



**CİVANPERÇEMİ VE KARAHİNDİBA İLE ZENGİNLEŞTİRİLEN
EKMEKLERİN BAZI FİZİKOKİMYASAL VE IN-VITRO BİYOALINABİLİR
ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Merve Sabuncu¹ Gözde Özdemir², Dilek Dülger Altınır^{3*}, Yasemin Şahan⁴

¹Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye

²Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Anabilim Dalı, Kocaeli, Türkiye

³Kocaeli Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Kocaeli, Türkiye

⁴Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye

Geliş/Received: 11.03.2023; Kabul /Accepted: 05.01.2024; Online baskı /Published online: 11.01.2024

Sabuncu, M., Özdemir, G., Dülger Altınır, D., Şahan, Y. (2024). Civanperçemi ve karahindiba ile zenginleştirilen ekmeklerin bazı fizikokimyasal ve in-vitro biyoalınabilir özelliklerinin araştırılması. GIDA (2024) 49 (1) 101-118 doi: 10.15237/gida.GD23030

Sabuncu, M., Özdemir, G., Dülger Altınır, D., Şahan, Y. (2024). Investigation of some physicochemical and in-vitro bioaccessibility properties of bread enriched with yarrow and dandelion. GIDA (2024) 49 (1) 101-118 doi: 10.15237/gida.GD23030

ÖZ

Bu çalışmada, civanperçemi (*Achillea millefolium* L.) ve karahindiba (*Taraxacum officinale* L.) tozu ile 3 farklı oranlarda (%1, %2, %3) zenginleştirilen ekmeklerin bazı fizikokimyasal, antioksidan özellikleri ile in-vitro biyoalınabilirlikleri belirlenmiştir. CUPRAC metoduna göre antioksidan kapasite, %3 civanperçemi ilaveli ekmeklerde 20.50 µmol TE/g olarak belirlenirken, %3 karahindiba ilaveli ekmekte ise 19.75 µmol TE/g elde edilmiştir. Toplam fenolik miktarı, kontrol grubunda 45.76 mg GAE/100g iken %3 civanperçemi ve %3 karahindiba ilaveli ekmeklerde ise sırasıyla 62.23 ve 61.40 mg GAE/100g olarak bulunmuştur. In-vitro ortamda enzimatik ekstraksiyon işlemine tabi tutulan ekmeklerin fenolik bileşiklerinin biyoalınabilirlik değerlerinin %69-73 arasında değiştiği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, olumlu etkileri olduğu bilinen tıbbi bitkilerle zenginleştirilmiş ekmeklerin kontrol grubuna kıyasla daha yüksek kül, toplam fenolik miktarı ve antioksidan kapasite değerine sahip olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Biyoalınabilirlik, fonksiyonel gıda, antioksidan kapasite, civanperçemi, karahindiba

**INVESTIGATION OF SOME PHYSIOCHEMICAL AND IN-VITRO
BIOACCESSIBILITY PROPERTIES OF BREAD ENRICHED WITH YARROW
AND DANDELION**

ABSTRACT

In this study, some physicochemical, antioxidant properties and in-vitro bioaccessibility of bread enriched with yarrow and dandelion powder at three different ratios (1%, 2%, 3%) were determined.

* Corresponding author / Yazışmalardan sorumlu yazar

✉:dilek.dulger@kocaeli.edu.tr

☎ (+90) 262 353 346

☎ (+90) 262 353 4511

Merve Sabuncu; ORCID no: 0000-0001-8771-0643

Gözde Özdemir; ORCID no: 0000-0001-6258-6260

Dilek Dülger Altınır; ORCID no: 0000-0002-7043-2883

Yasemin Şahan; ORCID no: 0000-0003-3457-251X

Not: Bu çalışma ikinci yazarın yüksek lisans tezinden türetilmiş olup, ekmek üretimi ikinci yazarın yüksek lisans tezi kapsamında yapılmış olmakla birlikte, analizler tez kapsamı dışında yürütülmüştür. Tez danışmanları: Doç. Dr. Dilek Dülger Altınır, Prof. Dr. Yasemin Şahan

The antioxidant capacity was determined as 20.50 µmol TE/g in the bread with 3% yarrow addition and 19.75 µmol TE/g in the bread with 3% dandelion addition according to the CUPRAC method. The total phenolic content was 45.76 mg GAE/100g in the control group and 62.23 and 61.40 mg GAE/100g in the bread with 3% yarrow and dandelion, respectively. It was detected that the bioaccessibility values of the phenolic compounds of the bread subjected to the enzymatic extraction process ranged between 69-73%. The study revealed that the bread enriched with medicinal plants, known for their positive effects, exhibited higher levels of ash, total phenolic content, and antioxidant capacity in comparison to the control group.

Keywords: Bioaccessibility, functional food, antioxidant capacity, yarrow, dandelion

GİRİŞ

Tıbbi bitkiler, yapılarında bulunan bileşenler sayesinde hastalıkların tedavisinde önemli yararlar sağlayan bitkiler olarak tanımlanmakta ve ilk kayıtları M.O. 5000'lerde Mezopotamya uygarlığına kadar dayanmaktadır (Sevindik vd., 2017; Mohammed vd., 2019; Arslan vd., 2021). Tıbbi bitkiler baharat, bitkisel çay, gıda takviyesi ve gıda katkı maddesi olarak gıda sanayinde kullanılmaktadır. Fenolik bileşenlerce zengin olan tıbbi bitkilerin yüksek antioksidan aktivite, antimikrobiyal, antifungal, antialerjik, antihistamik, antikanser, antiinflamatuvar ve antihipertansif etkileri (Yakoub vd., 2018; Mohammed vd., 2018; Aftab, 2019) olduğu bildirilmektedir. Beslenme rejimlerinde tıbbi bitkilerin tüketimi sınırlı olsa da içerisinde bulunan biyoaktif bileşenler ve doğal antioksidanlar nedeniyle fonksiyonel gıda uygulamalarında önemli bir yere sahiptir (Varlı vd., 2020).

Geniş coğrafyalarda yetişen ve ülkemizde bilinen tıbbi bitkilerden birisi olan karahindiba (*Taraxacum officinale*) Asteraceae (papatyagiller) familyasında yer alan çiçekli, tek yıllık otsu bir bitki olup, ülkemiz florasında 16 tanesi endemik olmakla birlikte 51 türü olduğu bilinmektedir (Demirezer vd., 2019; Küçükboyacı ve Şahan, 2020; Özdemir vd., 2020). Karahindiba, başlıca A, B, C ve D vitaminini ile sodyum, kalsiyum, magnezyum, demir, çinko fosfor, bakır ve manganez bakımından oldukça zengin bir kaynaktır (Jedrejek vd., 2019). Ayrıca yapısında bulunan luteolin, saponin, gallik, sinapik, kafeik asit, kumarik asit, karatonoid, tanen ve flavonoidler gibi çeşitli ikincil metabolitler sayesinde antioksidatif, antidiyabetik, antihipertansif ve antidepresan etkileri bulunmaktadır (Hu vd., 2005; Gül, 2014; Gao vd.,

2019). Antidiyabetik etkisi yüksek olduğu bilinen inülin bakımından da oldukça zengin olan karahindiba, bu sebeple iyi bir prebiyotik kaynağıdır (Mudannayake ve Jayasena, 2022). Ayrıca, geleneksel tıpta özellikle mide ve bağırsak kaynaklı hastalıkların tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Akyol, 2016).

Özellikle ülkemizin doğu kesimlerinde bilinen bir tıbbi bitki olan Civanperçemi (*Achillea millefolium* L.), Asteraceae (papatyagiller) familyasında yer alan büyük sarı çiçekli bir bitkidir (Howyzeh vd., 2019). Civanperçemi bitkisinin yapısında başlıca fenolik bileşikler, organik asitler, flavonoidler, C vitamini, fosfor ve potasyum bulunmaktadır (Turan, 2014). Yapısındaki zengin biyoaktif bileşikler nedeniyle antidiyabetik (Nisari, 2019), antiinflamatuvar, antioksidatif, antimikrobiyal ve antikanserojen etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Edreva vd., 2019; Ahmadi-Dastgerdi vd., 2019; Howyzeh vd., 2019). Civanperçemi geleneksel tıpta yaraların, cilt hastalıklarının, solunum yolu enfeksiyonlarının tedavisinde kullanılmaktadır (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011).

Günümüzde, tüketicilerin biyoaktif bileşenlerce zenginleştirilmiş fonksiyonel gıdalara olan talebi gün geçtikçe artmaktadır. Bu amaçla biyoaktif bileşenlerce zengin meyve, sebze, baharatlar ve tıbbi bitkiler, insanların günlük beslenmesinde sıklıkla tüketildiği unlu mamüllere eklenerek zenginleştirme işlemi yapılmaktadır (Aydın ve Göçmen, 2015; Kırbas vd., 2019; Dülger vd., 2021). Ülkemizde ekmeğe uygun fiyatlı, doyurucu ve kolay ulaşılabilir olması nedeniyle günlük beslenmemizin önemli bir parçasıdır (Badem, 2021). Ekmeğin fonksiyonel özellik kazandırılabilmesi ve daha sağlıklı hale getirilebilmesi amacıyla çok sayıda uygulama yapılmaktadır. Bu amaçla, baklagiller (mercimek,

nohut, fasulye, mısır), yüksek protein içeriğine sahip gıdalar (kinoa, teff, soya), fenolik bileşikler bakımından zengin gıdalar (yeşil çay, spirulina, zerdeçal, zencefil, ığde unu, üzüm çekirdeği, kahve çekirdeği zarı, siyah havuç, nar kabuğu, dut, balkabağı, şalgam vb.), yüksek lif içeriğine sahip gıdalar (hindiba, yer elması, çavdar, hurma, bamya, yeşil muz) ve yağ asitleri bakımından zengin tohumlar (susam, çörekotu, keten tohumu) un haline getirilip buğday ununa ikame edilerek kullanılmaktadır (El-Megeid vd., 2009; Peng vd., 2010; Lim vd., 2011; Das vd., 2012; Dziki vd., 2014; Gül ve Şen, 2017; Tuluk, 2017; Tuluk vd., 2018; Özgören vd., 2018; Meral ve Karaoğlu 2019; İlhan vd., 2020; Khoozani vd., 2020; Pekmez ve Yılmaz, 2020; Çetin vd., 2021; Türkoğlu ve Gerçekaslan, 2022; Aroufai vd., 2022).

Zenginleştirme çalışmalarında sıklıkla kullanılan bu bileşiklerin içerdiği biyoaktif bileşenlerin kimyasal formu, uygulama şekli ve miktarı ile metabolizmada izlediği yol, etkinlikleri açısından oldukça önemlidir (Karabulut ve Yemiş, 2019). Zenginleştirmede kullanılan bileşiklerin etkinliklerinin belirlenmesinde farklı in-vivo ve in-vitro yöntemler kullanılmakla birlikte biyoalınabilirlik bunların başında gelmekte olup, gıdada bulunan bileşenlerin gastrointestinal sistemden geçtikten sonra emilen kısmının in-vitro bir şekilde belirlenmesi olarak tanımlanmaktadır (Konak vd., 2017). In-vitro gastrointestinal sindirim modelleri, fenolik bileşenlerin biyoalınabilirliklerinin belirlenmesinde hem taze hem de işlenmiş gıdalara uygulanabilmesinin yanısıra in-vivo sistemlere kıyasla daha ucuz, hızlı ve basittir (McDougall, 2005a,b; Fernández-García vd., 2009; Correa-Betanzo vd., 2014; Minekus vd., 2014; Lucas-González vd., 2018). Gıdalarda bulunan biyoaktif bileşiklerin (fenolik bileşikler, terpenoidler, alkaloidler, siyanojenik glikozitler, antioksidanlar vs.) miktarları ile ilgili yapılan birçok çalışma bulunmasına rağmen (Hepsağ ve Esmer, 2022; Yörüüş, 2022), bu bileşiklerin biyoalınabilirlikleri ile ilgili literatürde sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Unlu mamuller alanında yapılan biyoalınabilirlik çalışmalarından bazıları, chia tohumu (Dündar vd., 2021) ve kakak

çekirdeği (Altınar vd., 2021) ile zenginleştirilmiş kraker, kahve çekirdeği zarı (Göşmen vd., 2019), ığde unu (Sahan vd., 2019) ve balkabağı unu ile zenginleştirilmiş bisküvidir (Aydın, 2014).

Bu çalışmanın amacı, civanperçemi ve karahindiba kullanılarak zenginleştirilen ekmeklerin fizikokimyasal kompozisyonu ile birlikte, antioksidan özelliklerinin ve in-vitro biyoalınabilirliklerinin belirlenmesidir. Çalışma kapsamında kullanılan tıbbi bitki unları ve bu unlarla zenginleştirilmiş ekmeklerde üç farklı ekstraksiyon yöntemi (ekstrakte, hidrolize ve biyoalınabilir) kullanılarak hazırlanan fraksiyonlarda toplam fenolik miktarı (Folin-Ciocalteu) ve antioksidan kapasite (CUPRAC, DPPH ve FRAP) analizleri gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Ekmeğin zenginleştirilmesi için seçilen civanperçemi ve karahindiba, Türk Gıda Kodeksi Gıdalarda Kullanılabilecek Bitkiler ve Bitkisel Preparatlar Tebliği' Ek-4 ve Ek-5'de yer alan bitki listelerinde pozitif listede (TGK, 2016) yer alan bitkiler olduğu için tercih edilmiş ve kurutulmuş şekilde Arifoğlu markasından satın alınmıştır. Bitkiler, ekmek formülasyonunda ikameye uygun olması amacıyla kahve öğütücüsünde (Fakir, Türkiye) öğütülüp ardından 60 mesh çaplı elekten geçirilerek un haline getirilmiştir. Elde edilen unlar ekmek üretimi ve un analizleri yapıncaya kadar hava almayan kaplarda, buzdolabında +4°C' de saklanmıştır. Çalışmanın 2. aşamasında tıbbi bitki unları 3 farklı oranda (%1, %2 ve %3) buğday unu ile ikame edilerek zenginleştirilmiş ekmek formülasyonlarında kullanılmıştır. Formülasyonda kullanılan diğer hammaddeler (un, tuz ve maya) bölgede yer alan marketlerden, etiket bilgileri bulunacak şekilde satın alınmıştır.

Metot

Ekmeğin Üretimi

Ekmeğin üretimi için formülasyon, Akgün (2007) ve Pala (2012)'nin metotları modifiye edilerek elde edilmiştir. Ön denemeler sonucunda duyuşal özellikleri etkilemeyecek şekilde bitki unlarının %1, %2 ve %3 oranlarında katılmasının uygun olduğuna karar verilmiştir (Özdemir vd., 2021).

Sonuçların değerlendirilebilmesi amacıyla içerisinde bitki unu bulunmayan ve %100 buğday unu kullanılarak hazırlanan kontrol ekmeği de

üretimiştir. Ekmek üretim formülasyonu ve analizlerde kullanılan örnek kodları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Ekmek Formülasyonu
Table 1. Bread Formulation

Ürün Adı ¹ <i>Product Name</i>	Ürün Kodu <i>Product Code</i>	Buğday Ununa İkame Oranı <i>Substitution ratio for wheat flour</i>	Un Miktarı (g) ² <i>Flour amount</i>	Bitkisel Un Miktarı (g) <i>Plant flour amount</i>	Maya (g) <i>Yeast</i>	Tuz (g) <i>Salt</i>	Su (ml) <i>Water</i>
Kontrol ekmeği <i>Control bread</i>	Kontrol <i>Control</i>	%0	300	0	6	4.5	200
Karahindiba unlu zenginleştirilmiş ekmeği <i>Bread enriched with dandelion flour</i>	K1	%1	297	3	6	4.5	201
	K2	%2	294	6	6	4.5	202
	K3	%3	291	9	6	4.5	203
Civanperçemi unlu zenginleştirilmiş ekmeği <i>Bread enriched with yarrow flour</i>	C1	%1	297	3	6	4.5	200
	C2	%2	294	6	6	4.5	200
	C3	%3	291	9	6	4.5	202

¹Bileşenler 21±1°C; ²%14 rutubet esasına göre

¹ *Ingredients 21±1°C; ² %14 moisture basis*

Ekmek üretiminde, Ödeş (2018)’in direkt hamur metodu modifiye edilerek kullanılmıştır. Bu amaçla, öncelikle elde edilen hamur kitle fermantasyonuna (40°C/30 dakika) bırakılmış, daha sonra şekil verilerek pişirme kaplarında parça fermantasyonu (40°C/90 dakika) gerçekleştirilmiştir. Ekmekler 250°C/15 dakika fırında (Luxell) pişirildikten sonra oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Ardından poşetlere alınarak analizleri yapılana kadar 4°C’de buzdolabı koşullarında muhafaza edilmiştir.

Fizikokimyasal analizler

Tıbbi bitkiler ve zenginleştirilmiş ekmeği örneklerine ait nem (AOAC, 925.40), kül (AOAC, 950.49), pH (AOAC, 981.12) ve toplam asitlik (AOAC, 935.57) analizleri AOAC’a göre yapılmıştır (AOAC, 2000). Örneklerinin renk ölçümü, CIE L^* , a^* , b^* renk sistemine dayalı olarak Minolta Spektrofotometre CM-139 3600d (Osaka, Japonya) ile saptanmıştır. Sonuçlar CIE Lab sistemi kullanılarak belirtilen parametrelere göre ifade edilmiştir: L^* ($L^*= 0$ siyah, $L^*= 100$

beyaz), a^* - yeşil renk payı ($a^* < 0$) veya kırmızı ($a^* > 0$), b^* - payı mavi ($b^* < 0$) veya sarı ($b^* > 0$). Tüm analizler üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

Fenolik Bileşiklerin Ekstraksiyonu

Toplam fenolik madde miktarı (TFM) ve antioksidan kapasite analizlerinde kullanılmak üzere Vitali (2009) yöntemi modifiye edilerek üç farklı ekstraksiyon (Ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir) metodu kullanılarak fraksiyonlar hazırlanmıştır.

Ekstrakte edilebilir fraksiyon (EEF) için, 2.0 g örnek (taze ağırlık) üzerine 20 mL HCl %37/metanol /su (1:80:10 v/v) çözeltisi eklenmiştir. Karışım döner çalkalayıcı (JB50-D, Shanghai, Çin) kullanılarak 250 rpm’de 20°C 2 saat çalkalamaya bırakılmıştır. Elde edilen ekstraktlar 4°C’de 3500 rpm’de 10 dakika santrifüj edilmiştir (Sigma 3K 30, Almanya). Tüpteki berrak üst faz alınıp -16°C’de analizlerde kullanılmaya kadar muhafaza edilmiştir.

Hidrolize edilebilir fraksiyon (HEF) için, tüpte kalan alt faz üzerine 20 mL metanol / H₂SO_{4-kons} (10:1) ilave edilmiş ve çalkalayıcı su banyosunda 85°C/20 saat tutulmuştur. Süre sonunda ekstraktlara 4°C/3500 rpm/10 dakika santrifüj işlemi gerçekleştirilmiştir (Sigma 3 K 30, Almanya). Hazırlanan ekstraktların üst fazı Hidrolize edilebilir fraksiyon (HEF) olarak değerlendirilmiş ve -16 °C'de analizlerde kullanılmaya kadar muhafaza edilmiştir. Biyoalınabilir fraksiyon için ise gastro-intestinal sistem koşullarını taklit eden ardışık bir *in-vitro* enzimatik ekstraksiyon sistemi uygulanmıştır (Bouayed vd., 2012). Bu amaçla; Mide ortamı: 2 g örneğin üzerine 10 mL saf su ilavesinden sonra pH 2'ye (HCl kullanılarak) getirilerek üzerine 0.5 mL %2'lik pepsin ilave edilmiş ve çalkalamalı su banyosunda 37°C/2 saat tutulmuştur.

Bağırsak ortamı: Süre sonunda pH'ları 7.2'ye ayarlanarak, 2.5 mL NaCl/KCl ve 2.5 mL bile/pankreatin eklenmiştir. Örnekler, çalkalamalı su banyosunda 37°C/2.5 saat tutulmuştur. Ardından ekstraktlar 3500 rpm/10 dakika santrifüj işlemi gerçekleştirilmiş ve üst faz alınmıştır. Elde edilen tüm ekstraktlar -24°C'de saklanmıştır. Ekstraktlar en az üç paralel olacak şekilde hazırlanmıştır.

Toplam Fenolik Madde Miktarı (TFM)

Bu amaçla, Folin-Ciocalteu kolorimetrik metodu kullanılmıştır (Apak vd., 2008). Spektrofotometrede (Optizen 3220 UV-Mecasys) 750 nm'de okuma yapılmıştır. Hazırlanan farklı konsantrasyonlardaki gallik asit çözeltileri okunarak kalibrasyon grafiği oluşturularak, sonuçlar mg gallik asit eşdeğerleri (GAE)/ 100 g taze ağırlık (TA) olarak hesaplanmıştır. Toplam fenolik madde miktarı ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir fraksiyonların toplamı olarak verilmiştir. Biyoalınabilirlik sonuçları toplam fenolik miktarının yüzdesi olarak hesaplanmıştır. Analizler üçer tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve ±SS olarak gösterilmiştir.

Antioksidan kapasite

Tıbbi bitkiler ve zenginleştirilmiş ekmek örneklerinin antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi amacıyla CUPRAC (Kuprik

indirgeyici antioksidan kapasite), DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) ve FRAP (Ferrik iyonu indirgeme antioksidan gücü) metotları kullanılmıştır.

DPPH: Boskou vd. (2010)'na göre; 3.90 ml DPPH çözeltisi (6 x10⁻⁵ M) ile 100 µl örnek ekstraktı tüplere alınarak karanlık ortamda 30 dk bekletilmiştir. Süre sonunda spektrofotometrede (Optizen, 3220 UV-Mecasys) 515 nm'de absorbans değerleri belirlenmiştir.

CUPRAC: Apak vd. (2008)'ne göre; Bakır(II)klorür çözeltisi (1.0x10⁻² M), neokuproin çözeltisi (7.5x10⁻³ M), amonyum asetat tampon çözeltilerinin (1.0 M), her birinden 1'er mL ve x mL örnek ekstraktı deney tüpüne alınarak (4-x) mL damıtık su ilave edilmiştir. Karanlık ortamda 30 dakika bekletildikten sonra, spektrofotometrede (Optizen marka 3220 UV-Mecasys) 450 nm'deki absorbansları ölçülmüştür.

FRAP: Sun vd. (2017)'ne göre; 250 ml TPTZ (2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine), 250 ml FeCl₃ ve 62.5 ml asetat tampon çözeltileri karıştırıldıktan sonra FRAP solüsyonu hazırlanmıştır. X ml örnek, (4-x) ml saf su ve 3 ml hazırlanan FRAP çözeltisi deney tüpünde karıştırılarak 37°C/15 dk su banyosunda bekletilmiştir. Süre sonunda spektrofotometrede (Optizen, 3220 UV-Mecasys) 595 nm'deki absorbans değerleri saptanmıştır.

Antioksidan kapasite sonuçları hesaplanırken Trolox çözeltisi standart olarak kullanılarak kalibrasyon grafiği oluşturulmuştur ve sonuçlar 1 µmol Trolox Eşdeğeri (TE)/ mg örnek olarak verilmiştir. Analizler üçer tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve ±SS olarak gösterilmiştir.

% Biyoalınabilirliğin belirlenmesi

Zenginleştirilmiş ekmek örneklerine ait %biyoalınabilirliğinin belirlenmesinde Baenas vd. (2020)'nin eşitliği (1) kullanılarak hesaplama yapılmıştır. Buna göre %biyoalınabilirlik, biyoalınabilir fraksiyonlara ait sonuçların, ekstrakte ve hidrolize edilebilir fraksiyona ait sonuçların toplamına oranının % olarak ifade edilmesidir.

$$\% \text{Biyoalınabilirlik} = \left(\frac{\text{Biyoalınabilir fraksiyon}}{\text{Ekstrakte} + \text{Hidrolize fraksiyon}} \right) \times 100 \quad (1)$$

İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizinde JMP IN 7.0.0 (Statistical Discovery from SAS Institute Inc. 2007) uygulanarak değerlendirme yapılmıştır. Sonuçların ortalamaları arasındaki istatistiksel farklılığın belirlenmesinde, “LSD (*Least Significant Difference*) testi” $P < 0.05$ anlamlılık düzeyinde uygulanmıştır. 3 tekrarlı olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür.

BULGULAR VE TARTIŞMA**Fizikokimyasal Bileşim**

Buğday unu (BU), karahindiba unu (KU), civanperçemi unu (CU) ve bu tıbbi bitkiler ile zenginleştirilmiş ekme örneklerine (K1, K2, K3-C1, C2, C3) ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir. Nem içeriği BU, KU ve CU için sırasıyla %9.81, %10.71 ve %8.05 bulunmuştur. Becker vd. (2016) civanperçeminin nem içeriğinin ortalama %11.03 olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 2. Un ve ekme örneklerinin kimyasal bileşimi*1
Table 2. Chemical compositions of flour and bread samples*1

Un Örnekleri Flour Samples	Nem (%) Moisture (%)	Kül (%) Ash (%)	Toplam Asitlik (%) Total acidity (%)	pH pH
BU	9.81±0.10 ^b	0.55±0.15 ^c	0.72±0.00 ^a	6.20±0.01 ^a
KU	10.71±0.18 ^a	6.29±0.56 ^b	0.05±0.00 ^b	5.65±0.04 ^b
CU	8.05±0.22 ^c	7.45±0.88 ^a	0.05±0.00 ^b	5.26±0.01 ^c
Ekme Örnekleri Bread Samples	Nem (%) Moisture (%)	Kül (%) Ash (%)	Toplam Asitlik (%) Total acidity (%)	pH pH
Kontrol Control	34.87±1.27 ^g	1.24±0.02 ^g	0.17±0.00 ^c	6.19±0.01 ^a
K1	42.37±0.10 ^f	2.08±0.16 ^f	0.17±0.00 ^c	6.11±0.04 ^b
K2	43.70±2.20 ^e	2.51±0.06 ^e	0.17±0.00 ^c	6.06±0.01 ^c
K3	43.68±2.11 ^d	3.11±0.24 ^c	0.22±0.06 ^a	5.93±0.01 ^f
C1	44.19±1.62 ^c	2.88±0.11 ^d	0.17±0.00 ^c	6.03±0.02 ^d
C2	44.88±0.97 ^b	3.40±0.30 ^b	0.21±0.06 ^b	6.00±0.01 ^e
C3	45.65±1.32 ^a	3.86±0.22 ^a	0.21±0.06 ^b	5.88±0.02 ^g

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($P \leq 0.05$). Sonuçlar ortalama \pm standart sapma şeklinde verilmiştir. (BU: Buğday unu, KU: Karahindiba unu, CU: Civanperçemi unu, Kontrol: Kontrol ekmeği; K1, K2 ve K3: Karahindiba unu katkılı ekmeğler; C1, C2 ve C3: Civanperçemi unu katkılı ekmeğler)

*Mean values represented by the same letters within the same column are not significantly different at $P \leq 0.05$. Data are expressed as means \pm standard deviations. (BU: Wheat Flour, KU: Dandelion flour, CU: Yarrow flour, Control: control bread; K1, K2 and K3: bread enriched with dandelion flour; C1, C2 and C3: bread enriched with yarrow flour)

Zenginleştirilmiş ekmeğlerde ise kontrol grubu %34.87 ile en düşük nem içeriğine sahipken K1, K2, K3 ekmeğlerinde ortalama %43.0 ve C1, C2, C3 ekmeğlerinde ise ortalama %44.0 nem içeriği tespit edilmiştir. Tıbbi bitkilerin diyet lif bakımından zengin olması ve kontrol grubuna göre nem miktarının yüksek olması, bitkisel liflerin su tutma kapasitesinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Arslan ve Erbaş, 2014; Hançer, Karabulut ve Gökbulut, 2022).

Cingöz vd. (2022), ekmeğlere diyet lif kaynağı olarak kullandığı kaba kepek ilavesi oranı arttıkça,

yapıda fazla su tutulmasına neden olduğunu ve kontrol grubuna göre son ürünün nem miktarında önemli artışa sebep olduğunu bildirmiştir. Benzer olarak Göçmen vd. (2019), buğday unu ile üretilen kontrol grubu bisküvilerde belirlenen %6.41 olan nem içeriğini kahve çekirdeği zarı ilavesi ile %7.89’e yükselttiğini rapor etmişlerdir.

Kül içeriği açısından değerlendirildiğinde, en yüksek kül içeriğine CU (%7.45) sahip iken bunu KU (%6.29) izlemiş ve BU’nun %0.55 ile en düşük içeriğe sahip olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$). Bu sonuçlarla paralel olarak, ekmeğ

örneklerinde en düşük kül içeriği kontrol (%1.24) grubunda bulunurken, ilave edilen CU ve KU miktarı ile kül miktarları arasında doğrusal bir artış olduğu ayrıca en yüksek kül değerini veren örneklerin %3 katkılı ekme (C3, K3) olduğu tespit edilmiştir. Dias vd. (2013) civanperçemi bitkisinin kül içeriğini kuru ağırlık üzerinden, yabani türlerde 6.43 g/100 g, ticari türlerde ise %8.54 olarak saptamışlardır. Becker vd. (2016) ise civanperçeminin kül içeriğinin %5.13 olduğunu bildirmiştir. Bu sonuçlar yaptığımız çalışma ile benzerlik göstermektedir. Literatürde ekme ile ilgili yapılan zenginleştirme çalışmalarında da çalışmamız ile benzer şekilde zenginleştirilen ürünlerin kül miktarı kontrol örneklerine kıyasla daha yüksek değerler vermiştir (Hayıt ve Hülya, 2019; Cömert ve Gün 2020; Furkan Erdoğan, 2022). Bunun sebebinin zenginleştirmek amacıyla kullanılan içeriklerin, genellikle buğday ununa kıyasla çok daha yüksek kül içeriğine sahip olması ve bunun sonucu olarak ikame oranı arttıkça son ürünlerin kül içeriklerinde de artışa sebep olduğu düşünülmektedir (Altınar, 2020; Demir ve Olcay, 2020).

Zenginleştirilen ekme örneklerinin pH değerleri incelendiğinde, kontrol grubunun 6.19, zenginleştirilen ekmelelerde ise bu değer 5.88-6.11 aralığında değiştiği görülmektedir. Buğday ununun tıbbi bitkilere kıyasla daha yüksek pH değerine sahip olması nedeniyle kontrol ekmeğinin değerinin daha yüksek çıkması beklenen bir sonuçtur. pH değerleri literatürdeki diğer ekme sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Yıldız vd., 2021; Badem ve Koyuncu, 2022).

Renk, gıdaların temel fiziksel özelliklerinden birisi olup zenginleştirme yapılan ürünlerin rengi, tüketici kabulünün en önemli parametrelerinden birisini oluşturmaktadır (Pekmez ve Yılmaz 2020; Aslan vd., 2023). Elde edilen sonuçlara göre, L^* değerleri ekmelelerin hem iç hem de dış kabuk renginde, KU ve CU ilavesi ile önemli ölçüde azalmış ($P < 0.05$) ve koyu renkli ekmeleler üretilmesine sebep olmuştur. Ekmeğe katılan bitki unlarının L^* değerinin düşük olması nedeniyle bu sonuç oldukça olağandır (Çizelge 3). Ekmeğin zenginleştirilmesi ile ilgili yapılan çalışmalarda da

benzer şekilde iç ve kabuk renginde koyulaşma olduğu ve L^* değerindeki düşüş sonucu parlaklığın azaldığı bildirilmiştir (Çelik ve Göncü, 2021; Badem ve Koyuncu, 2022; Hançer, Karabulut ve Gökbulut, 2022). Almeida vd. (2013) ekmelelere ilave edilen diyet lif kaynaklarının ekmeğin nem miktarını artırdığı ve bunun sonucunda ekmeğin iç rengindeki parlaklığın (L^*) azalmasına sebebiyet verdiğini bildirmiştir. Ekmelelerde yapılan diğer zenginleştirme çalışmalarında ilave edilen bitkisel katkıların sarılık (b) değerlerinin azalmasına, kırmızı renk değerinin (a) ise artmasına sebep olduğu bildirilmiştir (Fendri vd. 2016; Romankiewicz vd., 2017).

Toplam Fenolik Madde Miktarı

Buğday unu, karahindiba unu, civanperçemi unu ve bu tıbbi bitkiler ile zenginleştirilmiş ekmelelere ait TFM verileri, kalibrasyon grafiği ($y=0.0133x-0.0424$, $R^2=0.9959$) oluşturularak sonuçlar gallik asit eşdeğerinde (GAE), mg/100 g taze ağırlık (TA) olarak Çizelge 4'de verilmiştir.

BU, KU ve CU'na ait TFM içerikleri sırasıyla 39.25, 195.60 ve 206.64 mg GAE/100g TA bulunmuştur. Bayat vd. (2021) civanperçeminin çiçek kısmı ile yaptıkları çalışmada TFM içeriğinin 6.26 mg GAE/g olduğunu bildirmiştir. Sarı vd. (2020) karahindiba bitkisinin ekstraktı ile yaptıkları çalışmada toplam fenolik madde miktarının 99.78 mg/g GAE olduğunu bildirmiştir. HEF sonuçlarının tüm un ve ekme örneklerinde EEF'den daha yüksek değerleri verdiği görülmüştür ($P < 0.05$). Un örneklerine ait % biyoalınabilirlik sonuçları değerlendirildiğinde ise sırasıyla %80.71, %77.39 ve %59.19 bulunmuştur. Bu sonuçlara göre CU'nun en düşük % biyoalınabilirliğe sahip olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$).

Tıbbi bitkiler ile zenginleştirilen K1, K2 ve K3 ekmeğinin TFM sonuçları sırasıyla 51.64, 58.60 ve 61.40 mg GAE/100g iken C1, C2 ve C3'de sırasıyla 54.49, 60.17 ve 62.23 mg GAE/100g bulunmuştur. Her iki bitki ile zenginleştirilmiş ekmelelerin %100 buğday unu ile üretilen ekmelelerden (45.76 mg GAE/100g) daha yüksek değerler verdiği ayrıca CU ile zenginleştirilen

ekmeklerin aynı oranla üretilen KU ile zenginleştirilen ekmeklerden daha yüksek sonuçlar verdiği görülmüştür ($P \leq 0.05$). Cacak-Pietrzak vd. (2023) buğday ununa %0, 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 oranında ilave ettikleri kurutulmuş karahindiba bitkisinin ekmeğin toplam fenolik içeriğini ve antioksidan kapasitesini arttırdığını rapor etmişlerdir. Toplam fenolik madde miktarı, kontrol grubunda kuru ağırlık üzerinden 1.00 mg GAE/g iken, %6 karahindiba bitkisi ile zenginleştirilmiş ekmekte 3.45 mg GAE/g değerine yükseldiği bildirilmiştir. Bu değerler çalışmamızda elde edilenlerden oldukça düşüktür. Bu farklılığın kullanılan civanperçeminin yetiştirme koşullarından, çevresel ve iklimik koşullardan, hasat zamanı ve analiz sırasında kullanılan ekstraksiyon koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Pekmez ve Yılmaz (2022), siyah havuç lifini %0, 1, 2.5, 5 ve 7.5 oranlarında ekmek üretimine ilave etmiştir. Kontrol grubunun TFM içeriğini 54.25 mg

GAE/100 g olarak belirlemiş ve zenginleştirilen ekmek örneklerinden daha düşük değerler verdiğini, katkı oranının artması ile TFM içeriğinde doğrusal bir artış görüldüğünü bildirmiştir. Bunun sonucunda en yüksek TFM %7.5 siyah havuç lifi ile zenginleştirilen ekmeklerde (493.29 mg GAE/100 g) olduğu ifade edilmiştir. Jdir vd. (2017), yabancı roka bitkisini toz haline getirerek ekmeği zenginleştirdikleri çalışmada, TFM içeriğinin ekmeğe yapılan ilave oranının (%0, 1, 3, 5, 7) artırılması ile doğru orantılı bir şekilde yükseldiğini, kontrol grubunda ise en düşük değere sahip olduğunu bildirmiştir. Literatürde zenginleştirilen ekmekler ile ilgili yapılan; yeşil çay katkılı ekmek (Alkay vd., 2022), mavi-yeşil alg spirulina katkılı ekmek (İlhan vd., 2020), kara üzüm tozu ilaveli ekmek (Hayta vd., 2014) çalışmalarının sonucunda zenginleştirilen ekmeklerin ilave oranına bağlı olarak, kontrol grubundan daha yüksek değerler elde edildiği rapor edilmiştir.

Çizelge 3. Un ve ekmek örneklerine ait renk sonuçları*1

Table 3. Color results of flour and bread samples*1

Un Örnekleri Flour Samples	Renk Color					
	L*	a*	b*			
BU	81.05±3.68 ^a	-0.40±0.17 ^b	11.08±0.41 ^c			
KU	40.68±0.76 ^c	-0.22±0.11 ^b	13.59±0.23 ^b			
CU	51.19±3.98 ^b	0.62±0.06 ^a	19.25±1.22 ^a			
Ekmek Örnekleri Bread Samples	İç Rengi Interior color			Kabuk Rengi Shell color		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Kontrol Control	62.10±0.64 ^a	-1.04±0.01 ^d	12.43±0.13 ^{ab}	56.99±1.46 ^a	5.04±2.13 ^c	20.29±1.51 ^a
K1	53.77±5.31 ^{bc}	-0.56±0.06 ^c	11.00±0.42 ^c	49.64±3.64 ^{bc}	3.97±1.64 ^f	16.19±0.50 ^{bc}
K2	48.90±0.69 ^d	-0.34±0.09 ^b	11.03±0.14 ^c	45.37±4.31 ^{cd}	3.94±0.37 ^g	15.62±1.12 ^c
K3	46.44±0.87 ^d	-0.09±0.06 ^a	11.05±0.23 ^c	41.70±3.81 ^d	4.84±0.44 ^d	15.22±1.30 ^c
C1	57.53±1.74 ^b	-0.87±0.14 ^d	11.85±0.48 ^b	51.57±2.19 ^{ab}	5.45±0.93 ^b	18.17±0.27 ^{ab}
C2	53.60±3.48 ^{bc}	-0.44±0.21 ^{bc}	12.06±0.58 ^{ab}	47.90±3.29 ^{bc}	5.47±2.12 ^a	17.28±0.41 ^{bc}
C3	50.79±1.14 ^{cd}	-0.13±0.09 ^a	12.62±0.34 ^a	46.07±4.50 ^{bcd}	4.82±1.62 ^c	17.14±2.37 ^{bc}

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($P \leq 0.05$). Sonuçlar ortalama \pm standart sapma şeklinde verilmiştir. (BU: Buğday unu, KU: Karahindiba unu, CU: Civanperçemi unu, Kontrol: Kontrol ekmeği; K1, K2 ve K3: Karahindiba unu katkılı ekmekler; C1, C2 ve C3: Civanperçemi unu katkılı ekmekler)

*Mean values represented by the same letters within the same column are not significantly different at $P \leq 0.05$.^[1]Data are expressed as means \pm standard deviations.^[2](BU: Wheat Flour, KU: Dandelion flour, CU: Yarrow flour; Control: control bread; K1, K2 and K3: bread enriched with dandelion flour; C1, C2 and C3: bread enriched with yarrow flour)

Civanperçemi ve karahindiba ile zenginleştirilen fonksiyonel ekmekek

Çizelge 4. Un ve ekmekek örneklerinin ekstrakte, hidrolize ve biyoalınabilir fenol miktarı*¹ ve (%) biyoalınabilirlikleri

*Table 4. Extractable, hydrolyzable, bioaccessible phenolic content and bioaccessibility (%) of flour and bread samples*¹*

Un Örnekleri <i>Flour Samples</i>	Toplam Fenol Miktarı (mg GAE/100g) <i>Total phenolic contents (mg GAE/100g)</i>				
	Ekstrakte edilebilir <i>Extractable</i>	Hidrolize edilebilir <i>Hydrolyzable</i>	TFM <i>TPC^a</i>	Biyoalınabilir TFM <i>Bioaccessible</i>	Biyoalınabilirlik (%) <i>Bioaccessibility (%)</i>
BU	5.25±0.11 ^c	34.01±1.58 ^c	39.25±1.47 ^c	31.65±0.60 ^c	80.71±4.54 ^a
KU	56.93±0.99 ^b	138.67±2.93 ^b	195.60±3.92 ^b	151.38±3.76 ^b	77.39±0.37 ^a
CU	62.51±0.40 ^a	144.12±2.80 ^a	206.64±2.77 ^a	122.32±3.03 ^a	59.19±0.68 ^b
Ekmekek Örnekleri <i>Bread Samples</i>					
Kontrol <i>Control</i>	6.11±0.22 ^f	39.65±0.99 ^e	45.76±0.77 ^f	44.15±0.51 ^{ab}	96.49±0.50 ^a
K1	7.28±0.13 ^c	44.36±1.05 ^d	51.64±0.92 ^e	37.46±2.10 ^d	72.52±2.77 ^{bc}
K2	8.89±0.58 ^d	49.71±0.45 ^b	58.60±0.14 ^c	41.93±2.11 ^c	71.55±3.76 ^{bcd}
K3	9.92±0.56 ^b	51.49±0.62 ^a	61.40±1.18 ^a	45.24±1.65 ^a	73.72±4.10 ^b
C1	7.58±0.06 ^e	46.91±0.67 ^c	54.49±0.73 ^d	38.69±0.60 ^d	71.01±0.16 ^{bcd}
C2	9.45±0.37 ^c	50.72±0.82 ^a	60.17±1.19 ^b	41.74±0.20 ^c	69.37±1.04 ^d
C3	10.75±0.01 ^a	51.48±0.44 ^a	62.23±0.40 ^a	43.35±0.29 ^{bc}	69.67±0.99 ^{cd}

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($P \leq 0.05$). Sonuçlar ortalama \pm standart sapma şeklinde verilmiştir. (BU: Buğday unu, KU: Karahindiba unu, CU: Civanperçemi unu, Kontrol: Kontrol ekmekek; K1, K2 ve K3: Karahindiba unu katkılı ekmekekler; C1, C2 ve C3: Civanperçemi unu katkılı ekmekekler)

*Mean values represented by the same letters within the same column are not significantly different at $P \leq 0.05$. Data are expressed as means \pm standard deviations. (BU: Wheat Flour, KU: Dandelion flour, CU: Yarrow flour; Control: control bread; K1, K2 and K3: bread enriched with dandelion flour; C1, C2 and C3: bread enriched with yarrow flour)

Ekmekeklerde TFM'nin % biyoalınabilirliği değerlendirildiğinde ise %100 buğday unu ile üretilen kontrol grubu %96.49 ile en yüksek sonucu vermiştir. Bunun sebebinin kullanılan bitkilerin fenolik bileşikler ile gıda bileşenleri arasındaki interaksiyonlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Fenolik bileşiklerin diğer gıda bileşenleri üzerine olumlu ve olumsuz etkileri olabildiği bilinmektedir (Ortega vd., 2009). Sindirim sırasında, gıdalarda bulunan bazı proteinler ve enzimlerin fenolik bileşikler ile etkileşimi sonucunda besin değerinde de azalmalar olduğu gösterilmiştir (Aguíe-Béghin vd., 2018; Karabulut ve Yemiş, 2019). Ayrıca mineraller ve vitaminler gibi minör bileşiklerin, bitkilerde bulunan fenolik bileşiklerle etkileşime girerek antioksidan kapasite gibi biyolojik özellikleri de etkilediği bildirilmiştir (Yang vd., 2022).

Antioksidan kapasite

Antioksidan kapasite sonuçlarının hesaplanmasında kullanılan standartlara ait kalibrasyon grafikleri, CUPRAC ($y=0.1325-0.20209x$, $R^2=0.9909$), DPPH ($y=3397.4x-3.7861$, $R^2=0.9987$), FRAP ($y=53.304x-0.022$, $R^2=0.9939$) olarak kullanılmıştır ve sonuçlar $\mu\text{mol TE/g}$ örnek olarak Çizelge 5'de verilmiştir.

BU, KU ve CU'na ait toplam antioksidan kapasite sonuçları CUPRAC metoduna göre sırasıyla, 16.16, 212.06 ve 222 $\mu\text{mol TE/g}$; DPPH metoduna göre sırasıyla, 1.31, 30.49 ve 32.54 $\mu\text{mol TE/g}$, FRAP için, ise 7.85, 67.79, 77.67 $\mu\text{mol TE/g}$ olarak bulunmuştur. Sonuçlar değerlendirildiğinde; en düşük antioksidan kapasite değerlerini BU verirken onu KU izlemiştir.

Çizelge 5. Un ve ekme örneklerinin ekstrakte, hidrolize ve biyoalınabilir antioksidan kapasiteleri
 Table 5. Extractable, hydrolyzable and bioaccessible antioxidant capacities of flour and bread samples *1

Antioksidan Kapasite (µmol TE/g) Antioxidant Capacity (µmol TE/g)				
Metot Method	Un Örnekleri Flour Samples	Ekstrakte edilebilir Extractable	Hidrolize edilebilir Hydrolyzable	Biyoalınabilir Bioaccessible
CUPRAC	BU	1.66±0.19 ^c	14.49±0.43 ^c	5.27±0.21 ^c
	KU	53.14±0.42 ^b	159.81±1.37 ^b	69.76±2.76 ^b
	CU	57.04±0.87 ^a	165.01±9.92 ^a	60.43±3.73 ^a
DPPH	BU	0.61±0.02 ^c	0.69±0.01 ^c	0.48±0.07 ^b
	KU	10.66±0.07 ^a	19.82±0.44 ^b	26.26±2.95 ^a
	CU	9.81±0.03 ^b	22.72±0.23 ^a	24.87±1.66 ^a
FRAP	BU	2.04±0.24 ^c	5.81±0.14 ^c	2.36±0.13 ^c
	KU	22.95±1.21 ^b	44.83±1.70 ^b	58.30±1.33 ^a
	CU	25.16±2.14 ^a	52.50±2.56 ^a	39.27±0.61 ^b
Metot Method	Ekme Örnekleri Bread Samples	Ekstrakte edilebilir Extractable	Hidrolize edilebilir Hydrolyzable	Biyoalınabilir Bioaccessible
CUPRAC	Kontrol Control	2.16±0.92 ^e	8.01±0.25 ^b	5.39±0.11 ^{bc}
	K1	2.74±0.18 ^d	17.01±0.36 ^a	5.23±0.11 ^d
	K2	3.40±0.97 ^b	17.82±0.53 ^a	5.48±0.15 ^b
	K3	3.88±0.38 ^a	19.75±0.34 ^a	6.33±0.01 ^a
	C1	3.03±0.23 ^c	17.32±0.26 ^a	5.17±0.11 ^d
	C2	3.07±0.34 ^c	19.10±0.24 ^a	5.28±0.05 ^{cd}
	C3	3.37±0.18 ^b	20.50±0.36 ^a	5.46±0.19 ^b
DPPH	Kontrol Control	0.64±0.019 ^f	1.15±0.01 ^f	0.85±0.09 ^e
	K1	0.73±0.02 ^e	1.68±0.07 ^d	1.01±0.07 ^{cd}
	K2	0.76±0.01 ^{de}	2.15±0.09 ^b	0.84±0.02 ^e
	K3	0.83±0.02 ^c	2.25±0.03 ^a	0.97±0.03 ^d
	C1	0.78±0.02 ^d	1.56±0.02 ^e	1.07±0.07 ^c
	C2	0.87±0.04 ^b	1.77±0.03 ^c	1.35±0.04 ^b
	C3	0.91±0.03 ^a	2.10±0.03 ^b	1.44±0.05 ^a
FRAP	Kontrol Control	1.78±0.05 ^g	5.66±0.11 ^g	2.98±0.25 ^c
	K1	3.18±0.06 ^f	7.57±0.06 ^f	2.91±0.18 ^c
	K2	4.90±0.01 ^d	9.12±0.21 ^d	4.72±0.44 ^a
	K3	5.99±0.00 ^b	9.54±0.13 ^b	4.26±0.52 ^b
	C1	3.80±0.09 ^e	8.75±0.15 ^e	2.41±0.41 ^d
	C2	5.25±0.37 ^c	9.38±0.08 ^c	3.95±0.06 ^b
	C3	6.61±0.18 ^a	10.40±0.09 ^a	3.02±0.13 ^c

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($P \leq 0.05$). Sonuçlar ortalama \pm standart sapma şeklinde verilmiştir. (BU: Buğday unu, KU: Karahindiba unu, CU: Civanperçemi unu, Kontrol: Kontrol ekmeği; K1, K2 ve K3: Karahindiba unu katkılı ekmeğler; C1, C2 ve C3: Civanperçemi unu katkılı ekmeğler) *Mean values represented by the same letters within the same column are not significantly different at $P \leq 0.05$. [11] Data are expressed as means \pm standard deviations. [11] (BU: Wheat Flour, KU: Dandelion flour, CU: Yarrow flour; Control: control bread; K1, K2 and K3: bread enriched with dandelion flour; C1, C2 and C3: bread enriched with yarrow flour)

Dias vd. (2013) yaptıkları çalışmada civanperçemi bitkisinin antioksidan kapasitesinin DPPH yöntemine göre ticari türlerde 0.37 (mg/ml), yabani türlerde ise 0.50 (mg/ml) olduğunu bildirmiştir. Sarı vd. (2020) karahindiba bitkisinin toprak üstünün tamamının antioksidan kapasitesinin FRAP yöntemine göre 2.73 μmol Trolox/L ve DPPH yöntemine göre ise 2.13 μmol Trolox/L olduğunu belirtmiştir. Sahan vd. (2017) yeşil hindibanın ekstrakte ve hidrolize fraksiyonlarında antioksidan kapasitenin 126.02-426.15 μmol TE/g (CUPRAC metodu) ve 129.65-233.66 μmol TE/g (DPPH metodu) olduğunu bildirmiştir. Çalışma sonucunda çalışmamıza benzer şekilde CUPRAC yönteminde HEF değerlerinin EEF'ye göre daha yüksek değerler verdiği görülmüştür. CUPRAC yönteminde kullanılan Cu(II) reaktifinin oldukça seçici olması ve diğer antioksidan kapasite yöntemlerinde girişime sebep olan basit şeker, sitrik asit vb. bileşenler ile okside olmaması, daha kararlı olması ve elektronik yapısı nedeniyle hızlı reaksiyon kinetiğine imkan vermesi yanında güneş ışığı, hava, pH ve nem gibi çevresel parametrelerden de etkilenmemesi sebebiyle CUPRAC yönteminin diğer antioksidan kapasite yöntemlerine kıyasla çok daha iyi sonuçlar verdiği rapor edilmiştir (Ou vd., 2001; Apak vd., 2004; Apak vd., 2008; Büyüktuncel, 2013).

Yapılan araştırma kapsamında, her üç antioksidan kapasite metodu sonuçları da değerlendirildiğinde, HEF'lerin tüm un ve zenginleştirilmiş ekmelerde EEF'lerden daha yüksek değerler verdiği görülmektedir ($P < 0.05$) (Çizelge 5). HEF'lerin hazırlanması aşamasında örneklerin, H_2SO_4 -ethanol çözeltisi kullanılarak uzun süre ve yüksek sıcaklıklarda işlem görmesi, gıda matriksinde bulunan yapıya bağlı fenolik bileşiklerin de serbest hale geçmesini sağlamaktadır (Vitali, 2009). Bu da özellikle lif içeriği yüksek ürünlerde HEF'lerin daha yüksek sonuçlar vermesine sebep olmaktadır. Literatürde HEF'lerin daha yüksek sonuçlar verdiğine dair çok sayıda çalışma yer almaktadır (Sabuncu, Konak ve Şahan, 2019; Aydın, Rastgele ve Dülger, 2022; Dunder, 2022; Aroufai vd., 2022).

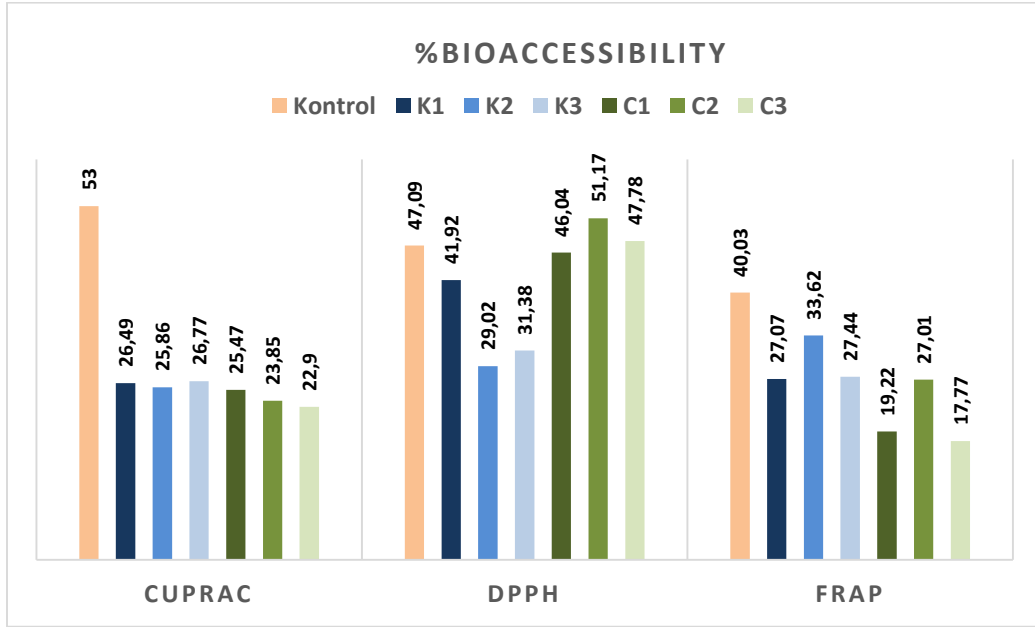
Yapılan tüm analiz yöntemlerinde her iki tıbbi bitki unu ile zenginleştirilen ekmelerin antioksidan kapasite değerleri kontrol grubundan daha yüksek sonuçlar vermiş olup %3 oranında bitki unları ile zenginleştirilen ekmelerin en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu saptanmıştır ($P < 0.05$). Bitki unu kullanım oranı arttıkça ekmelerin antioksidan kapasite değerlerinin arttığı CU ve KU'nun aynı oranda katıldığı ekmekler arasında düzenli bir farklılık bulunmadığı gözlemlenmiştir ($P > 0.05$).

Literatürde yapılan ekme zenginleştirme çalışmalarında; farklı kepek fraksiyonları (Cingöz vd., 2022), şalgam unu (Badem ve Koyuncu, 2022), beyaz dut yaprak ve posası (İnce ve Çağrı, 2020), farklı tıbbi bitkiler (Burnaz vd., 2018) farklı oranlarda kullanılarak, ekme üretimi gerçekleştirilmiş ve zenginleştirme yapılan ekmelerin antioksidan kapasite değerlerinin kontrole kıyasla önemli ölçüde arttırdığı bildirilmiştir. Yaptığımız çalışma literatürdeki ekme zenginleştirme çalışmaları ile benzer sonuçlar vermiştir.

Tıbbi bitkiler ile zenginleştirilen ekmelerin biyoalınabilir fraksiyona ait antioksidan kapasite sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir ($P < 0.05$). In-vitro mide bağırsak sistemi oluşturularak elde edilen veriler değerlendirildiğinde antioksidan kapasite yöntemlerine göre sonuçlar, CUPRAC: 5.17- 6.33 μmol TE/g, DPPH: 0.84 - 1.44 μmol TE/g ve FRAP: 2.41- 4.72 μmol TE/g arasında değişmiştir. Sonuçlar %biyoalınabilirlik açısından değerlendirildiğinde ise, kontrol grubunun biyoalınabilirliği %40.03 ile %53 aralığında değişmiştir. KU ile zenginleştirilen ekmelerin biyoalınabilirlik değerleri her üç yöntemde %25.18-41.27 aralığında sonuçlar vermiştir. CU ile zenginleştirilen ekmelerde ise sonuçlar CUPRAC yöntemine göre %22.90-25.47, DPPH yöntemine göre %46.04-51.17 ve FRAP yöntemine göre %17.77-27.01 aralığında değişmektedir (Şekil 1). % biyoalınabilirlik değeri; kullanılan hammadde, uygulanan proses, tercih edilen analiz ve ekstraksiyon yöntemi vb. gibi birçok parametreye bağlı olarak değişmektedir. Çalışmada kullanılan bitki unları ile yapılmış bir çalışmaya rastlanılamaması ve literatürdeki unlu

mamullerin zenginleştirilmesi ile ilgili yapılan %biyoalınabilirlik çalışmalarındaki farklılıklar

nedeniyle bir karşılaştırma yapılması mümkün olmamıştır.



Şekil 1. Ekmek örneklerinin (%) biyoalınabilirlikleri

(Kontrol: tıbbi bitki içermez, sadece buğday unu; K1, K2 ve K3: Karahindiba unu katkılı ekmekler; C1, C2 ve C3: Civanperçemi unu katkılı ekmekler)

Figure 1. Bioaccessibility % of bread samples

(Control: without medicinal plant, only wheat flour; K1, K2 ve K3: Enriched breads with dandelion flour; C1, C2 ve C3: Enriched breads with yarrow flour)

SONUÇ

Yapılan çalışma kapsamında seçilen civanperçemi ve karahindibanın insan sağlığına olan etkileri ve pozitif bitki listesinde yer almaları ile güvenli oldukları literatür çalışmalarında bildirilmiştir. Çalışmamız kapsamında seçilen tıbbi bitkilerin besin içeriği ve antioksidan kapasite bakımından zengin birer kaynak oldukları görülmüştür. Bu tıbbi bitkilerin fonksiyonel gıda ürünlerinde kullanım olanaklarının değerlendirilmesi, günlük diyetimizde sıklıkla kullandığımız ekmeğin zenginleştirilmesi ve dengeli beslenmeye katkı sağlaması hedeflenmiştir. Yaptığımız çalışma sonuçlarına göre, günlük beslenmemizde tercih edilmeyen veya kullanım olanakları kısıtlı olan tıbbi bitkilerin farklı alanlarda kullanımı ile insan sağlığına olumlu yönde etkiler sağlayarak fonksiyonel beslenmeyi teşvik etmesi beklenmektedir. Çalışmamızda her iki tıbbi bitki ile zenginleştirilen ekmeklerin kontrol grubuna

göre daha iyi kül, antioksidan kapasite ve toplam fenolik miktarına sahip oldukları tespit edilmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar, bu makale ile ilgili başka kişi veya kurumlar ile çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

YAZAR KATKILARI

Yazarlar makalenin oluşturulmasında, yazılması ve yayınlanmasında eşit katkı sağlamışlardır. Yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamışlardır. Bu çalışma ikinci yazarın yüksek lisans tezinden türetilmiş olup, ekmeğin üretimi ikinci yazarın yüksek lisans tezi kapsamında yapılmış olmakla birlikte, analizler tez kapsamı dışında yürütülmüştür.

KAYNAKÇA

Aftab, T. (2019). A review of medicinal and aromatic plants and their secondary metabolites

- status under abiotic stress. *Journal of Medicinal Plants*, 7(3), 99-106.
- Ahmadi-Dastgerdi, A., Majid G., Zahra S. (2019). Antibacterial And Antifungal Effect Of Achillea Millefolium Essential Oil During Shelf Life Of Mayonnaise. *Food Science and Technology*, 13(4), 12–20.
- Aguíe-Béghin, V., Sausse, P., Meudec, E., Cheynier, V., Douillard, R. (2008). Polyphenol- β -casein complexes at the air/water interface and in solution: effects of polyphenol structure. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(20), 9600-9611.
- Akgün, F. B. (2007). Ekşi Hamur Tozu Eldesi ve Ekmek Üretiminde Kullanılabilme Olanakları., Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Denizli,Türkiye, 55s.
- Akyol, E. (2016). Kalsiyum Oksalat Monohidrat Kristal Büyümesine Karahindiba (Taraxacum Officinale) Bitkisinin Etkisinin İncelenmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 6(3), 97-105.
- Alkay, Z., Erşahin, E., Durak, M. Z., Sağdıç, O. (2022). Effect of Green Tea Extract Concentrations on Sourdough Bread with Lactiplantibacillus plantarum. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(3), 610-619.
- Almeida, E.L., Chang, Y.K., Steel, C.J. (2013). Dietary fibre sources in bread: Influence on technological quality. *Food Science and Technology*, 50(2), 545-553. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.08.012>
- Altner, D. D. (2020). Physicochemical, sensory properties and in-vitro bioaccessibility of phenolics and antioxidant capacity of traditional noodles enriched with carob (*Ceratonia siliqua* L.) flour. *Food Science and Technology*, 41, 587-595.
- Altner, D. D., Sabuncu, M., Şahan, Y. (2021). Chemical and nutritional characteristics of crackers substituted with Cucurbita pepo L. seed flour. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 423-433.
- Anonim, (1990). Official Methods of Analysis of AOAC Intl. Method 925.40, 950.49. Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Washington, DC, USA.
- Anonim, (1995). American Association of Cereal Chemists. AACCC Approved methods (9th ed.). St. Paul, MN.
- Anonim, (1999). Approved Methods of American Association of Cereal Chemists International (AACCI), Metot No: 10.54.01., St. Paul, MN, USA.
- Anonim, (2007). Determination of titrable acidity. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Washington, DC, USA.
- Anonim. (2012). Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği (Tebliğ No: 2012/2). Mevzuat Bilgi Sistemi. Erişim: 11.01.2023)
- Apak, R., Güclü, K., Özyürek, M., Celik, S. E. (2008). Mechanism of antioxidant capacity assays and the CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) assay. *Microchimica Acta*, 160(4), 413-419.
- Apak, R., Guclu, K., Ozyurek, M., Karademir, S.E. (2004). 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 Agriculture Food Chemistry*, 52:7970-81.
- Aroufai, İ. A., Sabuncu, M., Dülger Altiner, D., Şahan, Y. (2022). Antioxidant properties and bioaccessibility of coffee beans and their coffee silverskin grown in different countries. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 16(3), 1873-1888.
- Arslan, D., Aydın, M., Türker, S. (2021). Extraction Methods of Medicinal and Aromatic Plants, Its Use in Foods and Evaluation in Food Supplement Field. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(5), 926-936.
- Arslan, S., Erbaş, M. (2014). Selüloz ve selüloz türevi diyet liflerin özellikleri ve fırın ürünlerinde kullanım imkânları. *Gıda*, 39(4), 243-250.
- Aslan, M., Olcay, N., Ertaş, N., Demir, M. K. (2023). Mor havuç tozu ikamesinin cips örneklerinin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal

- özellikleri üzerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 27(01), 103-112.
- Aydın, E., Rasgele, P. G., Dulger, G. (2022). First report on bioaccessibility, antioxidant activity and total phenolic compounds from *Stachys thirkei* C. Koch using a simulated in vitro digestion system. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 8(2), 188-200.
- Aydın, E., Göçmen, D. (2015). The influences of drying method and metabisulfite pre-treatment on the color, functional properties and phenolic acids contents and bioaccessibility of pumpkin flour. *LWT-Food Science and Technology*, 60(1), 385-392.
- Badem, A., Koyuncu, M. (2022). Farklı Oranlarda Şalgam Unu İlavesinin Ekmek Özelliklerine Etkisi. 3. International Dicle Scientific Research And Innovation Congress 2022, 26-27 November 2022/Diyarbakır, Turkey, 445s.)
- Badem, A. (2021). *Ekmek ve unlu mamuller*. Temel Mutfak Teknikleri ve Yönetimi. Detay Yayıncılık, Ankara, Türkiye, 265s. ISBN: 978-605-254-394-8.
- Baenas, N., Ruales, J., Moreno, D. A., Barrio, D. A., Stinco, C. M., Martínez-Cifuentes, G., ... García-Ruiz, A. (2020). Characterization of Andean blueberry in bioactive compounds, evaluation of biological properties, and in vitro bioaccessibility. *Foods*, 9(10), 1483.
- Bayat, H., Shafie, F., Aminifard, M. H., Daghighi, S. (2021). Comparative effects of humic and fulvic acids as biostimulants on growth, antioxidant activity and nutrient content of yarrow (*Achillea millefolium* L.). *Scientia Horticulturae*, 279, 109912.
- Becker, L., Zaiter, A., Petit, J., Zimmer, D., Karam, M. C., Baudelaire, E., Dicko, A. (2016). Improvement of antioxidant activity and polyphenol content of *Hypericum perforatum* and *Achillea millefolium* powders using successive grinding and sieving. *Industrial Crops and Products*, 87, 116-123.
- Boskou, G. (2010). Antioxidant capacity and phenolic profile of table olives from the Greek market in Olives and olive oil in health and disease prevention. *Academic Press*, 925-934.
- Bouayed, J., Deußer, H., Hoffmann, L., Bohn, T. (2012). Bioaccessible and dialysable polyphenols in selected apple varieties following in vitro digestion vs. their native patterns. *Food Chemistry*, 131(4), 1466-1472.
- Burnaz, N. A., Ertop, M. H., Karataş, Ş. M. (2018). Tıbbi Ve Aromatik Bitkilerin Kullanımı İle Ekmeğin Fenolik Madde İçeriğinin Zenginleştirilmesi. *Gıda*, 43(2), 240-249.
- Büyüktuncel, E. (2013). Toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite tayininde kullanılan başlıca spektrofotometrik yöntemler. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 17(2), 93-103.
- Ceyhun, S., Veli, C., Yılmaz, A. (2019). Kültür Aktarımında Gastronomik Öğelerin Yeri: Anadolu'nun Farklı Yörelerinden İstanbul'a Göç Eden Aileler Üzerine Bir Araştırma. *Eurasian Education Literature Journal*, Özel Sayı: 185-194.
- Cacak-Pietrzak G, Dziki D, Gawlik-Dziki U, Sulek A, Wójcik M, Krajewska A. Dandelion (2023). Flowers as an Additive to Wheat Bread: Physical Properties of Dough and Bread Quality. *Applied Sciences*, 13(1):477. <https://doi.org/10.3390/app13010477>
- Cingöz, A., Akpınar, Ö., Sayaslan, A. (2022). Farklı Kepek Fraksiyonlarının Ekmek Kalitesine Etkisi. *Gıda*, 47(2), 372-386.
- Correa-Betanzo, J., Allen-Vercoe, E., McDonald, J., Schroeter, K., Corredig, M., Paliyath, G. (2014). Stability and biological activity of wild blueberry (*Vaccinium angustifolium*) polyphenols during simulated in vitro gastrointestinal digestion. *Food Chemistry*, 165, 522-531. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.135>
- Cömert, M., Gün, A. (2020). Fonksiyonel Gıda Olarak Mor Ekmek. *Journal of International Social Research*, 13(74).
- Çelik, İ., Göncü, A. (2021). Effects Of Hibiscus (*Hibiscus Sabdariffa* L.) And Poppy (*Papaver Rhoeas* L.) Extracts On Dough And Bread Properties. *Gıda/The Journal Of Food*, 46(5).
- Çetin, H., Tontul, S. A., Nihat, A. (2021). Yer Elması Tozu İlavesinin Ekşi Hamur Fermantasyonu Üzerine Etkisi. *Gıda*, 46(2), 367-375.

- Das, L., Raychaudhuri, U., Chakraborty, R. (2012). Supplementation of common white bread by coriander leaf powder. *Food Sci Biotechnol*, 21,425-433, doi: 10.1007/s10068-012-0054-9.
- Demir, M. K., Olcay, N. (2020). Ekmek Üretiminde Farklı Turunçgil Aldebolarının Kullanım İmkanları. *Kabramanmaraş Sütcü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(6), 1545-1553.
- Demirezer, O., Tayfun, E., İdal, S., Bilge, S., Aysęul, K., Funda, N. (2019). *A'dan Z'ye Tıbbi Bitkiler*. Hayykitap.
- Dias, M. I., Barros, L., Dueñas, M., Pereira, E., Carvalho, A. M., Alves, R. C., ... Ferreira, I. C. (2013). Chemical composition of wild and commercial *Achillea millefolium* L. and bioactivity of the methanolic extract, infusion and decoction. *Food chemistry*, 141(4), 4152-4160.
- Dundar, A. N. (2022). Total phenolic and antioxidant bioaccessibilities of cookies enriched with bee pollen. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(6), e16085.
- Dündar, A. N., Yildiz, E., Parlak, Ö., Aydın, E. (2021). Use of chia seed on regular and low-fat crackers, their antioxidant properties, and in-vitro bioaccessibility. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 5(3), 302-309.
- Dziki, D., Rózyło, R., Dziki, U.G., Świeca, M. (2014). Current trends in the enhancement of antioxidant activity of wheat bread by the addition of plant materials rich in phenolic compounds. *Trends Food Science and Technology*, 40, 48-61, doi: 10.1016/j.tifs.2014.07.010.
- Edreva, A., A. Vitkova, E. G. (2019). Field-Cultivated Plants From *Achillea Millefolium* Group: Total Flavonoid Content, Antiradical And Antioxidant Activities In Stems And Leaves, And Ratio Of Plant Parts. *Genetics and Plant Physiology*, 9(1-2), 3-10.
- El-Megeid, A., AbdAllah, A., Elsadek, M. F., El-Moneim, A. (2009). The protective effect of the fortified bread with green tea against chronic renal failure induced by excessive dietaryarginine in male albino rats. *World Journal of Dairy Food Sciences*, 4,107-117.
- Faydaoğlu, E., Sürücüoğlu, M. S. (2011). Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 11(1), 52-67.
- Fendri, L.B., Chaari, F., Maaloul, M., Kallel, F., Abdel- kafi, L., Chaaboni, S.E., Ghribi-Aydi, D. (2016). Wheat bread enrichment by pea and broad bean pod fibers: Effect on dough rheology and bread quality. *Food Science and Technology*, 73, 584-591. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.070>
- Fernández-García, E., Carvajal-Lérida, I., Pérez-Gálvez, A. (2009). In vitro bioaccessibility assessment as a prediction tool of nutritional efficiency. *Nutrition research*, 29(11), 751-760.
- Furkan Erdoğan, H. (2022). Antioksidanca zengin meyve ve sebze tozları ile fonksiyonel ekme üretimi. İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilimdalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Türkiye, 51s.
- Gao, C., Suli K., Benyu G., Xuejun L., Huifeng D., Donghe L. (2019). Antidepressive Effects of *Taraxacum Officinale* in a Mouse Model of Depression Are Due to Inhibition of Corticosterone Levels and Modulation of Mitogen-Activated Protein Kinase Phosphatase-1 (Mkp-1) and Brain-Derived Neurotrophic Factor (Bdnf) Expression. *Medical Science - Monitor*, 25, 389- 394.
- Gül, H. ve Şen, H. (2017). Effects of pomegranate seed flour on dough rheology and bread quality. *CYTA -J Food*, 15(4), 622-628, doi: 10.1080/19476337.2017.1327461.
- Gül, Volkan (2014). Rize Yöresine Ait Tıbbi ve Aromatik Bitkilere Genel Bir Bakış, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(4), 97-107.
- Hançer, A., Karabulut, İ., Gökbulut, İ. (2022). Mikronize edilmiş şeker pancarı besinsel lifinin buğday hamuru ve ekme özellikleri üzerine etkileri. *Food and Health*, 8(3), 193-207.
- Hayıt, F., Hülya, G. (2019). Kinoa ununun ve kısmi pişirilerek dondurma yönteminin glutensiz ekme kalitesi üzerine etkisi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 9(2), 406-427.

- Hayta, M., Özüğür, G., Etgü, H., Şeker, İ. T. (2014). Effect of Grape (Vitis Vinifera L.) Pomace on the Quality, Total Phenolic Content and Anti-Radical Activity of Bread. *Journal of food processing and preservation*, 38(3), 980-986.
- Hepsağ, F., ESMER, B. (2022). Soğan (Allium Cepa L.) Kabukları: Biyoaktif Bileşikleri, Geri Dönüşümle Elde Edilen Ürünleri Ve Değerlendirme Yöntemleri. *ADYUTAYAM Dergisi*, 10(2), 175-185.
- Howyzeh, S., Saeid, A., Omid, P. (2019). Essential Oil Profile of an Iranian Yarrow (Achillea millefolium). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 33(2), 395-300.
- Hu C., Kitts D.D., 2005 Dandelion (*Taraxacum officinale*) flower extract suppresses both reactive oxygen species and nitric oxide and prevents lipid oxidation in vitro. *Phytomedicine* 12,588-597.
- İlhan, E., Büyükizgi, A., Ermiş, E. (2020). Maviyeşil alg Spirulina platensis' in buğday ekmeğinde kimyasal, duyuşsal ve antifungal etkisi. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (24), 22-29.
- İnce C. Çağındı, Ö. (2021). Beyaz ve Tam Buğday Unlu Ekmek Çeşitlerine Eklenen Beyaz Dut (Morus Alba) Yaprak ve Posasının Antioksidan ve Antidiyabetik Aktivite Üzerine Etkisi. *Gıda*, 45(5), 977-988.
- Jdir, H., Jridi, M., Mabrouk, M., Ayadi, M.A., Nasri, M., Zouari, N., Fakhfakh, N. (2017). The Rocket, *Diplotaxis simplex*, as a Functional Ingredient: LC-ESI-MS Analysis and Its Effect on Antioxidant and Physical Properties of Bread. *Journal Food and Nutrition Research*, 5, 197-204.
- Jedrejek D., Bernadetta L., Agata R., Anna S., Beata O. (2019). Comparative Phytochemical, Cytotoxicity, Antioxidant and Haemostatic Studies of *Taraxacum officinale* Root Preparations. *Food and Chemical Toxicology*, 126, 233-247.
- Karabulut, G., Yemiş, O. (2019). Fenolik bileşiklerin bağılı formları ve biyoyararlılığı. *Akademik Gıda*, 17(4), 526-537.
- Khoozani, A. A., Kebede, B., Birch, J., Bekhit, A. E.-D. A. (2020). The Effect of Bread Fortification with Whole Green Banana Flour on Its Physicochemical, Nutritional and In Vitro Digestibility. *Foods*, 9(2), 152. <https://doi.org/10.3390/foods9020152>.
- Kırbaş, Z., Kumcuoğlu, S., Tavman, S. (2019). Effects of apple, orange and carrot pomace powders on gluten-free batter rheology and cake properties. *Journal of Food Science and Technology*, 56, 914-926.
- Konak, M., Ates, M., Şahan, Y., 2017. Yenilebilir yabancı bir bitki *Gundelia tournefortii*'nin antioksidan özelliklerinin belirlenmesi. *Journal of Agricultural Faculty of Uludağ University*, 31(2), 101-108.
- Küçükboyacı, N., Şahan, D. (2020). Asteraceae Familyası Birkileri ile Görülen Alerjik Kontakt Dermatit. *Literatür Eczacılık Bilimleri Dergisi*, 3(1), 1-10.
- Lim, H. S., Park, S. H., Ghafoor, K., Hwang, S. Y., Park, J. (2011). Quality and antioxidant properties of bread containing turmeric (*Curcuma longa* L.) cultivated in South Korea. *Food Chem*, 124: 1577-1582. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.08.016.
- Lucas-González, R., Viuda-Martos, M., Pérez-Alvarez, J.A., Fernández-López, J. (2018). In vitro digestion models suitable for foods: Opportunities for new fields of application and challenges. *Food Research International*, 107, 423-436.
- McDougall, G. J., Dobson, P., Smith, P., Blake, A., Stewart, D. (2005a). Assessing potential bioavailability of raspberry anthocyanins using an in vitro digestion system. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(15), 5896-5904. doi:10.1021/jf050131p
- McDougall, G. J., Fyffe, S., Dobson, P., Stewart, D. (2005b). Anthocyanins from red wine - Their stability under simulated gastrointestinal digestion. *Phytochemistry*, 66(21), 2540- 2548. doi:10.1016/j.phytochem.2005.09.003
- Meral, H., Karaoğlu M.M. (2019). Ekmegin besinsel özelliklerinin iyileştirilmesi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 50(2), 217-225. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.496393>
- Minekus, M., Alminger, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T., Bourlieu, C., Carriere, F., Boutrou,

- R., Corredig, M., Dupont, D., Dufour, C., Egger, L., Golding, M., Karakaya, S., Kirkhus, B., Le Feunteun, S., Lesmes, U., Macierzanka, A., Mackie, A., Marze, S., McClements, D.J., Menard, O., Recio, I., Santos, C.N., Singh, R.P., Vegarud, G.E., Wickham, M.S.J., Weitschies, W., Brodtkorb, A. (2014). A standardised static in vitro digestion method suitable for food – an international consensus. *Food Functional*, 5: 1113-1124.
- Mohammed, F. S., Akgul, H., Sevindik, M., Khaled, B. (2018). Phenolic content and biological activities of *Rhus coriaria* var. *zebaria*. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(8), 5694-5702
- Mohammed, F. S., Akgul, H., Sevindik, M., Selamoglu Z. (2019). Antioxidant, antimicrobial activity and therapeutic profile of *Satureja hortensis* from Erzincan Province. *Cumburiyet Tıp Dergisi*, 41 (3), 558-562.
- Mudannayake, D. C., Jayasena, D. D., Wimalasiri, K. M., Ranadheera, C. S., Ajlouni, S. (2022). Inulin fructans–food applications and alternative plant sources: a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 57(9), 5764-5780.
- Nisari, M. (2019). Civan perçemi (*Archilia millefolium*)’nin diyabetik şıçanların karaciğer dokusundaki antioksidan enzimler üzerine koruyucu etkisinin araştırılması. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 28(3), 172-176.
- Ou B, Hampsch-Woodill M, Prior RL. 2001. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49:4619-26.
- Ortega, N., Reguant, J., Romero, M.P., Macia, A., Motilva, M.J. (2009). Effect of fat content on the digestibility and bioaccessibility of cocoa polyphenol by an in vitro digestion model. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(13), 5743-5749.
- Ödeş, Nahide (2018). Farklı Oranlarda Üzüm Çekirdeği İçeren Ekmeklerin Ekmek Verimi ve Kalitesini Glikoz Oksidaz ile İyileştirme İmkanlarının Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta,102s.
- Özdemir, M., Arslanoglu Ş., Sert S. (2020). Geçmişten Günümüze Karahindiba (*Taraxacum officinale*) Bitkisi. 3. Uluslararası 19 Mayıs Yenilikçi Bilimsel Yaklaşım Kongresi: 81–89.
- Özdemir, G. , Dülger Altın, D., Şahan, Y. (2021). Bazı Tıbbi Bitkilerle Zenginleştirilmiş Ekmeklerin Duyusal Özellikleri ve Satın Alma Niyetine Etkisi. *Gıda*, 46 (4), 767-784. <https://doi.org/10.15237/gida.GD21044>
- Özgören, E., Kaplan, H. B., Tüfekçi, S. (2018). Chia Tohumu Kullanılarak Zenginleştirilen Galetaların Bazı Kimyasal Ve Fiziksel Özellikleri. *Food and Health*, 4(2), 140-146.
- Pala, A. (2012). Farklı Yöntemlerle Kurutulmuş Elde Edilen Boza Tozunun Hamur Reolojik ve Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale, Türkiye, 70s.
- Pekmez, H., Yılmaz, B. B. (2020). Quality characteristics and antioxidant properties of bread incorporated by black carrot (*Daucus carota* ssp. *Sativus* var. *Atrorubens* alef) fiber. *Gıda*, 45(2), 2902-298.
- Peng, X., Ma, J., Cheng, K.W., Jiang, Y., Chen, F., Wang, M. (2010). The effects of grape seed extract fortification on the antioxidant activity and quality attributes of bread. *Food Chemistry*, 119(1):49-53, doi: 10.1016/j.foodchem.2009.05.083.
- Romankiewicz, D., Hassoon, W.H., Cacak-Pietrzak, G., Sobczyk, M., Wirkowska-Wojdyla, M., Ceglińska, A., Dziki, D. (2017). The effect of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) addition on quality and nutritional value of wheat bread. *Journal of Food Quality*, 2017(1) 1-7. <https://doi.org/10.1155/2017/7352631>.
- Sabuncu, M., Konak, M., Şahan, Y. (2019). Rumex acetosella L’nin biyoaktif antioksidan özelliklerinin belirlenmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(2), 197-207.
- Sahan, Y., Gurbuz, O., Guldaz, M., Degirmencioglu, N., Begendirbas, A. (2017). Phenolics, antioxidant capacity and

- bioaccessibility of chicory varieties (*Cichorium* spp.) grown in Turkey. *Food Chemistry*, 217, 483-489.
- Sahan, Y., Aydın, E., Dundar, A. I., Altiner, D. D., Celik, G., Gocmen, D. (2019). Effects of oleaster flour supplementation in total phenolic contents, antioxidant capacities and their bioaccessibilities of cookies. *Food Science and Biotechnology*, 28(5), 1401-1408.
- Sarı A., Özsoy, N., Karahüseyin, S. (2020). *Taraxacum farinosum* Hausskn. & Bornm. bitkisinin antioksidan aktivite yönünden incelenmesi. *Sağlık Bilimlerinde İleri Araştırmalar Dergisi*, 3(1), 13-19.
- Sevindik, M., Akgul, H., Dogan, M., Akata, I., Selamoglu, Z. (2018). Determination of antioxidant, antimicrobial, DNA protective activity and heavy metals content of *Laetiporus sulphureus*. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (3), 1946-1952.
- Sun, Y., Rukeya, J., Tao, W., Sun, P., Ye, X. (2017). Bioactive compounds and antioxidant activity of wolfberry infusion. *Scientific Reports*, 7(1), 1-8.
- Tartılmış Türkoğlu, M., Gerçekaslan, K. E. (2022). Buğday ununa çerezlik kabak (*Cucurbita pepo* L.) unu ilavesinin hamurun ve ekmeğin teknolojik özellikleri üzerine etkisi. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir, Türkiye, 84s.
- TGK (2016). Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Türk Gıda Kodeksi Gıdalarda Kullanılabilecek Bitkiler ve Bitkisel Preparatlar Tebliği, Bölüm-2: Bitki Listeleri ve Bitkilerin, Bitki Kısımlarının ve Bitkisel Preparatların Gıdalarda Kullanımı, Ek-5, 08.02.2016. <https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Duyuru/172/Turk-Gida-Kodeksi-Gidalar-Kullanilabilecek>. <https://kms.kaysis.gov.tr/Home/Goster/193936>. (Erişim Tarihi: 16.02.2023)
- Tuluk, K. (2017). Farklı Oranlarda Lupin Unu Kullanılarak Üretilen Beyaz Ekmek ve Tam Buğday Ekmeğinin Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İzmir, Türkiye, 171 s.
- Tuluk, K., Tavman, Ş., Altinel, B., Kumcuoğlu, S., Glaue, Ş. (2018). Farklı Oranlarda Bamya Tozu İkamisinin Beyaz Ekmeğin Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. *Tralleis Elektronik Dergisi*.
- Turan, Ş. (2014). Ulkemizde Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Tıbbi Bitkilerin Yapraklarında Ağır Metal ve Mineral Besin Element İçeriklerinin Tayini. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Türkiye, 265s.
- Varlı, M., Hancı, H., Kalafat, G. (2020). Tıbbi ve aromatik bitkilerin üretim potansiyeli ve biyoyararlılığı. *Research Journal of Biomedical and Biotechnology*, 1(1), 24-32.
- Vitali, D., Vedrina Dragojević, I., Šebec'ic, B. (2009). Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 114, 1462-1469.
- Yakoub, A.R., Abdehedic, O., Jridi, M., Elfalleh, W., Nasri, M., Ferchichi, A. (2018). Flavonoids, phenols, antioxidant, and antimicrobial activities in various extracts from Tossa jute leave (*Corchorus olitorus* L.). *Industrial Crops and Products*, 118, 206-213. doi: 10.1016/j.indcrop.2018.03.047
- Yang, Z., Amrit, BK, Zhao, W., Shi, L., Wu, H., Barrow, C., Dunshea, F., Suleria, H.A.R. (2022). Bioaccessibility and bioavailability changes of phenolic compounds in pumpkins (*Cucurbita moschata*): A review. *Food Bioscience* 47, 101753.
- Yıldız, B., Çakıcı, A., Uslu, Y. D., Uslu H. (2021). Ekmek üretiminde ekşi maya üzerine taze meyvelerin kullanımının etkisi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(1), 150-159.
- Yörüüş, B. (2022). *Arbutus unedo* L. meyve ve yapraklarının bioaktif bileşiklerinin belirlenmesi Trakya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Temel Eczacılık Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Edirne, Türkiye, 84s.