

## Sebze içerikli zenginleştirilmiş glutensiz cips üretimi ve *in-vitro* biyoerişilebilirliğinin değerlendirilmesi

Biçe İNCEDAYI<sup>1</sup>, Nihal TÜRKMEN EROL<sup>1</sup>, Pınar AKPINAR<sup>2</sup>

### Cite this article as:

İncedayı, B., Türkmen Erol, N. Akpınar, P. (2024). Sebze içerikli zenginleştirilmiş glutensiz cips üretimi ve *in-vitro* biyoerişilebilirliğinin değerlendirilmesi. *Food and Health*, 10(2), 129-137. <https://doi.org/10.3153/FH24012>

<sup>1</sup> Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü 16059, Bursa, Türkiye

<sup>2</sup> Bursa Uludağ Üniversitesi Teknik Bilimler MYO Gıda İşleme Bölümü 16059, Bursa, Türkiye

### ORCID IDs of the authors:

B.İ. 0000-0001-6128-7453

N.T.E. 0000-0002-5682-0177

P.A. 0000-0001-5526-7042

Submitted: 01.09.2023

Revision requested: 26.10.2023

Last revision received: 04.03.2024

Accepted: 06.03.2024

Published online: 18.03.2024

### Correspondence:

Biçe İNCEDAYI

E-mail: [biçe@uludag.edu.tr](mailto:biçe@uludag.edu.tr)



© 2024 The Author(s)

Available online at  
<http://jfh.scientificwebjournals.com>

### ÖZ

Bu çalışmada, bitkisel materyaller kullanılarak glutensiz ve vegan beslenme modelini tercih eden bireylere yönelik alternatif bir atıştırmalık ürün olan cips üretimi hedeflenmiştir. Bu amaçla ön denemeler sonucu elde edilen ve duyuşal özellikler yönünden beğeni alan reçete baz alınarak sebzelerden mantar, brokoli, karabahar ve pancarın yanı sıra, çeşitli baharatlar (zerdeçal, kekik ve pul biber), mercimek unu, susam ile tahin/zeytinyağı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, yağ kaynağı olarak tahin ve zeytinyağı kullanımı, atıştırmalıkların antioksidan kapasite (AK) değeri, toplam flavonoid (TF) ve toplam polifenol (TP) içerikleri ile gastrik ve intestinal sindirim aşamaları sonrasında polifenollerin *in-vitro* biyoerişilebilirliğinde farklılığa neden olmuştur. Tahinli atıştırmalığın AK değeri (312.31 mmol AAE/100g KM), TF (1.28 mg RE/g KM) ve TP içerikleri (0.61 mg GAE/g KM) zeytinyağlı olana göre daha yüksek bulunmuştur. Zeytinyağlı atıştırmalığın TP biyoerişilebilirliği tahinli olandan daha yüksek tespit edilmiştir. Tat ve koku yönünden tahinli atıştırmalık panelistler tarafından tercih edilirken, diğer duyuşal özellikler açısından zeytinyağı içeren ürün daha çok beğenilmiştir. Sonuç olarak, tahinli atıştırmalığın fonksiyonellik açısından, zeytinyağlı ürünün ise duyuşal özellikler açısından daha avantajlı olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle gelecek çalışmalarda her iki yağ kaynağının farklı oranlarda veya birlikte kullanılacağı formülasyon çalışmalarının yapılması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Mantar, Cips, Mercimek Unu, Vegan, Zenginleştirme

### ABSTRACT

#### Production of vegetable-enriched gluten-free chips and evaluation of *in-vitro* bioaccessibility

In this study, it was aimed to produce chips which is an alternative snack for individuals who prefer a gluten free and vegan diet by using plant materials. For this purpose, based on the recipe, which was obtained as a result of preliminary trials and was appreciated in terms of sensorial properties. Various spices (turmeric, thyme and chili pepper), lentil flour, sesame and tahini/olive oil in addition to mushroom, broccoli, cauliflower and beetroot were used. According to the results obtained, use of different oil sources caused difference in the antioxidant capacity (AC) values, total polyphenols (TP) and total flavonoids (TF) and *in-vitro* TP bioaccessibilities at the end of gastric and intestinal digestion stages. The AC value (312.31 mmol AAE/100g DM), TF (1.28 mg RE/g DM) and TP (0.61 mg GAE/g DM) contents of the snacks with tahini were found higher than the one with olive oil. On the other hand, TP bioaccessibility of snack with olive oil was higher than that with tahini. While snacks with tahini were preferred by the panelists in terms of taste and smell, the product containing olive oil was preferred more in terms of other sensorial properties. As a result, it was observed that snacks with tahini and olive oil are more advantageous in terms of functionality and sensory properties, respectively. For this reason, it is recommended to carry out formulation trials in which both oil sources will be used in different ratios or together in future studies.

**Keywords:** Mushroom, Chips, Lentil flour, Vegan, Enrichment

## Giriş

Günümüzde besinsel değeri zenginleştirilmiş, sağlıklı yaşamı destekleyen, kolay ulaşılabilir fonksiyonel atıştırmalıklara karşı artan bir talep söz konusudur (Gormley, 2019). Bu durum üreticileri gıda ürünlerinin, yalnızca açlığı gidermek için değil, aynı zamanda beslenme kaynaklı hastalıkları önlemek, tüketicilerin fiziksel ve zihinsel sağlığını geliştirmek üzere tasarlanmasına yönlendirmektedir. Atıştırmalık sektörü ticari anlamda oldukça geniş bir pazar payına sahiptir. Ancak fonksiyonel özellikleri zenginleştirilmiş ve özellikle glutensiz atıştırmalıklar konusunda ürün geliştirme çalışmaları çok sınırlıdır.

Gluten içeren gıdalara karşı bağışıklık sisteminin tepki vermesi sonucu ortaya çıkan çölyak hastalığı, otoimmün rahatsızlıklar, buğday alerjisi veya diğer gastrointestinal bozuklukların yaşandığı durumlarda gluten kaynaklarının kısıtlanması gerekmektedir. Çölyak hastalığı ve gluten duyarlılığına sahip bireylerdeki zorunlu glutensiz beslenme ihtiyacına ek olarak, tüketicilerin sağlığa yönelik tutumlarındaki değişiklikler, glutensiz beslenmenin giderek daha fazla benimsenmesine ve dolayısıyla bu yönde üretilen ürünlere karşı olan talebin artmasına neden olmuştur. Bu amaçla glutensiz diyetlerde buğday yerine yüksek protein içeriğine sahip bakliyatların tercih edildiği görülmektedir. Bu bakliyatlardan biri olan mercimek, mercimek unu formunda çeşitli gıdaların bileşiminde kullanılmaktadır (Bayomy & Alamri, 2022; Gallo ve ark., 2022). Mercimek unu düşük yağ ve yüksek biyoaktif içeriğinin yanı sıra, yapısında bulunan fitokimyasallar, diyet lifi ve mineraller nedeniyle değerli bir girdidir (Martínez-Martín ve ark., 2023). Fitokimyasallarla birlikte ikincil bitki metabolitlerinin sağlık ve beslenme üzerine yarattığı değerli etkiler, bu metabolitlerce zengin mantar, brokoli, lahanaya, şalgam gibi sebzelere olan ilginin artmasını da sağlamıştır. Son yüzyılda işlevsel besin kavramının gelişmesi ile bu metabolitlerden biri olan glukosinolatlar ve potansiyel etkinlikleri üzerine fazla sayıda araştırma yapılmıştır. Mantar beslenme yönünden düşük kalori içermesinin yanında, esansiyel aminoasitler, karbonhidratlar, lifler, önemli vitaminler ve mineraller bakımından zengin içerikli bir sebzedir. Özellikle immün sistem üzerindeki olumlu etkileri ile bilinmektedir. Benzer şekilde glukosinolatlar yönünden zengin olan brokoli, karnabahar ve pancar ise hem beslenme ve hem de sağlık açısından yararları bulunan önemli sebzelerdir (Li ve ark., 2023; Nartea ve ark., 2022).

Dünya genelinde cips çok fazla tüketilen bir atıştırmalıktır. Dolayısıyla bu çalışma kapsamında cipse yakın sağlıklı ve besleyici bir atıştırmalık üretilmesi planlanmıştır. Cips, sürekli tüketimle birlikte gerek içeriği gerekse pişirilme şekli

sebebiyle sağlığa olumsuz etkilerde bulunabilmektedir. Özellikle 160-180°C arasında derin yağda gerçekleştirilen kızartma ile üretilen cipslerde, bazı besin öğelerinin ciddi düzeyde kayba uğradığı bilinmektedir (Devi ve ark., 2018). Atıştırmalık ürünler ortalama %20 düzeyinde (%13.6-50.0 doymuş yağ asidi) yağ içeren, kalori değeri yüksek, protein ve lif içeriği düşük gıdalardır (Capriles ve ark., 2007). O nedenle meyve ve/veya sebze içerikli, fonksiyonel niteliği geliştirilmiş ve kızartmadan çok ince film kurutma tekniğiyle üretilen ürünlere yönelik çalışmalar hızla artmaktadır. Genellikle cips denildiğinde ilk akla gelen patates, mısır veya tahıl cipsleridir. Ancak, bunların dışında literatürde cips olarak adlandırılan meyve ve sebzelerin kurutulup gevrek yapı kazandırılmasıyla elde edilen elma (Adonis & Kahn, 2009; Kowalska ve ark., 2018), şeftali (Liu ve ark., 2021), havuç (Peng ve ark., 2019) ve pancar (Vasconcellos ve ark., 2016) gibi cipslere de rastlanmaktadır. Bu çalışmanın materyalini oluşturan mantarın (Devi ve ark., 2018) ve pancarın (Erdoğan, 2019) da cips üretiminde kullanıldığı çalışmalara literatürde rastlanmaktadır. Bunun yanı sıra mantar tozu kullanılarak mantar cipsi (Doğan, 2016), brokoli kullanılarak ekstrüde tahıl gevreği (Jaworska ve ark., 2019), brokoli unu kullanılarak tortilla cipsi (Vázquez-Durán ve ark., 2014) üretimine dair çalışmalar da bulunmaktadır. Ancak karnabaharın veya yukarıda bahsedilen sebzelerin birlikte atıştırmalık üretmek amacıyla kullanıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışma kapsamında bitkisel içerikli atıştırmalık üretimi ile özellikle özel beslenme gereksinimi bulunan kişilere ve çocuklara hitap eden lezzetli, sağlıklı ve polifenoller yönünden yüksek biyoerişilebilirliğe sahip bir atıştırmalık ortaya koymak amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında mantar ile birlikte *Brassica* grubu sebzelerden elde edilen ve çeşitli baharatlarla aromatize edilen atıştırmalıklar, fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerinin yanı sıra, fonksiyonel niteliğinin ortaya konulması için polifenoller, flavonoidler, antioksidan kapasite ve polifenollerin *in-vitro* biyoerişilebilirliği yönünden değerlendirilmiştir. Fenolik maddelerce zengin olan zeytinyağı ve tahin gibi farklı yağ kaynaklarının ürün bileşimine etkisi de ayrıca incelenmiştir.

## Materyal ve Metot

Bu çalışmada atıştırmalık ana hammaddesi olarak mantar kullanılmıştır. Ürünün fonksiyonelliğini artırmak için mantar ile birlikte daha düşük oranlarda olmak üzere *Brassica* sınıfı sebzelerden brokoli, karnabahar ve pancar da bileşime dahil edilmiştir. Kuru girdilerden ise başta mercimek unu olmak

üzere lezzet dengesini sağlamak amacıyla zerdeçal, kekik ve pul biber gibi çeşitli baharatlar ile yağ kaynağı olarak zeytinyağı ve tahin kullanılmıştır. Tüm girdiler lokal marketlerden temin edilmiştir.

### Atıştırılmalık Üretimi

Sebze bazlı atıştırılmalık üretiminde, literatür verileri, ön deneme sonuçları ve duyu özellikler dikkate alınarak formülasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen en uygun reçete, Tablo 1’de gösterilmektedir. Söz konusu reçeteye göre hazırlanan hamur karışımı ikiye bölünmüş ve ürüne gevreklik sağlamak amacıyla, yağ kaynağı olarak yarısına zeytinyağı, diğer yarısına ise tahin eklenmiştir. Atıştırılmalık hamuruna aroma vermek ve lezzet dengesini oluşturmak amacıyla Tablo 1’de yer alan baharatlar kullanılmıştır.

**Tablo 1.**Atıştırılmalık reçetesi

**Table 1.**Recipe of the snack

Malzemeler	Oran (%)
Mantar	27.0
Brokoli	14.0
Karnabahar	14.0
Pancar	14.0
Mercimek Unu	27.0
Tuz	0.4
Zerdeçal	0.4
Pul biber	0.3
Kekik	0.2
Zeytinyağı/Tahin	1.7
Susam	1.0

Atıştırılmalık üretiminde kullanılan kırmızı mercimek önce un haline getirilmiştir. Bunun için mercimekler 145°C’deki fırında kurutulmuş ve bir rondo ile öğütüldükten sonra elenmiştir. Mantar, brokoli, pancar ve karnabahar ise yıkandıktan sonra kullanılmayacak kısımları uzaklaştırılmış ve doğranmıştır. Bu şekilde ön işlemleri tamamlanan sebzeler reçeteye uygun miktarlarda tartıldıktan sonra kaynar su içinde haşlanmış ve mutfak robotu yardımıyla püre haline getirilmiştir. Mercimek unu, baharatlar, tuz, yağ ve sebze karışımı homojen hale getirilmiş ve fırın tepsisi içindeki yağlı kâğıt üzerine ortalama 3 mm kalınlığında yayılarak 185°C’de 20 dk süre ile fırında pişirilmiştir. Ürünün pişirilmesinde kızartma yerine fırınlama işleminin kullanılmasıyla, kızartma sırasında ürünün yüksek sıcaklık ve oksijene maruz kalması sonucu önemli besin bileşenlerinin parçalanması ve gıdada veya kızartma yağında toksik moleküllerin oluşması gibi olumsuz etkilerin azaltılması hedeflenmiştir.

### Polifenollerin Ekstraksiyonu

Atıştırılmalıklarda bulunan polifenollerini ekstrakte etmek için metanol kullanılmıştır (Zardo ve ark., 2019). Belirli partikül iriliğinde öğütülmüş örneklerde bulunan fenolik maddeler, ürün/solvent oranı 1/10 olacak şekilde %80 konsantrasyondaki metanol ile Memmert WNB 22 model çalkalamalı su banyosu kullanılarak 2 saat süreyle tek kademedeki ekstrakte edilmiştir. Ekstraktlar analiz edilinceye kadar -18°C’de saklanmıştır.

### Toplam Polifenol (TP) Tayini

Üründeki TP miktarı Folin-Ciocalteu ayırıcı kullanılarak spektrofotometrik yöntemle (ISO 14502-1:2005) analiz edilmiştir. Buna göre 0.5 mL ekstrakt üzerine 2.5 mL Folin-Ciocalteu (%10’luk, v/v) reaktifi eklenmiştir. 5 dakika bekletildikten sonra üzerine %7.5 konsantrasyonundaki Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisinden 2 mL ilave edilerek karıştırılmıştır. Ekstrakt yerine saf su ile aynı aşamalar gerçekleştirilerek kör hazırlanmıştır. Tüpler karanlıkta 60 dakika bekletildikten sonra, oluşan mavi rengin absorbansı spektrofotometrede (Shimadzu UV-1800) 765 nm’de köre karşı okunmuştur. Sonuçlar, stok standart gallik asit çözeltisinin farklı konsantrasyonları ile elde edilen kalibrasyon eğrisinin regresyon eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmış ve mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g kuru madde (KM) cinsinden saptanmıştır ( $R^2=0.9968$ ).

### Antioksidan Kapasite (AK) Tayini

AK içeriği Türkmen Erol ve ark. (2009)’na göre DPPH serbest radikali kullanılarak analiz edilmiştir. 50 µL ekstrakt üzerine metanolde hazırlanmış 1950 µL DPPH radikali ( $6 \times 10^{-5}$ ) eklenmiş ve vorteks ile karıştırıldıktan sonra bu karışım 60 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Aynı işlemler saf su kullanılarak kontrol örneği için de yapılmıştır. Süre sonunda esas örnek ve kontrol örneğinin absorbansı, spektrofotometrede 517 nm’de metanole karşı okunmuştur. Aynı şartlarda referans antioksidan olarak askorbik asit çözeltisinin farklı konsantrasyonları ile bir kalibrasyon eğrisi elde edilmiş ( $R^2=0.9975$ ) ve saptanan AK değerleri askorbik asit eşdeğerine dönüştürülerek mg askorbik asit eşdeğeri (AAE)/100 g KM olarak belirlenmiştir.

### Toplam Flavonoid (TF) Tayini

Örneklerin TF miktarı Rodrigues ve ark. (2016)’na göre belirlenmiştir. 300 µL ekstrakt üzerine, 1800 µL saf su ve 100 µL sodyum nitrit (%5 w/v) eklenmiştir. Oda sıcaklığında 6 dk inkübe edilen karışım üzerine, 200 µL metanolde hazırlanmış %10’luk AlCl<sub>3</sub> çözeltisi ilave edilmiştir. 6 dakika sonra 600 µL sodyum hidroksit (%4 w/v) eklenerek tekrar 15

dk inkübe edilmiştir. Süre sonunda örneklerin absorbans değerleri, ekstrakt yerine saf su kullanılarak hazırlanan köre karşı 510 nm’de okunmuştur. Sonuçlar farklı konsantrasyonlardaki (0-1500 ppm) rutin ile hazırlanan kurve ( $R^2=0.9997$ ) üzerinden mg rutin eşdeğeri (RE)/g KM cinsinden saptanmıştır.

### ***İn-Vitro Biyoerişilebilirlik***

Fenolik bileşiklerin biyoerişilebilirliğini belirlemek amacıyla, polifenol ekstraktı, simüle edilen gastrik (mide) ve intestinal (bağırsak) sindirim aşamalarından geçirilmiştir (Minekus ve ark., 2014). Pepsin ve pankreatin eşliğinde belirli pH, süre ve sıcaklık değerlerine tabi tutulan ekstraktlarda analiz yukarıda bahsedilen TP yöntemine göre gerçekleştirilmiş ve başlangıç TP konsantrasyonuna göre biyoerişilebilirlik düzeyi (%) aşağıdaki formül üzerinden hesaplanmıştır.

$$\text{Biyoerişilebilirlik (\%)} = (K \text{ sindirilmiş} / K \text{ sindirilmemiş}) \times 100$$

*K sindirilmiş*: Mide/bağırsak aşamasından sonraki konsantrasyon (mg)

*K sindirilmemiş*: Sindirilmemiş örnekteki konsantrasyon (mg)

### ***Duyusal Analiz***

Örnekler 5’li hedonik skala kullanılarak duyusal açıdan değerlendirilmiştir. Ön bilgilendirme yapılan 10 kişilik panelist grubu örnekleri renk, koku, tat, sertlik, gevreklik ve genel kabul edilebilirlik yönünden incelemiş ve sonuçlar ortalama puanlar üzerinden değerlendirilmiştir.

### ***İstatistiksel Analiz***

Elde edilen verilerin istatistik değerlendirmesi için SPSS 23 (SPSS Inc. Chicago IL, USA) programı kullanılmıştır. Sonuçlar, üç tekrarlı ölçümlerin ortalaması  $\pm$  standart sapma olarak verilmiştir. Tek yönlü ANOVA yöntemi ile varyans analizi yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki önemli farklılıklar, Duncan çoklu karşılaştırmalı testi ile belirlenmiştir.

### **Bulgular ve Tartışma**

Tüketicinin ihtiyaçları doğrultusunda, fonksiyonel bir ürün elde etmek amacıyla sebze bazlı atıştırmalık üretilmiş ve üretimde tahin veya zeytinyağı kullanılarak, farklı yağ kaynaklarının ürünün TP, AK ve TP biyoerişilebilirliği üzerine etkileri araştırılmıştır. Fiziksel analiz sonuçlarına göre atıştırmalıkların ortalama ağırlık, en, boy ve kalınlık değerleri sırasıyla 1.55 g, 35 mm, 43 mm ve 3 mm olarak belirlenmiştir. Tablo 2’de görüldüğü gibi tahin ilaveli örneğin başlangıç TP (0.27-0.61 mg GAE/g KM) ve AK (312.31-154.9 mmol AAE/100g KM) değerleri, zeytinyağlı örneğin TP (0.24-0.37 mg GAE/g

KM) ve AK (207.75-270.99 mmol AAE/100g KM) değerlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Doğan (2016) tarafından mantar tozu ve buğday unu kullanılarak elde edilen fırınlanmış örneklerin TP içeriği 48.80-125.07 mg GAE/100g örnek aralığında; Erdoğan (2019) tarafından taze kırmızı pancar, zeytinyağı ve kekik ile üretilen atıştırmalıkta ise bu değer 559.32 mg GAE/kg olarak saptanmış olup, sonuçlar bu çalışmada bulunan değerlerle uyum göstermektedir. Diğer taraftan, fırında kurutulmuş pancar cipsinde TP miktarı 39.56 mg GAE/g örnek (Hamid & Mohamed Nour, 2018), kırmızı ve mor patates cipslerinde ise 1.74-5.52 mg GAE/g KM arasında (Kita ve ark., 2013) saptanmıştır. Araştırmacıların, bu çalışmada tespit edilen TP değerlerinden daha yüksek değerleri saptamış olması, hammadde ve proses farklılığından kaynaklanabilir. Ayrıca, Borchani ve ark. (2010), zeytinyağında (52.33 mg kafeik asit/kg yağ) tahine (16.82 mg kafeik asit/kg yağ) göre daha fazla TP tespit etmiştir. Ancak bunun tersine, bu çalışmada tahinli atıştırmalığın zeytinyağına göre daha fazla TP içerdiği saptanmıştır.

Tahinli atıştırmalığın AK’sinin de, zeytinyağlı olana göre daha yüksek tespit edilmesinin TP içeriğinin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim daha önce yapılan birçok çalışmada (Bešlo ve ark., 2023; Starzec ve ark., 2023) TP ile AK arasında oldukça yüksek oranda bir ilişki olduğu belirtilmiştir. Bu çalışma kapsamında üretilen atıştırmalıkların AK’si, daha önce yapılan çalışmalarla farklı yöntemlerin kullanılması ve sonuçların farklı birimlerle ifade edilmesi nedeniyle karşılaştırılamamıştır.

TP değeri açısından örnekler sindirim sonrası benzer eğilim göstermiştir. Her iki atıştırmalığın TP’si başlangıç aşamasına göre gastrik aşama sonunda önemli oranda ( $p<0.05$ ) azalmış, ancak intestinal aşamada önemli bir değişiklik gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ). Ancak TP biyoerişilebilirliği açısından her iki örnek farklı eğilim göstermiştir. Zeytinyağlı ürünün sindirim sonrasında TP biyoerişilebilirliği tahinli olana göre daha yüksek olup (Tablo 2), gastrik aşama sonrasında önemli düzeyde ( $p<0.05$ ) azalırken, intestinal aşama sonrasında değişmemiştir. Tahinli ürünün TP biyoerişilebilirliği ise her iki aşama sonrasında da önemli düzeyde ( $p<0.05$ ) azalma eğilimi göstermiştir. Bu durum, tahin ve zeytinyağında bulunan fenolik bileşiklerin cinsinin farklı olmasından ve intestinal sindirim sırasında, ortamın alkali olması nedeniyle polifenollerin stabilitelerinin düşük olmasından kaynaklanabilmektedir (Fawole & Opara, 2016). TP’deki bu değişime farklı çalışmalarda da rastlanmıştır (Bouayed ve ark., 2012; Figueroa ve ark., 2016). Chen ve ark. (2020), tahinde baskın olan fenolik bileşiğin sesamin olduğunu, bu maddenin güçlü antioksidan kapasiteye sahip olduğunu, ancak gastrointestinal sindirim sonrasında kayba uğradığını bildirmiştir. Sindirimin başında

tahinli atıstırmalığın TP değerinin zeytinyağlı olana göre daha yüksek olmasına karşın, sindirim sonrası TP miktarında daha fazla azalma görülmesinin nedeni bu durumdan kaynaklanabilmektedir.

Başlangıç AK değeri tahinli üründe zeytinyağlı olana göre daha yüksek iken, sindirim sonrası zeytinyağlı olana daha yüksek AK saptanmıştır. Benzer şekilde, TP biyoerişilebilirliğinin de aynı üründe daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum zeytinyağı kullanılarak üretilen atıstırmalığın vücuda daha yararlı olduğunu ortaya koymaktadır. Daha önce yapılan çalışmalarda (Cicerale ve ark., 2009; Tuck ve ark., 2001), tahine göre daha düşük antioksidan aktiviteye sahip zeytinyağı fenoliklerinin biyoyararlılıklarının oldukça yüksek olduğu bildirilmiş olup, bu durum mevcut çalışmanın sonuçlarıyla da uyum göstermiştir. Diğer taraftan, ürün çeşidinden bağımsız olarak fenolik bileşiklerin yanı sıra formülasyonda kullanılan baharatların özellikle de kekiğin AK üzerine önemli katkısı olduğu düşünülmektedir. Nitekim kırmızı toz biber, kişniş ve kekik ile üretilen pancar cipslerinden en yüksek antioksidan aktivitenin kekikli cipste saptandığı bildirilmiştir (Erdoğan, 2019).

Atıstırmalık hamurunda zeytinyağı yerine tahin kullanıldığında, elde edilen üründe çok daha yüksek TF tespit edilmiştir (Tablo 3). Bu durum, örneklerin TP ve AK sonuçlarıyla da paralellik göstermektedir. Bu çalışma kapsamında, atıstırmalıkların TF içeriklerinin TP miktarlarından daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu sonuçtan farklı olarak, Elhussein ve ark. (2018), tahinin TF (0.37 ppm) içeriğini, TP (1.24 ppm)'den daha düşük bulmuştur. Bu durum, kullanılan susamın bileşimindeki ve tahinin elde edilme yöntemindeki farklılıklardan kaynaklanmış olabilir.

Üretimi gerçekleştirilen atıstırmalık çeşitlerine ön değerlendirme yapılmış on panelistin katılımıyla altı farklı parametre bakımından duysal analiz uygulanmış ve sonuçlar Şekil 1'de gösterilen örümcek ağı (radar) modeline göre değerlendirilmiştir. Bu modelde değerlendirmesi yapılan parametreler, atıstırmalık ürünlerdeki önemli kalite parametrelerinden seçilmiştir. 5'li hedonik skala üzerinden yapılan değerlendirmeye göre benzer ürünler için önemli kalite parametrelerinden olan renk, sertlik, gevreklik ve genel kabul edilebilirlik açısından zeytinyağlı atıstırmalık çeşidi daha üstün bulunmuştur. Ancak tat ve koku açısından tahinli örneğin daha fazla beğenildiği gözlenmiştir.

**Tablo 2.** Atıstırmalıkların TP (mg GAE/g KM), AK (mmol AAE/100g KM) ve *in-vitro* TP biyoerişilebilirliği (%)

**Table 2.** TP (mg GAE/g DM), AC (mmol AAE/100g DM) and *in-vitro* TP bioaccessibility (%) of the snacks

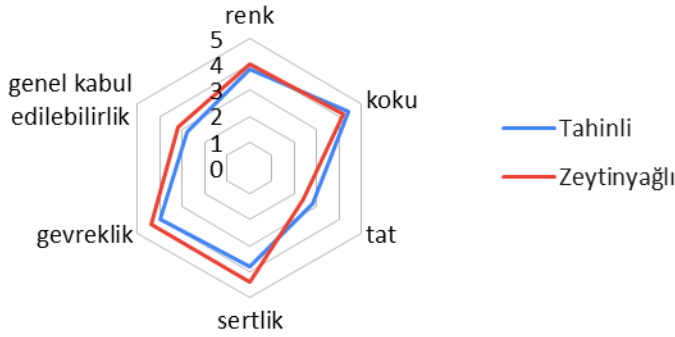
	Ürün çeşidi	Sindirim aşaması		
		Başlangıç	Gastrik	İntestinal
TP	Tahinli	0.61 ±0.02 <sup>b*</sup>	0.34 ±0.01 <sup>a</sup>	0.27 ±0.03 <sup>a</sup>
	Zeytinyağlı	0.37 ±0.01 <sup>b</sup>	0.25 ±0.02 <sup>a</sup>	0.24 ±0.01 <sup>a</sup>
TP biyoerişilebilirliği	Tahinli	100.00 ±0.00 <sup>c</sup>	55.68 ±0.11 <sup>b</sup>	43.68 ±5.73 <sup>a</sup>
	Zeytinyağlı	100.00 ±0.00 <sup>b</sup>	68.0 ±4.09 <sup>a</sup>	63.45 ±3.59 <sup>a</sup>
AK	Tahinli	312.31 ±2.27 <sup>c</sup>	185.1 ±6.49 <sup>b</sup>	154.9 ±5.63 <sup>a</sup>
	Zeytinyağlı	270.99 ±9.26 <sup>b</sup>	231.3 ±5.72 <sup>a</sup>	207.75 ±7.83 <sup>a</sup>

\* : Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $p < 0.05$ ).

**Tablo 3.** Atıstırmalıkların TF içeriği (mg RE/g KM)

**Table 3.** TF content (mg RE/g DM) of the snacks

Tahinli	1.28 ± 0.09
Zeytinyağlı	0.54 ± 0.01



**Şekil 1.** Atıştırmalıkların duyu analizi sonuçlarına ait örümcek ağı

**Figure 1.** Cobweb diagram of sensory analysis results of the snacks

Cips benzeri bu tür ürünlerde özellikle gevrek yapı önemli olup, düşük gevreklik ve sertlik düzeyinin ağızda istenen hissi yaratmadığı ifade edilmektedir (Peng ve ark., 2019). Buna paralel olarak, Sulaeman ve ark. (2004), kızartılmış havuç cipsinde gevreklik ve genel kabul edilebilirlik arasında pozitif bir etkileşim olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmada da daha gevrek bulunan zeytinyağlı atıştırmalık bu parametre açısından daha çok beğenilmiştir. Baixauli ve ark. (2002) cipslerde önemli bir duyu parametresi olan rengin esas olarak ürünlerdeki yağ miktarı ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarından kaynaklandığını bildirmiştir. Zeytinyağının tahine göre daha açık renkte olması, zeytinyağlı örneğin renk yönünden daha çok beğenilmesini sağlamıştır. Genel anlamda parametrelerin çoğu göz önüne alındığında panelistlerin en çok kabul edilebilir bulduğu atıştırmalık çeşidi, ortalama 3.2 puanla zeytinyağlı ürün olmuştur.

## Sonuç

Dört farklı sebze içeren glutensiz aromalize atıştırmalıklara ait değerler incelendiğinde, tahinli örneğin zeytinyağlıya göre daha yüksek TP ve TF içeriği ile AK'ya sahip olduğu saptanmıştır. Diğer taraftan zeytinyağlı ve tahinli örneklerin TP miktarı açısından *in-vitro* sindirim sonrasında önemli bir farklılık göstermediği ortaya konmuştur. Ancak, gastrointestinal sindirim sonrasında zeytinyağlı atıştırmalık çeşidine ait polifenollerin daha yüksek biyoerişilebilirliğe sahip olduğu ve böylece bu örneklerin metabolize edilmesi sonrasında vücuda daha yararlı hale geldiği saptanmıştır. Benzer şekilde sindirim sonrası zeytinyağlı örneğin tahinli olana göre daha yüksek AK'ya sahip olduğu tespit edilmiştir. Duyusal analiz sonuçları değerlendirildiğinde, zeytinyağlı atıştırmalık daha

kabul edilebilir bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, farklı sebzeler kullanarak fonksiyonel özellik kazandırılmış sağlıklı atıştırmalık üretiminde zeytinyağının kullanımını daha başarılı bulunmuştur. Hayvansal içeriğe sahip olmaması yönüyle vegan, mercimek unu içermesi nedeniyle de glutensiz ürün niteliği taşıyan bu tür fonksiyonel ürünlere özgü geliştirilmiş reçete çalışmalarına devam edilmesi önerilmektedir.

## Etik Standartlar ile Uyumluluk

**Çıkar çatışması:** Yazarlar, bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

**Etik izin:** Araştırma niteliği bakımından etik izne tabii değildir.

**Veri erişilebilirliği:** Veriler talep üzerine sağlanacaktır.

**Finansal destek:** Bu çalışma herhangi bir fon tarafından desteklenmemiştir.

**Teşekkür:** -

**Açıklama:** -

## Kaynaklar

**Adonis, M., Kahn, M.T.E. (2009).** Evaluation of a hybrid dryer for the production of apple chips. *Journal For New Generation Sciences*, 7(2), 8–22.

**Baixauli, R., Salvador, A., Fiszman, S.M., Calvo, C. (2002).** Effect of the addition of corn flour and colorants on the colour of fried, battered squid rings. *European Food Research and Technology*, 215(6), 457–461. <https://doi.org/10.1007/s00217-002-0605-z>

**Bayomy, H., Alamri, E. (2022).** Technological and nutritional properties of instant noodles enriched with chickpea or lentil flour. *Journal of King Saud University - Science*, 34(3), 101833. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.101833>

**Bešlo, D., Golubić, N., Rastija, V., Agić, D., Karnaš, M., Šubarić, D., Lučić, B. (2023).** Antioxidant activity, metabolism, and bioavailability of polyphenols in the diet of animals. *Antioxidants*, 12(6), 1141. <https://doi.org/10.3390/antiox12061141>

- Borchani, C., Besbes, S., Blecker, C., Attia, H. (2010).** Chemical characteristics and oxidative stability of sesame seed, sesame paste, and olive oils. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 12, 585–596.
- 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.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.10.030>
- Capriles, V.D., Soares, R.A.M., Arêas, J.A.G. (2007).** Development and assessment of acceptability and nutritional properties of a light snack. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 27(3), 562–566.  
<https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000300021>
- Chen, Y., Lin, H., Lin, M., Zheng, Y., Chen, J. (2020).** Effect of roasting and in vitro digestion on phenolic profiles and antioxidant activity of water-soluble extracts from sesame. *Food and Chemical Toxicology*, 139(February), 111239.  
<https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111239>
- Cicerale, S., Conlan, X.A., Sinclair, A.J., Keast, R.S.J. (2009).** Chemistry and health of olive oil phenolics. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49(3), 218–236.  
<https://doi.org/10.1080/10408390701856223>
- Devi, S., Zhang, M., Law, C.L. (2018).** Effect of ultrasound and microwave assisted vacuum frying on mushroom (*Agaricus bisporus*) chips quality. *Food Bioscience*, 25(February), 111–117.  
<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2018.08.004>
- Doğan, N. (2016).** *İstiridyeye mantarından (Pleurotus ostreatus) mantar tozu ve cips üretiminin optimizasyonu*. Doktora Tezi. Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye. 300 s.
- Elhussein, E., Bilgin, M., Şahin, S. (2018).** Oxidative stability of sesame oil extracted from the seeds with different origins: Kinetic and thermodynamic studies under accelerated conditions. *Journal of Food Process Engineering*, 41(8), 2–7.  
<https://doi.org/10.1111/jfpe.12878>
- Erdoğan, S. (2019).** *Farklı baharat kullanılarak üretilen pancar cipslerinin kalite özelliklerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Manisa, Türkiye, 77s.
- Fawole, O.A., Opara, U.L. (2016).** Stability of total phenolic concentration and antioxidant capacity of extracts from pomegranate co-products subjected to in vitro digestion. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 16(1), 1–10.  
<https://doi.org/10.1186/s12906-016-1343-2>
- Figuroa, F., Marhuenda, J., Zafrilla, P., Martínez-Cachá, A., Mulero, J., Cerdá, B. (2016).** Total phenolics content, bioavailability and antioxidant capacity of 10 different genotypes of walnut (*Juglans regia* L.). *Journal of Food and Nutrition Research*, 55(3), 229–236.
- Gallo, V., Romano, A., Miralles, B., Ferranti, P., Masi, P., Santos-Hernández, M., Recio, I. (2022).** Physicochemical properties, structure and digestibility in simulated gastrointestinal environment of bread added with green lentil flour. *LWT- Food Science and Technology*, 154(July 2021).  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112713>
- Gormley, R. (2019).** Developing innovative food structures & functionalities through process & reformulation to satisfy consumer needs & expectations: Outcomes from the 32<sup>nd</sup> EFFoST International Conference 2018, Nantes, France. *Trends in Food Science & Technology*, 93, 37–41.  
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.09.001>
- Hamid, M.G., Mohamed Nour, A.A.A. (2018).** Effect of different drying methods on quality attributes of beetroot (*Beta vulgaris*) slices. *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*, 15(3), 287–298.  
<https://doi.org/10.1108/WJSTSD-11-2017-0043>
- ISO 14502-1:2005. (2005).** *Determination of substances characteristic of green and black tea. Part 1: Content of total polyphenols in tea. Colorimetric method using Folin-Ciocalteu reagent. 8p.* International Standard.
- Jaworska, D., Mojska, H., Gielecińska, I., Najman, K., Gondek, E., Przybylski, W., Krzyczkowska, P. (2019).** The effect of vegetable and spice addition on the acrylamide content and antioxidant activity of innovative cereal products. *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 36(3), 374–384.  
<https://doi.org/10.1080/19440049.2019.1577991>
- Kita, A., Bakowska-Barczak, A., Hamouz, K., Kulakowska, K., Lisińska, G. (2013).** The effect of frying on anthocyanin stability and antioxidant activity of crisps from red- and purple-fleshed potatoes (*Solanum tuberosum* L.).

*Journal of Food Composition and Analysis*, 32(2), 169–175.  
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.09.006>

Kowalska, H., Marzec, A., Kowalska, J., Samborska, K., Tywonek, M., Lenart, A. (2018). Development of apple chips technology. *Heat and Mass Transfer/Waerme- Und Stoffuebertragung*, 54(12), 3573–3586.  
<https://doi.org/10.1007/s00231-018-2346-y>

Li, L., Ma, P., Nirasawa, S., Liu, H. (2023). Formation, immunomodulatory activities, and enhancement of glucosinolates and sulforaphane in broccoli sprouts: a review for maximizing the health benefits to human. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–31.  
<https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2181311>

Liu, C.J., Xue, Y.L., Guo, J., Ren, H.C., Jiang, S., Li, D. J., Song, J.F., Zhang, Z.Y. (2021). Citric acid and sucrose pretreatment improves the crispness of puffed peach chips by regulating cell structure and mechanical properties. *LWT-Food Science and Technology*, 142(January), 111036.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111036>

Martínez-Martín, I., Hernández-Jiménez, M., Revilla, I., Vivar-Quintana, A. M. (2023). Prediction of mineral composition in wheat flours fortified with lentil flour using NIR technology. *Sensors*, 23(3).  
<https://doi.org/10.3390/s23031491>

Minekus, M., Almingier, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T., Bourlieu, C., Carrière, 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., ... Brodtkorb, A. (2014). A standardised static in vitro digestion method suitable for food—an international consensus. *Food and Function*, 5(6), 1113–1124.  
<https://doi.org/10.1039/C3FO60702J>

Nartea, A., Fanesi, B., Giardinieri, A., Campmajó, G., Lucci, P., Saurina, J., Pacetti, D., Fiorini, D., Frega, N. G., Núñez, O. (2022). Glucosinolates and polyphenols of colored cauliflower as chemical discriminants based on cooking procedures. *Foods*, 11(19), 1–12.  
<https://doi.org/10.3390/foods11193041>

Peng, J., Bi, J., Yi, J., Allaf, K., Besombes, C., Jin, X., Wu, X., Lyu, J., Asghar Ali, M.N.H. (2019). Apple juice concentrate impregnation enhances nutritional and textural attributes of the instant controlled pressure drop (DIC)-dried

carrot chips. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(14), 6248–6257.  
<https://doi.org/10.1002/jsfa.9898>

Rodrigues, M.J., Neves, V., Martins, A., Rauter, A.P., Neng, N.R., Nogueira, J.M.F., Varela, J., Barreira, L., Custódio, L. (2016). In vitro antioxidant and anti-inflammatory properties of Limonium algarvense flowers' infusions and decoctions: A comparison with green tea (*Camellia sinensis*). *Food Chemistry*, 200, 322–329.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.048>

Starzec, A., Włodarczyk, M., Kunachowicz, D., Dryś, A., Kepinska, M., Fecka, I. (2023). Polyphenol profile of *Cistus × incanus* L. and its relevance to antioxidant effect and  $\alpha$ -glucosidase inhibition. *Antioxidants*, 12(3), 1–18.  
<https://doi.org/10.3390/antiox12030553>

Sulaeman, A., Giraud, D.W., Keeler, L., Taylor, S.L., Driskell, J. A. (2004). Effect of moisture content of carrot slices on the fat content, carotenoid content, and sensory characteristics of deep-fried carrot chips. *Journal of Food Science*, 69(6).  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb10987.x>

Tuck, K.L., Freeman, M.P., Hayball, P.J., Stretch, G.L., Stupans, I. (2001). The in vivo fate of hydroxytyrosol and tyrosol, antioxidant phenolic constituents of olive oil, after intravenous and oral dosing of labeled compounds to rats. *Journal of Nutrition*, 131(7), 1993–1996.  
<https://doi.org/10.1093/jn/131.7.1993>

Türkmen Erol, N., Sari, F., Çalikoğlu, E., Velioğlu, Y. S. (2009). Green and roasted mate: Phenolic profile and antioxidant activity. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33(4), 353–362.  
<https://doi.org/10.3906/tar-0901-4>

Vasconcellos, J., Conte-Junior, C., Silva, D., Pierucci, A.P., Paschoalin, V., Alvares, T.S. (2016). Comparison of total antioxidant potential, and total phenolic, nitrate, sugar, and organic acid contents in beetroot juice, chips, powder, and cooked beetroot. *Food Science and Biotechnology*, 25(1), 79–84.  
<https://doi.org/10.1007/s10068-016-0011-0>

Vázquez-Durán, A., Gallegos-Soto, A., Bernal-Barragán, H., López-Pérez, M., Méndez-Albores, A. (2014). Physicochemical, nutritional and sensory properties of deep fat-fried fortified tortilla chips with broccoli (*Brassica*



*oleracea* L. convar. *italica* Plenck) flour. *Journal of Food and Nutrition Research*, 53(4), 313–323.

Zardo, I., de Espíndola Sobczyk, A., Marczak, L.D.F.,

Sarkis, J. (2019). Optimization of ultrasound assisted extraction of phenolic compounds from sunflower seed cake using response surface methodology. *Waste and Biomass Valorization*, 10(1), 33–44.

<https://doi.org/10.1007/s12649-017-0038-3>