



## DOĞAL BİYOAKTİF SEBZE ÖZÜTLERİNİN BEZE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Mehmet Güldane\*, Tuba Yağmur, Hande Çetin

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Pamukova Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme  
Teknolojileri Bölümü, Sakarya, Türkiye

Geliş/Received: 23.07.2023; Kabul /Accepted: 11.09.2023; Online baskı /Published online: 03.10.2023

Güldane, M., Yağmur, T., Çetin, H. (2023). Doğal biyoaktif sebze özütlerinin beze özelliklerine etkisi. GIDA (2023) 48 (5) 1047-1059 doi: 10.15237/ gida.GD23085

Güldane, M., Yağmur, T., Çetin, H. (2023). Effect of natural bioactive extracts on meringue properties. GIDA (2023) 48 (5) 1047-1059 doi: 10.15237/ gida.GD23085

### ÖZ

Bu çalışma kara havuç, kırmızı lahana ve kırmızı pancar özütleriyle hazırlanan beze hamurlarının köpük özelliklerinin ve nihai ürünün renk, biyoaktif içerik ve duyu özelliklerinin araştırılması amacıyla yapılmıştır. Genel olarak, beze formülasyonuna sebze özütlerinin ilavesiyle kontrol örneğinin (T<sub>1</sub>) hem köpük kapasitesi hem de köpük stabilitesinde önemli düzeyde iyileşme sağlanmıştır. Nihai üründe, T<sub>2</sub>'nin (siyah havuç özütü örneği) 60 gün depolama sonunda renk özelliklerini daha iyi koruduğu belirlendi. Ayrıca, beze örneklerinde T<sub>2</sub>'de toplam fenolik madde içeriği ve DPPH radikal süpürme aktivitesi T<sub>1</sub>'e kıyasla yaklaşık olarak %63 ve %172 oranında iyileşme sağlanmıştır. T<sub>4</sub>'ün (kırmızı pancar özütü örneği) askorbik asit içeriği 36.13 ± 0.17 mg/100 g örnek ile en yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte, bezelerin lezzetleri iyileştirilmelidir. Sonuç olarak, beze formülasyonuna siyah havuç (T<sub>2</sub>) veya kırmızı pancar (T<sub>4</sub>) özütleri ilavesinin ürün özelliklerine olumlu katkıda bulunduğu kanıtlanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** kara havuç, kırmızı lahana, kırmızı pancar, overrun, köpük stabilitesi, toplam fenolik madde, DPPH

## EFFECT OF NATURAL BIOACTIVE EXTRACTS ON MERINGUE PROPERTIES

### ABSTRACT

In this study, foam properties of meringue batters prepared with black carrot, red cabbage, and red beetroot extracts and the color, bioactive content, and sensory properties of final product were investigated. In general, addition of the extracts to meringue formulation improved both foam capacity and stability of the control (T<sub>1</sub>). T<sub>2</sub> (sample with black carrot extract) was found to maintain color characteristics better even after 60 days of storage. Moreover, total phenolic matter content and DPPH radical scavenging activity of the samples were enhanced by approximately 63% and 172% in T<sub>2</sub> compared to T<sub>1</sub>. Ascorbic acid in T<sub>4</sub> (sample with red beetroot extract) was the highest with 36.13 ± 0.17 mg/100 g. However, it can be suggested to improve the taste of the samples. In conclusion, addition of black carrot (T<sub>2</sub>) or red beetroot (T<sub>4</sub>) extracts to the meringue formulation was proven to contribute positively to the product properties.

**Keywords:** black carrot, red cabbage, red beetroot, overrun, foam stability, total phenolic matter, DPPH

\*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author

✉: mehmetguldane@subu.edu.tr

☎: (+90) 264 616 0800

☎: (+90) 264 616 0014

Mehmet Güldane; ORCID no: 0000-0001-7321-0496

Tuba Yağmur; ORCID no: 0009-0004-2820-2840

Hande Çetin; ORCID no: 0009-0006-8949-962X

## GİRİŞ

Beze; yumurta akı ve şekerin çırpılmasıyla elde edilen köpük formundaki hamurun pişirilmesiyle üretilen bir fırıncılık ürünüdür. Beze basit yapısıyla tiramisü, melek keki, sufle, mus ve makaron gibi ürünler için temel teşkil etmektedir (Özer ve Ağan, 2020). Havalandırılmış bu tarz gıda ürünlerinin en önemli özelliği köpüklü yapılarıyla özel bir tekstüre sahip olmalarıdır. Bu ürünler ayrıca birim hacimlerinde nispeten daha az şeker içerdiklerinden özel diyet uygulamalarında da değerlendirilmektedirler (Campbell ve Mougeot, 1999).

Yüzey aktif madde içeren sıvı ortamın genellikle çırpılması veya püskürtülmesi yoluyla üretilen köpük; bir sıvı faz içerisine değişik boyutlardaki gaz hubblelerinin dağılmasıyla elde edilen termodinamik olarak stabil olmayan bir sistemi tanımlamaktadır. Katı ya da yarı katı gıda ürünlerinde atmosferik hava ürün matrisi içerisinde hapsedilerek havalandırılmış bir ürün yapısı elde edilmektedir. Köpüklü gıda ürünleri üretiminde en çok tercih edilen yüzey aktif madde proteinlerdir. Özellikle yumurta akı proteinleri üreticilerinin ihtiyaç duyduğu köpük özelliklerini sağladıklarından havalandırılmış gıda ürünlerinde yaygın şekilde kullanılmaktadırlar (Güldane ve Doğan, 2020). Son zamanlarda, literatürde yumurta akı proteinlerinin köpürme sıvısında diğer ortam bileşenleriyle etkileşimleri ve/veya bu etkileşimlerin ürün özelliklerine etkisi konusunda araştırmalar yaygınlaşmıştır (Sadahira vd., 2016).

Endüstriyel gıda ürünleri üretiminde gıda ürünlerine renk vermek, işleme süresince azalan rengi tolere etmek ve başka bir renk sağlamak gibi amaçlar doğrultusunda doğal veya sentetik renklendiriciler kullanılmaktadır. Gıda ürünlerinde sentetik renklendiriciler hem maliyet hem de renk sürekliliği için daha çok tercih edilse de tüketicilerin doğal renklendiricilerin kullanıldığı ürünlere eğilimlerinin arttığı bilimsel çalışmalarla tespit edilmiştir. Antosiyaninler, betalainler, karotenoidler ve antosiyanin olmayan fenolik bileşenler insan sağlığı üzerine iyileştirici etkileri olan ve gıda ürünlerinin duyuşal ve besinsel özelliklerini geliştirici etkisi kanıtlanmış en yaygın doğal renk maddeleridir (Özyurt vd., 2019). Gıda

endüstrisinde gıda ürünlerini renklendirmek için antosiyanince zengin doğal meyve ve sebze özütleri yaygın biçimde kullanılmaktadır. Antosiyaninler, genel olarak bitkilerin kırmızıdan mora değişen renklerinden sorumlu flavonoidlerin bir alt grubu olarak kategorize edilmektedir. Doğada 700'den fazla antosiyanin çeşidi saptanmış ve siyanidin en yaygın aglikon olarak rapor edilmiştir (Türker ve Doğan, 2022).

Siyah havuç (*Daucus carota*), kırmızı lahanaya (*Brassica oleracea L. var. capitata f. rubra*) ve kırmızı pancar (*B. vulgaris var*) ülkemizde yaygın olarak üretilen ve endüstriyel olarak kullanılan sebzelerdendir. Son zamanlarda yapılan çalışmalar, biyoaktif bileşenlerce zengin sebze veya sebze sularının gıda üretiminde kullanımı neticesinde ürünlerin hem besinsel hem de duyuşal özelliklerinde iyileşme sağlandığını ortaya koymuştur. Şemsiyegiller (*Umbelliferae*) familyasından siyah havuç yüksek düzeyde (~100 mg/100 g örnek) antosiyanin içermesi nedeniyle gıda ürünlerinde doğal renk maddesi olarak kullanılmaktadır (Ekici, 2011). Siyah havuç özütü, asidik pH değerlerinde parlak çilek kırmızısı tonunda renk verdiğinden meyve suları ve nektarları, alkolsüz içecekler, konserveler, jöleler ve şekerlemelerin renklendirilmesinde kullanılabilir (Khandare vd., 2010). *Brassicaceae* familyasından kırmızı lahanaya yapısındaki antosiyaninler nedeniyle gıdaların renklendirilmesinde kullanılmaktadır. Kırmızı lahanadan elde edilen antosiyaninler asidik pH'larda kırmızı bazik pH düzeylerinde mavi-yeşil renk vermektedir. Sentetik renklendiricilerin iyi bir alternatifi sayılan kırmızı lahanaya ekstraktlarından içeceklerde, şekerlemelerde ve süt ürünlerinin renklendirilmesinde yararlanılmaktadır (Mol, 2016). Ispanakgiller (*Amaranthaceae*) ailesine ait olan kırmızı pancar ülkemizde özellikle Marmara ve Ege bölgesinde üretilmektedir. Betalain yönünden zengin olan bu sebze ekstraktı özellikle et ürünleri, tatlılar ve şekerleme ürünleri ile süt ürünlerinin renklendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır (Yeler, 2021). Detaylı literatür araştırması sonucunda siyah havuç, kırmızı lahanaya veya kırmızı pancardan elde edilen biyoaktif özütlerin beze üretiminde kullanımı ve ürün özelliklerine etkisi konusunda herhangi bir

çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma ile siyah havuç, kırmızı lahana ve kırmızı pancardan mekanik olarak elde edilen sebze özütlerinin beze hamurunun köpük özelliklerine ve üretilen bezelerin renk, biyoaktif içerik ve duyuşal özelliklerine etkilerinin araştırılarak literatürdeki bu eksikliğin giderilmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

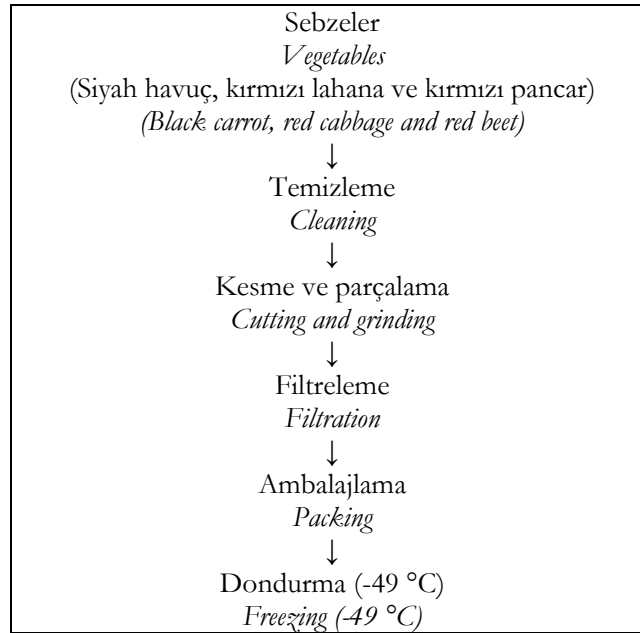
### Materyal

Beze yapımında kullanılan siyah havuç, kırmızı lahana ve kırmızı pancar Sakarya Pamukova'daki yerel satıcılardan temin edilmiştir. Pudra şekeri ve ticari yumurta akı tozu Tito, Türkiye'den satın alınmıştır. Sebzeler kirletici maddelerden arındırılmış ve ekstraksiyon işlemine kadar +4 °C'de (Uğur, Türkiye) saklanmıştır. Örnekler kullanılmadan önce oda sıcaklığına ( $22 \pm 2$  °C) ulaşmaları sağlanmıştır.

### Yöntem

#### Sebze özütlerinin eldesi

Sebze örneklerinden biyoaktif özüt eldesi aşamaları Şekil 1'de verilmiştir. Kirlilik unsurlarından arındırılmış oda sıcaklığındaki kara havuç ve kırmızı pancar örneklerinin kabukları kabuk soyucu vasıtasıyla uzaklaştırılmıştır. Kırmızı lahana örneklerinin dış kısımları ayrılmıştır. Örnekler bir bıçak yardımıyla küçük parçalara ayrılmıştır. 160 g örneğin bir Waring blender ile 5 dakika süresince parçalanması sağlanmıştır. Sonrasında örnekler bir muslin bezine aktararak kaba süzme işlemi gerçekleştirilmiştir. Süzüntüler vakum altında kaba filtre kağıdından süzümüştür. Son olarak sebze suları 12 °Briks değerine ayarlanarak temiz bir kahverengi pet şişede -49 °C'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 1. Siyah havuç, kırmızı lahana ve kırmızı pancarın mekanik ekstraksiyonu  
Figure 1. Mechanical extraction of black carrot, red cabbage, and red beet

### Beze üretimi

Biyoaktif sebze özütlerinin beze hamuru ve ürünü üzerindeki etkilerini gözlemek için pastörize yumurta akı yerine yumurta akı tozu kullanılmıştır. Taze tavuk yumurtası akının %11 düzeyinde protein içerdiği bildirilmiştir (Wouters vd., 2018). Bu nedenle yumurta akı protein tozu, standart

yumurta akı bileşimine eşdeğer su ve/veya sebze sularında çözündürülmüştür. Beze üretim formülasyonları Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre, yumurta akı tozu (22 g) ve pudra şekeri (150 g) su ve/veya sebze suyuna (178 g) yavaşça eklenmiş ve oda sıcaklığında ( $20 \pm 1$  °C) iki saat boyunca manyetik bir karıştırıcıda (Heidolph MR,

3001K, UK) 200 rpm'de çözülmüştür. Kontrol örneğinin hazırlanması için distile su kullanılmıştır. Köpük oluşturma çözeltisi daha sonra bir mikser (Kenwood KM070, İngiltere) aktararak 5 dakika süresince "maksimum" hızda çırpılmıştır. Hazırlanan beze hamuru bir krema sıkacağı ile yağlı kâğıt kaplı tepsilere manuel olarak mümkün olduğunca eşit büyüklükte sıkılmıştır.

Beze hamurları, fanlı bir elektrikli fırın (Kumtel, Türkiye) kullanılarak 80 °C'de 180 dakika pişirilmiştir. Sıcak bezeler laboratuvar koşullarında 20 dakika süresince bekletilerek soğutulmuş ve kilitli buzdolabı poşetlerinde serin ve rutubetsiz ortamda muhafaza edilmiştir.

Çizelge 1. Beze üretim formülasyonları  
Table 1. Meringue production formulations

Örnek Sample	Siyah havuç (%) Black carrot (%)	Kırmızı lahana (%) Red cabbage (%)	Kırmızı pancar (%) Red beetroot (%)
T <sub>1</sub>	-	-	-
T <sub>2</sub>	100	-	-
T <sub>3</sub>	-	100	-
T <sub>4</sub>	-	-	100
T <sub>5</sub>	50	50	-
T <sub>6</sub>	-	50	50
T <sub>7</sub>	50	-	50
T <sub>8</sub>	33.33	33.33	33.33

(T<sub>1</sub>: Kontrol; T<sub>2</sub>: Siyah havuç özütü örnek; T<sub>3</sub>: Kırmızı lahana özütü örnek; T<sub>4</sub>: Kırmızı pancar özütü örnek; T<sub>5</sub>: Siyah havuç ve kırmızı lahana özütü örnek; T<sub>6</sub>: Kırmızı lahana ve kırmızı pancar özütü örnek; T<sub>7</sub>: Siyah havuç ve kırmızı pancar özütü örnek; T<sub>8</sub>: Siyah havuç ve kırmızı lahana ve kırmızı pancar özütü örnek)

(T<sub>1</sub>: Control; T<sub>2</sub>: Sample with black carrot extract; T<sub>3</sub>: Sample with red cabbage extract; T<sub>4</sub>: Sample with red beetroot extract; T<sub>5</sub>: Sample with black carrot and red cabbage extract; T<sub>6</sub>: Sample with red cabbage and red beetroot extract; T<sub>7</sub>: Sample with black carrot and red beetroot extract; T<sub>8</sub>: Sample with black carrot and red cabbage and red beetroot extract)

### Beze hamurunun köpük özelliklerinin belirlenmesi

Köpük kapasitesi analizi

Beze hamurlarının köpük kapasitesi overrun (%) değerinin belirlenmesi yoluyla Güldane (2023) tarafından önerilen yöntemle saptanmıştır. Beze üretiminde, mikseleme işleminden sonra beze hamuru örnekleri önceden tartılmış belirli hacimdeki bir petri kabına içerisinde boşluk kalmayacak biçimde doldurulmuş ve petri yüzeyi plastik bir spatula ile düzleştirilerek elektronik bir terazi (Radwag PS 4500, Poland) ile tartılmıştır. Köpük kapasitesi değerleri Eşitlik 1'e göre hesaplanmıştır:

$$\text{Overrun (\%)} = \frac{(x \text{ mL ön köpürme çözeltisi ağırlığı}) - (x \text{ mL köpük ağırlığı})}{x \text{ mL köpük ağırlığı}} * 100 \quad (1)$$

Köpük stabilitesi analizi

Beze örneklerinin köpük stabilitelerinin değerlendirilmesinde köpüğün yarısının beze

hamuru yapısından uzaklaştırılması için gereken süre (drenaj yarı ömrü) dikkate alınmıştır. Çırpma işleminin hemen ardından örnekler tabanında 3 mm çapında delik açılmış 280 mL hacmindeki plastik polietilen kaplara aktarılmıştır. Analiz boyunca buharlaşma kaybını en aza indirmek için kapakları sıkıca kapatılan plastik kaplar delikler en altta olacak biçimde büret standına 45° açıyla yerleştirilmiştir. Köpük örneklerinin drenajı plastik kapların her 30 dakikada bir tartılmasıyla takip edilmiş ve köpük stabilitesi sonuçları saat olarak verilmiştir (Güldane, 2023).

Bezelerde gerçekleştirilen analizler

Renk

Bezelerin L\* (L\* 100 beyazlık, L\* 0 koyuluk), a\* (+a\* kırmızılık, -a\* yeşillik), b\* (+b\* sarılık, -b\* mavilik) değerleri renk ölçer (3nh, Model NR60CP, Çin) kullanılarak saptanmıştır. Örneklerin kroma (C\*) ve hue açısı (H°) değerleri sırasıyla Eşitlik 2 ve Eşitlik 3 kullanılarak hesaplanmıştır. Beze örneklerinin renk stabiliteyi

( $\Delta E^*$ ) Eşitlik 4 ile üretim sonrası ölçülen değerler ( $L^*_0, a^*_0, b^*_0$ ) ile 60 günlük depolamadan sonra elde edilen veriler ( $L^*_{60}, a^*_{60}, b^*_{60}$ ) arasındaki renk farklılığı hesaplanarak belirlenmiştir.

$$C^* = \sqrt{a_0^{*2} + b_0^{*2}} \quad (2)$$

$$H^\circ = \tan^{-1}\left(\frac{b_0^*}{a_0^*}\right) \quad (3)$$

$$\Delta E^* = \sqrt{(L^*_{60} - L^*_0)^2 + (a^*_{60} - a^*_0)^2 + (b^*_{60} - b^*_0)^2} \quad (4)$$

Biyoaktif bileşenlerin ekstraksiyonu Beze örneklerinden biyoaktif özütlerin hazırlanmasında Michalska-Ciechanowska vd. (2020) tarafından önerilen ekstraksiyon yöntemi modifiye edilmiştir. Kısaca, örnekler Waring blender ile homojenize edildikten sonra 1 g toz örnek ve 25 mL %80 (v/v) metanol bir beher içine aktarılmıştır. Karışım 5 dakika boyunca 200 rpm'de karıştırılmış ve ardından filtre kağıdından (Whatman no:1) süzülmüştür. Süzüntü 10 dakika boyunca 5000 rpm'de santrifüj cihazıyla (K242R, Centurion Scientific, İngiltere) santrifüjlenmiştir. Elde edilen süpernatant beze örneklerinin toplam fenolik madde içeriğini ve antioksidan aktivitesini belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Toplam fenolik madde (TFM) içeriğinin belirlenmesi

Beze örneklerinin TFM içeriklerinin saptanmasında Singleton vd. (1999) tarafından önerilen modifiye yöntem kullanılmıştır. Kısaca, 40 µL metanolik ekstrakt ve 2.4 mL distile su bir test tüpüne aktarılmış, üzerine 0.2 mL Folin-Ciocalteu reaktifi (Merck, Darmstadt, Almanya) eklenerek vortekslenmiştir. Sonrasında, test tüpüne 0.6 mL %20'lik (w/v) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (Merck, Darmstadt, Almanya) çözeltisi ve 0.76 mL distile su ilave edilmiştir. Vortekslenen örnekler 2 saat karanlıkta bekletildikten sonra absorbansları 765 nm'de bir spektrofotometre (Shimadzu, UVmini-1240, Japonya) kullanılarak ölçülmüştür. Örneklerin TFM içerikleri, 0-1 mg/mL konsantrasyon aralığındaki gallik asit standart çözeltileriyle hazırlanan kalibrasyon eğrisi kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri (mg GAE)/g beze olarak ifade edilmiştir.

Antioksidan aktivite tayini

Ekstraktların antioksidan aktivite değerleri Bissar ve Ozcan (2022) tarafından belirlenen yöntem modifiye edilerek belirlenmiştir. Bu amaçla, 300 µL ekstrakt üzerine 2 mL 0.1 mM DPPH (1.1-difenil-2-pikrilhidrazil) çözeltisi eklenerek vortekslenip 30 dakika boyunca karanlıkta bekletilmiş ve 517 nm'de absorbans değerleri ölçülmüştür. Örneklerin DPPH radikal süpürme aktiviteleri (RSA) Eşitlik 5'e göre belirlenmiştir.

$$DPPH(\%) = \left(\frac{A_k - A_0}{A_k}\right) * 100 \quad (5)$$

Burada, A<sub>k</sub>= 0. dakikada metanolik DPPH çözeltisinin absorbans değeri, A<sub>0</sub>= 30. dakikada örnek absorbans değerini ifade etmektedir.

Askorbik asit (AA) içeriğinin belirlenmesi

Beze örneklerinin AA içeriği analizi Hırsıl (2004) tarafından önerilen modifiye bir yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kısaca, 1 g homojenize beze örneği ve 10 mL oksalik asit çözeltisi (%4, w/v) bir behere aktarılarak manyetik bir karıştırıcı ile 200 rpm'de 5 dakika boyunca karıştırılmıştır. Elde edilen çözelti bir filtre kağıdından (Whatman no:1) süzülmüştür. Analiz için, 1 mL süzüntü ve 9 mL boya çözeltisi (2,6-diklorofenolindofenol Na tuzu) bir test tüpünde karıştırılmıştır. Şahit numune için 1 mL örnek ekstraktı ve 9 mL distile su başka bir test tüpünde karıştırılmıştır. Ölçüm işlemi 518 nm'de şahit numune kullanılarak sıfırlanan bir UV-VIS spektrofotometresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Beze örneklerinin AA içeriği 1-4 mg/100 mL standart askorbik asit çözeltileri kullanılarak elde edilen kalibrasyon eğrisi denklemi kullanılarak hesaplanmış ve 100 g örnek için mg AA eşdeğeri olarak ifade edilmiştir.

Duyusal analiz

Beze örneklerinde tüketici tercihi testi, Pamukova Meslek Yüksekokulu akademik personeli ve öğrencilerinden oluşan 35 yarı eğitimli gönüllü panelist ile gerçekleştirilmiştir. Değerlendiriciler duyusal analiz öncesinde yeniden formüle edilmiş bezeler ve genel terminoloji hakkında bilgilendirilmiştir. Duyusal analiz amacıyla üretilen örneklerde ağırlıkça %2.5 düzeyinde şekerli vanilin kullanılmıştır. Sekiz farklı beze örneği üç basamaklı farklı sayılarla etiketlenmiş

plastik PET bir kap içinde sunulmuştur. Örnekler rastgele sırayla sunulmuş, analiz öncesinde ve tadım arasında su ikram edilmiştir. Panelistlerden numuneleri değerlendirip görünüm, yapı, tat ve kokularını 9 puanlık hedonik bir ölçek (1= hiç beğenmedim ve 9= çok beğendim) kullanarak puanlamaları istenmiştir.

#### *İstatistiksel analiz*

Örnekler arasındaki istatistiksel farklılıklar tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve ardından Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Gruplar arasındaki fark  $P < 0.05$  olduğunda anlamlı kabul edilmiştir. Tüm veriler Minitab istatistik yazılımı (Version17, Minitab Inc., State College, PA, ABD) kullanılarak analiz edilmiştir.

## **SONUÇLAR VE TARTIŞMA**

### **Beze hamurunun köpük özellikleri**

Kara havuç, kırmızı lahana ve kırmızı pancardan elde edilen biyoaktif ekstrakt, fonksiyonel bezeler üretmek için beze formülasyonunda kullanılmıştır. Bu amaçla, yumurta akı protein tozu yüksek şekerli ortamda biyoaktif çözelti içinde çözündürülmüş ve üretim aşamasında 5 dakika süresince bir mikser ile çırpılmıştır. Böylece, bitkisel ekstraktların beze hamurunun köpük kapasitesi ve köpük stabilitesi gibi köpürme özellikleri üzerindeki etkisi araştırılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Beze hamuru örneklerinin overrun (%) değerleri  $36.78 \pm 0.26$  ile  $47.57 \pm 0.07$  arasında değişmiştir. Ayrıca, kontrol örneği ( $T_1$ ) ve sebze ekstraktı içeren beze hamurlarının ( $T_2$ - $T_8$ ) köpük kapasitesi değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlenmiştir ( $P < 0.05$ ). Elde edilen sonuçlara göre, biyoaktif özüt içeren beze hamurları kontrole göre daha yüksek overrun (%) değerlerine sahiptir, ancak en iyi sonuçlar  $T_2$  (kara havuç özütü içeren örnek) ve  $T_4$  (kırmızı pancar özütü içeren örnek) için elde edilmiştir. Bu durum, yumurta akı proteinleri ile sebze proteinleri, fenolik bileşenler ve saponinler gibi biyoaktif bileşenler arasındaki pozitif etkileşimin, hava/su yüzey gerilimini azaltarak köpük kapasitesini iyileştirdiğini göstermektedir. Benzer şekilde, gıda köpüğü oluşumunda peynir altı suyu protein izolatu ve çöven saponini kullanan Güldane ve

Doğan (2022) tarafından daha düşük köpük yoğunluğu değerleri rapor edilmiştir. Güldane (2023), soya proteini izolatının köpürme özelliğini farklı ikame oranlarında peynir altı suyu protein izolatu ile değiştirerek geliştirmiştir. Araştırmacı, en yüksek overrun (%) değerinin 1:1 ikame seviyesinde bulunduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte, beze hamuru örneklerinin drenaj yarı ömür değerleri  $19.75 \pm 0,50$  dakika ile  $46.63 \pm 0,75$  dakika arasında değişmiş, en yüksek stabilite verileri  $T_2$  için kaydedilmiştir. Bununla birlikte,  $T_2$ ,  $T_3$  (kırmızı lahana özütü örnek) ve  $T_5$  (kara havuç ve kırmızı lahana özütü örnek) beze hamurlarının stabiliteyi arasında istatistiksel olarak önemli bir fark saptanmamıştır ( $P > 0.05$ ). Beze hamuru stabilite sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, kırmızı pancar özütü haricindeki diğer biyoaktif ekstraktlar, kontrol beze hamurunun stabilitesinde iyileşmeye yol açmıştır. Bu durum fenolik bileşenler ve yumurta akı proteinleri arasındaki sinerjist etkileşimle açıklanabilir. Benzer bulgular sodyum kazeinat-gallik asit (Zhan vd., 2020) ve laktoferrin-tannik asit (Dai vd., 2022) kompleks oluşumları için de rapor edilmiştir. Bu çalışmalarda köpük stabilitesindeki iyileşme köpük kabarcıklarının artan arayüzey esnekliği ile ilişkilendirilmiştir. Bununla birlikte,  $T_4$  için kırmızı pancar saponini ile yumurta akı protein etkileşimlerinin köpük stabilitesi üzerinde olumsuz etkisi Nooshkam vd. (2022) tarafından bildirilen meyan kökü ekstraktı/peynir proteini izolatu/sodyum aljinat köpük sistemi için de rapor edilmiştir. Bu üçlü sistemde köpük sisteminin reolojik (viskoelastiklik) özellikleri köpük kararlılığı açısından belirleyici olmuştur. Meyan kökü saponini köpük kabarcıklarının arayüzey elastikiyeti üzerine zayıflatıcı bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Nooshkam vd., 2022). Bununla birlikte, Güldane ve Doğan (2022) yaptıkları çalışmada çöven saponini, peynir altı suyu proteinleri ve hidrokolloidlerden oluşan köpük sisteminde biyomolekül konsantrasyonun köpük sistemi özellikleri üzerinde belirleyici etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Böylece, kompleks köpük sistemlerinde optimal bileşen konsantrasyonunun belirlenmesi önem arz etmektedir.

Çizelge 2. Beze hamurlarının köpük özellikleri  
Table 2. Foam properties of meringue batters

Örnek Sample	Overrun (%)	Drenaj yarı ömrü (saat) Drainage 1/2 time (hour)
T <sub>1</sub>	36.78 ± 0.26 <sup>d</sup>	21.00 ± 0.25 <sup>d</sup>
T <sub>2</sub>	45.80 ± 0.65 <sup>a</sup>	46.63 ± 0.75 <sup>a</sup>
T <sub>3</sub>	39.82 ± 0.74 <sup>cd</sup>	44.56 ± 0.93 <sup>a</sup>
T <sub>4</sub>	47.57 ± 0.07 <sup>a</sup>	19.75 ± 0.50 <sup>d</sup>
T <sub>5</sub>	41.51 ± 0.31 <sup>bc</sup>	44.50 ± 0.13 <sup>a</sup>
T <sub>6</sub>	40.91 ± 0.07 <sup>bc</sup>	29.00 ± 0.13 <sup>c</sup>
T <sub>7</sub>	44.86 ± 0.18 <sup>ab</sup>	35.00 ± 0.50 <sup>b</sup>
T <sub>8</sub>	40.78 ± 0.47 <sup>bc</sup>	32.50 ± 0.25 <sup>b</sup>

Sonuçlar ortalama ± standart sapma. a-d aynı sütundaki değerler arasındaki önemli farklılıkları belirtmektedir ( $P < 0.05$ ). (T<sub>1</sub>: Kontrol; T<sub>2</sub>: Siyah havuç özütü örnek; T<sub>3</sub>: Kırmızı lahana özütü örnek; T<sub>4</sub>: Kırmızı pancar özütü örnek; T<sub>5</sub>: Siyah havuç ve kırmızı lahana özütü örnek; T<sub>6</sub>: Kırmızı lahana ve kırmızı pancar özütü örnek; T<sub>7</sub>: Siyah havuç ve kırmızı pancar özütü örnek; T<sub>8</sub>: Siyah havuç ve kırmızı lahana ve kırmızı pancar özütü örnek)  
Values are means ± Standard Deviation. a-d Refers the significant differences between the values in the same column ( $P < 0.05$ ). (T<sub>1</sub>: Control; T<sub>2</sub>: Sample with black carrot extract; T<sub>3</sub>: Sample with red cabbage extract; T<sub>4</sub>: Sample with red beetroot extract; T<sub>5</sub>: Sample with black carrot and red cabbage extract; T<sub>6</sub>: Sample with red cabbage and red beetroot extract; T<sub>7</sub>: Sample with black carrot and red beetroot extract; T<sub>8</sub>: Sample with black carrot and red cabbage and red beetroot extract)

Köpük kapasitesi ve köpük kararlılığı sonuçları bir bütün olarak değerlendirildiğinde, biyoaktif özüt ilavesinin köpük özelliklerini iyileştirdiği söylenebilir. Fakat, T<sub>2</sub>'nin her iki köpük özelliği açısından diğer örneklerden daha yüksek skorlara sahip olduğu belirlenmiştir.

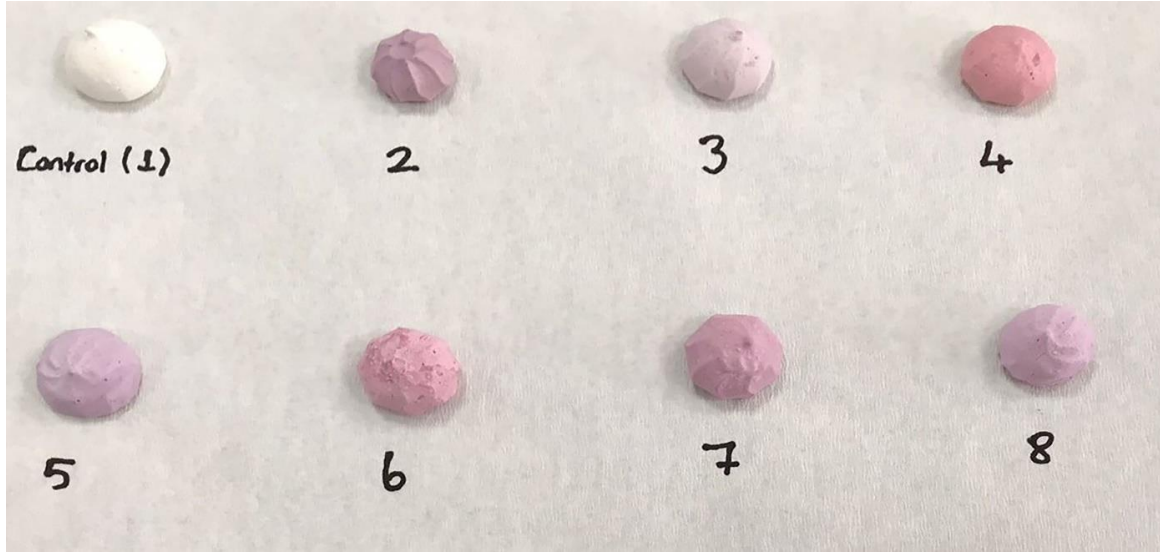
### Beze örneklerinin renk özellikleri

Renk tüketici tercihlerini etkileyen önemli bir parametredir. Ticari olarak üretilen bezelerin renklendirilmesi amacıyla ponceau 4R, sunset yellow ve tartrazine gibi bazı sentetik boyalar kullanılmaktadır. Bununla birlikte, sağlıkla ilgili sorunlar nedeniyle doğal renklendiricilere olan talep her geçen gün artmaktadır (Parra-campos ve Ordóñez-santos, 2019). Farklı bitkisel özütlerin bezelerin renk değerlerine ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $H^\circ$  ve renk değişimine ( $\Delta E^*$ )) etkisi Çizelge 3'de görülmektedir. Bulgular, bezelerin renk özelliklerinin biyoaktif ekstrakt ilavesinden önemli ölçüde ( $P < 0.05$ ) etkilendiğini göstermektedir. Ayrıca, Şekil 2'deki görselden de benzer çıkarımlar yapılabilmektedir. Beze örneklerinin  $L^*$  değerleri 70.65±0.79 ile 91.27±0.60 arasında değişmektedir. Biyoaktif ekstraktın beze formülasyonuna dahil edilmesi, kontrole kıyasla önemli ölçüde daha düşük açıklık değerleri ( $P < 0.05$ ) ile sonuçlanmıştır. Ayrıca,  $a^*$  değerleri kontrol örneğinin düşük yeşil renge ( $-a^*$ )

sahip olduğunu, biyoaktif ekstrakt içeren beze örneklerinde ise kırmızı rengin ( $+a^*$ ) baskın olduğunu göstermektedir (Çizelge 3). Ayrıca, T<sub>4</sub> diğer beze örneklerine kıyasla daha kırmızıdır (Şekil 2). Benzer renk farklılıkları  $-4.13 \pm 0.58$  ile  $9.85 \pm 0.64$  arasında değişen  $b^*$  değerlerinde de gözlenmiştir (Çizelge 3). Kontrol örneğinde (T<sub>1</sub>) sarı renk tonu baskınken, biyoaktif özüt içeren diğer örneklerin (T<sub>2</sub>-T<sub>8</sub>) mavi renk pigmentleri bakımından zengin olduğu görülmüştür (Şekil 2). Beze örneklerinin renk doygunluğu  $C^*$  değeri ile ifade edilmiştir. Çizelge 3'de örneklerin  $C^*$  değerlerinin  $6.67 \pm 0.33$  ile  $14.83 \pm 0.16$  arasında değiştiğini göstermektedir. Her bir örneğin  $C^*$  değeri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Örnekler arasında T<sub>4</sub> daha yoğun bir renge işaret eden daha yüksek bir kroma değerlerine sahipken, T<sub>3</sub> daha düşük bir kroma değeri göstermiştir. Diğer bir renk özelliği  $H^\circ$  renk spektrumunu göstermektedir. En düşük  $H^\circ$  T<sub>1</sub> (Kontrol örneği) için  $81.49 \pm 0.17$  olarak saptanırken, T<sub>4</sub> en yüksek  $H^\circ$  değerine ( $352.64 \pm 2.38$ ) sahiptir. Bununla birlikte, biyoaktif özütler içeren bezelerin  $H^\circ$  değerleri belirli bir renk spektrumu aralığında (mor-kırmızı) değişmektedir (Çizelge 3 ve Şekil 2). Beze örneklerinin renk özellikleri genel olarak değerlendirildiğinde, kontrol örneğinin rengi esasen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarıyla ilişkilendirilebilirken,

biyoaktif özütlerle hazırlanan bezelerin renkleri hem biyoaktif bileşenler hem de Maillard reaksiyonları ve ayrıca biyoaktif bileşiklerin deoksiozonlar, Amadori reaksiyon ürünleri,  $\alpha$ -

dikarbonil bileşikleri, Strecker aldehitleri vb. gibi Maillard reaksiyon ürünleriyle etkileşimleriyle açıklanabilmektedir (Han vd., 2022).



Şekil 2. Biyoaktif sebze özütleriyle hazırlanan beze örnekleri  
Figure 2. Meringue samples prepared with bioactive vegetable extracts

(T<sub>1</sub>: Kontrol; T<sub>2</sub>: Siyah havuç özütü örnek; T<sub>3</sub>: Kırmızı lahana özütü örnek; T<sub>4</sub>: Kırmızı pancar özütü örnek; T<sub>5</sub>: Siyah havuç ve kırmızı lahana özütü örnek; T<sub>6</sub>: Kırmızı lahana ve kırmızı pancar özütü örnek; T<sub>7</sub>: Siyah havuç ve kırmızı pancar özütü örnek; T<sub>8</sub>: Siyah havuç ve kırmızı lahana ve kırmızı pancar özütü örnek)  
(T<sub>1</sub>: Control; T<sub>2</sub>: Sample with black carrot extract; T<sub>3</sub>: Sample with red cabbage extract; T<sub>4</sub>: Sample with red beetroot extract; T<sub>5</sub>: Sample with black carrot and red cabbage extract; T<sub>6</sub>: Sample with red cabbage and red beetroot extract; T<sub>7</sub>: Sample with black carrot and red beetroot extract; T<sub>8</sub>: Sample with black carrot and red cabbage and red beetroot extract)

Çizelge 3. Beze örneklerinin renk özellikleri  
Table 3. Color properties of meringue samples

Örnek Sample	L*	a*	b*	C*	H°	Renk değişimi ( $\Delta E^*$ ) Color difference
T <sub>1</sub>	91.27 ± 0.60 <sup>a</sup>	-1.47 ± 0.16 <sup>g</sup>	9.85 ± 0.64 <sup>a</sup>	9.93 ± 0.61 <sup>c</sup>	81.49 ± 0.17 <sup>h</sup>	7.80 ± 0.10 <sup>a</sup>
T <sub>2</sub>	70.65 ± 0.79 <sup>f</sup>	7.27 ± 0.52 <sup>e</sup>	-3.76 ± 0.60 <sup>g</sup>	8.19 ± 0.73 <sup>c</sup>	332.77 ± 2.26 <sup>c</sup>	1.85 ± 0.02 <sup>f</sup>
T <sub>3</sub>	81.80 ± 1.45 <sup>b</sup>	6.02 ± 0.20 <sup>f</sup>	-3.08 ± 0.34 <sup>e</sup>	6.77 ± 0.33 <sup>b</sup>	331.71 ± 1.93 <sup>f</sup>	5.03 ± 0.01 <sup>b</sup>
T <sub>4</sub>	74.49 ± 0.77 <sup>e</sup>	14.70 ± 0.17 <sup>a</sup>	-1.90 ± 0.61 <sup>d</sup>	14.83 ± 0.16 <sup>a</sup>	352.64 ± 2.38 <sup>a</sup>	3.71 ± 0.01 <sup>d</sup>
T <sub>5</sub>	71.16 ± 1.03 <sup>f</sup>	6.02 ± 0.41 <sup>f</sup>	-4.13 ± 0.58 <sup>h</sup>	7.31 ± 0.63 <sup>g</sup>	325.70 ± 2.43 <sup>g</sup>	3.08 ± 0.01 <sup>e</sup>
T <sub>6</sub>	76.81 ± 0.38 <sup>d</sup>	10.22 ± 0.48 <sup>b</sup>	-3.40 ± 0.26 <sup>f</sup>	10.77 ± 0.47 <sup>b</sup>	341.74 ± 1.42 <sup>d</sup>	3.93 ± 0.00 <sup>cd</sup>
T <sub>7</sub>	70.93 ± 0.78 <sup>f</sup>	8.87 ± 0.36 <sup>e</sup>	-1.59 ± 0.58 <sup>c</sup>	9.01 ± 0.43 <sup>d</sup>	349.96 ± 3.53 <sup>c</sup>	3.95 ± 0.05 <sup>c</sup>
T <sub>8</sub>	79.21 ± 1.30 <sup>c</sup>	7.63 ± 0.36 <sup>d</sup>	-1.21 ± 0.99 <sup>b</sup>	7.78 ± 0.50 <sup>f</sup>	351.36 ± 6.78 <sup>b</sup>	3.74 ± 0.01 <sup>cd</sup>

Sonuçlar ortalama ± standart sapma. a-h aynı sütundaki değerler arasındaki önemli farklılıkları belirtmektedir (P < 0.05). (T<sub>1</sub>: Kontrol; T<sub>2</sub>: Siyah havuç özütü örnek; T<sub>3</sub>: Kırmızı lahana özütü örnek; T<sub>4</sub>: Kırmızı pancar özütü örnek; T<sub>5</sub>: Siyah havuç ve kırmızı lahana özütü örnek; T<sub>6</sub>: Kırmızı lahana ve kırmızı pancar özütü örnek; T<sub>7</sub>: Siyah havuç ve kırmızı pancar özütü örnek; T<sub>8</sub>: Siyah havuç ve kırmızı lahana ve kırmızı pancar özütü örnek)  
Values are means ± Standard Deviation. a-h refers the significant differences between the values in the same column (P < 0.05). (T<sub>1</sub>: Control; T<sub>2</sub>: Sample with black carrot extract; T<sub>3</sub>: Sample with red cabbage extract; T<sub>4</sub>: Sample with red beetroot extract; T<sub>5</sub>: Sample with black carrot and red cabbage extract; T<sub>6</sub>: Sample with red cabbage and red beetroot extract; T<sub>7</sub>: Sample with black carrot and red beetroot extract; T<sub>8</sub>: Sample with black carrot and red cabbage and red beetroot extract)



Doğal renk maddelerinin en önemli sorunlarından birisi çevresel faktörler (ısı, ışık, vb.) nedeniyle işleme ve depolama sırasında spesifik renklerini kaybetmeleridir. Beze örneklerinin renk stabilitesi, depolamanın 0. ve 60. günlerindeki renk değerleri farklılığı hesaplanarak belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Renk stabilitesi değerleri  $1.85 \pm 0.02$  ile  $7.80 \pm 0.10$  arasında değişmekte olup, en düşük renk değişimi değeri en yüksek renk stabilitesine karşılık gelmektedir. T<sub>2</sub> 60 günlük depolama süresince renk açısından en stabil beze olarak saptanmıştır. Bu durum, p-kumarik, ferulik, p-hidroksibenzoik asitler gibi fenolik maddelerle asillenmiş siyah havuç antosiyaninlerinin ısı ve pH gibi çeşitli çevresel etkilere karşı daha kararlı olmasıyla açıklanabilir (Khandare vd., 2010). Genel olarak, biyoaktif özüt içeren beze örnekleri kontrole göre daha yüksek renk stabilitesine sahiptir ( $P < 0.05$ ). Ancak, depolama sonucunda biyoaktif özüt içeren örnekler arasında da renk stabilitesi değerlerinde önemli farklılıklar gözlenmiştir ( $P < 0.05$ ). Dolayısıyla, biyoaktif bileşenlerin renk stabilitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılabılır. Renk kararlılığı sonuçları incelendiğinde, biyoaktif bileşiklerin, proteinlerin amino grupları ile indirgen şekerlerin karboksik kısımları arasında meydana gelen Maillard reaksiyonları üzerinde bir şekilde inhibisyon

etkisine sahip olduğu çıkarımı yapılabilmektedir. Biyoaktif maddelerin esmerleşme reaksiyonlarını engelleyici etkileri Han vd. (2022) tarafından ayrıntılı biçimde açıklanmıştır. Bununla birlikte, biyoaktif bileşenlerin antioksidan özellikleri, moleküler bozulma mekanizmasına etkileri ve depolama sırasında yoğunlaşma süreçleri gibi birtakım değişikliklerin de dikkate alınması gerektiği düşünülmektedir.

### Beze örneklerinin biyoaktif özellikleri

Polifenoller meyve, sebze ve tahıllar gibi bitkisel kaynaklı gıdalarda doğal olarak oluşan biyoaktif bileşiklerdir (Liu vd., 2023). Sebze özütleri kullanılarak hazırlanan bezelerin TFM içerikleri  $35.52 \pm 0.28$  ile  $57.87 \pm 0.44$  mg GAE/100 g örnek arasında değişmektedir (Çizelge 4). Beze örneklerinden T<sub>2</sub> fenolik bileşiklerce en zengin iken T<sub>1</sub> en düşük TFM içeriğine sahiptir. Ürün formülasyonuna sebze özütleri ilavesiyle T<sub>1</sub>'in TFM içeriği önemli oranda yaklaşık olarak %29 ile %63 arasında artırılmıştır ( $P < 0.05$ ). Benzer sonuçlar %5 oranından keçiyoynuzu unu ilave edilen makaron örnekleri için Bissar ve Ozcan (2022) tarafından rapor edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada kontrol makaron örneklerinin TFM içeriği (39.76 mg GAE/100 g örnek) mevcut çalışmaya yakın bulunmuştur.

Çizelge 4. Beze örneklerinin biyoaktif içerikleri

Table 4. Bioactive contents of meringue samples

Örnek Sample	Toplam fenolik madde içeriği (mg GAE/100 g örnek) Total phenolic matter content (mg GAE/100 g sample)	DPPH (%)	Askorbik asit içeriği (mg/100 g örnek) Ascorbic acid content (mg/100 g örnek)
T <sub>1</sub> *	$35.52 \pm 0.28^d$	$31.41 \pm 0.19^g$	$0.94 \pm 0.04^h$
T <sub>2</sub>	$57.87 \pm 0.44^a$	$85.72 \pm 0.09^a$	$24.37 \pm 0.03^c$
T <sub>3</sub>	$49.71 \pm 0.60^{ab}$	$80.08 \pm 0.05^c$	$14.04 \pm 0.13^d$
T <sub>4</sub>	$52.81 \pm 0.27^{ab}$	$82.57 \pm 0.08^b$	$36.13 \pm 0.17^a$
T <sub>5</sub>	$55.43 \pm 0.22^{ab}$	$72.65 \pm 0.32^d$	$9.68 \pm 0.00^f$
T <sub>6</sub>	$54.53 \pm 0.36^{ab}$	$63.66 \pm 0.39^e$	$8.27 \pm 0.03^g$
T <sub>7</sub>	$45.78 \pm 0.20^{bc}$	$72.99 \pm 0.18^d$	$31.16 \pm 0.17^b$
T <sub>8</sub>	$49.84 \pm 0.51^{ab}$	$56.64 \pm 0.16^f$	$12.12 \pm 0.13^e$

Sonuçlar ortalama  $\pm$  standart sapma. a-h aynı sütundaki değerler arasındaki önemli farklılıkları belirtmektedir ( $P < 0.05$ ). (T<sub>1</sub>: Kontrol; T<sub>2</sub>: Siyah havuç özütü örnek; T<sub>3</sub>: Kırmızı lahana özütü örnek; T<sub>4</sub>: Kırmızı pancar özütü örnek; T<sub>5</sub>: Siyah havuç ve kırmızı lahana özütü örnek; T<sub>6</sub>: Kırmızı lahana ve kırmızı pancar özütü örnek; T<sub>7</sub>: Siyah havuç ve kırmızı pancar özütü örnek; T<sub>8</sub>: Siyah havuç ve kırmızı lahana ve kırmızı pancar özütü örnek)

Values are means  $\pm$  Standard Deviation. a-h refers the significant differences between the values in the same column ( $P < 0.05$ ). (T<sub>1</sub>: Control; T<sub>2</sub>: Sample with black carrot extract; T<sub>3</sub>: Sample with red cabbage extract; T<sub>4</sub>: Sample with red beetroot extract; T<sub>5</sub>: Sample with black carrot and red cabbage extract; T<sub>6</sub>: Sample with red cabbage and red beetroot extract; T<sub>7</sub>: Sample with black carrot and red beetroot extract; T<sub>8</sub>: Sample with black carrot and red cabbage and red beetroot extract)

Bezelerin antioksidan aktiviteleri DPPH radikal süpürme aktivitelerinin (RSA) saptanmasıyla belirlenmiştir. Örneklerin RSA değerleri %31.41  $\pm$  0.19 ile %85.72  $\pm$  0.09 arasında değişiklik göstermektedir (Çizelge 4). T<sub>1</sub> test edilen vakalar arasında en düşük RSA değerine sahiptir. Beze formülasyonuna biyoaktif sebze özütleri ilavesiyle DPPH RSA değerinde yaklaşık olarak %172 oranında artış sağlanmıştır. Öte yandan, iki ya da daha fazla bitkisel özütün karıştırılmasıyla üretilen örneklerde (T<sub>5</sub>-T<sub>8</sub>) tek bir bitkisel özüt kullanılarak üretilenlere (T<sub>2</sub>-T<sub>4</sub>) göre DPPH-RSA değerlerinde belirgin bir artış olmamıştır. Bununla birlikte, ürün formülasyona su yerine ilave edilen sebze özütlerinin genel olarak bezeler üzerinde güçlü bir antioksidan özellik sağladığı gözlemlenmiştir. Sebze özütüyle hazırlanan bezelerin antioksidan özelliklerinin gelişmiş olması, bezelerin fenolik içeriğinden kaynaklanıyor olabilir.

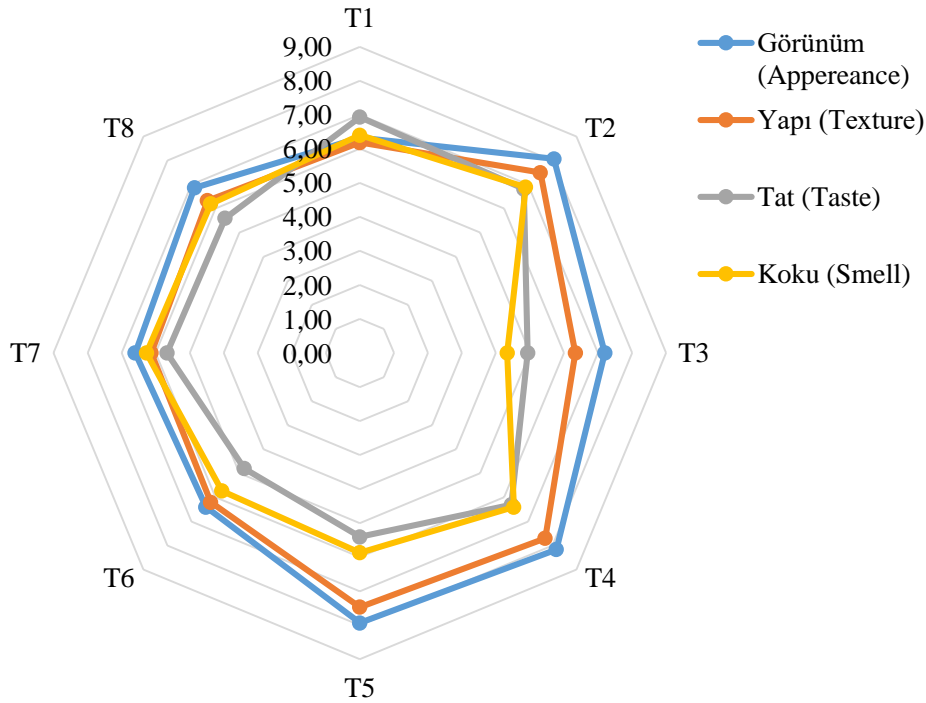
Askorbik asit (AA) bağ dokularının sentezinde rol oynaması, vücuttaki demir emilimini arttırmaya yardımcı olması, insan vücudunu oksidatif stresten koruması ve bir antioksidan olarak işlev görmesi gibi özellikleriyle insan sağlığı açısından elzem öneme sahiptir (Wickramasinghe vd., 2020). Kara havuç, kırmızı lahana ve kırmızı pancar özütleri kullanılarak üretilen beze örneklerinin AA içerikleri Çizelge 4'de görülmektedir. Beze örneklerinin AA içerikleri 0.94 $\pm$ 0.04 ile 36.13 $\pm$ 0.17 mg/100 g arasındadır ve her bir örneğin AA içeriği istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Örneklerden T<sub>1</sub> en düşük C vitamini içeriğine sahipken T<sub>4</sub>'ün en yüksek düzeyde AA içerdiği saptanmıştır. Ayrıca, beze formülasyonuna biyoaktif özüt ilavesiyle T<sub>1</sub>'in C vitamini içerikleri önemli düzeyde artırılmıştır.

### Bezelerin duyu analizi sonuçları

Üretim formülasyonu yenilenen gıdaların ticari değeri, katma değerli ürünler için kritik bir göstergesi olan tüketici tercih testi ile değerlendirilmektedir. Sebze özütleri içeren (T<sub>2</sub>-T<sub>8</sub>) ve kontrol (T<sub>1</sub>) beze örneklerinin duyu analizi sonuçları Şekil 3'te sunulmuştur. Beze örnekleri görünüm, doku, tat ve koku açısından değerlendirilmiştir. Test sonuçlarına göre, tüm

beze örneklerinin görünüm puanları sebze özütü ikamesi ile genel olarak artmıştır. Bunun nedeni, yeniden formüle edilmiş bezelerin kontrol örneğine göre daha çekici renkte olması olabilir (Şekil 2). Şekil 3'te yeniden formüle edilmiş beze örnekleri kontrolden daha yüksek görünüm puanlarına sahipken, T<sub>4</sub> en yüksek görünüm puanına (8.17) sahiptir.

Bir gıda maddesinin yapısal özelliği tüketici tercihi için önemli bir parametredir. Bu çalışmada, panelistler T<sub>7</sub> (siyah havuç ve kırmızı pancar özütü örneği) ile üretilen beze örneğine en düşük doku puanını verirken (6.13), T<sub>4</sub> en yüksek doku puanına (7.70) sahip olmuştur. Değerlendiriciler en düşük lezzet puanını T<sub>6</sub>'ya (kırmızı lahana ve kırmızı pancar özütü örneği) verirken (4.80), sebze suyu içermeyen T<sub>1</sub> en yüksek lezzet puanına (6.93) sahip olmuştur. Sebze suyu ilavesinin bezelerin tat profiline etkisi daha ayrıntılı biçimde çalışılması önerilmektedir. Koku, tüketicinin ürün tercihi üzerinde doğrudan etkisi olan önemli bir duyu parametredir. Örnekler arasında T<sub>2</sub> en yüksek koku skoru (6.89) almıştır. Beklendiği gibi, beze formülasyonunda sadece kırmızı lahana kullanımı (T<sub>3</sub>) en düşük koku skoruna (4.33) neden olmuştur. Bu durum, duyu analiz amacıyla kullanılan vanilyanın yetersizliğiyle ilişkilendirilebilir. Bundan dolayı, beze örneklerinde genel olarak yumurta akı tozu ve sebze özütlerinden kaynaklanan duyu kusurlarının giderilmesi amacıyla üretimde kullanılacak vanilya miktarının da optimize edilmesi gerekmektedir.



Şekil 3. Biyoaktif sebze özütleri içeren bezelerin duysal puanlama sonuçları  
Figure 3. Sensory score results for meringue samples containing bioactive vegetable extracts

(T<sub>1</sub>: Kontrol; T<sub>2</sub>: Siyah havuç özütü örnek; T<sub>3</sub>: Kırmızı lahana özütü örnek; T<sub>4</sub>: Kırmızı pancar özütü örnek; T<sub>5</sub>: Siyah havuç ve kırmızı lahana özütü örnek; T<sub>6</sub>: Kırmızı lahana ve kırmızı pancar özütü örnek; T<sub>7</sub>: Siyah havuç ve kırmızı pancar özütü örnek; T<sub>8</sub>: Siyah havuç ve kırmızı lahana ve kırmızı pancar özütü örnek)  
(T<sub>1</sub>: Control; T<sub>2</sub>: Sample with black carrot extract; T<sub>3</sub>: Sample with red cabbage extract; T<sub>4</sub>: Sample with red beetroot extract; T<sub>5</sub>: Sample with black carrot and red cabbage extract; T<sub>6</sub>: Sample with red cabbage and red beetroot extract; T<sub>7</sub>: Sample with black carrot and red beetroot extract; T<sub>8</sub>: Sample with black carrot and red cabbage and red beetroot extract)

## SONUÇ

Bu araştırma, beze üretiminde kullanılmak üzere ekstrakte edilen bitkisel özütlerin ürün kalitesi üzerine potansiyelini ortaya koymuştur. Genel olarak, elde edilen sebze suları hem bezenin köpük özelliklerini hem de nihai ürün özelliklerini iyileştirmiştir. Özellikle kara havuç ve kırmızı pancar özütleriyle üretilen örneklerde sadece renk özellikleri değil biyoaktif özellikler ve duysal özellikler de geliştirilmiştir. Diğer taraftan, bitkisel özütler arasında test edilen özellikler için sinerjistik etkileşim görülmemiştir. Ayrıca, biyoaktivitesi artırılmış ürünlerin lezzet özelliklerinin de iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, bitkisel özütlerin farklı konsantrasyonları deneyerek ürün kalite özelliklerinin optimize edilmesi önerilmektedir.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarların makale ile ilgili herhangi bir kişi veya kurum ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## YAZARLARIN KATKISI

Bu çalışmada Mehmet GÜLDANE, çalışmanın kurgulanması, çalışma sonuçlarının düzenlenerek yorumlanması ve makale yazımında görev almıştır. Tuba YAĞMUR çalışma analizlerinin gerçekleştirilmesinde ve Hande ÇETİN çalışmanın planlanmasında katkıda bulunmuşlardır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Tübitak 2209-A tarafından desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Bissar, S., Ozcan, M.M. (2022). Determination of quality parameters and gluten free macaron production from carob fruit and sorghum. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 27: 100460, doi: 10.1016/j.ijgfs.2021.100460
- Campbell, G.M., Mougeot, E. (1999). Creation and characterisation of aerated food products. *Trends in Food Science & Technology*, 10: 283–296, doi: 10.1016/S0924-2244(00)00008-X
- Dai, T., McClements, D.J., Hu, T., Chen, J., He, X., Liu, C., Sheng, J., Sun, J. (2022). Improving foam performance using colloidal protein–polyphenol complexes: Lactoferrin and tannic acid. *Food Chemistry*, 377: 131950, doi: 10.1016/j.foodchem.2021.131950
- Ekici, L. (2011). Üzüm Kabuğu, siyah havuç ve kırmızı lahanadan ekstrakte edilen antosiyanin bazlı renk maddelerinin biyolojik özelliklerinin belirlenmesi ve bazı gıda maddelerinde renklendirici olarak kullanımı. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Kayseri, Türkiye, 249 s.
- Güldane, M. (2023). Optimizing foam quality characteristics of model food using Taguchi-based fuzzy logic method. *Journal of Food Process Engineering*, 46(8): e14384, doi: 10.1111/jfpe.14384
- Güldane, M., Dogan, M. (2022). Multi-response optimization of process parameters of saponin-based model foam using Taguchi method and gray relational analysis coupled with principal component analysis. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46: 1–14, doi: 10.1111/jfpp.16553
- Güldane, M., Doğan, M. (2020). Köpük helva üretim parametrelerinin renk ve yoğunluk özelliklerine etkisi: Taguchi matematiksel model optimizasyonu. *GIDA*, 45: 1248–1260, doi: 10.15237/gida.gd20089
- Han, Z., Zhu, M., Wan, X., Zhai, X., Ho, C. (2022). Food polyphenols and Maillard reaction: regulation effect and chemical mechanism. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 0: 1–17, doi: 10.1080/10408398.2022.2146653
- Hışıl, Y. (2004). *Enstrümental gıda analizleri laboratuvar deneyleri*. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları Yayın no:45, Bornova, İzmir.
- Khandare, V., Walia, S., Singh, M., Kaur, C. (2010). Food and bioproducts processing black carrot ( *Daucus carota* ssp . *sativus* ) juice : Processing effects on antioxidant composition and color. *Food and Bioproducts Processing*, 89: 482–486, doi: 10.1016/j.fbp.2010.07.007
- Liu, W., Cui, X., Zhong, Y., Ma, R., Liu, B., Xia, Y. (2023). Phenolic metabolites as therapeutic in inflammation and neoplasms : Molecular pathways explaining their efficacy. *Pharmacological Research*, 193: 106812, doi: 10.1016/j.phrs.2023.106812
- Michalska-Ciechanowska, A., Majerska, J., Brzezowska, J., Wojdylo, A., Figiel, A. (2020). The influence of maltodextrin and inulin on the physico-chemical properties of cranberry juice powders. *Chemical Engineering*, 4: 1–12, doi: 10.3390/chemengineering4010012
- Mol, Z. (2016). Kırmızı lahanada (brassica oleracea l.)’dan ekstrakte edilen antosiyaninler ile doğal mavi renk maddesi üretimi ve enkapsülasyon tekniği ile stabilitesinin artırılması. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Samsun, Türkiye, 73 s
- Nooshkam, M., Varidi, M., Alkobeisi, F. (2022). Bioactive food foams stabilized by licorice extract/whey protein isolate/sodium alginate ternary complexes. *Food Hydrocolloids*, 126: 107488, doi:10.1016/j.foodhyd.2022.107488
- Özer, Ç., Ağan, C. (2020). The influence of aging egg on foaming properties of different meringue types. *Journal of Culinary Science and Technology*, 00: 1–10, doi: 10.1080/15428052.2020.1790073
- Özyurt, V.H., Saralı, H., Ötleş, S. (2019). Betalain ekstraktlarının gıdalarda kullanım olanakları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25: 864–870, doi: 10.5505/pajes.2019.03592
- Parra-campos, A., Ordóñez-santos, L.E. (2019). Natural pigment extraction optimization from coffee exocarp and its use as a natural dye in

- French meringue. *Food Chemistry*, 285: 59–66, doi: 10.1016/j.foodchem.2019.01.158
- Sadahira, M.S., Rodrigues, M.I., Akhtar, M., Murray, B.S., Netto, F.M. (2016). Effect of egg white protein-pectin electrostatic interactions in a high sugar content system on foaming and foam rheological properties. *Food Hydrocolloids*, 58: 1–10, doi: 10.1016/j.foodhyd.2016.02.007
- Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299: 152–178, doi: 10.1016/j.scienta.2016.11.004
- Türker, D.A., Doğan, M. (2022). Ultrasound-assisted natural deep eutectic solvent extraction of anthocyanin from black carrots: Optimization, cytotoxicity, in-vitro bioavailability. *Food and Bioprocess Processing*, 132: 99–113, doi: 10.1016/j.fbp.2022.01.002
- Wickramasinghe, Y.W.H., Wickramasinghe, I., Wijesekara, I. (2020). Effect of steam blanching, dehydration temperature & time, on the sensory and nutritional properties of a herbal tea developed from *Moringa Oleifera* leaves. *International Journal of Food Science*, doi: 10.1155/2020/5376280
- Wouters, A.G.B., Rombouts, I., Fierens, E., Brijs, K., Blecker, C., Delcour, J.A., Murray, B.S. (2018). Foaming and air-water interfacial characteristics of solutions containing both gluten hydrolysate and egg white protein. *Food Hydrocolloids*, 77: 176–186. doi: 10.1016/j.foodhyd.2017.09.033
- Yeler, H.B. (2021). Kırmızı pancar ve üzüm kabuğundan farklı ekstraksiyon koşullarında boyar madde üretimi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Denizli, Türkiye, 121 s
- Zhan, F., Hu, J., He, C., Sun, J., Li, J., Li, B. (2020). Complexation between sodium caseinate and gallic acid: Effects on foam properties and interfacial properties of foam. *Food Hydrocolloids*, 99: 105365, doi: 10.1016/j.foodhyd.2019.105365