

## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.,2024, 61 (1):103-111  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1433287>

Seda ERSUS<sup>1\*</sup> 

İdil TEKİN<sup>1</sup> 

Rahila VİSALİ<sup>2</sup> 

Zulfiya ALLAHVERDİYEVA<sup>2</sup> 

İrada ASKEROVA<sup>2</sup> 

Aybeniz HASANOVA<sup>2</sup> 

Rovshan KAMALOV<sup>2</sup> 

Dürdane ALİYEVA<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Bölümü, 35100 İzmir,  
Türkiye

<sup>2</sup> Azerbaycan Devlet Üniversitesi, Gence,  
Azerbaycan

\* Sorumlu yazar (Corresponding author):  
[seda.ersus@ege.edu.tr](mailto:seda.ersus@ege.edu.tr)

**Anahtar sözcükler:** Elma suyu,  
fonksiyonel gıda, ihlamur, kasnı otu, kekik,  
yarpuz

**Keywords:** Apple juice, functional food,  
galbanum, linden, pennyroyal, thyme

## Aromatik bitki ekstraktları ile zenginleştirilmiş fonksiyonel elma suyu üretimi\*

Production of functional apple juice enriched with  
aromatic plant extracts

Received (Alınış): 12.02.2024

Accepted (Kabul Tarihi): 29.03.2024

### ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, aromatik bitkilerden infüzyon tekniği ile ekstraktlar elde ederek farklı formülasyonlarda elma suyu ile karıştırılarak fonksiyonel olarak zenginleştirilmiş bir ürün geliştirilmesi ve ürünün fizikokimyasal analizlerinin yapılmasıdır.

**Materyal ve Yöntem:** İhlamur çiçeği (*Tilia cordata*), kekik (*Thymus collinus*), kasnı otu (*Ferula galbaniflua*) ve yarpuz (*Mentha pulegium*) bitkilerinden infüzyon tekniği ile ekstraktlardan farklı oranlarda alınarak, elma suyuna ilave edilmiş ve fonksiyonel elma suyu üretimi gerçekleştirilmiştir. Farklı ekstraktların etkinliğini belirlemek amacıyla, elde edilen meyve sularına suda çözünür kuru madde, pH değeri, renk, berraklık, hidroksimetil furfural (HMF), toplam şeker, fenolik madde, antioksidan kapasite, askorbik asit analizleri yapılarak sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

**Araştırma Bulguları:** Farklı formülasyonlarla üretilen elma sularında artan bitkisel ekstrakt miktarına bağlı olarak HMF ve toplam şeker miktarları azalırken, ekstraktların içerdiği biyoaktif bileşenler sebebiyle toplam fenolik madde, antioksidan kapasite ve askorbik asit miktarlarında artış tespit edilmiştir.

**Sonuç:** Elde edilen bulgular, bitkisel ekstraktların elma sularının içeriğini etkin bir şekilde zenginleştirdiğini ve fonksiyonel özelliklerini artırdığını göstermiştir.

### ABSTRACT

**Objective:** This study aims to obtain extracts from aromatic plants using the infusion technique to produce a functionally enriched product by mixing it with apple juice in different formulations and performing physical and chemical analysis.

**Material and Methods:** Functional apple juice was produced by adding extracts from linden flower (*Tilia cordata*), thyme (*Thymus collinus*), galbanum (*Ferula galbaniflua*) and pennyroyal (*Mentha pulegium*) plants to apple juice in different proportions using the infusion technique. To determine the properties of the obtained fruit juices, water-soluble dry matter, pH value, color, clarity, hydroxymethyl furfural, total sugar, phenolic substance, antioxidant capacity, and ascorbic acid analyses were performed, and the results were evaluated statistically.

**Results:** While the amounts of HMF and total sugar decreased due to the increasing amount of aromatic plant extracts in apple juices produced with different formulations, an increase in the amounts of total phenolic substances, antioxidant capacity, and ascorbic acid was detected due to the bioactive components contained in the extracts.

**Conclusion:** These findings show that aromatic plant extracts can be used successfully to enrich the content of apple juices and increase their functional properties.

## GİRİŞ

Günümüzde sağlıklı yaşam tarzına olan mevcut eğilim ve beslenme gereksinimlerindeki değişiklik, fonksiyonel gıdalara olan ilginin artması üzerinde etkili olmuştur (Barauskaite et al., 2018). Özellikle yaşadığımız COVID-19 pandemisi ve aynı zamanda fonksiyonel gıdaların sağladığı bağışıklık desteğinin kronik bir hastalığı önlemede kullanılabilmesi nedeniyle fonksiyonel gıda üretimi ve tüketimi büyük bir ilgi görmektedir (Cebeci & Mankan, 2022). Bu kapsamda fonksiyonel içecekler, formülasyonları itibariyle tüketicilerin taleplerine cevap verebilme özellikleriyle beraber daha kolay dağıtım ve depolama avantajları da göz önünde bulundurulduğunda ilgi çekici ve arzu edilen gıda kategorisindedirler (Rubio-Perez et al., 2014).

Meyve suları günlük hayatta hoş lezzet, aroma ve vitamin içerikleri nedeniyle sıklıkla tüketilmektedir. Ayrıca içerdikleri fenolik bileşenler, antioksidanlar gibi biyoaktif bileşenler ile yüksek lif, vitamin ve minerallerin sağlığı olumlu yönde etkilemesi sebebiyle de popülerliklerini korumaktadırlar (Ghinea et al., 2022). Meyve suları biyoaktif bileşenler bakımından zengin olmalarına rağmen, elde edildikleri meyvelerin ham maddeleri ile karşılaştırıldığında, uygulanan işlemler sonucunda önemli oranda kayıplar olduğu belirtilmektedir (Törrönen et al., 2012; Maleš et al., 2023). Bu aşamada çeşitli aromatik bitki ekstraktlarının meyve sularının biyoaktif bileşen kompozisyonunu zenginleştirmek amacıyla kullanımı bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır (Gomez et al., 2023; Maleš et al., 2023).

Elma (*Malus domestica*) sıklıkla tercih edilen ve dünyada en çok yetiştirilen meyvelerden bir tanesidir (FAOSTAT, 2021). Taze olarak tüketilmesinin yanı sıra başta meyve suyu olmak üzere, sirke, elma şarabı, cips ve şekerleme gibi farklı şekillerde işlenerek tüketici talebine sunulmaktadır. Meyve suyu üretiminde portakal ve ananas ile birlikte en çok üretimi yapılan elma suyunda da diğer meyve sularında uygulanan ısıl işlemler sonucu biyoaktif bileşenlerde kayıplar görülmektedir. Literatür çalışmalarında kekik, adaçayı, biberiye gibi aromatik bitkilerden elde edilen bitkisel ekstraktların içerdikleri hidroksisinnamik asitler, flavonlar ve terpenler gibi biyoaktif bileşenlerin elma sularında fenolik içerikleri, antioksidan özellikleri ve duyuşal nitelikleri olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir (Carović-Stanko et al., 2016; Raudone et al., 2017; Abd Rashed & Rathi, 2021; Maleš et al., 2023).

Literatürde elma suyu üretiminde hali hazırda kullanılmamış doğal bitki ekstraktlarının elde edilmesinde Azerbaycan, zengin bitki çeşitliliği ile dikkat çeken bir ülkedir. Kafkasya'nın güneydoğusunda yer alan Azerbaycan, coğrafi konumu dolayısıyla birçok farklı iklim bölgesinin kesişim noktasında bulunur ve bu sayede çok çeşitli bitki türlerine ev sahipliği yapar. Özellikle dağlık bölgelerde bulunan bitki çeşitliliğine dair yapılan çalışmalarda 60 aileden, 194 cinse ait 321 faydalı bitki bulunduğu bildirilmiştir. Gence ili de ülkenin geneline yayılmış bitkisel çeşitliliğe sahip olup doğal olarak yetişen birçok faydalı bitki bulundurmaktadır (Seydahmedov & Atamov, 2008; Atamov vd., 2017). Bu bitki çeşitliliği hem yerel halkın geçim kaynaklarına hem de gıda, eczacılık gibi çeşitli endüstrilere potansiyel ham madde sağlamaktadır. Bu bilgiler ışığında yapılan bu çalışmada, Gence ilinde doğal olarak yetişen ıhlamur çiçeği (*Tilia cordata*), kekik (*Thymus collinus*), kasnı otu (*Ferula galbaniflua*) ve yarpuz (*Mentha pulegium*) bitkilerinden infüzyon tekniği ile ekstraktlar elde edilerek farklı oranlarda elma suyu ile karıştırılmış ve fonksiyonel olarak zenginleştirilmiş bir ürün geliştirilmesi ve fizikokimyasal analizler ile fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

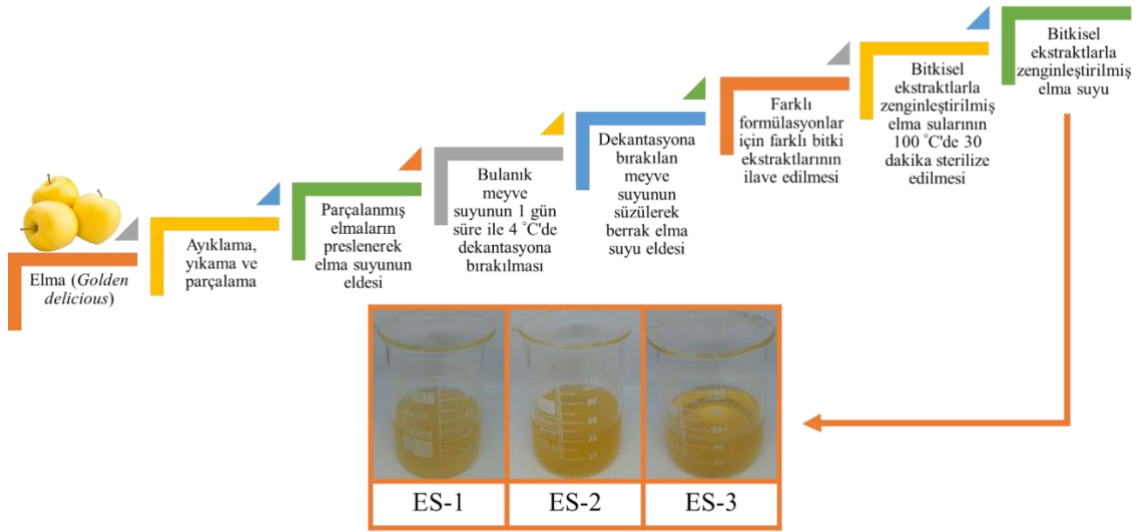
### Materyal

Bu çalışmada elma suyu üretimi kapsamında kullanılan elmalar (*Golden delicious*) Azerbaycan'ın Gence ilindeki yerel bir marketten temin edilmiştir. Bitkisel ekstraktların üretimi için kullanılan ıhlamur çiçeği (*Tilia cordata*), kekik (*Thymus collinus*), kasnı otu (*Ferula galbaniflua*) ve yarpuz (*Mentha pulegium*) bitkileri Gence ilinden (40°40'0" Kuzey Enlemleri, 46°21'0" Doğu Boylamları) toplanmıştır. Analizler için gerekli olan kimyasallar ise analitik saflıkta olup, Sigma-Aldrich firmasından (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, ABD) satın alınmıştır.

### Bitkisel ekstraktların ve bitkisel ekstraktlarla zenginleştirilmiş elma suyunun üretimi

Bitkisel ekstrakt elde etmek üzere ıhlamur çiçeği (*Tilia cordata*), kekik (*Thymus collinus*), kasnı otu (*Ferula galbaniflua*) ve yarpuz (*Mentha pulegium*) bitkileri kullanılmıştır. 1 kg bitkiye 80 °C'de 1 L su (katı:sıvı oranı; 1:1) ilave edilerek 10 dk boyunca infüzyon gerçekleştirilmiştir. Süre sonunda bitkiler ortamdan süzülerek uzaklaştırılmış ve bitki ekstraktları elde edilmiştir.

Bu işlem sonrası Şekil 1'de detayları verilen elma suyu üretimi gerçekleştirilerek ve Çizelge 1'de ifade edilen formülasyonlar kullanılarak bitkisel ekstraktlarla zenginleştirilmiş elma suları elde edilmiştir. Bu aşamadan sonra yapılan analizler üretimi yapılan üç farklı formülasyona sahip elma suyu ve bitkisel ekstrakt içermeyen kontrol grubu elma suyu için gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Bitkisel ekstraktlarla zenginleştirilmiş elma suyu üretimi akım şeması.

Figure 1. Flow chart of apple juice production enriched with plant extracts.

Çizelge 1. Bitkisel ekstraktlarla zenginleştirilmiş elma sularının farklı formülasyonlarına ait karışım oranları ve ürün kodları

Table 1. Mixing ratios and product codes of different formulations of apple juices enriched with plant extracts

Ürün Kodu	Elma Suyu (mL)	İhlamur Çiçeği Ekstraktı (mL)	Kekik Ekstraktı (mL)	Kasnı Otu Ekstraktı (mL)	Yarpuz Ekstraktı (mL)
Kontrol	1000	-	-	-	-
ES-1	1000	10	10	10	10
ES-2	1000	15	15	15	15
ES-3	1000	20	20	20	20

### Suda çözünür kuru madde analizi

Farklı formülasyonlar ile hazırlanmış elma suyu örneklerinin suda çözünür kuru madde (SÇKM) içeriği dijital refraktometre (RFM 330 Bellingham Stanley Limited, İngiltere) kullanılarak belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2013; Ghinea et al., 2022).

### pH değeri analizi

Farklı formülasyonlar ile hazırlanmış elma suyu örneklerinin pH değerleri pH metre (Inolab WTW, Almanya) kullanılarak belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2013; Ghinea et al., 2022).

### Renk analizi

Hunterlab Colorflex CFLX 45-2, VA (Managment Company, ABD) renk cihazı kullanılarak elma suyu örneklerinin renk değerleri belirlenmiştir. Örneklerin CIELAB renk değerleri  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  olarak ölçülmüştür.  $L^*$  değeri aydınlık,  $a^*$  değeri kırmızılık-yeşillik ve  $b^*$  değeri sarılık-mavilik değerlerini ifade etmektedir (Tekin et al., 2023).

Örneklerin spektrofotometrik renk değerleri ise Peak Instruments, C-7200 (Houston, ABD) spektrofotometrik ölçüm cihazı kullanılarak ölçülmüştür. 440 nm'de ölçümler gerçekleştirilerek sonuçlar  $\%T_{440}$  olarak ifade edilmiştir (Kaya, 2010).

### Berraklık analizi

Elma suyu örneklerinin berraklık değerleri Peak Instruments, C-7200 (Houston, ABD) spektrofotometrik ölçüm cihazı kullanılarak ölçülmüştür. 625 nm'de ölçümler gerçekleştirilerek sonuçlar  $\%T_{625}$  olarak ifade edilmiştir (Kaya, 2010).

### Hidroksimetil furfural analizi

Elma sularının hidroksimetil furfural (HMF) içeriği TS 6178/ISO 7466 Türk Standardına (Türk Standartları Enstitüsü (TSE), 2002) göre belirlenmiştir. 2 mL meyve suyu örneği üzerine 5 mL p-toluidin çözeltisi ve 1 mL barbitürik asit çözeltisi eklenerek şahit numuneye karşı 550 nm'de absorbans değerleri spektrofotometrede ölçülmüştür. Örneklerin HMF içeriği mg/L olarak ifade edilmiştir (Ersus et al., 2019).

### Toplam şeker analizi

Fenol-sülfürik asit yöntemi (Nielsen, 2017), elma sularının içerdiği toplam şeker miktarını (polisakkaritler, oligosakkaritler, basit şekerler ve türevleri) belirlemek için kullanılmıştır. 0,5 mL elma suyu örneği, 1 mL %5 fenol ve 5 mL %98 sülfürik asit ile karıştırıldıktan sonra spektrofotometre ile 490 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. D-Glukoz (40-200 µg/mL) standardıyla hazırlanan kalibrasyon eğrisine karşılık örneklerin toplam şeker miktarları hesaplanarak g/100 mL olarak ifade edilmiştir (Öztürk & Kuşçu, 2019).

### Toplam fenolik madde miktarı analizi

Elma sularının içerdiği toplam fenolik madde miktarı Folin Ciocalteau (FC) reaktifi kullanılarak spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. Belirli miktar örnek (5 mL) %80'lik 50 mL etanol kullanılarak homojenize edildikten sonra santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonucu elde edilen ekstraktan 0,5 mL alınarak üzerine 2,5 mL FC (%10) eklenmiştir. Hazırlanan karışım 4 dk boyunca karanlık bir ortamda ve oda sıcaklığında (25 °C) inkübe edildikten sonra 2 mL  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (75 g/L) çözeltisi eklenmiştir. Örnekler 50 °C su banyosunda 5 dk bekletilip akan suyun altında oda sıcaklığına (25 °C) getirildikten sonra 760 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. Örneklerin fenolik madde miktarı mg GAE/100 mL olarak ifade edilmiştir (Akyüz et al., 2022; Metiner & Ersus, 2023).

### Toplam antioksidan kapasite analizi

Elma sularının antioksidan kapasite yüzdesi (%AK), 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) serbest radikal analizi ile değerlendirilmiştir. 5 mL örnek %80 konsantrasyonda hazırlanan 50 mL etanol ile karıştırılmıştır. Elde edilen karışım 2 dk süreyle homojenize edildikten sonra santrifüjlenmiş ve ekstrakt elde edilmiştir. Ekstrakt (0,5 mL), etanol (3 mL) ve DPPH (0,3 mL) ile elde edilen karışımın 517 nm'deki absorbans değeri kör (etanol + ekstrakt) ve kontrol (etanol + DPPH) numunesine karşılık spektrofotometre ile (Peak Instruments, C-7200, Houston, ABD) belirlenmiştir. Toplam antioksidan kapasite yüzdesi (%AK) Denklem 1 kullanılarak hesaplanmıştır ve % olarak ifade edilmiştir (Akyüz et al., 2022; Tekin et al., 2023).

$$\%AK = 100 - \left[ \frac{Abs_{örnek} - Abs_{kör}}{Abs_{kontrol}} \times 100 \right] \quad (\text{Denklem 1})$$

### Askorbik asit analizi

Farklı formülasyonlarla hazırlanmış elma suyu örneklerinin askorbik asit (AA) miktarları, 2,6-dikloroindofenol titrimetik yöntemi (AOAC Yöntemi 967.21, 2016) kullanılarak belirlenmiştir (AOAC, 2016).

### İstatistiksel analiz

Üretimler 2 tekerrür, analizler 3 paralel olacak şekilde yapılarak sonuçlar ortalama ve standart hata olarak kaydedilmiştir. Elde edilen deneysel veriler IBM SPSS Statistics V20.0 programı (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) kullanılarak %95 güven aralığında istatistiksel olarak test edilmiştir ( $P < 0,05$ ). Farklı formülasyonlara sahip elma sularının ortalama analiz sonuçları arasındaki farkların önemi tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Ayrıca gruplar arası farklılığın belirlenmesi için Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmış ve sonuçlar istatistiksel harfler ile ifade edilmiştir.

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

### Bitkisel Ekstraktlarla Zenginleştirilmiş Elma Sularının Suda Çözünür Kuru Madde ve pH Değeri Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bitkisel ekstraktlarla zenginleştirilmiş elma sularının ve kontrol örneğinin suda çözünür kuru madde (SÇKM) ve pH değerleri Çizelge 2'de gösterilmiştir. SÇKM, sıvı veya yarı sıvı haldeki ürünlerde kıvam, yoğunluk ve kalite kontrolünde °Briks cinsinden ifade edilen temel bir parametre olarak kabul edilir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde kontrol örneğinin SÇKM değeri  $12,03 \pm 0,03$  °Briks olarak bulunurken, farklı formülasyonlara ait ES-1, ES-2 ve ES-3 ürün kodlu bitkisel ekstraktlarla zenginleştirilmiş meyve sularının SÇKM değerleri sırasıyla  $11,23 \pm 0,03$ ;  $9,53 \pm 0,06$ ;  $7,37 \pm 0,09$  °Briks bulunmuştur. Bitkisel ekstrakt konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak örneklerin SÇKM değerlerinde bir azalma belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Meyve Suyu ve Benzeri Ürünler Tebliği'ne (TEBLİĞ NO: 2014/34) göre elma sularında minimum SÇKM değeri  $11,2$  °Briks olarak belirlenmiştir. Bu standart ile karşılaştırıldığında ES-1 ürün kodlu meyve suyunun standart ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Diğer örneklerde bitkisel ekstraktların elma suyuna kıyasla daha az suda çözünür kuru madde içermesinin bu duruma neden olduğu düşünülmektedir. Literatür incelendiğinde farklı elma türlerinden elde edilen meyve sularının SÇKM değerleri  $7,5-21,62$  °Briks gibi geniş bir aralıkta yer almaktadır (Kowalczyk, 2004; Eisele & Drake, 2005; Siguemoto, 2018; Ghinea et al., 2022). Farklı ülkelerin yasal düzenlemeleri doğrultusunda ticari elma suyu üretiminde belirlenen değerler ise üretimler konusunda sınırlamalar getirmektedir. Depolama sırasındaki ürün güvenliği ve karakteristik lezzet açısından önemli olan bir diğer parametre ise pH değeridir. Türk Gıda Kodeksi Meyve Suyu ve Benzeri Ürünler Tebliği'nde pH değeri için bir şart bulunmamakla birlikte kontrol örneğinin pH değeri  $4,33 \pm 0,01$  olarak bulunurken farklı formülasyonlara ait ES-1, ES-2 ve ES-3 ürün kodlu bitkisel ekstraktlarla zenginleştirilmiş meyve sularının pH değerleri sırasıyla  $4,34 \pm 0,01$ ;  $4,42 \pm 0,00$ ;  $4,40 \pm 0,00$  olarak belirlenmiştir. ES-1 kodlu örnek ve kontrol grubu arasında istatistiksel anlamda bir fark bulunmazken, ES-2 ve ES-3 kodlu örnekler arasında da anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir.

**Çizelge 2.** Suda çözünür kuru madde ve pH değerleri

**Table 2.** Water-soluble dry matter and pH values

Ürün Kodu	SÇKM (°Briks)	pH Değeri
<b>Kontrol</b>	$12,03 \pm 0,03^a$	$4,33 \pm 0,01^b$
<b>ES-1</b>	$11,23 \pm 0,03^b$	$4,34 \pm 0,01^b$
<b>ES-2</b>	$9,53 \pm 0,06^c$	$4,42 \pm 0,00^a$
<b>ES-3</b>	$7,37 \pm 0,09^d$	$4,40 \pm 0,00^a$

Veriler ortalama değerleri ve standart hataları temsil eder.

Her bir analizdeki değişen harfler, istatistiksel olarak önemli farklılıkları yansıtmaktadır ( $P < 0,05$ ).

### Bitkisel Ekstraktlarla Zenginleştirilmiş Elma Sularının Renk ve Berraklık Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bitkisel ekstraktlarla zenginleştirilmiş elma sularının ve kontrol örneğinin renk ( $L^*$ ,  $b^*$ ,  $a^*$ ,  $\%T_{440}$ ) ve berraklık ( $\%T_{625}$ ) değerleri Çizelge 3'te gösterilmektedir. Renk, kalite ve özellikle tüketici kabulü için meyve sularında önemli parametrelerdendir. Yapılan bu çalışmada elde edilen renk değerleri incelendiğinde artan bitkisel ekstrakt miktarı  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk değerlerinde azalma olmasına neden olurken berraklık değerleri üzerinde olumlu etkiler gösterdiği görülmektedir. En yüksek  $L^*$  değeri ( $15,61\pm 0,00$ ) kontrol örneklerinde tespit edilirken en düşük değer ( $4,13\pm 0,02$ ) ES-3 ürün kodlu elma suyunda tespit edilmiştir. Benzer şekilde  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri için en yüksek değerler kontrol örneğinde tespit edilirken en düşük değerler ES-3 ürün kodlu elma suyunda tespit edilmiştir. Berraklık değerleri incelendiğinde ise artan bitkisel ekstrakt miktarının berraklığı olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Bu durum elde edilen bitkisel ekstraktların elma suyuna kıyasla daha berrak olması ve elma suyu ile homojen bir şekilde karışması ile açıklanabilir. Yapılan bir çalışmada reishi mantarı ekstraktı ile zenginleştirilen portakal sularında da artan ekstrakt miktarının renk değerlerini azaltma yönünde etki gösterdiği belirtilmiştir (Kuşçu & Öztürk, 2019).

Çizelge 3. Renk ve berraklık değerleri

Table 3. Color and clarity values

Ürün Kodu	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$\%T_{440}$	$\%T_{625}$
<b>Kontrol</b>	$15,61\pm 0,00^a$	$-1,65\pm 0,01^a$	$13,06\pm 0,12^a$	$20,06\pm 0,10^d$	$60,08\pm 0,14^b$
<b>ES-1</b>	$14,68\pm 0,00^b$	$-1,08\pm 0,03^b$	$11,16\pm 0,19^b$	$24,27\pm 0,06^c$	$64,02\pm 0,21^d$
<b>ES-2</b>	$7,09\pm 0,02^c$	$-0,89\pm 0,06^c$	$4,05\pm 0,14^c$	$40,99\pm 0,08^b$	$67,14\pm 0,18^c$
<b>ES-3</b>	$4,13\pm 0,02^d$	$-0,57\pm 0,02^d$	$1,56\pm 0,03^d$	$50,78\pm 0,27^a$	$76,85\pm 0,06^a$

Veriler ortalama değerleri ve standart hataları temsil eder.

Her bir analizdeki değişen harfler, istatistiksel olarak önemli farklılıkları yansıtmaktadır ( $P<0,05$ ).

### Bitkisel Ekstraktlarla Zenginleştirilmiş Elma Sularının Hidroksimetil Furfural ve Toplam Şeker Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Hidroksimetil furfural (HMF), meyve sularında önemli bir kalite göstergesi olarak kabul edilir. Bu bileşik, şeker içeren gıdalardaki şekerin asitli ortamda parçalanması ile veya Maillard reaksiyonu esnasında bir ara ürün olarak ortaya çıkmaktadır. Meyve sularında yüksek HMF değerleri, ürünün işleme sırasında aşırı ısınması veya depolama süreçlerinde olumsuz şartlar altında bulunması durumunda ortaya çıkabilir. Yüksek HMF seviyeleri, meyve suyu kalitesini düşürebilir ve ürünün tazeliğini etkileyebilir. Ayrıca, HMF'nin bazı sağlık endişeleri de bulunmaktadır. Bu nedenle, meyve suyu üretimi sırasında ve depolama aşamalarında HMF seviyeleri düzenli olarak kontrol edilir. HMF'nin düşük seviyelerde tutulması, meyve sularının taze, doğal ve yüksek kaliteli olmasını sağlamak için önemlidir. Ayrıca ülkemizde yürürlükte olan Türk Gıda Kodeksine göre HMF meyve sularında 5 ppm değerinin altında olmalıdır (Batu vd., 2014; Ersus et al., 2019).

Meyve sularının tat profili genellikle içerdikleri doğal şeker miktarına bağlı olarak şekillenir. Doğal olarak meyvede bulunan şeker, ürüne doğal bir tat ve lezzet katar. Ancak, aşırı miktarda ilave şeker içeren meyve suları, potansiyel olarak sağlık sorunlarına neden olabilir. Yüksek şeker içeriği, obezite, diyabet ve diğer sağlık sorunlarıyla ilişkilendirilebilir. Bu nedenle, birçok üretici, tüketicilere sağlıklı bir seçenek sunmak adına şeker içeriğini azaltmaya ve doğal meyve tatlarına vurgu yapmaya yönelik çabalarını artırmaktadır. Düşük şeker içeriğine sahip meyve suları, sağlıklı yaşam tarzını benimseyen tüketiciler arasında popülerlik kazanmaktadır (Batu vd., 2014; Muslu & Kermen 2020).

Bu kapsamda kontrol örneği ve farklı formülasyonlara sahip elma sularına ait HMF ve toplam şeker içerikleri Çizelge 4'te belirtilmektedir. Sonuçlar değerlendirildiğinde her bir örnek için HMF değerlerinin yasal sınırlar altında olduğu dikkat çekmektedir. Kontrol, ES-1, ES-2 ve ES-3 ürün kodlu örneklerin HMF içerikleri sırasıyla 4,81; 4,59; 2,43 ve 1,84 mg/L olarak belirlenmiştir. Artan bitkisel ekstrakt miktarının ürün üzerinde HMF değerlerini azaltacak şekilde etki gösterdiği belirlenmiştir. Bu durumun, bitkisel ekstraktların şeker içermemesi nedeniyle uygulanan ısıl işlem sırasında HMF oluşumunu katalize edecek şeker miktarının oransal olarak azalmasıyla ilişkilendirildiği düşünülmektedir. Ayrıca artan bitkisel ekstrakt miktarına bağlı olarak üretimi yapılan elma sularının fenolik ve antioksidan maddelerce zengin hale gelmesinin de HMF oluşumu engelleyecek şekilde etki ettiği düşünülmektedir. Örneklerin toplam şeker içerikleri ise HMF değerlerine benzer şekilde bitkisel ekstrakt miktarının artışına bağlı olarak azalma eğilimi göstermiştir. Sonuçlar arasındaki farklılıklar istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Bitkisel ekstraktların ilave ve doğal şeker içermemesinden dolayı bu beklenen bir sonuçtur.

**Çizelge 4.** HMF ve toplam şeker değerleri

**Table 4.** HMF and total sugar values

Ürün Kodu	HMF (mg/L)	Toplam Şeker (g/100 mL)
Kontrol	4,81±0,00 <sup>a</sup>	11,02±0,03 <sup>a</sup>
ES-1	4,59±0,05 <sup>b</sup>	8,81±0,05 <sup>b</sup>
ES-2	2,43±0,16 <sup>c</sup>	6,98±0,12 <sup>c</sup>
ES-3	1,84±0,12 <sup>d</sup>	6,19±0,10 <sup>d</sup>

Veriler ortalama değerleri ve standart hataları temsil eder.

Her bir analizdeki değişen harfler, istatistiksel olarak önemli farklılıkları yansıtmaktadır ( $P<0,05$ ).

### Bitkisel Ekstraktlarla Zenginleştirilmiş Elma Sularının Toplam Fenolik, Antioksidan Kapasite ve Askorbik Asit Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Elma suyu, doğal olarak içerdiği biyoaktif bileşenlerle sağlık açısından faydalı bir içecek olarak bilinir. Özellikle içerdikleri fenolik bileşikler antioksidan etkileriyle de dikkat çekmektedir. Biyoaktif bileşenlerce zengin olmasına rağmen meyve suyu üretimi sırasında uygulanan işlemler sebebiyle taze meyve ile kıyaslandığında daha az oranda biyoaktif bileşen içerdiği bilinmektedir. Bu çalışma kapsamında bitkisel ekstraktlarla zenginleştirilmiş elma sularının toplam fenolik madde, antioksidan kapasite ve askorbik asit içerikleri Çizelge 5'te gösterilmektedir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde artan bitkisel ekstrakt miktarına bağlı olarak toplam fenolik miktarda kontrole kıyasla artış sağlandığı belirlenmiştir. En fazla bitkisel ekstrakt içeren ES-3 ürün kodlu elma suyunda kontrole kıyasla yaklaşık olarak 2,3 katlık bir artış sağlanmıştır. Benzer şekilde toplam antioksidan kapasite ve askorbik asit miktarı içinde artan bitkisel ekstrakt miktarı değerleri olumlu yönde etkilemiştir. Yapılan bir çalışmada yeşil çay ekstraktı ile zenginleştirilen elma suları 240 gün süreyle depolanmış ve süre sonunda yeşil çay ekstraktından gelen fenolik bileşenlerin hala varlığını sürdürdüğü tespit edilmiştir. Portakal suyuyla yapılan bir başka fonksiyonel içecek üretiminde ise reishi mantarı ekstraktı kullanılmış ve fenolik bileşenler açısından zengin olan bu ekstrakt miktarı meyve suyunda arttıkça beklenen bir sonuç olarak biyoaktif bileşenlerce zengin bir ürün üretildiği belirlenmiştir (Öztürk & Kuşçu, 2019; Samaei et al., 2022).

**Çizelge 5.** Toplam fenolik madde, antioksidan kapasite ve askorbik asit değerleri

**Table 5.** Total phenolic substance, antioxidant capacity and ascorbic acid values

Ürün Kodu	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100 mL)	Toplam Antioksidan Kapasite (%)	Askorbik Asit (mg/100 mL)
Kontrol	161,10±0,25 <sup>d</sup>	18,17±0,12 <sup>d</sup>	0,98±0,00 <sup>d</sup>
ES-1	176,94±0,42 <sup>c</sup>	21,44±0,13 <sup>c</sup>	1,39±0,00 <sup>c</sup>
ES-2	228,19±0,55 <sup>b</sup>	24,58±0,06 <sup>b</sup>	1,52±0,00 <sup>b</sup>
ES-3	366,31±0,42 <sup>a</sup>	36,73±0,13 <sup>a</sup>	1,71±0,00 <sup>a</sup>

Veriler ortalama değerleri ve standart hataları temsil eder.

Her analize ilişkin farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları temsil etmektedir ( $P<0,05$ ).

## SONUÇ

Bu çalışma, aromatik bitkilerden infüzyon tekniği ile elde edilen ekstraktların elma suyuyla kombinasyonunu içeren fonksiyonel içeceklerin üretimini ve analizini kapsamaktadır. Ihlamur çiçeği, kekik, kasnı otu ve yarpuz bitkilerinden elde edilen ekstraktlar farklı oranlarda elma suyuna eklenerek ürünler geliştirilmiştir. Elde edilen meyve sularının çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiş ve sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde artan bitkisel ekstrakt miktarına bağlı olarak HMF ve toplam şeker miktarlarında azalma belirlenirken, ekstraktlardaki biyoaktif bileşenler nedeniyle toplam fenolik madde, antioksidan kapasite ve askorbik asit miktarlarında artış tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, bitkisel ekstraktların elma suyu içeriklerini zenginleştirmek ve fonksiyonel özelliklerini artırmak için etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. Gıda endüstrisinde yeni ürün geliştirme ve fonksiyonel içeceklerin formülasyonunda potansiyel bir yol açabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, tüketicilerin sağlık açısından faydalı bileşenlerle zenginleştirilmiş içeceklere olan talebini karşılamak için yenilikçi çözümler sunabilir. Yapılan bu çalışmanın bitkisel ekstraktların farklı meyve sularıyla kombinasyonunun sağlık yararlarını anlamak ve ürünlerin ticari potansiyelini değerlendirmek için gelecekteki araştırmalara ilham olacağı düşünülmektedir.

### Veri kullanılabilirliği

Veriler makul talep üzerine sağlanabilmektedir.

### Yazar Katkıları

Çalışmanın konsepti ve tasarımı: SE, ZA, örnek toplama: ZA, RV, IA, AH, RK, DA, verilerin analizi ve yorumlanması: İT, SE, istatistiksel analiz: İT, SE, görselleştirme: İT, SE, makalenin yazımı: İT, SE, ZA, RV, IA, AH, RK, DA.

### Çıkar çatışması

Bu çalışmada yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

### Etik Beyan

Bu araştırma için etik kurula ihtiyaç olmadığını beyan ederiz.

### Finansal Destek

Bu çalışma herhangi bir kurum tarafından finansal olarak desteklenmemiştir.

### Makale Açıklaması

Bu makale Editör Prof. Dr. Cem KARAGÖZLÜ tarafından düzenlenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Abd Rashed, A. & D.N.G. Rathi, 2021. Bioactive components of Salvia and their potential antidiabetic properties: A review. *Molecules*, 26 (10): 3042.
- Akyüz, A., İ. Tekin & S. Ersus, 2022. Comparison of different methods in the extraction of phenolic compounds from bay leaf (*Laurus nobilis* L.). *Journal Of Apitherapy and Nature*, 5 (1): 27-34.
- Atamov, V., M. Musayev & M. Cabbarov, 2017. Azerbaycan'ın sucul orman birlikleri. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 2 (2): 23-28.
- Barauskaite, D., J. Gineikiene, B.M. Fennis, V. Auruskeviciene, M. Yamaguchi & N. Kondo, 2018. Eating healthy to impress: How conspicuous consumption, perceived self-control motivation, and descriptive normative influence determine functional food choices. *Appetite*, 131: 59-67.
- Batu, A., R.E. Aydoymuş & H.S. Batu, 2014. Gıdalarda hidroksimetilfurfural (HMF) oluşumu ve insan sağlığı üzerine etkisi. *Electronic Journal of Food Technologies*, 9 (1): 40-55.



- Carović-Stanko, K., M. Petek, M. Grdiša, J. Pintar, D. Bedeković & Z. Satovic, 2016. Medicinal plants of the family Lamiaceae as functional foods—a review. *Czech Journal of Food Sciences*, 34 (5): 377-390.
- Cebeci, B. K. & E. Mankan, 2022. COVID-19 pandemi sürecinde tüketicilerin fonksiyonel gıdalara yönelik tutumları. *Journal of Humanities and Tourism Research*, 12 (2): 405-416.
- Cemeroğlu, B. S., 2013. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi Cilt II Nobel Akademik, Ankara, 658 s.
- Eisele, T.A. & S.R. Drake, 2005. The partial compositional characteristics of apple juice from 175 apple varieties. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18: 213-221.
- Ersus, S., A. Akyüz & İ. Tekin, 2019. "Hydroxymethyl furfural formation in grape and pomegranate juices over heating treatments, 211-215". 1st International/11th National Food Engineering Congress (7–9 December), UCTEA Chamber of Food Engineers, Book of Proceedings, Antalya, Turkey.
- Ghinea, C., A.E. Prisacaru & A. Leahu, 2022. Physico-chemical and sensory quality of pasteurized apple juices extracted by blender and cold pressing juicer. *Ovidius University Annals of Chemistry*, 33 (1): 84-93.
- Kaya, D., 2010. Elma Suyu Konsantresi Üretiminde Renk Stabilizasyonu. Uludağ Üniversitesi, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 50 s.
- Kowalczyk, R., 2004. Pressing efficiency and apple consumption index in the production of apple juice concentrate. *Problemy Inżynierii Spożywczej*, 12: 20-30.
- Maleš, I., A. Dobrinčić, Z. Zorić, S. Vladimir-Knežević, I. Elez Garofulić, M. Repajić & V. Dragović-Uzelac, 2023. Phenolic, headspace and sensory profile, and antioxidant capacity of fruit juice enriched with *Salvia officinalis* L. and *Thymus serpyllum* L. Extract: a potential for a novel herbal-based functional beverages. *Molecules*, 28 (9): 3656.
- Metiner, E. E. & S. Ersus, 2023. Farklı kurutma tekniklerinin kuru aronya (*Aronia melanocarpa*) meyvesi ve tozunun kalitesine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 60 (2): 353-362.
- Muslu, M. & S. Kermen, 2020. Çocuk ve adölesanlarda şeker ilaveli içeceklerin tüketimi ve sağlık üzerine etkileri. *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7 (2): 225-230.
- Nielsen, S. S., 2017. Total carbohydrate by phenol-sulfuric acid method. *Food analysis laboratory manual*, 137-141.
- Öztürk, B. & G. Kuşçu, 2019. Physical, chemical and sensory properties of fresh orange juice fortified with reishi (*Ganoderma lucidum*) extract. *Gıda*, 45 (1): 81-91.
- Raudone, L., K. Zymone, R. Raudonis, R. Vainoriene, V. Motiekaityte & V. Janulis, 2017. Phenological changes in triterpenic and phenolic composition of *Thymus* L. species. *Industrial Crops and Products*, 109: 445-451.
- Rubio-Perez, J. M., M.L. Vidal-Guevara, P. Zafrilla & J.M. Morillas-Ruiz, 2014. A new antioxidant beverage produced with green tea and apple. *International journal of food sciences and nutrition*, 65 (5): 552-557.
- Samaei, S. P., M. Ghorbani, D. Tagliazucchi, S. Martini, R. Gotti, T. Themelis & Babini, E., 2020. Functional, nutritional, antioxidant, sensory properties and comparative peptidomic profile of faba bean (*Vicia faba*, L.) seed protein hydrolysates and fortified apple juice. *Food Chemistry*, 330: 127120.
- Seyddahmedov, A. & V. Atamov, 2008. The beneficial plants of mountainous regions in Azerbaijan. *Biological Diversity and Conservation*, 1 (1): 13-27.
- Siguemoto, E.S., 2018. Continuous-Flow Microwave Thermal Processing of Cloudy Apple Juice. Polytechnic School of the University of São Paulo, (Unpublished) PhD Thesis, São Paulo, Brazil, 234 pp.
- Tekin, İ., K. Özcan & S. Ersus, 2023. Optimization of ionic gelling encapsulation of red beet (*Beta vulgaris* L.) juice concentrate and stability of betalains. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 102774.
- Törrönen, R., G.J. McDougall, G. Dobson, D. Stewart, J. Hellström, P. Mattila & R. Karjalainen, 2012. Fortification of blackcurrant juice with crowberry: Impact on polyphenol composition, urinary phenolic metabolites, and postprandial glycemic response in healthy subjects. *Journal of functional foods*, 4 (4): 746-756.