı bir nihai ürün geliştirme için kritik öneme sahiptir (Mehany ve diğerleri, 2024). Bitkisel süt alernatiflerinin hammaddelerinin temizleme ve ayıklama aşamasında, hammaddeler iyice incelenir ve hammaddelerden en yüksek kalitede bileşenler elde etmek için her türlü safsızlık, yabancı madde veya hasarlı bileşen uzaklaştırılmaktadır (Irondi ve diğerleri, 2025). Bitki bazlı süt üretiminde ıslatma, ilk ön işlem sürecidir. Kuruyemişler, baklagiller, tohumlar ve tahıllar gibi birçok ham madde türü için bu ön işlem kullanılabilmektedir. Bu işlem basamağı, tahıllar, baklagiller ve kuruyemişler gibi dış katman kabuğunun şişmesi ve yumuşaması yoluyla optimum ekstraksiyon sürecine yardımcı olmaktadır. Bu nedenle, ekstraksiyon verimi artırılabilmektedir. Ayrıca, ıslatma işlemi, başlangıçtaki mikrobiyal yükü azaltmak, enzimleri etkisiz hale getirmek, istenmeyen tatları gidermek, duyusal özellikleri iyileştirmek ve besin kalitesini artırmak için de faydalıdır. Islak öğütme, bitki bazlı süt üretiminde ekstraksiyon sürecinin bir adımıdır. Su ilavesini ve bitki materyallerinin boyutunun küçültülmesini içermektedir. Bu adım, ürünlerin nihai bileşimi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Sodyum hidroksit veya sodyum bikarbonat kullanılarak pH'ın değiştirilmesi, öğütme sıcaklığı ve enzim ilavesi yoluyla daha iyi bir ekstraksiyon süreci elde edilebilmektedir. Bu işlemler polisakkaritlerin, proteinin ve yağın çözünürlüğünü artırır ve son ürünlerdeki toplam çözünür katı madde miktarını yükseltmektedir (Romulo, 2022). Yulaf, soya fasulyesi, badem vb. bitkilerden yapılan bitkisel sütlerde lezzet ve besin içeriğini artırmak için lipoksijenaz ve tripsin inhibitörleri sıcak suda haşlama yoluyla etkisiz hale getirilmektedir. Bu işlem, fasulye benzeri, ekşi tadı azaltmaya yardımcı olmaktadır ve ayrıca süspansiyon stabilitesini artırıp, tebeşirleşmeyi azaltmaktadır (Daryani, Pegua ve Aryaa, 2024).

Öğütme ve ekstraksiyon

Kuru öğütme, çoğunlukla kurutulmuş ham maddelerin partikül boyutunu ilgili toz formlarına indirgemek için kullanılmaktadır. Öğütülmüş malzeme daha sonra macun

oluşturmak için suyla karıştırılmaktadır. Bununla birlikte, macunlardan süt ürünü olmayan alternatiflerin üretimi sırasında, katı maddeler kapta dibe çökmeye eğilimlidir. Bu durumda içeriğin homojenizatöre eksik aktarılmasına ve israfına neden olmaktadır. Kuru öğütme işleminin verimli çalışmasını sağlamak için dikkate alınması gereken önemli faktörler partikül sertliği ve besleme boyutudur. Kuru öğütme su israfını ve enerji tüketimini azaltırken, daha yüksek protein, karbonhidrat, yağ ve mineral kalitesine sahip bir ürün elde edilmesini sağlasa da, toz ve ham madde israfı gibi kullanım sorunları nedeniyle daha az popülerdir (Dhankhar ve Kundu, 2021).

Islak öğütme yoluyla ekstraksiyon, bitki bazlı süt üretiminde en yaygın yöntemdir. Bu yöntem, malzemelerin boyut küçültülmesi sırasında su ilavesini içerir. Bitki bazlı sütün nihai konsantrasyonunu etkileyebilecek çeşitli faktörler vardır. Bunlar arasında ekstraksiyon sıcaklığı, pH, su miktarı ve ekstraksiyon hızı sayılabilmektedir. Ekstraksiyondan sonra bazı kalıntılar oluşur ve bu nedenle bir filtrasyon işlemi gerekmektedir. Filtrelenmiş sıvı kısım elde edildikten sonra, tatlandırıcılar, antioksidanlar, stabilizatörler, aroma, renklendirici maddeler, tuz, yağlar, vitaminler ve mineraller gibi diğer bileşenler ürüne dahil edilebilmektedir. Bitki bazlı süt, farklı çözünürlüğe sahip birçok parçacık içerdiğinden, ürünün daha kararlı olması için parçacık boyutunu küçültmek ve parçacıkları sistemde eşit olarak dağıtmak amacıyla homojenizasyon uygulanmaktadır. Kararlılık, hidrokolloidler ve emülgatörler gibi stabilizatörlerin eklenmesiyle de iyileştirilebilmektedir (Romulo, 2022).

Emülsifikasyon ve stabilizasyon

Bitki bazlı süt üretiminde vitaminler, mineraller, stabilizatörler, emülgatörler, aroma vericiler, renklendiriciler, tuzlar ve koruyucular gibi gıda katkı maddeleri genellikle formülasyon sürecinde eklenmektedir. Bitki bazlı içeceklerin besin kalitesi inek sütüne kıyasla önemli ölçüde farklı olduğundan, gıda katkı maddelerinin eklenmesi bitki bazlı sütün besin kalitesini, biyoyararlanımını ve ürünlerin raf ömrünü iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Formülasyon sırasında bileşenlerin karıştırılması, protein, nişasta, lif ve mineraller gibi bazı parçacıkların çözünmezliğine yol açarak ürünün stabilitesini azaltabilmektedir. Stabilizatör ve emülgatörün eklenmesi ve ardından homojenizasyon işlemi yapılması, parçacık boyutunu küçülterek, agregat ve lipit damlacıklarının oluşumunu önleyerek ve parçacık dağılımını artırarak bitki bazlı sütün stabilitesini

iyileştirebilmektedir (Romulo, 2022). Bitki bazlı içecekleri çözünürlüğü dikkate alındığında bitki bazlı içeceklerin kullanımının genişletilmesi için, belirli koşullar altında hidrolize edici enzimler yardımıyla içeceklere ekstraksiyon işlemi de uygulanabilmektedir. Asidik veya alkali koşullarda, protein çözünürlüğünü artırmak için çeşitli peptidazlar kullanılmaktadır. Sonuç olarak, stabilite, ürünlerin tipik uygulamaları için gerekli bir özelliktir. Bitki bazlı içeceklerin ürünlerinin stabilitesi, dağılmış faz parçacıklarının boyutuna bağlıdır. Bu içecekler, bitki bazlı malzemelerden, yağ küreciklerinden, nişastadan ve proteinlerden elde edilen katı parçacıklar gibi büyük boyutlu dağılmış parçacıklardan oluşan koloidal sistemlerdir. Bu durum, katı parçacıkların çökelmesi ve/veya tortulaşması nedeniyle uzun süre depolama sırasında stabil bir ürün elde etmeyi zorlaştırmaktadır (Mehany ve diğerleri, 2024).

Isıl işlem uygulanması

Bitki bazlı içeceklerde homojenizasyondan sonra, patojen mikroorganizmayı öldürmek ve enzimleri etkisiz hale getirmek için pastörizasyon gibi ısıl işlem uygulanmaktadır (Romulo, 2022). Pastörizasyon, sterilizasyon veya UHT gibi yüksek sıcaklık işlemleri, mikroorganizmaların yok edilmesi yoluyla süt içermeyen sütlerin raf ömrünü uzatmak için kullanılmaktadır. Birçok çalışma, badem, soya ve yer fıstığı sütü gibi çeşitli süt içermeyen sütlerde 121 °C'de 15-30 dakika süreyle sterilizasyon işlemlerinin uygulandığını bildirmiştir. Ayrıca, yer fıstığı, Hindistan cevizi ve badem sütü gibi farklı süt içermeyen sütlerde 134-140 °C aralığında 2 ila 20 saniye süreyle UHT işlemi uygulanmıştır. Bununla birlikte, yüksek sıcaklık işlemlerinin, proteinlerin pıhtılaşmasına neden olarak süt içermeyen süt alternatifini destabilize ettiği bildirilmiştir. Bunun nedeni, yüksek sıcaklıklarda proteinlerin polar olmayan amino asit kalıntılarını açığa çıkarmak için açılması ve bu kalıntıların protein-protein etkileşimlerine katılması ve sonuç olarak agregasyon, sedimantasyon veya jelleşme olayları göstermesidir. Isı işleminden sonra homojenizasyon işlemi, agregatların bozulması ve partikül boyutu dağılımının azaltılması yoluyla süspansiyon stabilitesini iyileştirmektedir (Dhankhar ve Kundu, 2021).

Ambalajlama

Bitki bazlı süt üretiminin temel adımlarından olan ambalajlama, ürün kalitesini ve güvenliğini korumayı içermektedir ve ürün kalitesinin ve güvenliğinin korunmasını

sağlamaktadır. Bu aşamada, sütü dış etkenlerden ve ışıktan korumak için uygun ambalaj malzemeleri özenle seçilmektedir (Irondi ve diğerleri, 2025). Bu amaçla, karton sistemler, plastikler ve cam gibi birçok ambalaj türleri kullanılabilmektedir (Romulo, 2022). Ambalaj seçimi bitki bazlı sütlerin raf ömrünü ve sürdürülebilirliğini etkilemektedir. Benzer şekilde, sütün taze ve tüketim için güvenli kalmasını sağlamak için uygun depolama koşulları da önem taşımaktadır. Bitki bazlı sütler bozulmayı önlemek ve raf ömrü boyunca tadını ve besin özelliklerini korumak için tercihen serin, kuru bir yerde, doğrudan güneş ışığından uzakta ve önerilen sıcaklıklarda saklanmalıdır (Irondi ve diğerleri, 2025).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç ve Kimyasallar

3.1.1. Gereç

Çalışmada, bitki bazlı içecek yapımında kullanılan nohut, kabak çekirdeği, hurma gibi gıdalar Türkiye'de satışa sunulan ticari firmalardan temin edilmiştir. Aynı zamanda temin edilen iki farklı ticari firmaya (A, B) ait inek sütleri karşılaştırma amacıyla kullanılmıştır. Günlük olarak hazırlanan bitki bazlı içecekler steril cam kaplara alınmış ve analize alınana kadar buzdolabı sıcaklığında (+4°C) muhafaza edilmiştir.

3.1.2. Deneylerde kullanılan cihaz ve ekipmanlar

Bitki bazlı içeceklerin analizinde kullanılan cihaz, alet ve genel laboratuvar malzemelerine ait bilgiler Çizelge 3.1'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. Analizde kullanılan cihaz ve genel laboratuvar malzeme bilgileri

Cihaz/Ekipman	Marka
Hassas terazi	(Shimadzu AW 320, Filipinler)
pH metre	(Hanna Combo HI98130, Romanya)
Manyetik karıştırıcı	(Ika Turrax T20 Basic, Almanya)
Ultrasonik banyo	(Şimşek Labor Teknik, Türkiye)
Çalkalamalı sıcak su banyosu	(Nüve, Türkiye)
Refraktometre	(Milwaukee Digital MA 871, Amerika)
Kül Fırını	(Carbolite Elf 11/6B Seri No:21501820, İngiltere)
Etüv	(UNB 400 Seri No: C4091167, Almanya)
ELISA okuyucu	(Molecular Devices, SpektraMax ABS Plus, Amerika)
ICP-OES cihazı	(Perkin Elmer Optima 8000 Dv Seri No:078n1121508c, Amerika)
Lazer Difraksiyon Cihazı	(Helos, Almanya)
Sıcak su banyosu	(Memmert, Almanya)
Santrifüj cihazı	(Sigma 2-16 KL, Almanya)
Vorteks	(Firlabo, Fransa)
Distile su cihazı	(Şimşek Labor Teknik SS 200, Türkiye)
Buzdolabı	(Arçelik, Türkiye)
Blender	(Bosch, Almanya)
Genel laboratuvar malzemeleri	
*Santrifüj tüpleri	
*Erlenmayer	
*Mikropipetler	
*Makropipetler	
*Diğer sarf malzemeler	

3.2. Bitki Bazlı Süt Örneklerinin Hazırlanması

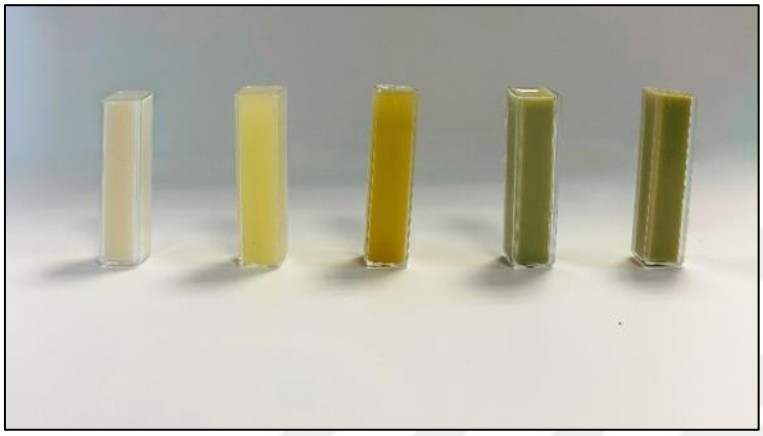
Araştırma kapsamında; bitkisel protein ve lipit kaynağı ana hammaddeler olarak nohut ve kabak çekirdeği kullanılarak, sade ve doğal tatlandırıcı (hurma) ilaveli olmak üzere toplam dört farklı bitki bazlı içecek formülasyonu geliştirilmiştir. Bitki bazlı içecek örneklerinin geliştirilmesinde kullanılan gıdalar Resim 3.1'de verilmiştir.



Resim 3.1. Bitki bazlı içecek üretiminde kullanılan gıdalar

Üretim aşaması öncesinde hammaddelerin ekstraksiyon verimini artırmak, antinütrisyonel faktörleri inhibe etmek ve tekstürel modifikasyon sağlamak amacıyla nohut taneleri basınçlı buharlı pişiricide 1 saat süreyle ısıl işleme tabi tutulmuş, soğutulduktan sonra daha homojen bir emülsiyon eldesi için manuel olarak dış kabuklarından arındırılmıştır. Benzer şekilde sert kabuklarından arındırılmış kabak çekirdekleri yüzey safsızlıklarının uzaklaştırılması amacıyla distile su ile yıkanırken; formülasyonlara biyoaktif zenginleştirici olarak dahil edilen hurmalar, rehidrasyon kapasitelerini artırmak ve mekanik soyma işlemini kolaylaştırmak amacıyla 1 saat boyunca kaynar suda bekletilmiştir. Ön işlemleri tamamlanan katı hammaddeler, homojen bir yapı oluşturmak üzere belirlenen oranlardaki formülasyon suyu ile birleştirilmiştir. Karışımların hazırlanması yüksek devirli mekanik bir parçalayıcı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Mekanik sürtünmeye bağlı aşırı ısınmayı engellemek için, kesintili periyotlar halinde sade gruplara 90 saniye, hurma ilaveli gruplara ise 120 saniye işlem uygulanmıştır. Mekanik homojenizasyon işleminden sonra ince gözenekli steril bir süzme bezi yardımıyla filtrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. İşlem neticesinde katı fazdan ayrılan sıvı faz, nihai bitki bazlı içecek olarak kapalı steril kaplara alınarak analiz aşamasına kadar +4 °C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir.

Araştırma kapsamında; protein ve yağ kaynağı ana hammaddeler olarak nohut ve kabak çekirdeği kullanılarak sade ve aynı zamanda hurma ilaveli olmak üzere toplam dört farklı bitki bazlı içecek alternatifi geliştirilmiştir. Üretilen örnekler içeriklerine göre; sade nohut içeceği (N), hurma ilaveli nohut içeceği (NH), sade kabak çekirdeği içeceği (K) ve hurma ilaveli kabak çekirdeği içeceği (KH) şeklindedir. Bitki bazlı içecek örnekleri ve karşılaştırma amaçlı kullanılan ticari inek sütüne ait görsel Resim 3.2'de verilmiştir.



Resim 3.2. Bitki bazlı içecek örnekleri

3.2.1. Bitki bazlı içeceklerin enerji ve bileşim analizleri

Bu çalışmada geliştirilen bitkisel bazlı içeceklerin enerji değerini ve besin bileşimini belirlemeye yönelik nem, protein, toplam yağ, kül, lif (ham selüloz) ve karbonhidrat analizi yapılmıştır. Aynı zamanda, kalsiyum analizi gerçekleştirilmiştir.

Nem tayini

Bitki bazlı içeceklerin nem içeriğinin belirlenmesinde gravimetrik yöntem kullanılmıştır. Türk Standartları Enstitüsü (TSE)' de nem tayini için belirtilen yöntem uygulanmıştır (TSE [2002]). Analiz öncesinde petri kapları 100 °C'lik etüvde 1 saat bekletilmiş, ardından desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve tartılarak daraları kaydedilmiştir (M1). Hazırlanan petri kaplarına homojenize örnekten 3-4 mL tartılmış ve 100 °C sıcaklıktaki etüvde sabit tartıma ulaşana kadar kurutma işlemi uygulanmıştır. İşlem sonunda desikatörde soğutulan kaplar tartılarak son ağırlık (M2) belirlenmiştir. Nem oranı (%) aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\%\text{Nem} = 100 - \left(\frac{(\text{M2} - \text{M1})}{(\text{Örnek Ağırlığı (g)})}\right) \times 100 \quad (3.1)$$

Protein tayini

Bitki bazlı içecek örneklerinin protein miktarı, Kjeldahl yöntemi ile tayin edilmiştir (Official Methods of Analysis of AOAC International [AOAC], 2005a). 1 g örnek Kjeldahl tüplerine alınarak üzerine 10 g potasyum sülfat (K_2SO_4), 0,5 g bakır sülfat ($CuSO_4$) ile 20 mL sülfürik asit (H_2SO_4) ve 3 mL hidrojen peroksit (H_2O_2) eklenmiştir. Tüpler yakma ünitesine yerleştirilmiş ve 180 °C 20 dk, 250 °C 20 dk, 320 °C 20 dk, 410 °C 75 dk olacak şekilde yakma işlemi yapılmıştır. Erlene 50 mL %4'lük borik asit çözeltisi eklenmiştir; aynı zamanda distilasyon cihazından örneğe 50 mL saf su, %35'lik 150 mL sodyum hidroksit (NaOH) ilave edilerek 5 dakika distilasyon yapılmıştır. Toplanan distilat, indikatör eşliğinde 0,1 N hidroklorik asit (HCl) ile açık mor renk elde edilene kadar titre edilmiştir. Çalışmada kör (şahit) kullanılmıştır. Örneğin protein oranı (%) aşağıda verilen formülle hesaplanmıştır.

$$\%\text{Protein} = \frac{(\text{V}_{\text{titrant}} - \text{V}_{\text{blank}}) \times 1{,}4 \times \text{N}_{\text{HCl}} \times 6.38}{\text{Örnek Ağırlığı(g)}} \quad (3.2)$$

Toplam yağ tayini

Bitkisel içeceklerin toplam yağ miktarı gravimetrik yöntemle tayin edilmiştir (Official Methods of Analysis of AOAC International [AOAC], 2005b). 1 g örnek cam deney tüpüne tartılarak üzerine 0,3 mL amonyum hidroksit (NH_4OH), 1 mL %95'lik etil alkol ve 3 damla fenolftalein ilave edilmiştir. Tüpün ağzı kapatılarak 15 saniye vortekslenmiştir. Ekstraksiyon işlemi üç aşamada tamamlanmıştır. Birinci aşamada karışıma sırasıyla 2,5 mL dietil eter eklenerek 1 dk ve tekrar 2,5 mL petrol eteri eklenerek 1 dk olmak üzere vortekslenme yapılmıştır. Daha sonra 1800 rpm'de 3 dakika santrifüj edilmiştir. Ayrılan üst faz darası alınmış petri kabına aktarılmıştır. İkinci aşamada alt faz üzerine 0,5 mL etil alkol eklenerek 15 sn, 1,5 mL dietil eter eklenerek 1 dk ve 1,5 mL petrol eteri eklenerek 1 dk vortekslenme işleminden sonra 1800 rpm'de 3 dk santrifüj yapılmıştır. Buradaki üst faz birinci ekstraksiyondaki petri kabına ilave edilmiştir. Üçüncü aşamaya ise ikinci ekstraksiyondaki etil alkol aşaması atlanarak devam edilmiştir. Ekstraksiyonda 1,5 mL

dietil eter ilave edilerek 1 dk ve 1,5 ml petrol eteri ilave edilerek 1 dk vorteks yapılmıştır. Devamında ise 1800 rpm'de 3 dk santrifüj işleminden sonra üstteki faz 1.ve 2. ekstraksiyondaki ayrılan petri kabına ilave edilerek 105 °C etüvde sabit tartıma getirilmiştir. Örneğin toplam yağ miktarı gravimetrik olarak hesaplanmıştır.

$$\%\text{Toplam yağ} = \frac{(M_2 - M_1)}{\text{Tartılan Ağırlık(g)}} \times 100 \quad (3.3)$$

Kül tayini

Bitki bazlı içeceklerin toplam kül miktarı, yüksek sıcaklıkta yakılan organik bileşenlerin uzaklaştırılması prensibine dayanan gravimetrik yöntemle tayin edilmiştir (Official Methods of Analysis of AOAC International [AOAC], 2005c). Porselen krozeler 550 °C'deki kül fırınında 1 saat bekletilip desikatörde soğutularak sabit ağırlığa getirilmiştir (M1). Krozeye 0,5-1 g örnek tartılmış ve sıcaklık kademeli olarak artırılarak 550°C'ye getirilmiştir. Yakma işlemi, örnekteki tüm organik maddeler yanıncaya kadar ve homojen beyazımsı bir renk alıncaya kadar sürdürülmüştür. Soğutma işlemini takiben son tartım (M2) yapılmış ve kül oranı (%) aşağıda verilen formülle hesaplanmıştır.

$$\%\text{Kül} = \frac{M2 - M1}{\text{Örnek Ağırlığı(g)}} \times 100 \quad (3.3)$$

Lif (ham selüloz) tayini

Bitki bazlı içeceklerin lif tayini için gravimetrik yöntemi kullanılmıştır. Türk Standartları Enstitüsü (TSE)' de lif tayini için belirtilen yöntem uygulanmıştır (TSE [1989]). Analizde kullanılan Scharrer reaktifi %70 asetik asit çözeltisinden 900 mL alınarak üzerine 60 mL nitrik asit çözeltisi ve 24 g triklor asetik asit eklenmesi ve iyice karıştılması ile 1 litreye tamamlanarak hazırlanmıştır. Bitki bazlı içecek örneğinden balona 1 g tartılarak üzerine 40 mL scharrer reaktifi ilave edilmiş ve geri soğutucu altında 30 dakika kaynatılmıştır. Süre sonunda çözelti vakum pompası yardımıyla cam krozeden süzülmüş, asitlik giderilene kadar sıcak su ve ardından sırasıyla 20 mL aseton ve 20 mL dietil eter ile tekrar yıkanmıştır. Kroze önce 130°C'de (m_{130}) ve ardından 550°C'de (m_{550}) sabite getirme işlemi yapılmıştır. Lif miktarı aşağıda belirtilen eşitlikle belirlenmiştir.

$$\%\text{Lif} = \frac{M_{130} - M_{550}}{\text{Örnek Ağırlığı (g)}} \times 100 \quad (3.4)$$

Toplam karbonhidrat tayini

Bitki bazlı içecek örnneklerinin toplam karbonhidrat içeriği, deneysel olarak elde edilen nem, yağ, protein, kül ve lif değerlerinin toplam kütleden çıkarılması prensibine dayanan fark yöntemi ile tayin edilmiştir. Elde edilen sonuçlar kuru madde esasına göre değerlendirilmiş ve toplam karbonhidrat oranı (%) aşağıda verilen formülle hesaplanmıştır. (Official Methods of Analysis of AOAC International [AOAC], 2005d).

$$\text{Toplam Karbonhidrat}(\%) = 100 - (\%\text{Nem} + \%\text{Kül} + \%\text{Protein} + \%\text{Yağ} + \%\text{Lif}) \quad (3.5)$$

Kalsiyum analizi

Bitki bazlı içeceklerin kalsiyum içeriği, indüktif eşleşmiş plazma optik emisyon spektroskopisi (Inductively coupled plasma optical emission spectroscopy, ICP-OES) tekniği ile tayin edilmiştir. Mikrodalga teflon tüplerine yaklaşık 1 g homojenize bitki bazlı içecek örneği tartılarak üzerine 5 mL nitrik asit (HNO_3) ve 2 mL hidrojen peroksit (H_2O_2) ilave edilmiştir. Karışım çalkalanmış ve gaz çıkışı için 20 dakika bekletilmiştir. Mikrodalga cihazında parçalama işlemi yapılır. Parçalama işleminden sonra ICP-OES cihazında kalsiyum analizi gerçekleştirilir. Ölçümler kalsiyum elementi için 317.933 nm dalga boyunda yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar mg/kg cinsinden hesaplanmıştır. Bu yöntemin LOD değeri 1,05 mg/kg ve LOQ değeri 3,5 mg/kg'dır (Sun, Waters ve Mawhinney, 2000; Aganga, Amarteifio ve Nkile, 2002; Cindric, Zeiner ve Steffan, 2007).

3.2.2. Bitki bazlı içecekler ve hayvansal sütlerin fizikokimyasal analizleri

Bitki bazlı içecek örneklerinde ve inek sütlerinde titrasyon asitliği, pH, briks, elektrik iletkenliği, toplam çözünmüş madde (TDS), partikül büyüklüğü, viskozite, toplam fenolik madde ve toplam flavonoit analizleri gerçekleştirilmiştir.

Titrasyon asitliği tayini

Çalışma kapsamında üretilen dört farklı bitki bazlı içecek örneğinin ve karşılaştırma grubu olarak kullanılan inek sütlerinin (A, B) toplam asitlik (titre edilebilir asitlik) düzeyleri, titrasyon yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Official Methods of Analysis of AOAC International [AOAC], 2005e). Örnekten 10 g tartılarak erlene aktarılmış ve üzerine 100 ml distile su eklenmiştir. Bu örneğin üzerine indikatör olarak 1-2 damla %1'lik fenolftalein çözeltisi damlatılmış ve erlen dairesel hareketlerle çalkalanmıştır. Daha sonra ayarlı 0,1 N sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi ile titre edilerek yaklaşık 30 saniye boyunca kalıcılığını koruyan uçuk pembe renk oluşumu gözlendiğinde titrasyon işlemine son verilmiştir. Harcanan NaOH miktarı büretten hacimsel (mL) olarak okunmuş ve elde edilen değerler kaydedilmiştir. Deneysel verilerin güvenilirliğini sağlamak amacıyla her bir örnek için titrasyon işlemi iki tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiş ve sonuçlar % olarak hesaplanmıştır.

pH tayini

Bitki bazlı içecek numunelerinin pH düzeylerinin belirlenmesi için pH ölçüm cihazı (Hanna Instruments, HI98130) kullanılmıştır. Ölçümler, üretim işlemi tamamlanmış ve oda sıcaklığına getirilmiş 10 g bitki bazlı içecek örnekleri kullanılarak doğrudan belirlenmiştir. Analiz öncesinde cihazın kalibrasyonu gerçekleştirilmiştir. Her örnek için üç ölçüm gerçekleştirilmiştir (Rincon ve diğerleri, 2020).

% Briks tayini

Çalışma kapsamında üretilen bitki bazlı içecek örnekleri ve sütlerin % Briks (°Briks) değerlerinin belirlenmesi amacıyla, dijital refraktometre (Milwaukee Instruments) kullanılmıştır. Analizler, oda sıcaklığındaki (yaklaşık 20°C) örnekler üzerinde doğrudan gerçekleştirilmiş ve °Briks değeri ölçümden sonra dijital ekrandan kaydedilmiştir. Ölçüm hassasiyetini sağlamak amacıyla, analiz öncesinde cihazın kalibrasyonu yapılmıştır. Her ölçümden sonra cihazın ölçüm prizması distile su ile temizlenmiştir. Her bir örnek için üç ölçüm gerçekleştirilmiştir (Rincon ve diğerleri, 2020).

Elektrik iletkenlik tayini

Bitki bazlı içecek numunelerinin elektrik iletkenlik (EC) değerlerinin belirlenmesi, çok parametreli taşınabilir ölçüm cihazı (Hanna Instruments, HI98130) kullanılarak oda sıcaklığında (20°C) doğrudan gerçekleştirilmiştir. Analiz öncesinde cihazın kalibrasyonu yapılmıştır. Her bir örnek için üç ölçüm gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, milisiemens/santimetre (mS/cm) cinsinden ifade edilmiştir. (McCarthy ve Singh, 2009; Manzoor ve diğerleri, 2019)

Toplam çözünmüş madde (TDS) tayini

Bu araştırmada geliştirilen bitki bazlı içecek örnekleri ve inek sütlerinin toplam çözünmüş katı madde (TDS) içerikleri, çok parametreli dijital ölçüm cihazı (Hanna Instruments, Combo Tester) kullanılarak tayin edilmiştir. Analizler, üretim işlemi tamamlanmış bitki bazlı içecekler ve inek sütleri oda sıcaklığına (yaklaşık 20°C) getirilerek doğrudan gerçekleştirilmiştir. Ölçüm hassasiyetini güvence altına almak için cihaz analiz öncesinde uygun TDS standartları ile kalibre edilmiştir. Her bir örnek için üç ölçüm gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular g/L (ppt) cinsinden ifade edilmiştir (Djalal ve diğerleri, 2025).

Partikül büyüklüğü

Bitki bazlı içecek ve inek sütü örneklerinin partikül büyüklüğü tayini Laser-X Diffraction Particle Sizer cihazı kullanılarak yapılmıştır (Ashton ve diğerleri, 1975; Kopf-Bolanz ve diğerleri, 2023). Örnekler cihazın örnek verilen yerine konulmuştur. Ölçüm işlemi 3 defa tekrarlanmıştır. Örneklerin d10, d16, d50, d84 ve d90 değerleri cihaz tarafından hesaplanmıştır ve d50 değerlerinin ortalaması ve geometrik standart hatası kullanılmıştır.

Viskozite analizi

Bitki bazlı içeceklerin ve inek sütlerinin viskozitesi, Ubbelohde viskozimetresi (No.2, Almanya) kullanılarak iki çizgi arasında geçen süre hesaplanarak ölçülmüştür (Ashton ve diğerleri, 1975; Sun ve diğerleri, 2022; Magwere ve diğerleri, 2025). Sonuçlar mPa·s olarak belirtilmiştir.

Toplam fenolik madde tayini

Bitki bazlı içecek ve süt örneklerinin toplam fenolik madde içeriği, Folin-Ciocalteu yöntemi modifiye edilerek belirlenmiştir (Singleton, 1965). Standart olarak gallik asit (%50 metanol içinde) kullanılmış ve farklı konsantrasyonlarda seri dilüsyonlar hazırlanarak kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Analiz prosedüründe; 50 µL numune (veya standart çözelti) üzerine sırasıyla 750 µL distile su, 50 µL Folin-Ciocalteu reaktifi ve 150 µL %20'lik sodyum karbonat (Na_2CO_3) çözeltisi ilave edilerek vortekslenmiştir. Karışım, 40 °C sıcaklıktaki etüvde 30 dakika boyunca inkübe edilmiştir. İnkübasyonun ardından tüpler 8000 g kuvvetinde 5 dakika süreyle santrifüj edilmiş ve elde edilen süpernatantın absorbans değerleri 765 nm dalga boyunda köre karşı ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar, gallik asit kalibrasyon eğrisi denklemi kullanılarak hesaplanmış ve "µg Gallik Asit Eşdeğeri/mL (µg GAE/mL)" cinsinden ifade edilmiştir. Tüm ölçümler üç paralel halinde gerçekleştirilmiştir.

Toplam flavonoit madde tayini

Toplam flavonoit madde içeriği, Woisky ve Salatino (1998) tarafından bildirilen "alüminyum klorür kolorimetrik yöntemi" ne göre tayin edilmiştir (Woisky ve Salatino, 1998). Standart olarak rutin (%50 metanol içinde) kullanılmış ve seri dilüsyonlar ile kalibrasyon eğrisi hazırlanmıştır. Deney aşamasında; 100 µL numune (veya standart) üzerine 300 µL %75'lik etanol, 50 µL %10'luk alüminyum klorür ($AlCl_3$), 50 µL 0,4 M sodyum asetat (CH3COONa) çözeltisi ve 500 µL distile su eklenerek karıştırılmıştır. Karışım oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası numuneler 8000 g'de 5 dakika santrifüj edilmiş ve 415 nm dalga boyunda absorbans ölçümleri yapılmıştır. Analiz sonuçları, kalibrasyon doğrusundan yararlanılarak hesaplanmış ve "µg Rutin Eşdeğeri/mL (µg RE/mL)" cinsinden verilmiştir. Her bir örnek için analiz üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

3.2.3. Bitki bazlı içecekler ve hayvansal sütlerin antioksidan analizleri

Bitki bazlı içecek örneklerinde ve inek sütlerinde ABTS ve CUPRAC analizleri gerçekleştirilmiştir. Antioksidan kapasite ile toplam fenolik ve flavonoit madde tayinlerinde kullanılan analitik saflıktaki kimyasallar; rutin, bakır (II) klorür ($\geq$ %99,0), sodyum karbonat (susuz, $\geq$ %99,5), potasyum persülfat ($\geq$ %99,0) ve amonyum asetat

Merck (Darmstadt, Almanya) firmasından; gallik asit ($\%97{,}5 - 102{,}5$), alüminyum klorür ($\%98$), Folin-Ciocalteu reaktifi, 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil ($\mathrm{DPPH}, \%97$), neokuproin ($\geq \%98$), 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) diamonyum tuzu ($\mathrm{ABTS}, \geq \%98$) ve troloks Sigma-Aldrich (St. Louis, ABD) firmasından; di-sodyum hidrojen fosfat ise Riedel-de Haen firmasından temin edilmiştir.

ABTS [2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit)] antioksidan kapasite yöntemi

İlk olarak 0,1 M fosfat tamponu (pH 7,4) içerisinde 2 mM ABTS çözeltisi hazırlanmıştır. Daha sonra bu çözeltiye 2.45 mM'lık potasyum persülfat ilave edilip manyetik karıştırıcı ile 12 saat karıştırılıp ABTS radikali üretilmiştir. Hazırlanan ABTS radikal çözeltisi kullanılmadan önce 3:1 oranında fosfat tamponu ile seyreltilmiştir. Standart antioksidan olarak kullanılan Troloks'tan (%50'lik metanol içinde) seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Farklı konsantrasyonlardaki Troloks çözeltileri (500'er µL) ve 500'er µL ABTS çözeltisi ile 30 dakika oda sıcaklığında karanlıkta inkübe edilmiştir. İnkübasyonun ardından 8000 g'de 5 dakika santrifüj edilip absorbanslar 734 nm'de ölçülmüştür. Troloks çözeltileri ile elde edilen absorbanslar konsantrasyona karşı grafiğe geçirilerek kalibrasyon eğrisi hazırlanmıştır. Hazırlanan bitkisel süt ve inek sütü numuneleri de aynı işleme tabi tutulmuştur. Numunelerin deney sonucunda verdiği absorbans ve kalibrasyon eğrisinin eğiminin denkleminden hareketle sonuçlar "µg Troloks eşdeğeri/mL (µg TE/mL)" cinsinden hesaplanmıştır. Her deney üç kez tekrarlanmıştır (Gülçin, 2007).

Bakır (II) indirgeyici antioksidan kapasite (CUPRAC) yöntemi

CUPRAC yöntemi, Apak ve arkadaşları (2004) tarafından belirtilen prosedüre göre uygulanmıştır. Analiz kapsamında sırasıyla; 135 µL numune (veya Troloks standardı), 135 µL distile su, 250 µL 10^{-2} M bakır (II) klorür ($CuCl_2$), 250 µL 1 M amonyum asetat tamponu (pH 7,0) ve %96'lık etanol içerisinde hazırlanmış 250 µL $7{,}5 \times 10^{-3}$ M neokuproin çözeltisi bir tüp içerisinde karıştırılmıştır. Reaksiyon karışımı karanlık ortamda, oda sıcaklığında 30 dakika inkübe edilmiş ve ardından 8000 g'de 5 dakika santrifüjlenmiştir. Elde edilen berrak kısmın 450 nm'deki absorbansı köre karşı ölçülmüştür. Standart kalibrasyon eğrisinden faydalanılarak elde edilen veriler "µg Troloks Eşdeğeri/mL (µg TE/mL)" olarak hesaplanmış olup, tüm analizler üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir (Apak ve diğerleri, 2004).

3.2.4. Bitki bazlı içeceklerde *in vitro* sindirim

Sade nohut içeceği, hurma ilaveli nohut içeceği, sade kabak çekirdeği içeceği ve hurma ilaveli kabak çekirdeği içeceği olmak üzere dört farklı deney grubunda *in vitro* sindirim uygulanarak toplam fenolik madde, toplam flavonoit içeriği, antioksidan kapasite (ABTS ve CUPRAC) analizleri gerçekleştirilmiştir (Brodkorb ve diğerleri, 2019, Duarte ve diğerleri, 2022, Yaman, Demirci, Ede-Cintesun, Kurt ve Mızrak, 2022).

İn vitro sindirim modeli

Ağız ortamı

Ağız sıvısının hazırlanması aşamasında 8,765 g NaCl'nin distile su içerisinde çözündürülerek son hacmin 50 mL'ye tamamlanmasıyla sodyum klorür (NaCl) çözeltisi; 1,25 g ürenin ayrı bir balon jojede 50 mL'ye tamamlanmasıyla da üre çözeltisi hazırlanmıştır. Stok NaCl çözeltisinden 0,85 mL ve üre çözeltisinden 4 mL alınarak 250 mL'lik balon jojeye aktarılmış ve üzerine 7,5 mg ürik asit, 145 mg α-amilaz ve 12,5 mg müsin ilave edildikten sonra, hacim distile su ile 250 mL'ye tamamlanarak homojenize edilmiş ve ağız sıvısı hazırlanmıştır.

Mide ortamı

Distile su içerisinde 1,11g kalsiyum klorür ($CaCl_2$) çözündürülmesi ve son hacmin 50 mL'ye tamamlanması ile $CaCl_2$ stok çözeltisi hazırlanmıştır. Mide ortamının oluşturulması amacıyla; 3,25 mL hidroklorik asit, 0,5 g sığır serum albümini, 1,25 g pepsin ve 1,5 g müsin tartılarak 250 mL'lik balon jojeye aktarılmıştır. Bu karışıma, hazırlanan $CaCl_2$ stok çözeltisinden 9 mL ilave edilerek balon jojenin hacmi distile su ile 250 mL'ye tamamlanmıştır.

İnce bağırsak ortamı

Potasyum klorürden (KCl) 4,48 g tartılarak distile su içerisinde çözündürülmüştür ve son hacim 50 ml'ye tamamlanarak potasyum klorür stok çözeltisi hazırlanmıştır. İnce bağırsak ortamının oluşturulması amacıyla; potasyum klorür stok çözeltisinden 3,15 mL ve $CaCl_2$ stok çözeltisinden 4,5 mL 250 mL'lik balon jojeye aktarılmıştır. Daha sonra 0,5 g sığır

serum albümini, 4,5 g pankreatin ve 0,75 g lipaz enzimi balon jojeye aktarıldıktan sonra, balon jojenin hacmi distile su ile 250 mL'ye tamamlanmıştır.

Safra ortamı

Sodyum bikarbonat ($NaHCO_3$) stok çözeltisi, 4,235 g $NaHCO_3$ distile su içerisinde çözündürülmesi ve son hacmin 50 mL'ye tamamlanmasıyla hazırlanmıştır ve $NaHCO_3$ stok çözeltisinden 34,15 mL ve $CaCl_2$ stok çözeltisinden 5 mL alınarak 250 mL'lik balon jojeye aktarılmıştır. Karışıma 0,9 g sığır serum albümini ve 15 g safra aktarldıktan sonra, balon jojenin hacmi distile su ile 250 mL'ye tamamlanmıştır.

Sindirimin uygulaması

Bitki bazlı içecek numunelerinden 5 mL alınarak erlenlere aktarılmış ve üzerlerine 5 mL ağız sıvısı eklenerek 37°C sıcaklıktaki çalkalayıcı su banyosunda 2 dakika süreyle inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrasında sindirim ortamına 12 mL mide sıvısı ilave edilmiş ve karışım mide sindirimi için 37°C'de 2 saat boyunca inkübasyona bırakılmıştır. Sindirimin üçüncü aşamasında, numunelere 12 mL ince bağırsak sıvısı ve 6 mL safra çözeltisi eklenerek, 37°C'de 2 saat daha inkübasyona tabi tutulmuştur. Tüm sindirim aşamalarının ardından numuneler 8000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatant, 0,45 μm selüloz asetat filtrelerden geçirilerek süzülmüştür. Filtratlar, üç paralel olacak şekilde toplam fenolik madde, toplam flavonoit içeriği, ABTS ve CUPRAC analizlerinde kullanılmak üzere muhafaza altına alınmıştır.

3.2.5. *İn vitro* Biyoerişilebilirlik Hesaplanması

Bu çalışma kapsamında geliştirilen bitki bazlı içecek formülasyonlarında, *in vitro* gastrointestinal sindirim sonrasında biyoaktif bileşenlerin (toplam fenolik madde, toplam flavonoit içeriği, ABTS ve CUPRAC) biyoerişilebilirlik düzeylerinin değerlendirilmesi amacıyla biyoerişilebilirlik indeksi hesaplanmıştır. Söz konusu indeks, gastrointestinal sindirim süreci boyunca matriks içerisinde meydana gelen yapısal değişimler sonucunda serbestleşen ve biyoaktif fonksiyonelliğini koruyarak emilime potansiyel olarak hazır hâle gelen bileşiklerin nicel oranını ifade etmektedir. Hesaplanan değerler, ilgili biyoaktif bileşenlerin sindirim koşullarına karşı gösterdiği stabiliteyi ve gıda matriksinden salınım kinetiğini yansıtmaktadır. %100'ün üzerinde elde edilen değerler ise gastrointestinal

sindirim sürecinde matrise kovalent veya non-kovalent bağlarla bağlı formda bulunan bileşiklerin enzimatik ve kimyasal etkilerle serbestleşerek analitik olarak ölçülebilir fraksiyonun artış gösterdiğine işaret etmektedir.

İn vitro sindirim simülasyonu, uluslararası düzeyde standardize edilmiş ve gıda matrislerinin sindirim davranışının değerlendirilmesinde altın standart kabul edilen INFOGEST statik sindirim protokolüne uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Biyoerişilebilirlik hesaplamalarında ise literatürde yaygın olarak kabul gören oransal değerlendirme yaklaşımı esas alınmıştır (Brodkorb ve diğerleri, 2019; Bashmil ve diğerleri, 2025; Llorens ve diğerleri, 2024, Khamzaeva, Kunz, Schamann, Pferdmenges ve Briviba 2024).

Bu kapsamda, sindirilmiş örneklerde tayin edilen parametre değerleri, sindirilmemiş başlangıç örneklerinde belirlenen ilgili parametre değerlerine oranlanarak yüzde (%) cinsinden ifade edilmiştir. Biyoerişilebilirlik indeksi, *in vitro* gastrointestinal sindirim sonrası tayin edilen biyoaktif bileşen miktarlarının (toplam fenolik madde, toplam flavonoit içeriği, ABTS ve CUPRAC değerleri) sindirim öncesi başlangıç değerlerine oranlanması suretiyle hesaplanmıştır. Söz konusu parametre, biyoaktif bileşenlerin matriks içerisindeki gastrointestinal sistemde fizyolojik koşullar altında potansiyel olarak emilime hazır fraksiyonunu yansıttığından beslenme fizyolojisi ve fonksiyonel gıda biliminin değerlendirilmesi açısından kritik bir gösterge niteliği taşımaktadır.

Biyoerişilebilirlik indeksi aşağıda verilen eşitlik üzerinden hesaplanmıştır:

$$\text{Biyoerişilebilirlik (\%)} = \frac{\text{Sindirim sonrası ölçülen değer}}{\text{Sindirim öncesi ölçülen değer}} \times 100 \qquad (3.6)$$

3.2.6. İstatistiksel analizler

Bu çalışmada, hazırlanan bitki bazlı süt örneklerinin analizlerinden elde edilen sonuçlarla ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerlerin belirlendiği tanımlayıcı istatistiksel analizler yapılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde SPSS programı (IBM SPSS Statistics Version 31) kullanılmıştır ve verilerin normal dağılıma uygunluğu da Shapiro-Wilk testi ile incelenmiştir. Normal dağılım olan parametrelerde gruplar arası farkın değerlendirilmesinde bağımsız örneklem t testi (independent samples t-test) ve tek yönlü varyans analizi (one-way anova)

kullanılmıştır. Tek yönlü varyans analizi sonucunda farkın kaynağını belirlemek amacıyla Tukey testi uygulanmıştır. Verilerin dağılımının normal olmadığı durumlarda ise non-parametrik testlerden Mann-Whitney U ve Kruskal-Wallis testleri gruplar arasındaki farkın istatistiksel açıdan değerlendirilmesi amacıyla kullanılmıştır (Daniel, 1991:5). Bitki bazlı içeceklerde yapılan analizlerin sonuçları ile ilgili grafikler Microsoft Excel (Sürüm 16.101.2) bilgisayar programında hazırlanmıştır.

4. BULGULAR

Çalışmada nohut, kabak çekirdeği ve hurma gibi bitkisel gıdalar kullanılarak yeni bitki bazlı içeceklerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, sade nohut (N), hurma ilaveli nohut (NH), sade kabak çekirdeği (K) ve hurma ilaveli kabak çekirdeği (KH) bazlı içecekler üretilerek nem, protein, toplam yağ, kül, lif (ham selüloz), karbonhidrat, kalsiyum yönünden enerji ve besin bileşimi tespit edilmiştir. Aynı zamanda bitki bazlı içecekler ve ticari inek sütlerinde titrasyon asitliği, pH, °Briks, elektrik iletkenliği, toplam çözünmüş madde (TDS), partikül büyüklüğü, viskozite, toplam fenolik madde, toplam flavonoit, antioksidan kapasitenin belirlenmesi amacıyla ABTS ve CUPRAC analizleri yapılmıştır. Ayrıca hazırlanan bitki bazlı içeceklerin biyoyararlanımının değerlendirilebilmesi açısından *in vitro* sindirim prosedürü kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında üretilen sade nohut, hurma ilaveli nohut, sade kabak çekirdeği ve hurma ilaveli kabak çekirdeği içeceklerine ait enerji ve besin bileşimi değerleri Çizelge 4.1'de, karşılaştırma grubu olarak ticari inek sütlerine ait enerji ve besin bileşimi değerleri üretici firma bilgisi baz alınarak Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Bitki bazlı içeceklerin enerji ve besin bileşimi değerleri

	Enerji (kkal/100 g)	**Nem (%)**	**Protein (%)**	**Toplam Yağ (%)**	**Kül (%)**	**Lif (%)**	**Karbonhidrat (%)**	**Ca^{+2} (mg)**
N	32	92,8	2	1,2	0,1	0,7	3,9	104
NH	60	85,7	1,7	1,1	0,3	0,3	11,2	137
K	31	95,3	1,5	2,7	0,3	0,1	0,2	119
KH	73	86	2,7	3,8	0,4	0,2	7,1	139

N: Nohut içeceği, NH: Hurma ilaveli nohut içeceği, K: Kabak çekirdeği içeceği, KH: Hurma ilaveli kabak çekirdeği içeceği

Çizelge 4.1'de sunulan sonuçlara göre örnekler arasında enerji ve besin ögesi kompozisyonu bakımından farklılıklar belirlenmiştir. Nohut örneğinin (N) enerji değeri 32 kkal/100 g iken, hurma ilavesi (NH) ile bu değer 60 kkal/100 g'a yükselmiştir. Benzer şekilde kabak çekirdeği örneğinde (K) 31 kkal/100 g olan enerji değeri, hurma ilavesi (KH) ile 73 kkal/100 g'a ulaşmıştır. Nem içeriği en yüksek %95,3 ile kabak çekirdeği örneğinde (K) belirlenmiş, kabak ve nohut içeceklerine hurma ilavesi (NH ve KH) ile nem oranlarında azalma gözlenmiştir. Protein içeriği (%2,7) ve toplam yağ içeriği en yüksek

bitki bazlı içecek kabak çekirdeği+hurma (KH) olarak bulunmuştur. Toplam yağ içeriği (%3,8) en yüksek içecek olarak da hurma ilaveli kabak çekirdeği (KH) örneği saptanmıştır. Karbonhidrat içeriği ise hurma ilavesi ile artmış ve en yüksek değer %11,2 ile hurma ilaveli nohut (NH) içeceğinde belirlenmiştir. Bitki bazlı içeceklerin kalsiyum içerikleri ise en düşükten en yükseğe sırasıyla nohut (N), kabak çekirdeği (K), hurma ilaveli nohut (NH) ve hurma ilaveli kabak çekirdeği (KH) şeklinde bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Ticari inek sütlerinde enerji ve besin bileşimi değerleri

	Enerji (kkal/100 g)	**Protein (%)**	**Toplam yağ (%)**	**Karbonhidrat (%)**	**Ca^{+2} (mg/kg)**
İnek Sütü (A)	58	2,8	3,1	4,6	120 mg
İnek Sütü (B)	57,8	3	3	4,7	120 mg

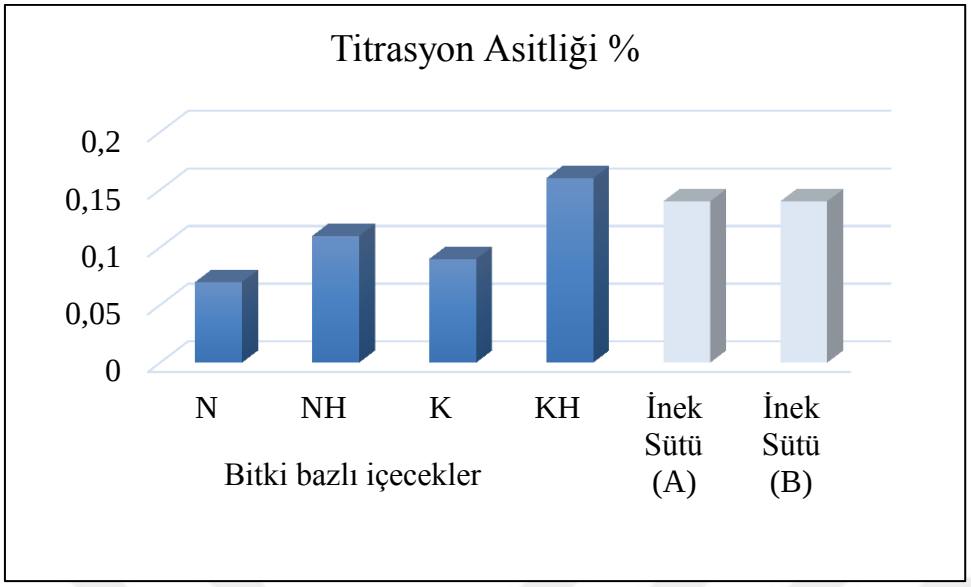
Çizelge 4.2'de ticari inek sütleri arasında (A, B) enerji ve besin öğeleri açısından benzer değerler gözlenmiştir. A ve B firmalarına ait inek sütlerinin enerji değerleri sırasıyla 58 ve 57,8 kkal/100 g'dır. İnek sütü örneklerinin protein içeriği %2,8–3,0 aralığında ve toplam yağ içeriği %3,0–3,1 aralığında ve karbonhidrat içeriği ise %4,6–4,7 aralığında değişmektedir. Her iki süt örneğinde kalsiyum içeriği 120 mg'dır.

Bitki bazlı içecekler ve inek sütlerinin titrasyon asitliği değerleri Çizelge 4.3 ve Şekil 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Bitki bazlı içecekler ve inek sütlerinin titrasyon asitlik değerleri (%)

	Ortalama ± SH	**Minimum**	**Maksimum**
N	0,07 ±0,002	0,07	0,08
NH	0,11 ±0,01	0,11	0,12
K	0,09 ±0,01	0,09	0,10
KH	0,16 ±0,01	0,15	0,16
İnek Sütü (A)	0,14 ±0,00	0,14	0,14
İnek Sütü (B)	0,14 ±0,00	0,14	0,14

N: Nohut içeceği, NH: Hurma ilaveli nohut içeceği, K: Kabak çekirdeği içeceği, KH: Hurma ilaveli kabak çekirdeği içeceği, SH: Standart hata



Şekil 4.1. Bitki bazlı içecekler ve inek sütlerinin titrasyon asitlik değerleri

Üretilen bitki bazlı içeceklerin ve inek sütlerinin titrasyon asitliği değerleri incelendiğinde, bitki bazlı formülasyonlarda ortalama titrasyon asitliği değerlerinin %0,07 ile %0,16 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Aynı zamanda, hurma ilavesiz bitki bazlı içecekler kendi içlerinde değerlendirildiğinde; sade kabak çekirdeği (K) bazlı içeceğin (%0,09 ± 0,01) asitlik değerinin, sade nohut (N) içeceğinden (%0,07 ± 0,002) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Formülasyonlara doğal tatlandırıcı olarak hurma ilave edilmesiyle her iki bitkisel içecekte titrasyon asitliği belirgin şekilde artmıştır. Hurma ilavesiyle asitlik değeri nohut bazlı grupta (NH) %0,11 ± 0,01 seviyesine, kabak çekirdeği bazlı grupta (KH) ise tüm bitki bazlı içecekler arasındaki en yüksek değer olan %0,16 ± 0,01 seviyesine ulaşmıştır. Karşılaştırma grubu olarak incelenen ticari inek sütlerinin asitlik değerleri ise ortalama olarak %0,14 olarak ölçülmüş olup, hurma ilaveli kabak çekirdeği içeceğinin (KH) asitlik miktarının ticari inek sütlerinden fazla olduğu görülmüştür.

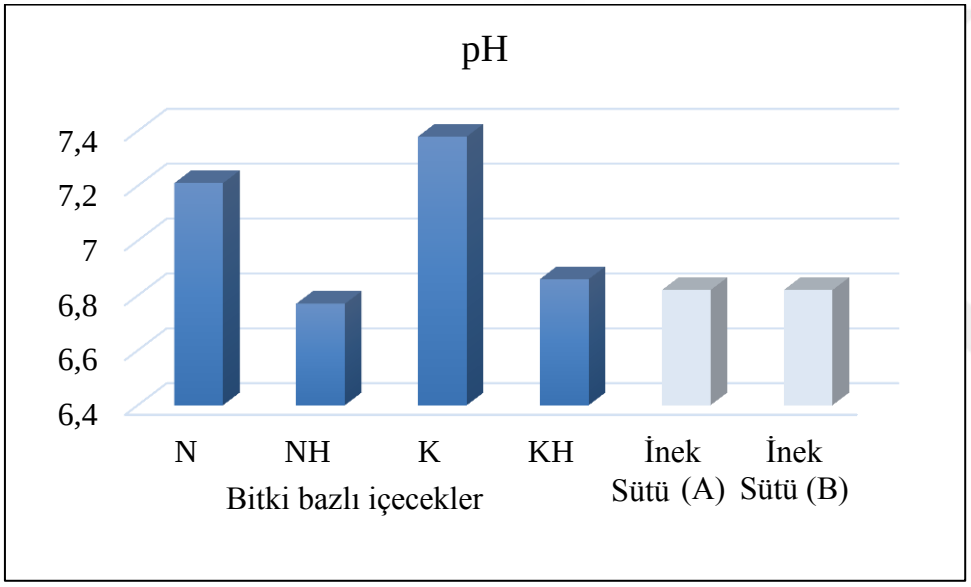
Bitki bazlı içecekler ve inek sütlerinin pH değerlerindeki değişimler Çizelge 4.4 ve Şekil 4.2'de verilmiştir. Kabak çekirdeği grubu (K) en yüksek pH değerine sahiptir. Hurma ilaveli nohut grubu (NH) en düşük pH değerine sahip olup ve iki grup arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Hurma ilaveli nohut (NH) grubu en düşük pH değerine sahip olup, nohut (N), kabak çekirdeği (K), hurma ilaveli kabak çekirdeği (KH) ve inek sütü (A) grubu ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Çizelge 4.4. Bitki bazlı içecekler ve inek sütlerinin pH değerleri

	Ortalama ± SH	Minimum	Maksimum
N	7,21 ± 0,004^{ab}	7,20	7,22
NH	6,77 ± 0,02^{c}	6,72	6,82
K	7,38 ± 0,01^{a}	7,36	7,39
KH	6,86 ± 0,02^{ab}	6,82	6,91
İnek Sütü (A)	6,82 ± 0,01 ^{ab}	6,80	6,83
İnek Sütü (B)	6,82 ± 0,01 ^{bc}	6,80	6,83

N: Nohut içeceği, NH: Hurma ilaveli nohut içeceği, K: Kabak çekirdeği içeceği, KH: Hurma ilaveli kabak çekirdeği içeceği, SH: Standart hata

$^{a-c}$ aynı sütunda farklı harflere sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$)



Şekil 4.2. Bitki bazlı içecekler ve inek sütlerinin pH değerleri

Bitki bazlı içecekler ve inek sütlerinin pH değerleri incelendiğinde 6,72 ile 7,39 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Hurma ilavesiz formülasyonlar incelendiğinde; kabak çekirdeği (K) içeceğinin (7,38 ± 0,01) nohut (N) içeceğine (7,21 ± 0,004) kıyasla daha alkali bir yapıda olduğu bulunmuştur. İçeceklere hurma ilavesi işlemi, ortamdaki asitliği artırıcı yönde etki ederek her iki grupta da pH değerlerinde düşüşe neden olmuştur. Hurma ilavesiz nohut içeceğinin ortalama pH değeri hurma ilavesiyle 6,77 ± 0,02'ye (çalışmadaki ortalama en düşük pH) ve hurma ilavesiz kabak çekirdeği içeceğinin ortalama pH değeri ise 6,86 ± 0,02'ye düşmüştür. Ticari inek sütlerinin ortalama pH değerleri (6,82±0,01) referans alındığında, özellikle hurma ilavesi yapılmış bitkisel formülasyonların pH profili açısından hayvansal sütlere oldukça yakın olduğu gözlemlenmiştir.

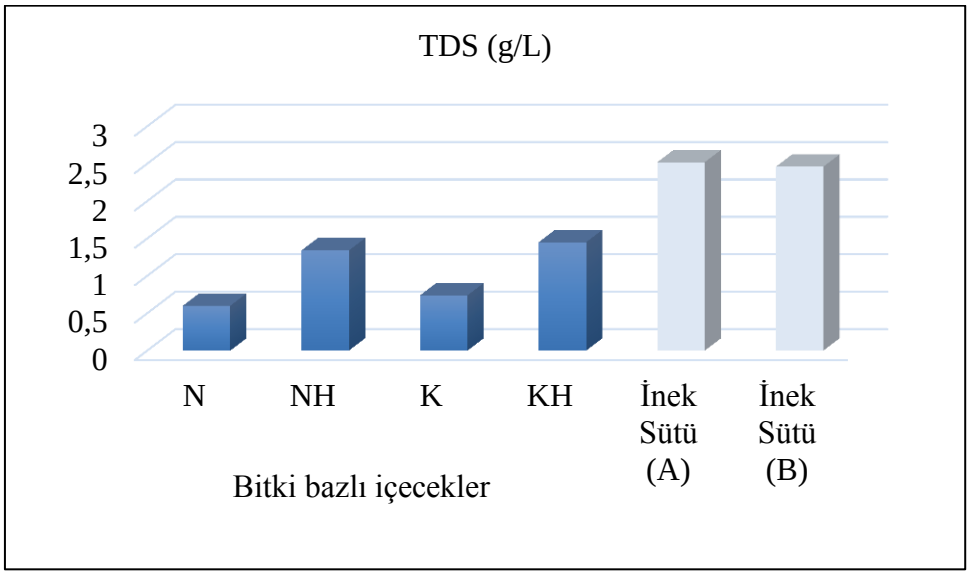
Bitki bazlı içecekler ve inek sütlerinini toplam çözünmüş madde miktarları (TDS) Çizelge 4.5 ve Şekil 4.3'te verilmiştir. Toplam çözünmüş madde miktarları açısından en düşük değere nohut içeceğinin (N) ve en yüksek değere ise inek sütü (A) grubunun sahip olduğu görülmektedir. Hurma ilave edilen kabak çekirdeği grubu (KH) ile nohut bazlı içeceğin (N) ortalama TDS değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). İçeceklerin TDS miktarları değerlendirildiğinde, bitki bazlı örneklerin ortalama TDS değerlerinin 0,60 ± 0,01 ile 1,45 ± 0,01 g/L aralığında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, ticari inek sütlerinin TDS değerlerinin (2,46 ± 0,003-2,52 ± 0,01 g/L aralığında) nohut bazlı içeceklerden belirgin düzeyde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 4.5. Bitki bazlı içeceklerde ve inek sütlerinde toplam çözünmüş madde (TDS) miktarları (g/L)

	Ortalama ± SH	**Minimum**	**Maksimum**
N	0,60±0,01^{c}	0,59	0,62
NH	1,34±0,01^{abc}	1,32	1,36
K	0,74±0,004^{bc}	0,73	0,76
KH	1,45±0,01^{ab}	1,42	1,47
İnek Sütü (A)	2,52±0,01^{a}	2,51	2,55
İnek Sütü (B)	2,46±0,003^{ab}	2,46	2,47

N: Nohut içeceği, NH: Hurma ilaveli nohut içeceği, K: Kabak çekirdeği içeceği, KH: Hurma ilaveli kabak çekirdeği içeceği, SH: Standart hata

$^{a-c}$ aynı sütunda farklı harflere sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$)



Şekil 4.3. Bitki bazlı içeceklerde ve inek sütlerinde toplam çözünmüş madde miktarları (g/L)

Bitki bazlı içecekler ve inek sütlerine ait °Briks değerlerindeki değişimler Çizelge 4.6. ve Şekil 4.4'te verilmiştir. İçecekler arasında en yüksek ortalama °Briks değeri inek sütü (B) grubu ve en düşük ortalama °Briks değeri ise kabak çekirdeği (K) grubuna ait olup bu gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). Kabak çekirdeği (K) grubu ile hurma ilaveli kabak çekirdeği grubu (KH) arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

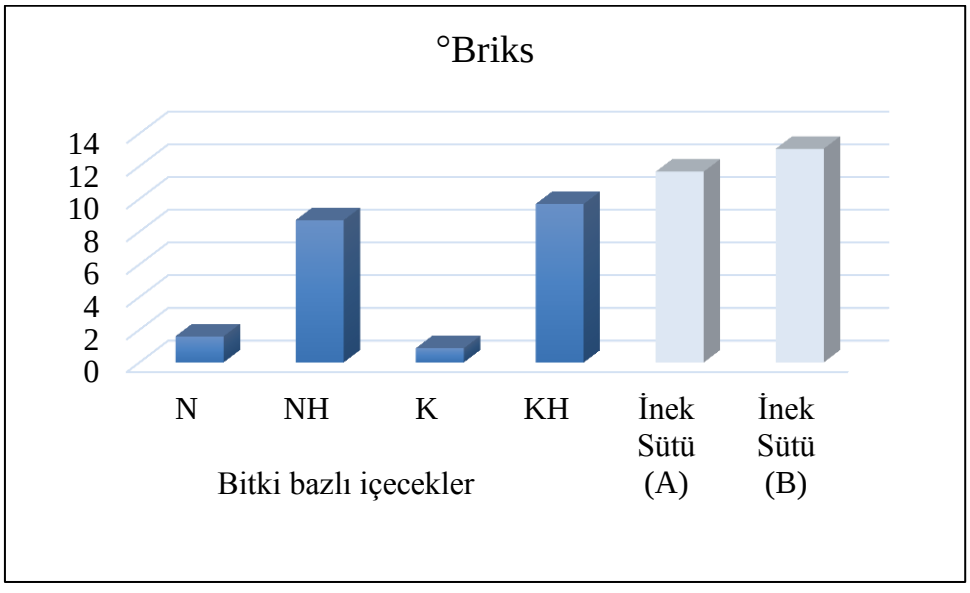
Bitki bazlı içeceklerin °Briks içeriklerine ait nicel bulgular incelendiğinde; bitki bazlı formülasyonlarda değerlerin %0,80 ile %9,90 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Kabak çekirdeği (K) içeceğine zengin bir karbonhidrat kaynağı olan hurmanın eklenmesi, çözünür kuru madde oranını artırmıştır.

Çizelge 4.6. Bitki bazlı içeceklerin ve inek sütlerinin °Briks değerleri

	Ortalama ± SH	**Minimum**	**Maksimum**
N	$1,60 \pm 0,16^{bc}$	1,09	1,90
NH	$8,70 \pm 0,04^{abc}$	8,60	8,80
K	$0,87 \pm 0,02^{c}$	0,80	0,90
KH	$9,70 \pm 0,10^{ab}$	9,40	9,90
İnek Sütü (A)	$11,67 \pm 0,03^{ab}$	11,60	11,70
İnek Sütü (B)	$13,07 \pm 0,03^{a}$	13,00	13,10

N: Nohut içeceği, NH: Hurma ilaveli nohut içeceği, K: Kabak çekirdeği içeceği, KH: Hurma ilaveli kabak çekirdeği içeceği, SH: Standart hata

$^{a-c}$ aynı sütunda farklı harflere sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$)



Şekil 4.4. Bitki bazlı içeceklerin ve inek sütlerinin °Briks değerleri

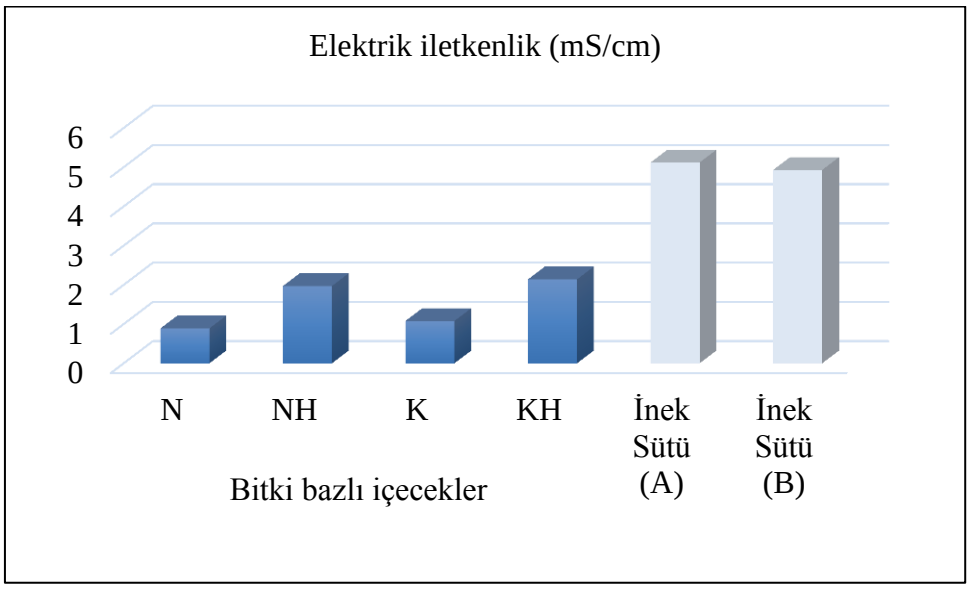
Bitki bazlı içecekler ve inek sütlerinin elektrik iletkenlik değerleri Çizelge 4.7 ve Şekil 4.5'te verilmiştir. Elektrik iletkenlik değeri açısından en yüksek değer inek sütü (A) grubunun iken en düşük değer nohut grubuna (N) aittir. İnek sütü (A) grubunun nohut grubu (N) ve kabak çekirdeği grubu (K) arasında istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). İçecek örneklerinin elektrik iletkenlik ölçüm bulguları değerlendirildiğinde, bitki bazlı içeceklerde ölçülen değerlerin 0,88 mS/cm ile 2,19 mS/cm arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bitki bazlı içecekler içerisinde sadece hurma ilaveli kabak çekirdeği (KH) grubunun ortalama elektrik iletkenlik değeri ile nohut bazlı içecek grubunun (N) ortalama elektrik iletkenlik değeri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 4.7. Bitki bazlı içeceklerin ve inek sütlerinin elektrik iletkenlik değerleri (mS/cm)

	Ortalama±SH	**Minimum**	**Maksimum**
N	0,89±0,01^{c}	0,88	0,93
NH	1,97±0,003^{abc}	1,96	1,98
K	1,08±0,01^{bc}	1,06	1,11
KH	2,14±0,02^{ab}	2,10	2,19
İnek Sütü (A)	5,12±0,00^{a}	5,12	5,12
İnek Sütü (B)	4,93±0,00^{ab}	4,93	4,93

N: Nohut içeceği, NH: Hurma ilaveli nohut içeceği, K: Kabak çekirdeği içeceği, KH: Hurma ilaveli kabak çekirdeği içeceği, SH: Standart hata

$^{a-c}$ aynı sütunda farklı harflere sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).



Şekil 4.5. Bitki bazlı içeceklerin ve inek sütlerinin elektrik iletkenlik değerleri (mS/cm)

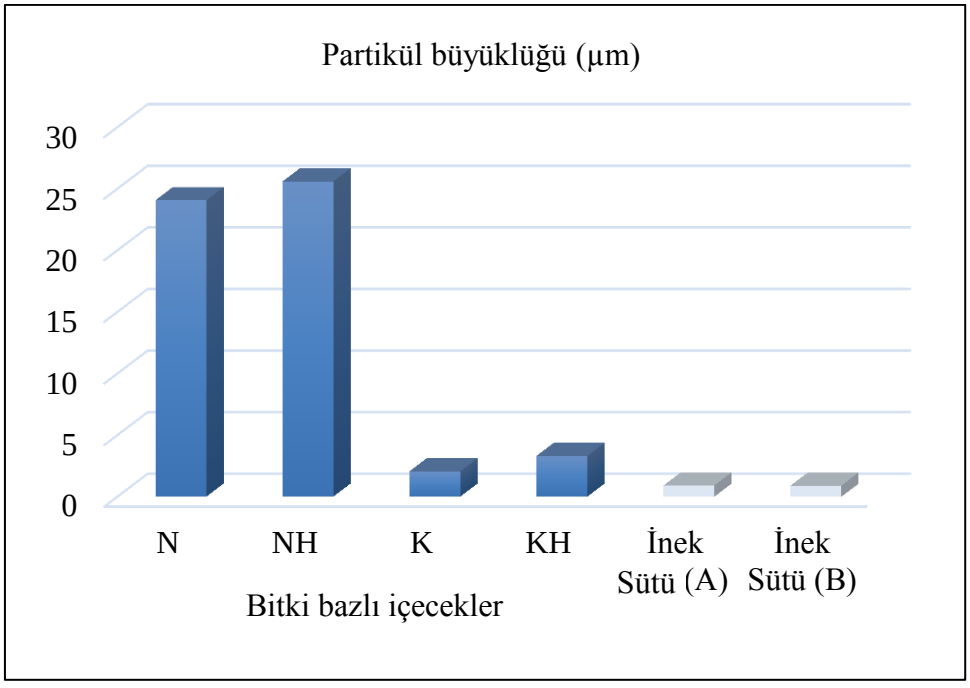
Bitki bazlı içeceklerin partikül büyüklükleri ile ilgili veriler Çizelge 4.8 ve Şekil 4.6'da verilmiştir. Hurma ilave edilen nohut ve kabak çekirdeği gruplarının (NH ve KH) ortalama partikül büyüklükleri sade olan grupların (N ve K) ortalama partikül büyüklüğü değerlerine göre artmış olsa da sadece hurma ilave edilmiş nohut (NH) grubunun ortalama partikül büyüklüğü değeri ile inek sütü A grubunun ortalama partikül büyüklüğü değeri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 4.8. Bitki bazlı içeceklerin ve inek sütlerinin partikül büyüklüğü (µm)

	Ortalama ± SH	**Minimum**	**Maksimum**
N	$24,07\pm0,83^{ab}$	22,43	25,08
NH	$25,59\pm0,75^{a}$	24,53	27,04
K	$2,06\pm0,04^{ab}$	2,00	2,13
KH	$3,31\pm0,06^{ab}$	3,22	3,41
İnek Sütü (A)	$0,90\pm0,003^{b}$	0,90	0,91
İnek Sütü (B)	$0,91\pm0,003^{ab}$	0,90	0,91

N: Nohut içeceği, NH: Hurma ilaveli nohut içeceği, K: Kabak çekirdeği içeceği, KH: Hurma ilaveli kabak çekirdeği içeceği, SH: Standart hata

$^{a-b}$ aynı sütunda farklı harflere sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$)



Şekil 4.6. Bitki bazlı içeceklerin ve inek sütlerinin partikül büyüklüğü (µm)

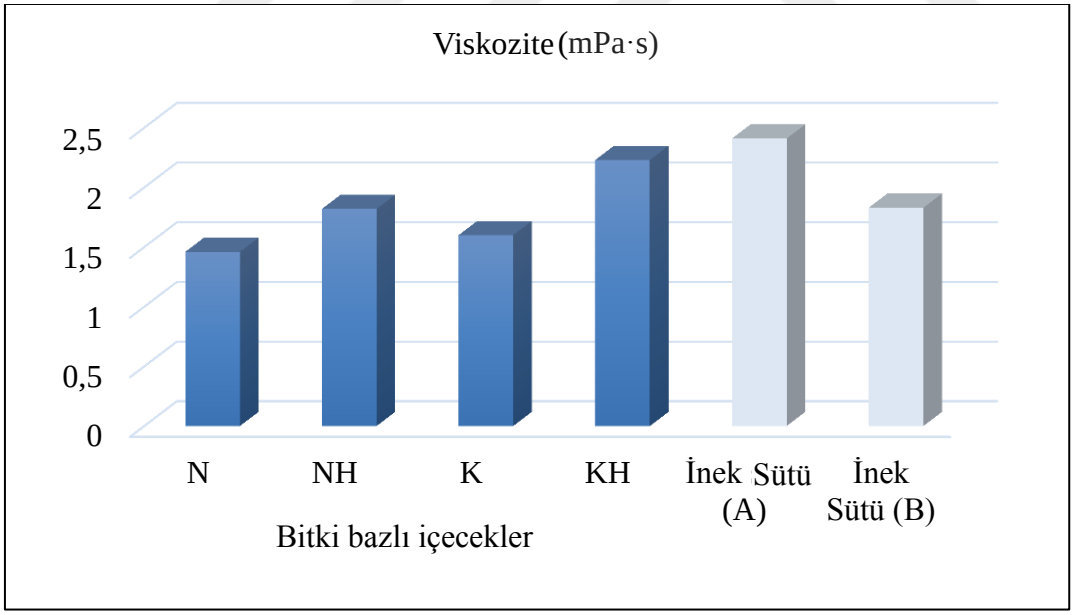
Bitki bazlı içeceklerin ve inek sütlerinin viskozite değerleri Çizelge 4.9 ve Şekil 4.7'de verilmiştir. Hurma ilave edilen nohut ve kabak çekirdeği gruplarının (NH ve KH) ortalama

viskozite değerlerinin sade olan grupların (N ve K) ortalama viskozite değerlerine göre artmış olduğu görülmektedir. Bitki bazlı içecek grupları ve inek sütlerinin ortalama viskozite değerleri 1,46 ± 0,01 mPa·s ile 2,41 ± 0,01 mPa·s arasında değişmektedir. En yüksek viskozite değeri inek sütü (A) grubunda belirlenmiş olup, en düşük ortalama viskozite değeri de nohut bazlı içecek (N) grubuna aittir.

Çizelge 4.9. Bitki bazlı içeceklerin ve inek sütlerinin viskozite değerleri (mPa·s)

	Ortalama ± SH	**Minimum**	**Maksimum**
N	1,46±0,01	1,45	1,46
NH	1,82±0,01	1,80	1,83
K	1,60±0,01	1,60	1,61
KH	2,23±0,003	2,23	2,23
İnek Sütü (A)	2,41±0,01	2,40	2,41
İnek Sütü (B)	1,83±0,004	1,83	1,84

N: Nohut içeceği, NH: Hurma ilaveli nohut içeceği, K: Kabak çekirdeği içeceği, KH: Hurma ilaveli kabak çekirdeği içeceği, SH: Standart hata



Şekil 4.7. Bitki bazlı içeceklerin ve inek sütlerinin viskozite değerleri (mPa·s)

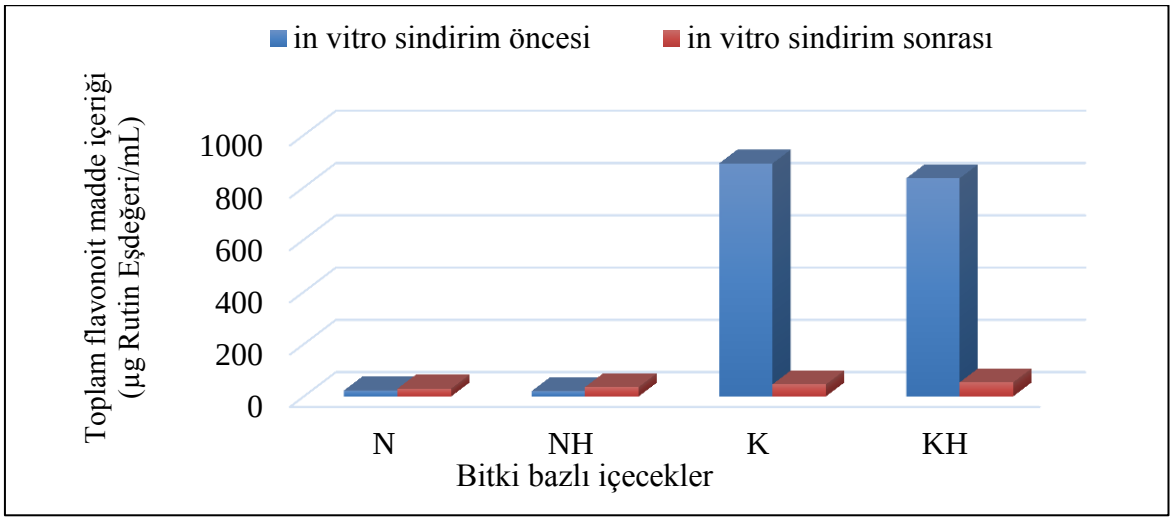
Bitki bazlı içeceklerin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrasına ait toplam flavonoit madde değişimleri Çizelge 4.10 ve Şekil 4.8'de verilmiştir. *İn vitro* sindirim öncesi en yüksek flavonoit içeriği kabak çekirdeğine (K) ait olup, diğer gruplarla arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Nohut (N) ve hurma ilaveli nohut (NH) gruplarının

flavonoit içeriği düşük olup, bu iki örnek grubu arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0,05). *İn vitro* sindirim sonrası hurma ilaveli kabak çekirdeği grubu (KH) en yüksek flavonoit içeriğine sahip olup; bunu sırasıyla kabak çekirdeği (K), hurma ilaveli nohut (NH) ve nohut grubu (N) takip etmektedir. Hurma ilaveli kabak çekirdeği (KH) grubu ile nohut içeren grupların (N ve NH) flavonoit içerikleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). *İn vitro* sindirim sonrası kabak çekirdeği ve hurma ilaveli kabak çekirdeği gruplarının flavonoit içerikleri azalırken hurma ilaveli nohut grubunun ise *in vitro* sindirim ile flavonoit değeri artış göstermiştir (p<0,05).

Çizelge 4.10. Bitki bazlı içeceklerin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrası toplam flavanoit madde değerleri (µg Rutin Eşdeğeri/mL)

	***İn vitro* sindirim öncesi**			***İn vitro* sindirim sonrası**		
	Ortalama±SH	**Minimum**	**Maksimum**	**Ortalama±SH**	**Minimum**	**Maksimum**
N	23,16±0,06^{c}	23,06	23,27	30,18±3,19^{c}	24,55	35,60
NH	20,00±0,03^{cB}	19,96	20,05	35,93±1,40^{bcA}	33,40	38,25
K	891,16±6,27^{aA}	878,68	898,36	46,05±2,92^{abB}	41,95	51,70
KH	834,66±1,46^{bA}	832,14	837,20	53,70±2,15^{aB}	50,50	57,80

N: Nohut içeceği, NH: Hurma ilaveli nohut içeceği, K: Kabak çekirdeği içeceği, KH: Hurma ilaveli kabak çekirdeği içeceği, SH: Standart hata
$^{a-c}$ aynı sütunda farklı harflere sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05)
$^{A-B}$ aynı satırda farklı harflere sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05)



Şekil 4.8. Bitki bazlı içeceklerin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrası toplam flavanoit madde değerleri

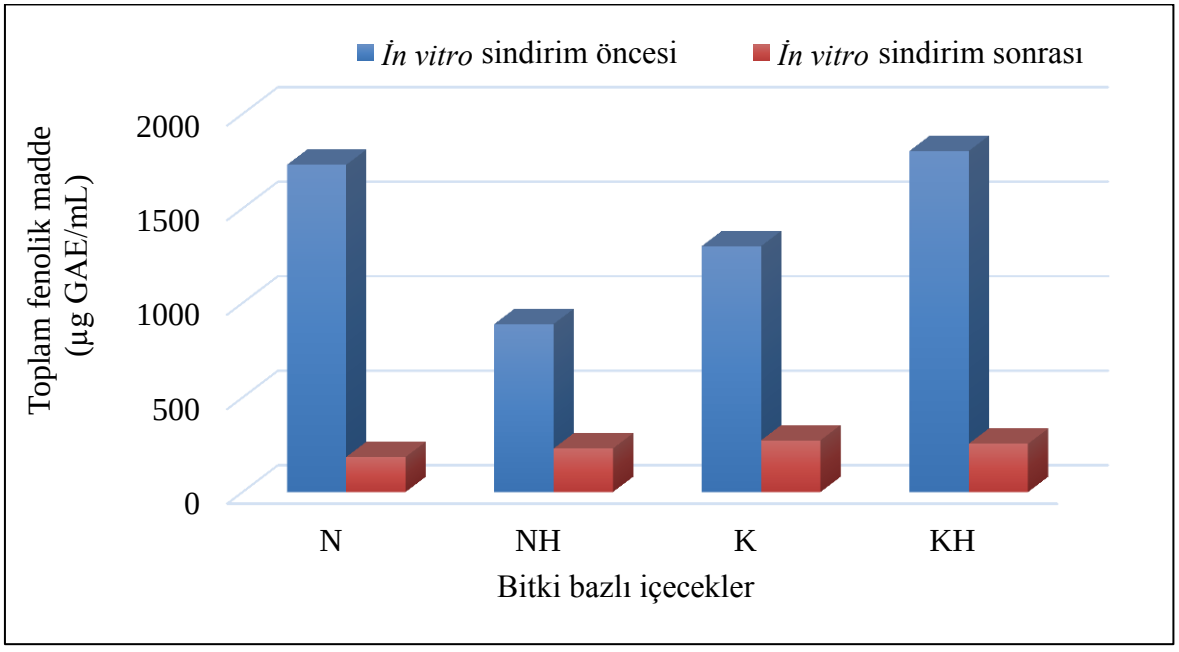
Bitki bazlı içeceklerin toplam fenolik madde içerikleri Çizelge 4.11 ve Şekil 4.9'da verilmiştir. *İn vitro* sindirim öncesi toplam fenolik madde içerikleri yüksekten düşüğe

doğru hurma ilaveli kabak çekirdeği (KH), nohut (N), kabak çekirdeği (K), hurma ilaveli nohut (NH) grubu olarak sıralanmıştır. Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). *İn vitro* sindirim sonrasında ise kabak çekirdeği ile hazırlanan bitki bazlı içeceklerin fenolik madde içerikleri nohut ile hazırlanan bitki bazlı gruplardan yüksek bulunmuş olup, aradaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). *İn vitro* sindirim ile bitki bazlı içecek gruplarının fenolik madde içerikleri azalmış olup, aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Süt örneklerinin fenolik madde içerikleri de bitki bazlı içecek gruplarından düşük bulunmuş ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Çizelge 4.11. Bitki bazlı içeceklerin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrası toplam fenolik madde değerleri (µg GAE/mL)

	***İn vitro* sindirim öncesi**			***İn vitro* sindirim sonrası**		
	Ortalama±SH	**Minimum**	**Maksimum**	**Ortalama±SH**	**Minimum**	**Maksimum**
N	1731,04±1,85^{bA}	1727,50	1733,75	185,48±4,50^{cB}	177,06	192,44
NH	889,17±4,18^{dA}	882,50	896,88	230,79±4,62^{bB}	223,44	239,31
K	1301,25±5,56^{cA}	1293,13	1311,88	273,83±3,68^{aB}	266,56	278,44
KH	1803,96±5,48^{aA}	1793,75	1812,50	255,38±3,55^{aB}	248,44	260,19

N: Nohut içeceği, NH: Hurma ilaveli nohut içeceği, K: Kabak çekirdeği içeceği, KH: Hurma ilaveli kabak çekirdeği içeceği, SH: Standart hata
$^{a-d}$ aynı sütunda farklı harflere sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$)
$^{A-B}$ aynı satırda farklı harflere sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$)



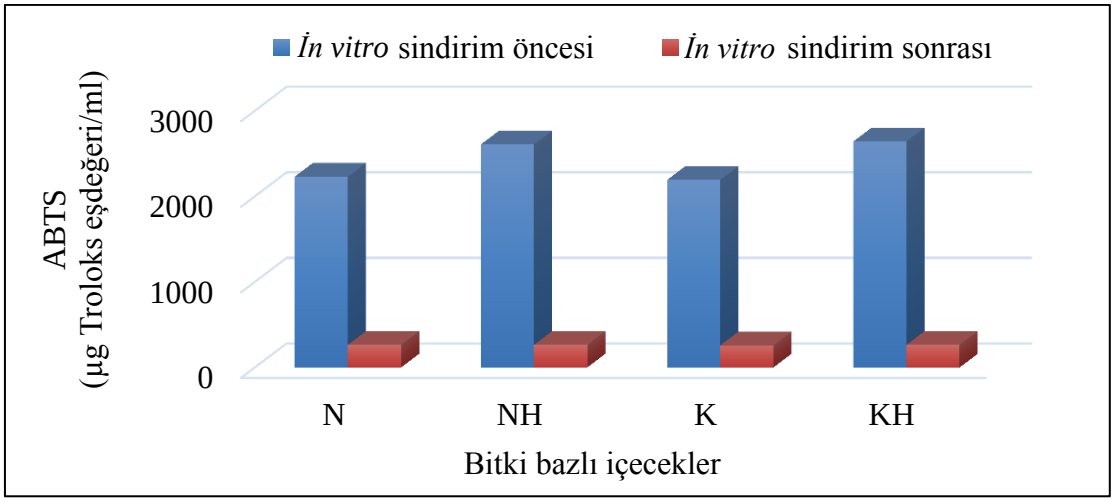
Şekil 4.9. Bitki bazlı içeceklerin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrası fenolik madde değerleri

Bitki bazlı içeceklerin ABTS değerleri Çizelge 4.12 ve Şekil 4.10'da verilmiştir. *İn vitro* sindirim öncesi ABTS değerleri incelendiğinde hurma ilaveli kabak çekirdeği (KH) ve hurma ilaveli nohut (NH) gruplarının ortalama değerleri nohut (N) ve kabak çekirdeği (K) gruplarından yüksek bulunmuştur. Bitki bazlı içeceklerin ABTS değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). *İn vitro* sindirim sonrasında hurma ilaveli kabak çekirdeği (KH), hurma ilaveli nohut (NH) ve nohut (N) gruplarının ABTS değerleri arasında fark görülmemiştir ($p>0,05$). Ancak bu gruplar ile kabak çekirdeği (K) arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). *İn vitro* sindirim ile bitki bazlı içecek gruplarının ABTS değerleri azalmış ve aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). İnek sütlerinin ABTS değerleri bitki bazlı içecek gruplarından yüksek çıkmıştır ve aradaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Çizelge 4.12. Bitki bazlı içeceklerin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrası ABTS (µg Troloks eşdeğeri/mL) değerleri

	***İn vitro* sindirim öncesi**			***İn vitro* sindirim sonrası**		
	Ortalama±SH	**Minimum**	**Maksimum**	**Ortalama±SH**	**Minimum**	**Maksimum**
N	2230,38±5,42^{cA}	2220,09	2238,50	264,32±0,42^{aB}	263,61	265,05
NH	2607,26±3,22^{bA}	2602,66	2613,45	264,35±0,18^{aB}	264,12	264,70
K	2192,01±6,56^{dA}	2179,29	2201,15	258,04±0,31^{bB}	257,49	258,56
KH	2641,27±4,50^{aA}	2632,30	2646,46	264,40±0,18^{aB}	264,19	264,75

N: Nohut içeceği, NH: Hurma ilaveli nohut içeceği, K: Kabak çekirdeği içeceği, KH: Hurma ilaveli kabak çekirdeği içeceği, SH: Standart hata
$^{a-d}$ aynı sütunda farklı harflere sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$)
$^{A-B}$ aynı satırda farklı harflere sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$)



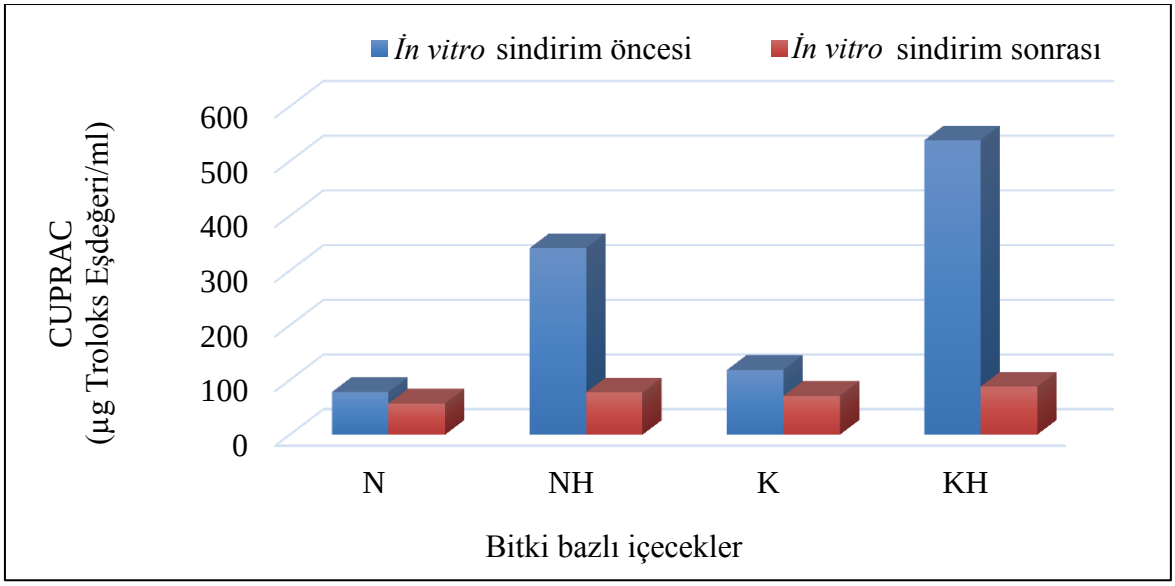
Şekil 4.10. Bitki bazlı içeceklerin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrası ABTS (µg Troloks eşdeğeri/mL) değerleri

Bitki bazlı içeceklerin CUPRAC değerleri Çizelge 4.13 ve Şekil 4.11'de verilmiştir. *İn vitro* sindirim öncesi ve sonrasında en yüksek değere sahip olan bitki bazlı içecek hurma ilaveli kabak çekirdeği (KH) ile en düşük değere sahip nohut (N) arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). *İn vitro* sindirim ile bitki bazlı içecek gruplarının CUPRAC değerleri azalmış olup, aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). İnek sütlerinin CUPRAC değerleri ile bitki bazlı içecek gruplarının CUPRAC değerleri arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Çizelge 4.13. Bitki bazlı içeceklerin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrası CUPRAC (µg Troloks Eşdeğeri/mL) değerleri

	***İn vitro* sindirim öncesi**			***İn vitro* sindirim sonrası**		
	Ortalama±SH	**Minimum**	**Maksimum**	**Ortalama±SH**	**Minimum**	**Maksimum**
N	$78,34\pm0,10^{bA}$	78,17	78,51	$57,25\pm1,31^{bB}$	54,88	59,42
NH	$341,22\pm0,97^{abA}$	339,27	342,20	$77,33\pm2,25^{abB}$	73,71	81,46
K	$118,78\pm1,76^{abA}$	115,37	121,22	$71,25\pm3,25^{abB}$	64,76	74,61
KH	$538,28\pm3,48^{aA}$	531,46	542,88	$88,23\pm2,97^{aB}$	82,61	92,68

N: Nohut içeceği, NH: Hurma ilaveli nohut içeceği, K: Kabak çekirdeği içeceği, KH: Hurma ilaveli kabak çekirdeği içeceği, SH: Standart hata
$^{a-b}$ aynı sütunda farklı harflere sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$)
$^{A-B}$ aynı satırda farklı harflere sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$)



Şekil 4.11. Bitki bazlı içeceklerin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrası CUPRAC (µg Troloks Eşdeğeri/mL) değerleri

Çizelge 4.14. İnek sütü örneklerinin ortalama toplam fenolik madde, toplam flavonoit, ABTS ve CUPRAC değerleri

	Toplam Fenolik Madde (µg GAE/mL)	Toplam Flavonoit (µg Rutin Eşdeğeri/mL)	ABTS (µg Troloks Eşdeğeri/mL)	CUPRAC (µg Troloks Eşdeğeri/mL)
İnek Sütü (A)	39,76±0,09	-	6987,76±4,75	316,12±1,82
İnek Sütü (B)	43,64±0,06	-	7343,22±10,24	298,58±3,43

Toplam fenolik madde: µg Gallik asit eşdeğeri ± standart sapma, Toplam flavonoit: - tespit edilemedi, ABTS: µg Troloks eşdeğeri ± standart sapma, CUPRAC: µg Troloks eşdeğeri ± standart sapma

Çizelge 4.15. Bitki bazlı içeceklerin flavonoit biyoerişilebilirlik değerleri

	Sindirilmemiş (Ortalama, µg Rutin Eşdeğeri/mL)	Sindirilmiş (Ortalama, µg Rutin Eşdeğeri/mL)	Biyoerişilebilirlik (%)
N	23,16	30,18	130,31
NH	20	35,93	179,65
K	891,16	46,05	5,17
KH	834,66	53,7	6,43

Bitki bazlı içeceklerin flavonoit içeriklerine ait biyoerişilebilirlik yüzdeleri Çizelge 4.15'te sunulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, nohut grubunda (N) flavonoit miktarı sindirim öncesi ortalama 23,16 µg rutin eşdeğeri/mL iken sindirim sonrası ortalama 30,18 µg rutin eşdeğeri/mL'ye yükselmiş ve biyoerişilebilirlik %130,31 olarak hesaplanmıştır. Hurma ilaveli nohut grubunda (NH) ise sindirilmemiş örnekte ortalama 20,00 µg rutin eşdeğeri/mL olarak belirlenen flavonoit miktarı sindirim sonrası ortalama 35,93 µg rutin eşdeğeri/mL'ye artmış ve en yüksek biyoerişilebilirlik değeri %179,65 olarak bulunmuştur.

Kabak çekirdeği (K) grubunda sindirilmemiş örnekte ortalama 891,16 µg rutin eşdeğeri/mL olarak belirlenen flavonoit miktarı sindirim sonrası ortalama 46,05 µg rutin eşdeğeri/mL'ye düşmüş ve biyoerişilebilirlik %5,17 olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde hurma ilaveli kabak çekirdeği grubunda da flavonoit miktarı ortalama 834,66 µg rutin eşdeğeri/mL'den ortalama 53,70 µg rutin eşdeğeri/mL'ye gerilemiş ve biyoerişilebilirlik %6,43 olarak bulunmuştur.

Genel olarak, nohut (N) ve hurma ilaveli nohut (NH) gruplarında sindirim sonrası flavonoit miktarında artış gözlenirken, kabak çekirdeği (K) ve hurma ilaveli (KH) gruplarında belirgin bir azalma tespit edilmiştir. Biyoerişilebilirlik değerleri bakımından en yüksek

değer hurma ilaveli nohut (NH) grubunda, en düşük değer ise kabak çekirdeği (K) grubunda belirlenmiştir.

Çizelge 4.16. Bitki bazlı içeceklerin toplam fenolik madde biyoerişilebilirlik değerleri

	Sindirilmemiş (Ortalama, µg GAE/mL)	**Sindirilmiş (Ortalama, µg GAE/mL)**	**Biyoerişilebilirlik (%)**
N	1731,04	185,48	10,72
NH	889,17	230,79	25,96
K	1301,25	273,83	21,04
KH	1803,96	255,38	14,16

Toplam fenolik madde miktarlarına ait sindirilmemiş ve sindirilmiş örnek ortalamaları ile biyoerişilebilirlik yüzdeleri Çizelge 4.16.'da verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, nohut (N) grubunda sindirilmemiş örnekte ortalama 1731,04 µg GAE/mL olarak belirlenen toplam fenolik madde miktarı sindirim sonrası ortalama 185,48 µg GAE/mL'ye düşmüş ve biyoerişilebilirlik %10,72 olarak hesaplanmıştır. Hurma ilaveli nohut (NH) grubunda ise sindirilmemiş örnekte ortalama 889,17 µg GAE/mL olan toplam fenolik madde miktarı sindirim sonrası ortalama 230,79 µg GAE/mL'ye gerilemiş ve biyoerişilebilirlik %25,96 olarak bulunmuştur.

Kabak çekirdeği (K) grubunda toplam fenolik madde miktarı sindirilmemiş örnekte ortalama 1301,25 µg GAE/mL iken sindirim sonrası ortalama 273,83 µg GAE/mL'ye düşmüş ve biyoerişilebilirlik %21,04 olarak hesaplanmıştır. Hurma ilaveli kabak çekirdeği (KH) grubunda ise ortalama 1803,96 µg GAE/mL olarak belirlenen sindirilmemiş toplam fenolik madde değeri, sindirim sonrası ortalama 255,38 µg GAE/mL'ye gerilemiş ve biyoerişilebilirlik %14,16 olarak bulunmuştur.

Genel olarak tüm örneklerde sindirim sonrası toplam flavonoit madde miktarında azalma gözlenmiştir. Biyoerişilebilirlik değerleri incelendiğinde en yüksek değer hurma ilaveli nohut (NH) grubunda (%25,96) ve en düşük değer ise nohut (N) grubunda (%10,71) belirlenmiştir.

Çizelge 4.17. Bitki bazlı içeceklerin ABTS biyoerişilebilirlik değerleri

	Sindirilmemiş (Ortalama µg Troloks eşdeğeri/mL)	Sindirilmiş (Ortalama µg Troloks eşdeğeri/mL)	Biyoerişilebilirlik (%)
N	2230,38	264,32	11,85
NH	2607,26	264,35	10,14
K	2192,01	258,04	11,77
KH	2641,27	264,4	10,01

ABTS antioksidan kapasitesine ait sindirilmemiş ve sindirilmiş örnek ortalamaları ile biyoerişilebilirlik yüzdeleri Çizelge 4.17'de sunulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, nohut (N) grubunda sindirilmemiş örnekte ortalama 2230,38 µg Troloks eşdeğeri/mL olarak belirlenen ABTS değeri sindirim sonrası ortalama 264,32 µg Troloks eşdeğeri/mL'ye düşmüş ve biyoerişilebilirlik %11,85 olarak hesaplanmıştır. Hurma ilaveli nohut (NH) grubunda ise ortalama 2607,26 µg Troloks eşdeğeri/mL olan sindirilmemiş ABTS değeri sindirim sonrası ortalama 264,35 µg Troloks eşdeğeri/mL'ye gerilemiş ve biyoerişilebilirlik %10,14 olarak bulunmuştur.

Kabak çekirdeği (K) grubunda sindirilmemiş örnekte ortalama 2192,01 µg Troloks eşdeğeri/mL olarak belirlenen ABTS değeri sindirim sonrası ortalama 258,04 µg Troloks eşdeğeri/mL'ye düşmüş ve biyoerişilebilirlik %11,77 olarak hesaplanmıştır. Hurma ilaveli kabak çekirdeği (KH) grubunda ise ortalama 2641,27 µg Troloks eşdeğeri/mL olan sindirilmemiş ABTS değeri sindirim sonrası ortalama 264,40 µg Troloks eşdeğeri/mL'ye gerilemiş ve biyoerişilebilirlik %10,01 olarak belirlenmiştir.

Genel olarak tüm örneklerde sindirim sonrası ABTS değerlerinde belirgin bir azalma gözlenmiştir. Biyoerişilebilirlik değerleri incelendiğinde en yüksek değer nohut (N) grubunda (%11,85) ve en düşük değer ise hurma ilaveli kabak çekirdeği (KH) grubunda (%10,01) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.18. Bitki bazlı içeceklerin CUPRAC biyoerişilebilirlik değerleri

	Sindirilmemiş (Ortalama µg Troloks Eşdeğeri/mL)	Sindirilmiş (Ortalama µg Troloks Eşdeğeri/mL)	Biyoerişilebilirlik (%)
N	78,34	57,25	73,08
NH	341,22	77,33	22,66
K	118,78	71,25	59,99
KH	538,28	88,23	16,39

CUPRAC antioksidan kapasitesine ait sindirilmemiş ve sindirilmiş örnek ortalamaları ile biyoerişilebilirlik yüzdeleri Çizelge 4.18.'de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre, nohut (N) grubunda sindirilmemiş örnekte ortalama 78,34 µg Troloks Eşdeğeri/mL olarak belirlenen CUPRAC değeri sindirim sonrası ortalama 57,25 µg Troloks Eşdeğeri/mL'ye düşmüş ve biyoerişilebilirlik %73,08 olarak hesaplanmıştır. Hurma ilaveli nohut (NH) grubunda ise ortalama 341,22 µg Troloks Eşdeğeri/mL olan sindirilmemiş CUPRAC değeri sindirim sonrası ortalama 77,33 µg Troloks Eşdeğeri/mL'ye gerilemiş ve biyoerişilebilirlik %22,66 olarak bulunmuştur.

Kabak çekirdeği (K) grubunda sindirilmemiş örnekte ortalama 118,78 µg Troloks Eşdeğeri/mL olarak belirlenen CUPRAC değeri sindirim sonrası ortalama 71,25 µg Troloks Eşdeğeri/mL'ye düşmüş ve biyoerişilebilirlik %59,99 olarak hesaplanmıştır. Hurma ilaveli kabak çekirdeği (KH) grubunda ise ortalama 538,28 µg Troloks Eşdeğeri/mL olan sindirilmemiş CUPRAC değeri sindirim sonrası ortalama 88,23 µg Troloks Eşdeğeri/mL'ye gerilemiş ve biyoerişilebilirlik %16,39 olarak belirlenmiştir.

Genel olarak tüm örneklerde sindirim sonrası CUPRAC değerlerinde azalma gözlenmiştir. Biyoerişilebilirlik değerleri incelendiğinde en yüksek değer nohut (N) grubunda (%73,08), en düşük değer ise hurma ilaveli kabak çekirdeği (KH) grubunda (%16,39) olarak tespit edilmiştir.

5. TARTIŞMA

Çalışmada nohut (N), hurma ilaveli nohut (NH), kabak çekirdeği (K), hurma ilaveli kabak çekirdeği (KH) olmak üzere geliştirilen dört adet bitki bazlı içecekte nem, protein, toplam yağ, kül, lif (ham selüloz) ve karbonhidrat analizleri yapılmıştır. Aynı zamanda, kalsiyum analizi gerçekleştirilmiştir. Ticari inek sütlerinin besin bileşimi ve enerji değerlerinde üretici firma bilgileri kullanılmıştır. Bitki bazlı içecek örneklerinde ve inek sütlerinde titrasyon asitliği, pH, °Briks, elektrik iletkenliği, toplam çözünmüş madde, partikül büyüklüğü, viskozite, toplam fenolik madde, flavonoit madde, ABTS ve CUPRAC analizleri yapılmıştır. Ayrıca bitki bazlı içeceklerde *in vitro* sindirim sonrası toplam fenolik madde, flavonoit madde, antioksidan kapasite (ABTS ve CUPRAC) analizleri gerçekleştirilmiştir. Bitki bazlı içeceklerde *in vitro* sindirimin toplam fenolik madde, flavonoit madde, antioksidan kapasite (ABTS ve CUPRAC) üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada, bitki bazlı içeceklerin enerji değerleri 31 kkal/100 g ile 73 kkal/100 g arasında, nem içerikleri %85,7 ile %95,3 arasında, protein içerikleri %1,5 ile %2,7 arasında, toplam yağ içerikleri %1,1 ile %3,8 arasında, kül içerikleri %0,1 ile %0,4 arasında, lif içerikleri %0,1 ile %0,7 arasında, karbonhidrat içerikleri %0,2 ile %11,2 arasında ve kalsiyum içerikleri ise 104 mg ile 139 mg arasında tespit edilmiştir. Hazırlanan bitki bazlı içeceklerden hurma ilaveli kabak çekirdeği grubunun (KH) enerji, protein, toplam yağ, kül ve kalsiyum değerleri, kabak çekirdeği grubunun (K) nem değeri, nohut grubunun (N) lif içeriği ve hurma ilaveli nohut grubunun (NH) karbonhidrat değeri en yüksek düzeyler olarak tespit edilmiştir.

Çalışmamızda bitki bazlı ürünlerden sade nohut içeceğinin (N) enerji değeri 32 kkal/100 g ve hurma ilaveli nohut (NH) içeceğinin enerji değeri 60 kkal/100 g olarak bulunmuştur. Ayrıca kabak çekirdeği (K) ve hurma ilaveli kabak çekirdeği içeceklerinde (KH) enerji değerleri sırasıyla 31 kkal/100 g ve 73 kkal/100 olarak belirlenmiştir. Genel olarak, doğal tatlandırıcı olarak kullanılan hurmanın karbonhidrat içeriği nedeniyle hurma ilaveli içecek gruplarında (NH, KH) enerji değerini arttırdığı görülmüştür. Bitki bazlı içecekler ile inek sütlerinin enerji değerleri genel olarak karşılaştırıldığında ise inek sütlerinin sade nohut ve kabak çekirdeği içecek gruplarından yüksek enerji değerine, hurma ilave edilen içecek gruplarından ise düşük enerji değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Medjool hurma makro

besin öğeleri içeriği açısından değerlendirildiğinde, baskın bileşenin karbonhidratlar olduğu görülmektedir (Siddiq ve diğerleri, 2013).

Duarte ve diğerleri (2022a) kabukları soyulmamış nohuttan ürettikleri sade içeceklerde yaptıkları çalışmada, içeceklerin enerji değerini 53,49 kkal/100 mL olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmanın sade nohut içeceği enerji değerlerinin bulgularımıza göre yüksek olduğu görülmüştür.

Nohut bazlı içecekler ile ilgili yapılan çalışmalar bilgimiz dahilinde kısıtlıdır. Genelde bu konuyla ile ilgili yapılan çalışmalarda nohut bazlı içeceklerin farklı bitki ekstraktlarıyla kombinasyon yapıldığı veya yeni formülasyonlu gıda üretimi için kullanıldığı görülmüştür. Çalışmamızda hazırlanan sade nohut bazlı içeceğin besinsel bileşimi nem, protein, toplam yağ, kül, lif, karbonhidrat ve kalsiyum düzeyleri sırasıyla, %92,8; %2; %1,2; %0,1; %0,7; %3,9 ve 104 mg olarak bulunmuştur. Aynı zamanda hurma ilave edilen nohut bazlı içeceklerin besinsel bileşimi nem, protein, toplam yağ, kül, lif, karbonhidrat ve kalsiyum düzeyleri sırasıyla, %85,7; %1,7; %1,1; %0,3; %0,3; %11,2 ve 137 mg olarak bulunmuştur.

Ticari amaçla tüketime sunulan içeceklerin büyük çoğunluğu tahıl ve kuruyemiş bazlı olup, hayvansal süte göre (%3,5) oldukça düşük protein içermektedir (Lopes ve diğerleri, 2020). Haşlanmış nohutun çiğ nohuta kıyasla protein ve esansiyel amino asit yoğunluğu yüksektir. Pişirme sırasında su içeriği yükseldiği için gram başına enerji içeriği düşerken, sindirilebilir protein miktarı artmaktadır (Jukanti, Gaur, Gowda ve Chibbar, 2012).

Sharma, Yeasmen ve Orsat (2024) nohut (*Cicer arietinum*) içeceğinin kalite ve fizikokimyasal değerlendirmesiyle ilgili yaptıkları çalışmada Kabuli tipi nohutlardan elde ettikleri içeceklerin protein içeriğini %5,59 olarak belirtmişlerdir. Lopes ve diğerleri (2020) acı bakla ve nohut içecekleri ürettikleri çalışmalarında nohut içeceğinin protein içeriğinin %1,0 ile %1,5 (w/v) arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda üretilen sade nohut içeceklerinde protein içeriğinin (%2) belirtilen sonuçlardan yüksek olduğu görülmüştür.

Johnson ve diğerleri (2023) ultrason destekli fermantasyonun nohut bazlı içeceklerin besin ve duyusal bileşenleri üzerindeki etkilerini inceledikleri bir çalışmada işlem görmemiş

nohut bazlı içeceklerin % nem, kül, protein, yağ ve karbonhidrat içeriklerinin sırasıyla, 85,16±2,50; 0,32±0,08; 0,71±0,01; 6,00±1,00 ve 7,85±0,20 olarak bulduklarını belirtmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmamızdaki bitki bazlı içeceklerin besin bileşimi ile karşılaştırıldığında kül, yağ, karbonhidratın yüksek ve nem ile proteinin ise düşük bulunduğu görülmüştür.

Criste ve diğerleri (2023) filizlenmiş tohumlar kullanılarak elde edilen acı bakla ve nohut bitki bazlı içeceklerinin kalitesini değerlendirmek için yaptıkları çalışmada nohut içeceğinin protein ve yağ içeriğini sırasıyla %3,12±0,25 ve %2,09±0,22 olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada belirtilen değerler çalışmamızdaki bulgular ile karşılaştırıldığında protein ve yağ içeriğinin yüksek bulunduğu görülmektedir.

Rincon ve diğerleri (2020) tarafından yapılan çalışmada farklı oranlarda nohut (BRS Toro FLIP 06–155C) ve Hindistan cevizi ekstraktları kullanılarak yedi adet bitki bazlı süt formülasyonu geliştirilmiştir. Kimyasal bileşim, fizikokimyasal özellikler ile duyusal kabul düzeylerinin değerlendirildiği bu çalışmada %100 nohut içeceğinde nemin 93,75 g/100g, külün 0,37 g/100g, proteinin 2,1 g/100g, yağın 0,39 g/100g, karbonhidratın 3,39 g/100g ve kalsiyumun 131,26 mg/100g olarak tespit edildiği bildirilmiştir. Araştırmacıların hazırladığı sade nohut bazlı içeceklerin nem, protein ve karbonhidrat miktarları çalışmamızda elde edilen bulgularla uyumludur. Ancak bulgularımızla karşılaştırıldığında belirtilen çalışmada hazırlanan örneklerin kalsiyum miktarlarının yüksek ve yağ içeriğinin düşük olduğu görülmüştür.

Wang, Chelikani ve Serventi (2018) tarafından garbanzo tipi nohuttan elde edilen bitki bazlı içeceğin soya sütüne alternatif olarak geliştirilmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmada, nohut içeceğinin protein içeriğinin %1,21 yağ içeriğinin %0,34 ve şeker içeriğinin %0,24 olarak tespit edildiği belirtilmiştir. Çalışmamızdan elde edilen bulgulara göre sade nohut içeceğinin protein (%2,0), toplam yağ (%1,2) ve karbonhidrat içeriğinin (%3,9) belirtilen çalışmadaki değerlerden daha yüksek olduğu görülmüştür.

Duarte ve diğerleri (2022a) kabukları soyulmamış nohuttan ürettikleri sade içeceklerde ortalama nem, protein, yağ, kül ve toplam karbonhidrat değerlerini sırasıyla %93,94, 3,24 g/100mL, 0,50 g/100mL, 0,16 g/100mL ve 9,01 g/100mL olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmanın besin bileşimi değerleri sade nohut içeceği bulgularımızla karşılaştırıldığında

toplam karbonhidrat, protein değerleri açısından yüksek olduğu, buna karşın yağ miktarının düşük olduğu görülmüştür. Ayrıca, nem ve kül değerleri ise çalışmamızın bulgularıyla benzerlik göstermiştir.

Weerasingha ve Premakumar (2025) nohut (*Cicer arietinum*) ve susam (*Sesamum indicum*) sütünden üretilen sütsüz tatlandırılmış yoğunlaştırılmış sütün formülasyonu ve kalite değerlendirmesi ile ilgili yaptıkları çalışmalarında nohut içeceklerinde nem, ham protein, yağ, kül ve pH değerlerini sırasıyla 90,07 ± 0,070; 2,82 ± 0,105; 3,00 ± 0,125; 0,71 ± 0,130 ve 6,30 ± 0,063 olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmanın besin bileşimi değerleri sade nohut içeceği nem (%92,8), ham protein (%2), yağ (%1,2), kül (%0,1) ve pH (7,21) bulgularımızla karşılaştırıldığında nem ve pH değerlerinin düşük olduğu, buna karşın protein, yağ ve kül değerlerinin ise yüksek olduğu görülmüştür.

Kabak çekirdeği bazlı içecekler ile ilgili yapılan çalışmalar bilgimiz dahilinde oldukça kısıtlıdır. Genelde farklı bitki ekstraktlarıyla kombinasyon yapıldığı veya yeni formülasyonlu gıda üretiminde kullanıldığı görülmüştür. Çalışmamızda hazırlanan sade kabak çekirdeği bazlı içeceğin besinsel bileşimi nem, protein, toplam yağ, kül, lif, karbonhidrat ve kalsiyum düzeyleri sırasıyla, %95,3; %1,5; %2,7; %0,3; %0,1; %0,2 ve 119 mg olarak bulunmuştur. Aynı zamanda hurma ilave edilen kabak çekirdeği bazlı içeceklerin besinsel bileşimi nem, protein, toplam yağ, kül, lif, karbonhidrat ve kalsiyum düzeyleri sırasıyla, %86; %2,7; %3,8; %0,4; %0,2; %7,1 ve 139 mg olarak bulunmuştur. Sade kabak çekirdeği içeceklerinde yağ ve karbonhidrat içeriğinin hurma ilaveli kabak çekirdeklerine göre daha düşük olduğu görülmüştür. Hurmanın yüksek kuru madde içeriği formülasyondaki nem oranını %95,3'ten %86,0'a düşürmüştür. Bu durum kuru madde oranının yükselmesiyle protein dahil tüm besin öğelerinin yüzdesel konsantrasyonlarında artışa yol açmıştır (Sethi ve diğerleri, 2016).

El-Kafrawy, AbdelRazek, Ibrahim ve Atwaa (2025) kabak çekirdeği içeceğinin farklı labne çeşitlerinin özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmada kabak çekirdeği içeceğinin protein içeriğini %8,60 ± 0,12, yağ miktarını %7,30 ± 0,09, kül oranını %0,94 ± 0,06 ve diyet lifini %5,60 ± 0,14 olarak tespit etmişlerdir. Shahein ve diğerleri (2022) deve sütü ile kabak çekirdeği içeceğini karıştırarak elde ettikleri fermente deve sütünün fizikokimyasal ve duyusal özelliklerini araştırdıkları çalışmada kabak çekirdeği içeceğinin protein, yağ, kül içeriğini sırasıyla 7,84±0,82, 6,90±0,55 ve 0,92±0,04 olarak tespit etmişlerdir. Bu

çalışmalardaki bütün bulguların çalışmamızda elde edilen sade kabak çekirdeği içeceği değerlerinden yüksek olduğu görülmüştür.

Çalışmamızın bulgularına göre bitki bazlı içeceklerin ortalama titrasyon asitliği ve ortalama pH değerleri sırasıyla %0,07±0,002 ile %0,16±0,01 ve 6,77±0,02 ile 7,38±0,01 arasında değişmektedir. En düşük ortalama titrasyon asitliği sade nohut içecek grubunda (N) ve en yüksek değer ise hurma ilaveli kabak çekirdek grubunda (KH) tespit edilmiştir. Bitki bazlı içeceklerin hurma ilaveli gruplarında ortalama titrasyon asitliği değerlerinin yükseldiği ve pH değerlerinin düştüğü görülmüştür. Bu durumun hurmanın içeriğindeki fenolik bileşiklerden ve malik asitten kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Muñoz-Tebar, Viuda-Martos, Lorenzo, Fernandez-Lopez ve Perez-Alvarez, 2023).

Duarte ve diğerleri (2022b) Avrupa baklagillerinin fonksiyonel içecek üretiminde kullanımı kapsamında nohut ve acı bakladan süt alternatifleri elde edilmesi konusunda yaptıkları çalışmada nohut içeceklerinde titrasyon asitliği ve pH değerini sırasıyla 0,02 ± 0,000 ve 7,02 ± 0,000 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz titrasyon asitliği değerinden düşük ve pH değeriyle uyumlu olduğu görülmektedir.

Francisquini ve diğerleri (2024) Ticari bitki bazlı içeceklerde pH değerlerinin 6,0 ile 8,0 aralığında değişim gösterdiği bildirilmiştir. Bu durumun ürün formülasyonunda kullanılan bitkisel hammaddeden kaynaklanabileceği belirtilmektedir. Aynı zamanda analiz edilen örneklerin asitlik değerlerinin 0,1 ile 0,6 mmol NaOH/100 g arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Criste ve diğerleri (2023) filizlenmiş tohumlar kullanılarak elde edilen bitki bazlı içeceklerde yaptıkları çalışmada nohut içeceğinin pH değerini 8,02 ± 0,16 olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmada belirtilen ortalama pH değerinin bulgumuzdan yüksek olduğu görülmüştür.

Weerasingha ve Premakumar (2025) nohut (*Cicer arietinum*) ve susam (*Sesamum indicum*) kaynaklı ürettikleri yoğunlaştırılmış sütün formülasyonu ile ilgili yaptıkları çalışmalarında nohut içeceklerinde ortalama pH değerini 6,30 ± 0,063 olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada tespit edilen pH değerinin bulgumuzdan düşük olduğu görülmüştür.

Rincon ve diğerleri (2020) farklı oranlarda nohut (BRS Toro FLIP 06–155C) ve Hindistan cevizi ekstraktları kullanarak bitki bazlı süt formülasyonu geliştirdikleri bir çalışmada %100 nohut içeren içeceklerin titrasyon asitliği ve pH değerlerini sırasıyla 1,39±0,21mmol NaOH/100 g ve 6,25±0,44 olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Çalışmamız bulgularıyla karşılaştırıldığında belirtilen çalışmanın titrasyon asitliği değerlerinin yüksek, pH değerlerinin ise düşük olduğu görülmüştür. Wang ve diğerleri (2018) tarafından garbanzo tipi nohuttan elde edilen bitki bazlı içeceğin soya sütüne alternatif olarak geliştirilmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmada, nohut içeceğinin pH değeri 6,82 ± 0,06 olarak tespit edilmiştir. Çalışmamız bulgularıyla karşılaştırıldığında belirtilen çalışmanın pH değerlerinin düşük olduğu görülmüştür.

Çalışmamızda üretilen bitki bazlı içeceklerde ortalama TDS miktarları 0,60 ± 0,01 g/L ile 1,45 ± 0,01 g/L arasında değişmektedir. Hurma ilaveli gruplarda (KH ve NH) daha yüksek ortalama TDS değerlerine sahip oldukları bulunmuştur. İnek sütü ile karşılaştırıldığında ise bitki bazlı içeceklerin ortalama TDS değerlerinin genel olarak daha düşük olduğu görülmüştür.

Çalışmamızda üretilen bitki bazlı içeceklerin °Briks değerleri 0,87 ± 0,02 ile 9,70 ± 0,10 aralığında değişiklik göstermektedir. Hurma ilave edilen gruplarda (KH ve NH) °Briks değerlerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. İnek sütü ile karşılaştırıldığında ise bitki bazlı içeceklerin ortalama °Briks değerlerinin genel olarak daha düşük olduğu görülmüştür.

Rincon ve diğerleri (2020) farklı oranlarda nohut (BRS Toro FLIP 06–155C) ve Hindistan cevizi ekstraktları kullanılarak bitki bazlı süt formülasyonu geliştirdikleri çalışmalarında %100 nohut içeren içeceklerin °Briks değerini 4,04 ± 0,23 olarak bildirmişlerdir. Bu değerlerin çalışmamız bulgularından yüksek olduğu görülmüştür.

Francisquini ve diğerleri (2024) farklı ticari bitki bazlı içeceklerde °Briks değerlerinin 1,70 ile 12,30 aralığında değişim gösterdiği belirtmişlerdir.

Bu çalışmada bitki bazlı içeceklerin ortalama elektrik iletkenliği değerleri 0,89±0,01 mS/cm ile 2,14 ± 0,02 mS/cm aralığında değişiklik göstermektedir. Hurma ilave edilen gruplarda (KH ve NH) elektrik iletkenliği değerlerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur.

İnek sütü ile karşılaştırıldığında ise bitki bazlı içeceklerin ortalama elektrik iletkenliği değerlerinin genel olarak daha düşük olduğu görülmüştür.

Francisquini ve diğerleri (2024) Ticari bitki bazlı içeceklerde elektrik iletkenliğinin ürün çeşidine göre farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir. Yulaf ve Hindistan cevizi ile formüle edilen içeceklerin elektriksel iletkenlik değerlerinin yaklaşık 1500 mS/cm veya üzerinde olduğu; buna karşılık soya, badem ve kestane gruplarının iletkenlik değerlerinin daha düşük (5 mS/cm altında) olduğu belirtilmiştir.

Bitki bazlı içeceklerin ve inek sütü örneklerinin partikül büyüklükleri incelendiğinde, hurma ilave edilen nohut ve kabak çekirdeği gruplarının (NH ve KH) ortalama partikül büyüklüğü değerlerinin sade olan grupların (N ve K) ortalama partikül büyüklüğü değerlerine göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bitki bazlı içeceklerin genel olarak inek sütlerinden (A, B) daha yüksek partikül büyüklüğü değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bitki bazlı ürünlerden sade kabak çekirdeği içeceğinin partikül büyüklüğü diğer içeceklere göre daha düşüktür.

Kaur ve Prasad (2024) kavrulmuş nohut unundan ürettikleri bitki bazlı içeceklerin kalitesini araştırdıkları bir çalışmada nohut bazlı içeceğin partikül büyüklüğünü $75{,}13 \pm 1{,}03$ µm olarak bulduklarını belirtmişlerdir. Bu çalışmada belirtilen partikül büyüklüğünün çalışmamızda hazırlanan bitki bazlı içeceklerin ortalama partikül büyüklüğünden ($2{,}06 \pm 0{,}04$ ile $25{,}59 \pm 0{,}75$ aralığında) yüksek olduğu görülmektedir.

Francisquini ve diğerleri (2024) farklı çeşitlerdeki ticari bitki bazlı içeceklerin dispers fazındaki partikül büyüklükleri incelediklerinde değerlerin çeşitlere göre değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir. Tüm sebze/tohum bazlı ticari bitkisel içecek türleri için partiküllerin %90' ının 20 ile 40 µm aralığında değişim gösterdiğini ve özellikle yulaf örneklerinin %70-75 oranında 1 µm altı küçük partiküller içermesi sebebiyle depolama süresince fiziksel stabilitesi en yüksek grup olduğunu bildirmişlerdir.

Bitki bazlı içeceklerin ve inek sütü örneklerinin viskozite değerleri incelendiğinde, hurma ilave edilen nohut ve kabak çekirdeği gruplarının (NH ve KH) ortalama viskozite değerlerinin sade olan grupların (N ve K) ortalama viskozite değerlerinden yüksek olduğu bulunmuştur. Bitki bazlı içeceklerin genel olarak inek sütlerinden (A ve B) daha düşük

viskozite değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bitki bazlı ürünlerden sade nohut içeceğinin viskozitesi diğer içeceklere göre daha düşük tür.

Sharma, Yeasmen ve Orsat (2024) nohut (*Cicer arietinum*) içeceğinin kalite değerlendirmesi, karşılaştırmalı fizikokimyasal ile ilgili yaptıkları çalışmada Kabuli tipi nohutlardan elde ettikleri içeceklerin inek sütünden önemli ölçüde daha yüksek olan 27,36 mPa·s'lik bir viskozite sergilediği ve bu durumun istenen ağız hissine katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir.

Hurtado-Murillo, Franco ve Contardo (2024) fermente bitki bazlı içeceklerin depolama sırasında fizikokimyasal stabilitesi ve mikrobiyolojik kalitesinde kinoa ve nohutun rolünü araştırdıkları bir çalışmada un bazlı içeceklerin viskozitesinin nişasta içeriğine ve protein türüne bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Nohut unu oranı arttıkça viskozitenin arttığını ve bunun nedeni olarak nohut ununun kinoadan daha yüksek protein içeriğine sahip olduğunu ve asidik ortamın (pH 4,3) proteinlerin jelatinleşmesine neden olabileceğini belirtmişlerdir.

Mefleh ve diğerleri (2024) nohut ve Kamut unlarının karıştırılması ve *Lactococcus lactis* starter kültürü kullanılarak elde edilen, bitki bazlı bir içeceğin besinsel, mikrobiyolojik, tekstürel, raf ömrü ve duyusal açılardan kalitesini belirledikleri çalışmada kontrol grubundaki nohut içeceğinin viskozitesini 0,231 Pa·s ve *Lactococcus lactis* ile fermente edilen örneklerin viskozitesini ise 0,473 Pa·s olarak bulduklarını bildirmişlerdir. Bu çalışmada belirtilen viskozite değerlerinin çalışmamızdaki bitki bazlı içeceklerin ortalama viskozite değerlerinden (1,46 ± 0,01 mPa·s ile 2,23 ± 0,003 mPa·s aralığında) yüksek olduğu görülmektedir.

Bitki bazlı içeceklerin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrasında flavonoit madde içerikleri sırasıyla 23,16 ± 0,06 µg RE/mL ile 891,16 ± 6,27 µg RE/mL ve 30,18 ± 3,19 µg RE/mL ile 53,70 ± 2,15 µg RE/mL aralığında değiştiği bulunmuştur. Bitki bazlı içeceklerin *in vitro* sindirim öncesi toplam flavonoit değerleri nohut içeceği, hurma ilaveli nohut içeceği, kabak çekirdeği içeceği ve hurma ilaveli kabak çekirdeği içeceğinde sırasıyla 23,16 ± 0,06 µg RE/mL; 20,00 ± 0,03 µg RE/mL; 891,16 ± 6,27 µg RE/mL ve 834,66 ± 1,46 µg RE/mL olarak tespit edilmiştir. *İn vitro* sindirim ile nohut gruplarının (N ve NH) flavonoit madde içerikleri artarken, kabak çekirdeği gruplarının (K ve KH) flavonoit içerikleri azalmıştır.

Bitki bazlı içeceklerin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrasında toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla 889,17 ± 4,18 µg GAE/mL ile 1803,96 ± 5,48 µg GAE/mL ve 185,48 ± 4,50 µg GAE/mL ile 273,83 ± 3,68 µg GAE/mL aralığında değiştiği bulunmuştur. *İn vitro* sindirim ile bitki bazlı içeceklerin toplam fenolik madde içerikleri azalmıştır. Bitki bazlı içeceklerin *in vitro* sindirim öncesi toplam fenolik madde değerleri nohut içeceği, hurma ilaveli nohut içeceği, kabak çekirdeği içeceği ve hurma ilaveli kabak çekirdeği içeceğinde sırasıyla 1731,04 ± 1,85 µg GAE/mL; 889,17 ± 4,18 µg GAE/mL; 1301,25 ± 5,56 µg GAE/mL ve 1803,96 ± 5,48 µg GAE/mL olarak tespit edilmiştir. Criste ve diğerleri (2023) filizlenmiş tohumlar kullanılarak elde edilen acı bakla ve nohut bitki bazlı içeceklerinin kalitesini değerlendirmek için yaptıkları çalışmada nohut içeceğinin toplam fenolik madde içeriğini 2,00 ± 0,56 mg GAE/mL olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada belirtilen toplam fenolik madde değerleri çalışmamız bulguları ile uyumludur. İşçimen ve Aslan Türker (2026) bitkisel süt üretiminde hammadde olarak kırmızı mercimek, maş fasulyesi, börülce, yer fıstığı ve nohut sütü kullanarak ürettikleri dondurmanın kalitesini değerlendirdikleri bir çalışmada toplam fenolik madde içeriğini nohut bazlı içecekte 654,61 ± 9,57 mg GAE/L olarak tespit ettiklerini belirtmişlerdir. Çalışmamız bulgularıyla karşılaştırıldığında belirtilen çalışmanın toplam fenolik madde içeriğinin düşük olduğu görülmüştür.

El-Kafrawy, AbdelRazek, Ibrahim ve Atwaa (2025) kabak çekirdeği içeceğinin farklı labne çeşitlerinin özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmada kabak çekirdeği içeceğinin toplam fenolik içeriğini 420,80 ± 3,60 mg GAE/100 g olarak tespit etmişlerdir. Karlı ve Koç (2023) yaptıkları çalışmada kabak çekirdeği içeceğinin toplam fenolik madde içeriğini 442,21 ± 6,85 mg GAE/100 g olarak bulduklarını belirtmişlerdir. Bu çalışmalarda belirtilen toplam fenolik madde değerlerinin çalışmamız bulgularından yüksek olduğu görülmüştür.

Shahein ve diğerleri (2022) deve sütü ile kabak çekirdeği içeceğinin karıştırılarak elde ettikleri fermente deve sütü çalışmasında kabak çekirdeği içeceğinin ortalama toplam fenolik içeriğini 234,20 ± 5,62 mg/100 g olarak belirtmişlerdir. Bu çalışmalardaki bütün bulguların çalışmamızda elde edilen sade kabak çekirdeği içeceği değerlerinden yüksek olduğu görülmüştür.

İn vitro gastrointestinal sindirim sırasında bağlı fenolik bileşiklerin serbest hale geçmesiyle biyoerişilebilirliğin artabildiği bildirilmektedir. Ancak, bazı fenolik bileşiklerin pH değişimi ve enzimatik parçalanma nedeniyle azalabileceği belirtilmektedir. Buradaki çift

yönlü etki, çalışmamızdaki sindirim sonrası antioksidan kapasite ve toplam fenolik bileşik içeriğinde gözlemlenen artma veya azalma sonuçlarını desteklemektedir. Özellikle örneğin kompozisyonuna bağlı fenolik bileşiklerin açığa çıkması artmayı desteklerken, hassas bileşiklerin degradasyonu azalmaya neden olabilmektedir (Collins, Francis, Chinkwo, Santhakumar ve Blanchard, 2024).

Bitki bazlı içeceklerin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrasında ABTS içerikleri sırasıyla 2192,01 ± 6,56 µg TE/mL ile 2641,27 ± 4,50 µg TE/mL ve 258,04 ± 0,31 µg TE/mL ile 264,40 ± 0,18 µg TE/mL aralığında değiştiği bulunmuştur. *İn vitro* sindirim ile bitki bazlı içeceklerin ABTS içerikleri azalmıştır. Bitki bazlı içeceklerin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrasında CUPRAC içerikleri sırasıyla 78,34 ± 0,10 µg TE/mL ile 538,28 ± 3,48 µg TE/mL ve 57,25 ± 1,31 µg TE/mL ile 88,23 ± 2,97 µg TE/mL aralığında değiştiği bulunmuştur. İn vitro sindirim ile bitki bazlı içeceklerin CUPRAC içerikleri azalmıştır.

Yapılan çalışmalarda, fenolik bileşiklerin biyoerişilebilirliğinin ve antioksidan etkinliğinin sadece toplam fenolik bileşik içeriği ile sınırlı olmadığı aynı zamanda gıda matriksi, işleme koşulları ve sindirim sürecindeki dönüşümlerden de önemli ölçüde etkilendiği belirtilmektedir (Muñoz-Bernal ve diğerleri, 2024; Saeed ve diğerleri, 2026). Özellikle lif ve polifenol bileşik açısından zengin ürünlerde fenolik bileşiklerin bir kısmı matrikse bağlı kaldığı ve *in vitro* sindirim sırasında serbestleşerek antioksidan kapasiteyi arttırdığı bildirilmektedir. Ayrıca, bazı fenolik bileşiklerin pH değişimleri ve enzimatik hidroliz sebebiyle degradasyona uğrayarak azalabileceği de belirtilmektedir (Milinčić ve diğerleri, 2025; Costa-Becheleni ve diğerleri, 2024; Muñoz-Bernal ve diğerleri, 2024). Fenolik bileşiklerin biyoerişilebilirliği büyük ölçüde gıda matrislerinin (meyveler, sebzeler veya bu çalışmada geliştirilen baklagil-tohum bazlı kompleks sıvı sistemler) yapısal özelliklerine, fenolik moleküllerin fizikokimyasal doğasına ve sindirimin farklı aşamalarında karşılaşılan fizyolojik koşullara (enzim konsantrasyonu ve pH değişimleri) bağlıdır. Fenolik bileşikler bitkisel dokularda çoğunlukla glikozitler, esterler veya polimerler formunda, gıda matrisine sıkıca bağlı halde bulunurlar. Bu nedenle, farklı gıda matrislerindeki fenolik bileşiklerin sindirim davranışlarını ve fonksiyonel potansiyellerini tahmin etmek amacıyla insan fizyolojik koşullarını simüle eden *in vitro* sindirim modelleri kritik bir öneme sahiptir (Milinčić ve diğerleri, 2025). Bu nedenlerle, çalışmamız bulgularındaki fenolik ve antioksidan kapasitedeki artma ve azalmaların, hammaddenin matriks yapısı ve sindirim dinamiklerine bağlı olabileceği düşünülmektedir. Literatürde fenolik bileşiklerin

biyoyararlanımını etkileyen temel faktörler arasında besin matrisinin kimyasal durumu, bileşenler arası etkileşimler ve kofaktör/inhibitör varlığı gösterilmektedir. Diyetle alınan tüm fenolik bileşiklerin yaklaşık %48' inin ince bağırsakta, %42' sinin kalın bağırsakta emildiği ve sadece %10' unun sindirilmeden atıldığı tahmin edilmektedir. Bu bağlamda, bulgularda gözlemlenen flavonoit artışı, bileşiklerin gıda matrisinden serbest kalarak emilime hazır hale gelmesini, yani biyoerişilebilirliğini temsil etmektedir. Besin matrisinden başarıyla salınan bu bileşiklerin bağırsak bariyerini geçerek sağlam veya metabolize edilmiş halde hedef dokulara ulaşmasına biyoyararlanım; hedef dokularda sergiledikleri antioksidan ve hücresel koruyucu etkilere ise biyoaktivite denilmektedir. (Milinčić ve diğerleri (2025), Bashmil ve diğerleri, 2025).

Genel olarak değerlendirildiğinde, hurma ile zenginleştirmenin yalnızca toplam fenolik madde, toplam flavonoit içeriği ve antioksidan kapasiteyi artırmakla kalmayıp, aynı zamanda bu bileşiklerin sindirim sonrası biyoerişilebilirliğini de önemli ölçüde iyileştirdiği görülmektedir. Elde edilen toplam fenolik madde, toplam flavonoit, ABTS ve CUPRAC sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, *in vitro* sindirim sürecinin bitki bazlı içeceklerde biyoaktif bileşenler üzerinde belirgin değişimlere yol açtığı ve özellikle hurma ilaveli formülasyonlarda matrise bağlı bileşiklerin serbestleşmesiyle biyoerişilebilirliğin arttığı söylenebilir. Bu durum, geliştirilen bitki bazlı içeceklerin fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmesi açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada, artan bitki bazlı beslenme eğilimleri ve inek sütüne alternatif fonksiyonel ürün arayışları doğrultusunda, protein ve lipit açısından zengin nohut ile kabak çekirdeği ana hammaddeleri kullanılarak yeni nesil bitki bazlı içecekler geliştirilmiştir. Üretilen sade ve doğal tatlandırıcı (hurma) ilaveli formülasyonların besinsel, fizikokimyasal ve fonksiyonel profilleri inek sütü ile karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve *in vitro* gastrointestinal sindirim modeliyle biyoerişilebilirlikleri değerlendirilmiştir.

Araştırmadan elde edilen bulgular, formülasyona hurma ilavesinin içeceklerin toplam çözünür kuru madde, karbonhidrat ve enerji değerlerini anlamlı derecede artırdığını; özellikle kabak çekirdeği ve hurma kombinasyonunun makro besin dengesi açısından ticari inek sütüne en çok yaklaşan formülasyon olduğunu göstermiştir. Üretilen tüm bitkisel formülasyonların inek sütünün kalsiyum içeriğine eşdeğer veya daha yüksek doğal kalsiyum barındırması çalışmanın en dikkat çekici sonuçlarından biri olmuştur. Ayrıca fizikokimyasal açıdan, formülasyonların pH ve asitlik değerlerinin endüstriyel üretime uygun stabilitede olduğu, fenolik ve antioksidan kapasitelerinin inek sütüne kıyasla önemli ölçüde yüksek olduğu tespit edilmiştir. *İn vitro* sindirim bulguları ise enzimatik parçalanma neticesinde bilhassa nohut bazlı ürünlerde flavonoit biyoerişilebilirliğinin arttığını, dolayısıyla bu matrislerin fonksiyonel potansiyellerinin sindirim sürecinde de korunduğunu kanıtlamıştır.

Sonuç olarak, geliştirilen bitki bazlı içeceklerin endüstriyel boyutta ticarileşebilmesi yönünde kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Aynı zamanda, geliştirilen bu yüksek proteinli ve lifli içeceklerin laktik asit bakterileri ile fermente edilerek bitki bazlı yoğurt veya kefir gibi probiyotik gıdalara dönüştürülme potansiyelinin araştırılması endüstriyel çeşitlilik açısından değerli olacaktır. Ayrıca, son yıllarda tüketimi yaygınlaşan bitki bazlı içeceklerin standart hale getirilmesi ve bu konuda yasal düzenlemelerin yapılması gıda kalitesi ve güvenliği açısından önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Abdel-Rauf, H. A. H., Raya-Álvarez, E., Al-Nashwi, A. A., Alkhudhayri, D. A., Khalifa, S. A., Shokry, E. S., ... Agil, A. (2025). Nutritional composition, physicochemical, microbiological, and sensory properties of flavored biofermented camel milk containing chickpea milk. *Italian Journal of Food Science*, *37*(3), 174.

Abou-Dobara, M., Ismail, M., and Refaat, N. (2016). Chemical composition, sensory evaluation and starter activity in cow, soy, peanut and rice milk. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*, *5*(3), 1–8.

Abrams, E. M., and Sicherer, S. H. (2016). Diagnosis and management of food allergy. *CMAJ*, *188*(15), 1087–1093.

Abreu, B., Lima, J., and Rocha, A. (2023). Consumer perception and acceptability of lupin-derived products: A systematic review. *Foods*, *12*(6), 1241.

Aganga, A. A., Amarteifio, J. O., and Nkile, N. (2002). Effect of stage of lactation on nutrient composition of Tswana sheep and goat's milk. *Journal of food Composition and Analysis*, *15*(5), 533-543.

Ahmadian-Kouchaksaraei, Z., Varidi, M., Varidi, M. J., and Pourazarang, H. (2014). Influence of processing conditions on the physicochemical and sensory properties of sesame milk: A novel nutritional beverage. *LWT - Food Science and Technology*, *57*(1), 299–305.

Ahmadian-Kouchaksaraei, Z., Varidi, M., Varidi, M. J., and Pourazarang, H. (2015). Study of stability characteristics of sesame milk: Effect of pasteurization temperature, additives, and homogenisation pressure. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, *7*(5), 677–686.

Al-Farsi, M. A., and Lee, C. Y. (2008). Nutritional and functional properties of dates: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *48*(10), 877–887.

Al-Hajaj, H. S., Ayad, J. Y., Othman, Y. A., and Abu-Rayyan, A. (2020). Foliar potassium application improves fruits yield and quality of ‘Medjool’ date palm. *Fresenius Environmental Bulletin*, *29*(3), 1436–1442.

Ali, S., Ahmad, F., Mohammad, Z. H., and Javed, F. (2025). Chemical and nutritional composition of dates. In *Date fruits and by-products processing: Volume 1* (pp. 17–31). Springer Nature Switzerland.

Al-Karmadi, A., and Okoh, A. I. (2024). An overview of date (*Phoenix dactylifera*) fruits as an important global food resource. *Foods*, *13*(7), 1024. https://doi.org/10.3390/foods13071024

Al-Shahib, W., and Marshall, R. J. (2003). The fruit of the date palm: Its possible use as the best food for the future? *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, *54*(4), 247–259.

Andaç, A. E., Tuncel, N. B., and Tuncel, N. Y. (2024). Characterisation of pea milk analogues using different production techniques. *Food Technology and Biotechnology*, *62*(2), 177–187.

AOAC International. (2005a). AOAC official method 991.20: Nitrogen (total) in milk. In *Official methods of analysis of AOAC International* (18th ed.). AOAC International.

AOAC International. (2005b). AOAC official method 989.05: Fat in milk. In *Official methods of analysis of AOAC International* (18th ed.). AOAC International.

AOAC International. (2005c). AOAC official method 945.46: Ash of milk. In *Official methods of analysis of AOAC International* (18th ed.). AOAC International.

AOAC International. (2005d). AOAC official method 986.25: Proximate Analysis of milk-based infant formula. In *Official methods of analysis of AOAC International* (18th ed.). AOAC International.

AOAC International. (2005e). AOAC official method 947.05: Acidity of milk. In *Official methods of analysis of AOAC International* (18th ed.). AOAC International.

Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., and Karademir, S. E. (2004). A novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *52*(26), 7970–7981.

Arriagada, O., Cacciuttolo, F., Cabeza, R. A., Carrasco, B., and Schwember, A. R. (2022). A comprehensive review on chickpea (*Cicer arietinum* L.) breeding for abiotic stress tolerance and climate change resilience. *International Journal of Molecular Sciences*, *23*(12), 6794. https://doi.org/10.3390/ijms23126794

Ashton, W. R., Jefferies, M., Morley, R. G., Pass, G., Phillips, G. O., and Power, D. M. (1975). Physical properties and applications of aqueous solutions of Albizia zygia gum. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *26*(5), 697–704.

Astolfi, M. L., Marconi, E., Protano, C., and Canepari, S. (2020). Comparative elemental analysis of dairy milk and plant-based milk alternatives. *Food Control*, *116*, 107327.

Aydar, E. F., Mertdinç, Z., Demircan, E., Çetinkaya, S. K., and Özçelik, B. (2023). Kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) milk substitute as a novel plant-based drink: Fatty acid profile, antioxidant activity, in-vitro phenolic bio-accessibility and sensory characteristics. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *83*, 103254.

Aydar, E. F., Tutuncu, S., and Ozcelik, B. (2020). Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *Journal of Functional Foods*, *70*, 103975. https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103975

Aysu, Ş., Akıl, F., Çevik, E., Kılıç, M. E., and İlyasoğlu, H. (2022). Development of homemade hazelnut milk-based beverage. *Journal of Culinary Science & Technology*, *20*(5), 421–429.

Aziz, A., Noreen, S., Khalid, W., Ejaz, A., ul Rasool, I. F., Munir, A., ... Uddin, J. (2023). Pumpkin and pumpkin byproducts: Phytochemical constitutes, food application and health benefits. *ACS Omega*, *8*(26), 23346–23357.

Balakrishnan, G., and Schneider, R. G. (2022). The role of amaranth, quinoa, and millets for the development of healthy, sustainable food products—A concise review. *Foods*, *11*(16), 2442. https://doi.org/10.3390/foods11162442

Baliga, M. S., Baliga, B. R. V., Kandathil, S. M., Bhat, H. P., and Vayalil, P. K. (2011). A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera* L.). *Food Research International*, *44*(7), 1812–1822.

Barreca, D., Nabavi, S. M., Sureda, A., Rasekhian, M., Raciti, R., Silva, A. S., Annunziata, G., Arnone, A., Tenore, G. C., Süntar, İ., and Mandalari, G. (2020). Almonds (*Prunus dulcis* Mill. D. A. Webb): A source of nutrients and health-promoting compounds. *Nutrients*, *12*(3), 672. https://doi.org/10.3390/nu12030672

Bashmil, Y. M., Dunshea, F. R., Appels, R., and Suleria, H. A. (2025). Bio-accessibility of phenolic compounds from green banana-fortified bread during simulated digestion and colonic fermentation. *Molecules*, *30*(18), 3743.

Begum, N., Khan, Q. U., Liu, L. G., Li, W., Liu, D., and Haq, I. U. (2023). Nutritional composition, health benefits and bio-active compounds of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Frontiers in Nutrition*, *10*, 1218468.

Bekiroglu, H., Cakir, E., Dertli, E., and Sagdic, O. (2025). Development of functional almond milk beverage with probiotic *Lactiplantibacillus plantarum* and *Lactiplantibacillus brevis* bacteria. *International Journal of Food Engineering*, *21*(5), 331–341.

Ben-Harb, S., Panouille, M., Huc-Mathis, D., Moulin, G., Saint-Eve, A., Irlinger, F., ... Souchon, I. (2018). The rheological and microstructural properties of pea, milk, mixed pea/milk gels and gelled emulsions designed by thermal, acid, and enzyme treatments. *Food Hydrocolloids*, *77*, 75–84.

Beşir, A., Awad, N., and Mortaş, M. (2019). A plant-based milk type: Hemp seed milk. *Akademik Gıda*, *20*(2), 170–181.

Beveridge, F. C., Kalaipandian, S., Yang, C., and Adkins, S. W. (2022). Fruit biology of coconut (*Cocos nucifera* L.). *Plants*, *11*(23), 3293.

Bharti, B. K., Badshah, J., and Beniwal, B. S. (2021). A review on comparison between bovine milk and plant based coconut milk. *Journal of Pharmaceutical Innovation*, *10*(3), 374–378.

Bhat, Z. F., and Bhat, H. B. (2011). Milk and dairy products as functional foods: A review. *International Journal of Dairy Science*, *6*(1), 1–12.

Bigliardi, B., and Galati, F. (2013). Innovation trends in the food industry: The case of functional foods. *Trends in Food Science & Technology*, *31*(2), 118–129.

Borsacchi, L., Vita, C., and Pinelli, P. (2025). Polyphenolic profile and antioxidant potential of medjool date tissues from the Jordan Valley. *(Eksik yayınevi veya dergi bilgisi mevcut).*

Boukid, F., and Pasqualone, A. (2022). Lupine (*Lupinus* spp.) proteins: Characteristics, safety and food applications. *European Food Research and Technology*, *248*(2), 345–356.

Bridges, M. (2018). Moo-ove over, cow's milk: The rise of plant-based dairy alternatives. *Nutrition Issues in Gastroenterology*, *171*, 20–27.

Briviba, K., Gräf, V., Walz, E., Guamis, B., and Butz, P. (2016). Ultra high pressure homogenization of almond milk: Physico-chemical and physiological effects. *Food Chemistry*, *192*, 82–89.

Brodkorb, A., Egger, L., Alminger, M., Alvito, P., Assunção, R., Ballance, S., ... Recio, I. (2019). INFOGEST static in vitro simulation of gastrointestinal food digestion. *Nature Protocols*, *14*(4), 991–1014. https://doi.org/10.1038/s41596-018-0119-1

Burton, R. A., Andres, M., Cole, M., Cowley, J. M., and Augustin, M. A. (2022). Industrial hemp seed: From the field to value-added food ingredients. *Journal of Cannabis Research*, *4*(1), 45.

Butovskaya, E., Caprai, E., Peloso, M., Gasparini, M., Borgia, M., Abdul, M. E., ... Menotta, S. (2025). Plant-based milk alternatives: Assessing the occurrence of chemical and microbiological contaminants in soy, oat, rice and almond beverages from Italian market. *Food Control*, *169*, 111005.

Ceclu, L., Mocanu, D. G., and Nistor, O. V. (2020). Pumpkin–health benefits. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, *26*(3), 241–246.

Chang, A. S., Sreedharan, A., and Schneider, K. R. (2013). Peanut and peanut products: A food safety perspective. *Food Control*, *32*(1), 296–303.

Cindric, I. J., Zeiner, M., and Steffan, I. (2007). Trace elemental characterization of edible oils by ICP–AES and GFAAS. *Microchemical Journal*, *85*(1), 136-139.

Collins, A., Francis, N., Chinkwo, K., Santhakumar, A. B., and Blanchard, C. (2024). Effect of in vitro gastrointestinal digestion on the polyphenol bioaccessibility and bioavailability of processed sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Molecules*, *29*(22), 5229.

Costa-Becheleni, F. R., Troyo-Diéguez, E., Ruiz-Hernández, A. A., Ayala-Niño, F., Bustamante-Salazar, L. A., and Salazar-López, N. J. (2024). In vitro bioaccessibility of phenolic compounds from the halophytes *Suaeda edulis* and *Suaeda esteroa*: Opportunity for the development of novel foods. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, *12*(2), 871–889.

Criste, A. D., Urcan, A. C., Coroian, C. O., Copolovici, L., Copolovici, D. M., Burtescu, R. F., and Oláh, N. K. (2023). Plant-based beverages from germinated and ungerminated seeds, as a source of probiotics, and bioactive compounds with health benefits—Part 1: Legumes. *Agriculture*, *13*(6), 1185. https://doi.org/10.3390/agriculture13061185

Cruz, N., Capellas, M., Hernandez, M., Trujillo, A. J., Guamis, B., and Ferragut, V. (2007). Ultra high pressure homogenization of soymilk: Microbiological, physicochemical and microstructural characteristics. *Food Research International*, *40*, 725–732.

Cui, X. H., Chen, S. J., Wang, Y., and Han, J. R. (2013). Fermentation conditions of walnut milk beverage inoculated with kefir grains. *LWT - Food Science and Technology*, *50*(1), 349–352.

Çakiroğlu, F. P., and Uçar, A. (2018). Consumer attitudes towards purchasing functional products. *Age*, *18*(25), 494.

Dangi, P., Chaudhary, N., Paul, A., Prabha, S., Kumar, R., and Poonia, A. (2022). Faba bean proteins: Extraction methods, properties and applications. In *Faba bean: Chemistry, properties and functionality* (pp. 245–273).

Daniel, W. W. (1991). *Bioistatistic: A foundation for analysisin the health sciences*. 5th ed. New York: John Wiley and Sons Inc., pp.5.

Daryani, D., Pegua, K., and Aryaa, S. S. (2024). Review of plant-based milk analogue: Its preparation, nutritional, physicochemical, and organoleptic properties. *Food Science and Biotechnology*, *33*(5), 1059.

de Gouveia, L. A. G., Frangella, V. S., and de Assis Exel, M. O. (2012). Quinoa: Propriedades nutricionais e aplicações. *Nutrição Brasil*, *11*(1), 56.

de Mello, M. L., Bora, P. S., and Narain, N. (2001). Fatty and amino acids composition of melon (*Cucumis melo* var. saccharinus) seeds. *Journal of Food Composition and Analysis*, *14*(1), 69–74.

Devi, N. M., Prasad, R. V., and Sagarika, N. (2018). A review on health benefits and nutritional composition of pumpkin seeds. *International Journal of Chemical Studies*, *6*(3), 1154–1157.

Dhakal, S., Liu, C., Zhang, Y., Roux, K. H., Sathe, S. K., and Balasubramaniam, V. M. (2014). Effect of high pressure processing on the immunoreactivity of almond milk. *Food Research International*, *62*, 215–222.

Dhankhar, J., and Kundu, P. (2021). Stability aspects of non-dairy milk alternatives. In *Milk substitutes—Selected aspects*. IntechOpen.

Dharini, M., Jaspin, S., and Mahendran, R. (2023). Cold plasma bubbling: Impact on safety, physicochemical properties, and nutritional quality of sesame milk. *Food and Bioproducts Processing*, *139*, 109–120.

Didinger, C., and Thompson, H. J. (2021). Defining nutritional and functional niches of legumes: A call for clarity to distinguish a future role for pulses in the dietary guidelines for Americans. *Nutrients*, *13*(4), 1100. https://doi.org/10.3390/nu13041100

Djalal, M., Amalia, D., Oktavia, A., Tahir, M. M., Arifin, A. S., Hidayat, S. H., ... Wakiah, N. (2025). Improving the properties of coconut milk-based functional drink with lactic acid bacteria fermentation and addition of herbal leaf. *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal*, 399–414.

Do, D. T., Wang, X., and Acevedo-Fani, A. (2026). Cereal-based milk alternatives: Composition, processing, and quality attributes. In *Alternative dairy products and technologies* (pp. 109–142). Academic Press.

Dorina, I., Nikpour, A., Mullan, B., and Uren, H. (2025). Health, environment or taste? Using the theory of planned behaviour to predict plant-based milk consumption. *Foods*, *14*(11), 1970.

Dreher, M. L. (2012). Pistachio nuts: Composition and potential health benefits. *Nutrition Reviews*, *70*(4), 234–240.

Duan, Z., Xu, L., Zhou, G., Zhu, Z., Wang, X., Shen, Y., ... Fang, C. (2025). Unlocking soybean potential: Genetic resources and omics for breeding. *Journal of Genetics and Genomics*, *11*, 1337–1346. https://doi.org/10.1016/j.jgg.2025.02.004

Duarte, C. M., Mota, J., Assunção, R., Martins, C., Ribeiro, A. C., Lima, A., Raymundo, A., Nunes, M. C., Ferreira, R. B., and Sousa, I. (2022a). New alternatives to milk from pulses: Chickpea and lupin beverages with improved digestibility and potential bioactivities for human health. *Frontiers in Nutrition*, *9*, 852907. https://doi.org/10.3389/fnut.2022.852907

Duarte, C. M., Nunes, M. C., Gojard, P., Dias, C., Ferreira, J., Prista, C., Noronha, P., and Sousa, I. (2022b). Use of European pulses to produce functional beverages – From chickpea and lupin as dairy alternatives. *Journal of Functional Foods*, *98*, 105287. https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105287

Eid, N. M. S., Al-Awadi, B., Vauzour, D., Oruna-Concha, M. J., and Spencer, J. P. E. (2013). Effect of cultivar type and ripening on the polyphenol content of date palm fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *61*(10), 2453–2460. https://doi.org/10.1021/jf303951e

El Hadrami, A., and Al-Khayri, J. M. (2012). Socioeconomic and traditional importance of date palm. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, *24*(5), 371.

El-Kafrawy, S. A., AbdelRazek, H., Ibrahim, M. M., and Atwaa, E. S. H. (2025). The effect of using pumpkin seed milk as a substitute for buffalo milk on the properties of labneh. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, *52*(4), 835–847.

Emir, A. A., Yildiz, E., and Sumnu, G. (2023). Utilization of lentils in different food products. In *Lentils: Production, processing technologies, products, and nutritional profile* (pp. 237–259).

Escobar-Sáez, D., Montero-Jiménez, L., García-Herrera, P., and Sánchez-Mata, M. D. C. (2022). Plant-based drinks for vegetarian or vegan toddlers: Nutritional evaluation of commercial products, and review of health benefits and potential concerns. *Food Research International*, *160*, 111646.

Faustino, A., Pires, R. C., Caeiro, S., Rosa, A., Marreiros, A., Canhoto, J., ... Marum, L. (2021). Establishment and optimization of micrografting assays with almond (*Prunus dulcis*) Portuguese varieties. In *Biology and Life Sciences Forum* (Vol. 11, No. 1, p. 47). MDPI.

Fekete, M., Lehoczki, A., Kryczyk-Poprawa, A., Zábó, V., Varga, J. T., Bálint, M., Fazekas-Pongor, V., Csípő, T., Rząsa-Duran, E., and Varga, P. (2025). Functional foods in modern nutrition science: Mechanisms, evidence, and public health implications. *Nutrients*, *17*(13), 2153. https://doi.org/10.3390/nu17132153

Folorunso, A. A., Omoniyi, S. A., and Habeeb, A. S. (2016). Proximate composition and sensory acceptability of snacks produced from broken rice (*Oryza sativa*) flour. *American Journal of Food and Nutrition*, *6*(2), 39–43.

Francisquini, J. D. A., Altivo, R., Diaz, C. C., Costa, J. D. C. D., Kharfan, D., Stephani, R., and Perrone, Í. T. (2024). Physicochemical aspects of industrial plant-based beverages. *Química Nova*, *47*(1), e-20230089.

Giovanini de Oliveira Sartori, A., Canto Machado, M., Markowicz Bastos, D. H., de Alencar, S. M., and Bismara Regitano-d'Arce, M. A. (2020). Water-extracted Brazil nut co-products: Nutritional value and estimation of nutrient losses during processing. *Journal of Food Measurement and Characterization*, *14*(4), 1919–1925.

Giugliano, R., Musolino, N., Ciccotelli, V., Ferraris, C., Savio, V., Vivaldi, B., Ercolini, C., Bianchi, D. M., and Decastelli, L. (2023). Soy, rice and oat drinks: Investigating chemical and biological safety in plant-based milk alternatives. *Nutrients*, *15*(10), 2258. https://doi.org/10.3390/nu15102258

Grela, E. R., Kiczorowska, B., Samolińska, W., Matras, J., Kiczorowski, P., Rybiński, W., and Hanczakowska, E. (2017). Chemical composition of leguminous seeds: Part I—Content of basic nutrients, amino acids, phytochemical compounds, and antioxidant activity. *European Food Research and Technology*, *243*(8), 1385–1395.

Grossmann, L., Kinchla, A. J., Nolden, A., and McClements, D. J. (2021). Standardized methods for testing the quality attributes of plant-based foods: Milk and cream alternatives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *20*(2), 2206–2233.

Gul, O., Saricaoglu, F. T., Mortas, M., Atalar, I., and Yazici, F. (2017). Effect of high pressure homogenization (HPH) on microstructure and rheological properties of hazelnut milk. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *41*, 411–420.

Guo, B., Sun, L., Jiang, S., Ren, H., Sun, R., Wei, Z., ... Qiu, L. J. (2022). Soybean genetic resources contributing to sustainable protein production. *Theoretical and Applied Genetics*, *135*(11), 4095–4121.

Gülçin, İ. (2007). Comparison of in vitro antioxidant and antiradical activities of L-tyrosine and L-Dopa. *Amino Acids*, *32*(3), 431–438.

Hamed, A. O., Nabil, E., and Raghib, M. (2025). Evaluation of fruit quality properties in Medjool and Amri date palm cultivar (*Phoenix dactylifera*, L.). *Egyptian Journal of Horticulture, 52*(2), 129–137.

Hanan, E., Srivastava, S., Dar, A. H., Dash, K. K., Pandey, V. K., Shams, R., ... Béla, K. (2026). Exploring the impact of atmospheric cold plasma technology on plant-based milk analogues and their proteins: A review. *Food Chemistry: X*, 103519.

Hao, Q., Deng, Z., Li, R., Cheng, Y., Pei, Y., Zhou, B., ... Deng, Q. (2025). Study on interfacial regulation in real food system: Cellulase-induced steady-state reconstruction of flaxseed-based plant milk and its molecular mechanisms. *Food Hydrocolloids, 158*, 110557.

Hargreaves, S. M., Raposo, A., Saraiva, A., and Zandonadi, R. P. (2021). Vegetarian diet: An overview through the perspective of quality of life domains. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(8), 4067. https://doi.org/10.3390/ijerph18084067

Hurtado-Murillo, J., Franco, W., and Contardo, I. (2024). Role of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) and chickpea (*Cicer arietinum* L.) ratio in physicochemical stability and microbiological quality of fermented plant-based beverages during storage. *Foods*, *13*(15), 2462.

Irondi, E. A., Aina, H. T., Imam, Y. T., Bankole, A. O., Anyiam, A. F., Elemosho, A. O., ... Adewumi, T. O. (2025). Plant-based milk substitutes: Sources, production, and nutritional, nutraceutical and sensory qualities. *Frontiers in Food Science and Technology*, *5*, 1593870.

Islam, S., and Ma, W. (2016). Lupine. In *Encyclopedia of food and health* (pp. 579–585). Academic Press.

İşçimen, E. M., and Türker, D. A. (2026). Comparative assessment of legume milks for plant-based ice cream: Nutritional, functional, and technological aspects. *Gıda*, *51*(1), 1–12.

Jan, B., Rani, A., and Vishwakarma, V. (2025). Dates as dairy food ingredients. In *Date fruits and by-products processing: Volume 1* (pp. 211–223). Springer Nature Switzerland.

Jarpa-Parra, M. (2018). Lentil protein: A review of functional properties and food application. An overview of lentil protein functionality. *International Journal of Food Science and Technology*, *53*(4), 892–903.

Jeske, S., Bez, J., Arendt, E. K., and Zannini, E. (2019). Formation, stability, and sensory characteristics of a lentil-based milk substitute as affected by homogenisation and pasteurisation. *European Food Research and Technology*, *245*(7), 1519–1531.

Jeske, S., Zannini, E., and Arendt, E. K. (2017). Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes. *Plant Foods for Human Nutrition*, *72*, 26–33. https://doi.org/10.1007/s11130-016-0583-0

Johnson, N. A. N., Adade, S. Y.-S. S., Ekumah, J.-N., Li, Y., Betchem, G., Issaka, E., and Ma, Y. (2023). Efficacy of ultrasound-assisted lactic acid fermentation and its effect on the nutritional and sensory quality of novel chickpea-based beverage. *Fermentation*, *9*(6), 495. https://doi.org/10.3390/fermentation9060495

Jukanti, A. K., Gaur, P. M., Gowda, C. L. L., and Chibbar, R. N. (2012). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): A review. *British Journal of Nutrition*, *108*(S1), S11–S26. https://doi.org/10.1017/S0007114512000797

Karlı, A. A., and Koç, B. (2023). The use of pumpkin and melon seeds milk in the field of gastronomy. *Food Health and Technology Innovations*, *6*(12), 475–482.

Kaur, R., and Prasad, K. (2021). Technological, processing and nutritional aspects of chickpea (*Cicer arietinum*)—A review. *Trends in Food Science and Technology*, *109*, 448–463. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.044

Kaur, R., and Prasad, K. (2024). Development and characterization of chickpea based ready to use replacement beverage mix. *Journal of Food Measurement and Characterization*, *18*(5), 3595–3618.

Kavas, N. (2022). Yogurt-like product from lupine (*Lupinus albus* L.) milk as an alternative to dairy products. *Foods and Raw Materials*, *10*(2), 377–385.

Khalid, W., Ikram, A., Rehan, M., Afzal, F. A., Ambreen, S., Ahmad, M., Aziz, A., and Sadiq, A. (2021). Chemical composition and health benefits of melon seed: A review. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, *34*(2), 309–317.

Khamzaeva, N., Kunz, C., Schamann, A., Pferdmenges, L., and Briviba, K. (2024). Bioaccessibility and digestibility of proteins in plant-based drinks and cow's milk: Antioxidant potential of the bioaccessible fraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *72*(4), 2300–2308.

Khan, F. (2026). Development and nutritional evaluation of lactose free faba bean milk. *EC Nutrition*, *21*, 01–08.

Khazaei, H., Podder, R., Caron, C. T., Kundu, S. S., Diapari, M., Vandenberg, A., and Bett, K. E. (2017). Marker–trait association analysis of iron and zinc concentration in lentil (*Lens culinaris* Medik.) seeds. *The Plant Genome*, *10*(2), plantgenome2017-02.

Khazaei, H., Subedi, M., Nickerson, M., Martínez-Villaluenga, C., Frias, J., and Vandenberg, A. (2019). Seed protein of lentils: Current status, progress, and food applications. *Foods*, *8*(9), 391.

Koklu, M., Sarigil, S., and Ozbek, O. (2021). The use of machine learning methods in classification of pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* L.). *Genetic Resources and Crop Evolution*, *68*(7), 2713–2726.

Kopf-Bolanz, K. A., Villareal Cruz, M. C., Walther, B., Denkel, C., and Guggisberg, D. (2023). Comparison of physicochemical properties of commercial UHT-treated plant-based beverages and cow's milk. *Agrarforschung Schweiz*, *14*, 43–56.

Koul, B., Sharma, K., Sehgal, V., Yadav, D., Mishra, M., and Bharadwaj, C. (2022). Chickpea (*Cicer arietinum* L.) biology and biotechnology: From domestication to biofortification and biopharming. *Plants*, *11*(21), 2926.

Kranjc, K., Čanžek Majhenič, A., and Žontar, T. P. (2026). Consumption habits and perception of plant-based milk and dairy alternatives among vegetarians and omnivores: A case study of consumers in Slovenia. *Foods*, *15*(5), 961. https://doi.org/10.3390/foods15050961

Kulczyk, E., Drozłowska-Sobieraj, E., and Bartkowiak, A. (2023). Novel milk substitute based on pea, bean and sunflower seeds with natural bioactive stabilisers. *Plants*, *12*(12), 2303. https://doi.org/10.3390/plants12122303

Kumar, N., Hong, S., Zhu, Y., Garay, A., Yang, J., Henderson, D., ... Li, Y. (2025). Comprehensive review of chickpea (*Cicer arietinum*): Nutritional significance, health benefits, techno-functionalities, and food applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *24*(2), e70152.

Kundu, P., Dhankhar, J., and Sharma, A. (2018). Development of non dairy milk alternative using soymilk and almond milk. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, *6*(1), 203–210. https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.1.23

Le, M. S., Hermansen, C., and Vuong, Q. V. (2025). Oat milk by-product: A review of nutrition, processing and applications of oat pulp. *Food Reviews International*, *41*(5), 1538–1575.

Leszczyńska, D., Wirkijowska, A., Gasiński, A., Średnicka-Tober, D., Trafiałek, J., and Kazimierczak, R. (2023). Oat and oat processed products—Technology, composition, nutritional value, and health. *Applied Sciences*, *13*(20), 11267.

Li, H., Zhu, F., and Li, G. (2025). Beverages developed from pseudocereals (quinoa, buckwheat, and amaranth): Nutritional and functional properties. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *24*(1), e70081.

Llorens, P., Chiacchio, M. F., Tagliamonte, S., Juan-García, A., Pallarés, N., Moltó, J. C., ... Juan, C. (2024). Potential bioaccessibility and bioavailability of polyphenols and functional properties of tiger nut beverage and its by-product during in vitro digestion. *Food & Function*, *15*(15), 8143–8152.

Lohita, B., Priya, M. V., Harmitha, G., and Srijaya, M. (2026). Comparative nutritional, functional, and microbial profiling of selected plant-based milk analogues versus dairy. *Journal of Food Science and Technology*, 1–11.

Lopes, M., Pierrepont, C., Duarte, C. M., Filipe, A., Medronho, B., and Sousa, I. (2020). Legume beverages from chickpea and lupin, as new milk alternatives. *Foods*, *9*(10), 1458.

Luo, Y., Yu, M., Liyixia, Z., and Chen, J. (2024). Effect of different pretreatment methods on the stability of pumpkin seed milk and potential mechanism. *Food Chemistry*, *452*, 139582.

Magwere, A. A., Keast, R., Gamlath, S., Nandorfy, D. E., Pematilleke, N., and Gambetta, J. M. (2025). A comparative study of the sensory and physicochemical properties of cow milk and plant-based milk alternatives. *Journal of Food Science*, *90*(7), e70370.

Manzoor, M. F. (2017). Effect of cooking temperature on some quality characteristic of almond milk. *International Journal of Agricultural and Life Sciences*, *3*(1), 131–135.

Manzoor, M. F., Ahmad, N., Aadil, R. M., Rahaman, A., Ahmed, Z., Rehman, A., ... Manzoor, A. (2019). Impact of pulsed electric field on rheological, structural, and physicochemical properties of almond milk. *Journal of Food Process Engineering*, *42*(8), e13299.

Manzoor, M., Manzoor, A., Siddique, R., and Ahmad, N. (2017). Nutritional and sensory properties of cashew seed (*Anacardium occidentale*) milk. *Modern Concepts & Developments in Agronomy*, *1*(1). https://doi.org/10.31031/MCDA.2017.01.000501

Martínez-Padilla, E., Faber, I., Petersen, I. L., and Vargas-Bello-Pérez, E. (2023). Perceptions toward plant-based milk alternatives among young adult consumers and non-consumers in Denmark: An exploratory study. *Foods*, *12*(2), 385.

McCarron, R., Methven, L., Grahl, S., Elliott, R., and Lignou, S. (2024). Oat-based milk alternatives: The influence of physical and chemical properties on the sensory profile. *Frontiers in Nutrition*, *11*, 1345371.

McCarthy, O. J., and Singh, H. (2009). Physico-chemical properties of milk. In P. L. H. McSweeney and P. F. Fox (Eds.), *Advanced dairy chemistry—3—lactose, water, salts and vitamins* (3rd ed., pp. 691–758). Springer.

McClements, D. J., and Grossmann, L. (2021). The science of plant-based foods: Constructing next-generation meat, fish, milk, and egg analogs. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *20*(4), 4049–4100.

Mefleh, M., Omri, G., Limongelli, R., Minervini, F., Santamaria, M., and Faccia, M. (2024). Enhancing nutritional and sensory properties of plant-based beverages: A study on chickpea and Kamut® flours fermentation using *Lactococcus lactis*. *Frontiers in Nutrition*, *11*, 1269154.

Mehany, T., Siddiqui, S. A., Olawoye, B., Olabisi Popoola, O., Hassoun, A., Manzoor, M. F., and Punia Bangar, S. (2024). Recent innovations and emerging technological advances used to improve quality and process of plant-based milk analogs. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *64*(20), 7237–7267.

Mendly-Zambo, Z., Powell, L. J., and Newman, L. L. (2021). Dairy 3.0: Cellular agriculture and the future of milk. *Food, Culture & Society*, *24*(5), 5. https://doi.org/10.1080/15528014.2021.1888411

Meng, C., Chen, Y., Wang, X., Chen, H., and Deng, Q. (2023). Effect of different temperatures on the storage stability of flaxseed milk. *Foods*, *12*(19), 3571. https://doi.org/10.3390/foods12193571

Merga, B., and Haji, J. (2019). Economic importance of chickpea: Production, value, and world trade. *Cogent Food & Agriculture*, *5*(1), 1615718.

Mertdinc, Z., Aydar, E. F., Kadı, İ. H., Demircan, E., Çetinkaya, S. K., and 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 Bioscience*, *53*, 102731.

Milinčić, D. D., Stanisavljević, N. S., Pešić, M. M., Kostić, A. Ž., Stanojević, S. P., and Pešić, M. B. (2025). The bioaccessibility of grape-derived phenolic compounds: An overview. *Foods*, *14*(4), 607.

Moradi, D., Ziarati, P., and Sawicka, B. (2021). Physicochemical and rheological properties of lentil milk/inulin blend—A feta cheese analogue. *Legume Science*, *3*(4), e80.

Multari, S., Stewart, D., and Russell, W. R. (2015). Potential of fava bean as future protein supply to partially replace meat intake in the human diet. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *14*(5), 511–522.

Muñoz-Bernal, Ó. A., Coria-Oliveros, A. J., Vazquez-Flores, A. A., Subiria-Cueto, C. R., De La Rosa, L. A., Reyes-Vega, M. L., and Alvarez-Parrilla, E. (2024). Functional and sensory evaluation of bread made from wheat flour fortified with wine byproducts. *Food Production, Processing and Nutrition*, *6*(1), 94.

Muñoz-Tebar, N., Viuda-Martos, M., Lorenzo, J. M., Fernandez-Lopez, J., and Perez-Alvarez, J. A. (2023). Strategies for the valorization of date fruit and its co-products: A new ingredient in the development of value-added foods. *Foods*, *12*(7), 1456.

NA, H. (2012). Almond milk production and study of quality characteristics. *Journal of Academy*, *2*(1), 1–8.

Naeem, H., Akhtar, A., Akram, N., Suleria, H. A. R., and Khalid, N. (2024). Formulation and characterization of lentil milk-based soft cheese analogs: Insights on physicochemical and textural properties. *Legume Science*, *6*(3), e248.

Nakov, G., Ninova-Nikolova, N., Ivanova, N., Raykova, V., and Trajkovska, B. (2025). The effect of amaranth seeds on the chemical, microbiological and sensory quality of yogurt. *Scientific Study & Research Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, *26*(1), 23–32.

Namiki, M. (2007). Nutraceutical functions of sesame: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *47*(7), 651–673. https://doi.org/10.1080/10408390600919114

Nowak, V., Du, J., and Charrondière, U. R. (2016). Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Chemistry*, *193*, 47–54.

Oliveira, I., Meyer, A. S., Afonso, S., Aires, A., Goufo, P., Trindade, H., and Gonçalves, B. (2019). Phenolic and fatty acid profiles, α-tocopherol and sucrose contents, and antioxidant capacities of understudied Portuguese almond cultivars. *Journal of Food Biochemistry*, *43*, e12887.

Padghan, P. V., Patil, S., Jaybhaye, R. V., Katore, V. D., and Deshmukh, N. (2015). Studies on cost of production of sweet corn milk and its blended milk products. *Journal of Ready to Eat Food*, *2*(2), 51–55.

Pakzadeh, R., Goli, S. A. H., Abdollahi, M., and Varshosaz, J. (2021). Formulation optimization and impact of environmental and storage conditions on physicochemical stability of pistachio milk. *Journal of Food Measurement and Characterization*, *15*(5), 4037–4050.

Patel, S. (2013). Pumpkin (*Cucurbita* sp.) seeds as nutraceutic: A review on status quo and scopes. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, *6*(3), 183–189.

Patil, U., and Benjakul, S. (2018). Coconut milk and coconut oil: Their manufacture associated with protein functionality. *Journal of Food Science*, *83*(8), 2019–2027. https://doi.org/10.1111/1750-3841.14223

Paul, A. A., Kumar, S., Kumar, V., and Sharma, R. (2020). Milk analog: Plant based alternatives to conventional milk, production, potential and health concerns. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *60*(18), 3005–3023. https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1674243

Penha, C. B., Santos, V. D. P., Speranza, P., and Kurozawa, L. E. (2021). Plant-based beverages: Ecofriendly technologies in the production process. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *72*, 102760.

Połomska, J., Dydak, P., Sozańska, B., and Sikorska-Szaflik, H. (2023). Peanut allergy and component-resolved diagnostics possibilities—what are the benefits? *Nutrients*, *15*(24), 5126.

Popovici, C., Baerle, A., and Tatarov, P. (2016). Innovation strategies to walnut milk production. In *Modern technologies in the food industry* (pp. 256–261).

Rachwa-Rosiak, D., Nebesny, E., and Budryn, G. (2015). Chickpeas—composition, nutritional value, health benefits, application to bread and snacks: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *55*(8), 1137–1145.

Ramalhosa, E., Delgado, T., Estevinho, L., and Pereira, J. A. (2011). Hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars and antimicrobial activity. In *Nuts and seeds in health and disease prevention* (pp. 627–636). Academic Press.

Ramsing, R., Santo, R., Kim, B. F., Altema-Johnson, D., Wooden, A., Chang, K. B., ... Love, D. C. (2023). Dairy and plant-based milks: Implications for nutrition and planetary health. *Current Environmental Health Reports*, *10*(3), 291–302.

Rasane, P., Jha, A., Sabhiki, L., Kumar, A., and Unnikrishnan, V. S. (2015). Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods: A

review. *Journal of Food Science and Technology*, *52*(2), 662–675. https://doi.org/10.1007/s13197-013-1072-1

Reyes-Jurado, F., Soto-Reyes, N., Dávila-Rodríguez, M., Lorenzo-Leal, A. C., Jiménez-Munguía, M. T., Mani-López, E., and López-Malo, A. (2023). Plant-based milk alternatives: Types, processes, benefits, and characteristics. *Food Reviews International*, *39*(4), 2320–2351. https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1952421

Rincon, L., Braz Assunção Botelho, R., and de Alencar, E. R. (2020). Development of novel plant-based milk based on chickpea and coconut. *LWT*, *128*, 109479. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109479

Romulo, A. (2022). Nutritional contents and processing of plant-based milk: A review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *998*, 012054. https://doi.org/10.1088/1755-1315/998/1/012054

Sacilik, K., Öztürk, R., and Keskin, R. (2003). Some physical properties of hemp seed. *Biosystems Engineering*, *86*(2), 191–198.

Scholz-Ahrens, K. E., Ahrens, F., and Barth, C. A. (2020). Nutritional and health attributes of milk and milk imitations. *European Journal of Nutrition*, *59*(1), 19–34.

Sethi, S., and Panwar, P. (2026). Nut based milk alternatives: Composition, processing, and quality attributes. In *Alternative dairy products and technologies* (pp. 143–179). Academic Press.

Sethi, S., Tyagi, S. K., and Anurag, R. K. (2016). Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: A review. *Journal of Food Science and Technology*, *53*, 3408–3423. https://doi.org/10.1007/s13197-016-2328-3

Shahein, M. R., Atwaa, E. S. H., Alrashdi, B. M., Ramadan, M. F., Abd El-Sattar, E. S., Siam, A. A. H., Alblihed, M. A., and Elmahallawy, E. K. (2022). Effect of fermented camel milk containing pumpkin seed milk on the oxidative stress induced by carbon tetrachloride in experimental rats. *Fermentation*, *8*(5), 223. https://doi.org/10.3390/fermentation8050223

Sharan, S., Zanghelini, G., Zotzel, J., Bonerz, D., Aschoff, J., Saint-Eve, A., and Maillard, M. N. (2021). Fava bean (*Vicia faba* L.) for food applications: From seed to ingredient processing and its effect on functional properties, antinutritional factors, flavor, and color. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *20*(1), 401–428.

Sharma, N., Yeasmen, N., and Orsat, V. (2024). Quality evaluation and comparative physicochemical and sensory studies of chickpea (*Cicer arietinum*) beverage. *Food Measure*, *18*, 9280–9289. https://doi.org/10.1007/s11694-024-02878-z

Shreeja, K., Devi, S. S., Suneetha, W. J., and Prabhakar, B. N. (2019). Formulation of payasam with germinated buckwheat milk. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, *8*(2), 948–951.

Siddeeg, A., Salih, Z. A., Ammar, A. F., Saeed, N. S. M., Howladar, S. M., and Alzahrani, F. O. (2020). Production of peanut milk and its functional, physiochemical, nutritional and sensory characteristics. *Annual Research & Review in Biology*, *35*(8), 79–88.

Siddiq, M., Aleid, S. M., and Kader, A. A. (Eds.). (2013). *Dates: Postharvest science, processing technology and health benefits*. John Wiley & Sons.

Silva, A. R. A., Silva, M. M. N., and Ribeiro, B. D. (2020). Health issues and technological aspects of plant-based alternative milk. *Food Research International*, *131*, 108972. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108972

Singh, A., and Kumar, V. (2020). Cultivars effect on the physical characteristics of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) seeds and kernels. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series A*, *101*(4), 631–641.

Singh, A., and Kumar, V. (2024). Pumpkin seeds as nutraceutical and functional food ingredient for future: A review. *Grain & Oil Science and Technology*, *7*(1), 12–29.

Singleton, V. L., and Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, *16*, 144–158.

Siró, I., Kápolna, E., Kápolna, B., and Lugasi, A. (2008). Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance--A review. *Appetite*, *51*(3), 456–467. https://doi.org/10.1016/j.appet.2008.05.060

Snir, B., Fishman, A., and Glusac, J. (2025). Chickpea-based milk analogue stabilized by transglutaminase. *Foods*, *14*(3), 514.

Sun, D. H., Waters, J. K., and Mawhinney, T. P. (2000). Determination of thirteen common elements in food samples by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry: comparison of five digestion methods. *Journal of AOAC International*, *83*(5), 1218-1224.

Sun, T., Jiang, H., Yang, K., Li, X., Wang, S., Yao, H., ... Sun, D. (2022). Nutritional function and flavor evaluation of a new soybean beverage based on *Naematelia aurantialba* fermentation. *Foods*, *11*(3), 272.

Syed, Q. A., Akram, M., and Shukat, R. (2019). Nutritional and therapeutic importance of the pumpkin seeds. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, *21*(2), 15886–15889.

Taesuk, N., Wang, A., Srikaew, M., Chumroenphat, T., Barile, D., Siriamornpun, S., and Bunyatratchata, A. (2025). Phytochemical profiling of Thai plant-based milk alternatives: Insights into bioactive compounds, antioxidant activities, prebiotics, and amino acid abundance. *Food Chemistry: X*, *27*, 102402.

Tahir, M., Lindeboom, N., Båga, M., Vandenberg, A., and Chibbar, R. (2011). Composition and correlation between major seed constituents in selected lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes. *Canadian Journal of Plant Science*, *91*(5), 825–835.

Tamuno, E. N. J., and Monday, A. O. (2019). Physicochemical, mineral and sensory characteristics of cashew nut milk. *International Journal of Food Science and Biotechnology*, *4*(1), 1.

Tang, J., Cui, L., Zhang, S., Wang, L., Hou, D., and Zhou, S. (2023). A novel plant-based milk alternative made from red kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.): Effects of cultivars on its stability and sensory properties. *Food Bioscience*, *56*, 103362.

Tang, Z. X., Shi, L. E., and Aleid, S. M. (2013). Date fruit: Chemical composition, nutritional and medicinal values, products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *93*(10), 2351–2361.

Tangyu, M., Fritz, M., Tan, J. P., Ye, L., Bolten, C. J., Bogicevic, B., and Wittmann, C. (2023). Flavour by design: Food-grade lactic acid bacteria improve the volatile aroma spectrum of oat milk, sunflower seed milk, pea milk, and faba milk towards improved flavour and sensory perception. *Microbial Cell Factories*, *22*(1), 133.

Thakur, A., Morya, S., Alsulami, T., Brennan, C., and Nayik, G. A. (2024). Optimization of hemp seed milk production using response surface methodology: Enhancing nutritional quality and reducing antinutrients. *Journal of Food Processing and Preservation*, *2024*(1), 6015666.

Thakur, A., Morya, S., and Kasankala, L. M. (2025). Hemp seed and its milk analog: A review on specialties, significance and emerging needs. *Journal of Natural Fibers*, *22*(1), 2474136.

Thomson, C. D. (2011). Brazil nuts (*Bertholletia excelsa*): Improved selenium status and other health benefits. In *Nuts and seeds in health and disease prevention* (pp. 245–252). Academic Press.

Tomishima, H., Luo, K., and Mitchell, A. E. (2022). The almond (*Prunus dulcis*): Chemical properties, utilization, and valorization of coproducts. *Annual Review of Food Science and Technology*, *13*(1), 145–166.

Tulashie, S. K., Amenakpor, J., Atisey, S., Odai, R., and Akpari, E. E. A. (2022). Production of coconut milk: A sustainable alternative plant-based milk. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, *6*, 100206.

Tungadi, R., Tuloli, T. S., and Sakul, J. (2025). Formulation, characterization, and viability assessment of corn milk (*Zea mays* L.) nanoparticles using the ionic gelation method. *Universal Journal of Pharmaceutical Research*, *10*(5), 29–34.

Türk Standardları Enstitüsü (TSE). (1989). *TS 6932: Gıda maddelerinde ham selüloz tayini- Genel metot*. Türk Standardları Enstitüsü Yayınları.

Türk Standardları Enstitüsü (TSE). (2002). *TS 1018: İnek sütü - Çiğ*. Türk Standardları Enstitüsü Yayınları.

Umasunthar, T., Leonardi-Bee, J., Hodes, M., Turner, P. J., Gore, C., Habibi, P., ... Boyle, R. J. (2013). Incidence of fatal food anaphylaxis in people with food allergy: A systematic review and meta-analysis. *Clinical & Experimental Allergy*, *43*(12), 1333–1341.

Vahanvaty, U. S. (2009). Hemp seed and hemp milk: The new super foods? *ICAN: Infant, Child, & Adolescent Nutrition*, *1*(4), 232–234.

Vajdovich, D. K., Csajbókné Csobod, É., and Benedek, C. (2025). Pseudocereal-based functional beverages: Main properties and nutritional evaluation with an emphasis on amino acid content: A review. *Foods*, *14*(12), 2080. https://doi.org/10.3390/foods14122080

Vallath, A., Shanmugam, A., and Rawson, A. (2022). Prospects of future pulse milk variants from other healthier pulses-As an alternative to soy milk. *Trends in Food Science & Technology*, *124*, 51–62.

Vanga, S. K., and Raghavan, V. (2018). How well do plant based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk? *Journal of Food Science and Technology*, *55*(1), 10–20. https://doi.org/10.1007/s13197-017-2915-y

Vasquez-Rojas, W. V., Martín, D., Miralles, B., Recio, I., Fornari, T., and Cano, M. P. (2021). Composition of brazil nut (*Bertholletia excelsa* HBK), its beverage and by-products: A healthy food and potential source of ingredients. *Foods*, *10*(12), 3007.

Velangi, M., and Savla, M. (2022). Role of plant based milk alternatives as a functional beverage: A review. *International Journal of Health Sciences and Research*, *12*(11), 273–281.

Walter, M., Marchezan, E., and Avila, L. A. (2008). Arroz: Composição e características nutricionais. *Ciência Rural*, *38*(4), 1184–1192. https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000400049

Wang, S., Chelikani, V., and Serventi, L. (2018). Evaluation of chickpea as alternative to soy in plant-based beverages, fresh and fermented. *LWT*, *97*, 570–572. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.07.067

Weerasingha, W. K. A. K. H., and Premakumar, K. (2025). Formulation and quality evaluation of dairy free sweetened condensed milk from chickpea (*Cicer arietinum*) milk and sesame (*Sesamum indicum*) milk. *AGRIEAST: Journal of Agricultural Sciences*, *19*(2).

Wiederstein, M., Baumgartner, S., and Lauter, K. (2023). Soybean (*Glycine max*) allergens: A review on an outstanding plant food with allergenic potential. *ACS Food Science & Technology*, *3*(3), 363–378.

Woisky, R. G., and Salatino, A. (1998). Analysis of propolis: Some parameters and procedures for chemical quality control. *Journal of Apicultural Research*, *37*, 99–105.

Wongthaweewatana, I., Srinophakun, T. R., Saramala, I., and Kasemwong, K. (2021). Production of milk analogues from rice bran protein hydrolysate using the subcritical water technique. *Food Science and Technology*, *41*(3), 722–729. https://doi.org/10.1590/fst.16520

Wright, G. C. (2016). The commercial date industry in the United States and Mexico. *HortScience*, *51*(11), 1333–1338.

Xiong, X., Wang, W., Bi, S., and Liu, Y. (2025). Application of legumes in plant-based milk alternatives: A review of limitations and solutions. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 65*(17), 3348–3364.

Xiong, Y., Zhang, P., Warner, R. D., Shen, S., and Fang, Z. (2022). Cereal grain-based functional beverages: From cereal grain bioactive phytochemicals to beverage processing technologies, health benefits and product features. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *62*(9), 2404–2431.

Xo‘jjiyevev, M. Y., and Bozorova, F. J. R. (2025). Antioxidant properties of pumpkin seed oil addition to functional drinks. *Academic Journal of Science, Technology and Education*, *1*(7), 40–42.

Xu, P., Liu, J., Li, Z., Kan, X., Hu, G., Cao, Y., ... Fu, S. (2023). Tartary buckwheat flavonoids relieve non-alcoholic fatty liver disease by inhibiting lipid accumulation, inflammation, and regulating intestinal flora. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, *33*(5), 965–979.

Yaman, M., Demirci, M., Ede-Cintesun, E., Kurt, E., and Mızrak, Ö. F. (2022). Investigation of formation of well-known AGEs precursors in cookies using an in vitro simulated gastrointestinal digestive system. *Food Chemistry*, *373*, 131451.

Yang, X. C., Wang, Y. X., Qin, Y. X., Ma, C., and Su, Z. B. (2012). The optimization of corn juice beverage processing technology. *Advanced Materials Research*, *554*, 1299–1304.

Yorgancılar, M., Başarı, D., Atalay, E., and Erkoyuncu, M. T. (2020). Fonksiyonel bir gıda: Lüpen (termiye). *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, *9*(1), 89–101.

Yu, M., Peng, M., Chen, R., and Chen, J. (2023). Effect of thermal pretreatment on the physiochemical properties and stability of pumpkin seed milk. *Foods*, *12*(5), 1056. https://doi.org/10.3390/foods12051056

Zaid, A. (2024). *Date palm publication* (2nd ed.). FAO Plant Production and Protection Paper Series, No. 156. Rome, FAO. https://doi.org/10.4060/cc9251en

Zeiger, R. S., Sampson, H. A., Bock, S. A., Burks, A. W., Jr., Harden, K., Noone, S., ... Wilson, G. (1999). Soy allergy in infants and children with IgE-associated cow’s milk allergy. *The Journal of Pediatrics*, *134*(5), 614–622.

Zhang, H., Onning, G., Triantafyllou, A., and Öste, R. (2007). Nutritional properties of oat-based beverages as affected by processing and storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *87*, 2294–2301. https://doi.org/10.1002/jsfa.2987

Zhang, X., Zhang, S., Xie, B., and Sun, Z. (2022). Regulation on structure, rheological properties and aroma volatile compounds of fermented chickpea milk by enzymatic catalysis. *International Journal of Food Science and Technology*, *57*(6), 3665–3680.

Zungur Bastıoğlu, A., Tomruk, D., Koç, M., and Ertekin, F. K. (2016). Spray dried melon seed milk powder: Physical, rheological and sensory properties. *Journal of Food Science and Technology*, *53*(5), 2396–2404.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : SOYÜNEN AYDOĞAN, Senanur

Uyruğu : T.C.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / Sağlık Bilimleri Enstitüsü / Besin Analizleri ve Beslenme Bilim Dalı	Devam ediyor
Yüksek lisans	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi /Lisansüstü Eğitim Enstitüsü / Seyahat İşletmeciliği ve Turizm Rehberliği	2025
Lisans	Atılım Üniversitesi/ Sağlık Bilimleri Fakültesi /Beslenme ve Diyetetik	2022
Lise	Özel Mehmet Tunç Anadolu Lisesi	2017

Yabancı Dil

İngilizce (C1+), İtalyanca (B2+), Almanca (A2)

Yayınlar

Atasoy, Z. B. K., Kurt, S. C., Beckerman-Hsu, J., Soyunen, S., Kalyoncu, M. F., and Kaptanoglu, A. (2024). Evaluation of the emergency nutrition response in Malatya after Türkiye–Syria earthquake. *British Journal of Nutrition*, *131*(7), 1244-1258.

Soyünen Aydoğan, S., ve Er Demirhan, B. (2024). Bitki bazlı içeceklerin genel bir bakışı. *3. Uluslararası Gıda Araştırmaları Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı* içinde (s. 1). Sivas, Türkiye.

Soyünen Aydoğan, S., ve Er Demirhan, B. (2024). Mikro yeşilliklerin besin değeri, sağlık etkileri ve güvenliği. 3. Uluslararası Gıda Araştırmaları Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı içinde (s. 154). Sivas, Türkiye.

Soyünen Aydoğan, S., ve Er Demirhan, B. (2025). Bitki bazlı içeceklerin zenginleştirilmesine yönelik yaklaşımlar. *8. Uluslararası Tarım, Çevre ve Sağlık Kongresi (ICAEH) Bildiri Özetleri Kitabı* içinde (s. 173). Aydın, Türkiye.

Hobiler Yüzme, Seyahat, Aşçılık, Piyano



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR…